



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**Estudio de la aplicación de bioactivadores en el
desarrollo fenológico y productivo de *Pennisetum
clandestinum*, en la Estación Agropecuaria UTPL**

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Chamba Gualán, Zaida Magdalena

Director: Capa Mora, Edwin Daniel

LOJA

2024



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2024

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular

Loja, 16 de septiembre de 2024

Doctor

Edwin Daniel Capa Mora

Director de la carrera de Agropecuaria

Ciudad. –

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: Estudio de la aplicación de bioactivadores en el desarrollo fenológico y productivo de *Pennisetum clandestinum*, en la Estación Agropecuaria UTPL realizado por Zaida Magdalena Chamba Gualán, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Edwin Daniel Capa Mora, PhD

C.I.: 1103819486

Correo electrónico: edcapa@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Zaida Magdalena Chamba Gualán, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: Estudio de la aplicación de bioactivadores en el desarrollo fenológico y productivo de *Pennisetum clandestinum*, en la Estación Agropecuaria UTPL, de la carrera de Agropecuaria, específicamente de los contenidos comprendidos en: Capítulo uno marco teórico, Capítulo dos metodología, Capítulo tres resultados, siendo Edwin Daniel Capa Mora, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autora, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autora: Zaida Magdalena Chamba Gualán

C.I.: 1150586582

Correo electrónico: zmchamba@utpl.edu.ec

Dedicatoria

A Dios, por haberme regalado salud para cumplir cada uno de mis propósitos en especial este maravilloso logro que tanto anhelaba, por haberme orientado y haber puesto personas tan maravillosas que siempre me apoyaron.

Esta meta se la dedico a mis padres María Carmen Gualán Zosoranga y José Alcívar Chamba Cango, por haberme forjado como la persona que soy actualmente, por el ejemplo de perseverancia, dedicación y entrega, a mis hermanos que se preocupaban por mí en cada dificultad y que a pesar de la distancia siempre me animaron a seguir adelante.

A mi tía María Isabel Gualán Sosoranga y a mis primas que fueron mi segunda familia las cuales me apoyaron en los momentos difíciles, ya que me inspiraron a cristalizar esta meta trazada en la vida, por lo cual estoy muy orgullosa de haberles tenido en mi vida.

Agradecimientos

Agradecer primeramente a Dios, por su amor y bondad lo largo de toda mi vida, por hacerme más fuerte en estos últimos años para poder soportar cualquier dificultad presentada en mi camino, gracias a él he podido culminar esta maravillosa etapa universitaria.

A la Universidad Técnica Particular de Loja, a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, a la carrera de Ingeniería Agropecuaria, a todos los docentes por haber compartido sus conocimientos, su confianza y apoyo.

A mi director de tesis, Dr. Edwin Daniel Capa Mora, por su confianza y entrega en esta ardua tarea como director, por su tiempo y paciencia ante mi inconsistencia, por aceptarme en su grupo de investigación, gracias por depositar en mí su conocimiento y experiencia, a través de sus consejos y sabiduría me dieron la oportunidad de crecer como estudiante y ha sido mi fuente de motivación durante estos años.

De igual manera, a mis compañeros por su colaboración en la ejecución del proyecto experimental, por su apoyo incondicional y la dedicación de su tiempo.

A mis padres, infinitas gracias por su apoyo incondicional, por su amor que a pesar de la distancia siempre supieron como guiarme y hacer de mí una buena hija, gracias por motivarme en cada uno de mis malos días, por no dejarme caer en ningún momento. A mis hermanos, gracias por ser mis amigos, por consolarme y escucharme.

Finalmente, a los directivos y técnicos de la empresa AGROTA, por su apoyo con los insumos y por confiar en nosotros para este trabajo. Así también, al persona de la Estación Agropecuaria UTPL, por su apoyo en la parte de campo.

A todos ustedes infinitas gracias

Índice de contenido

Carátula.....	I
Aprobación del Director del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria	V
Agradecimientos	VI
Índice de contenidos.....	VII
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo uno.....	6
Marco teórico	6
1.1 Origen.....	6
1.2 Clasificación taxonómica	6
1.3 Fenología	6
1.4 Partes del kikuyo.....	7
1.4.1 Raíz.....	7
1.4.2 Tallo.....	7
1.4.3 Hojas.....	7
1.4.4 Inflorescencia.....	8
1.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	8
1.6 Valor nutricional	8
1.7 Variedades de kikuyo	8
1.7.1 Ecotipo “Rongai”.....	9
1.7.2 Ecotipo “Molo”.....	9
1.7.3 Ecotipo “Kabete”.....	9

1.7.4 Cultivar “Whittet”	9
1.7.5 Cultivar “Breakwell”	9
1.7.6 Raza P713	9
1.8 Manejo	9
1.8.1 Fertilización	10
1.8.2 Riego	10
1.8.3 Ordenación del pastoreo	10
1.9 Producción	10
1.9.1 Calidad del forraje	11
1.9.2 Formas de consumo	11
1.10 Bioactivadores de desarrollo	11
1.10.1 Taravert Evo	11
1.10.2 Tarasoil Calcio	12
Capítulo dos	15
Metodología	15
2.1 Ubicación	15
2.2 Selección e identificación de las parcelas	15
2.3 Preparación y aplicación de los bioactivadores de crecimiento	16
2.4 Parámetros de evaluación	16
2.4.1 Altura	16
2.4.2 Biomasa	16
2.4.3 Proteína	17
2.4.4 Suelo	17
2.5 Análisis estadístico	18
Capítulo tres	19

Resultados y discusión	19
3.1 Resultados y discusión del primer objetivo	19
3.2 Resultados y discusión del segundo objetivo	24
Conclusiones	27
Recomendaciones.....	28
Referencias	29
Apéndice	35
Apéndice A. Datos obtenidos de las variables altura, biomasa y proteína en el pasto kikuyo	35
Apéndice B. Fotografías que ilustran el proceso de la ejecución del proyecto.....	38

Índice de tablas

Tabla 1	Taxonomía de <i>P. clandestinum</i>.....	6
Tabla 2	Resultados de los parámetros de suelos analizados en los tratamientos de aplicación de bioactivadores en el pasto kikuyo al inicio y fin del ensayo	22

Índice de figuras

Figura 1	Fenología del kikuyo.....	7
Figura 2	Taravert Evo	12
Figura 3	Tarasoil Calcio	13
Figura 4	Ubicación de la zona de estudio.....	15
Figura 5	Preparación (B) y aplicación (C) de la solución con los bioactivadores de crecimiento (A).....	16
Figura 6	Muestras de suelo.....	18
Figura 7	Altura obtenida en el pasto kikuyo (<i>P. clandestinum</i>), con la aplicación y no aplicación de bioactivadores de desarrollo	19
Figura 8	Biomasa obtenida en el pasto kikuyo (<i>P. clandestinum</i>), con la aplicación y no aplicación de bioactivadores de desarrollo	21
Figura 9	Proteína en porcentaje obtenida en el pasto kikuyo (<i>P. clandestinum</i>), con la aplicación y no aplicación de bioactivadores de desarrollo.....	25

Resumen

La presente investigación se desarrolló con el propósito de estudiar el efecto del bioactivador (Taravert Evo) y un corrector salino (Tarasoil Calcio) en el desarrollo fenológico y productivo del kikuyo en la Estación Agropecuaria UTPL. Se establecieron cuatro parcelas de media hectárea cada una, luego a 20 cm de profundidad se tomó una muestra del suelo por parcela, para realizar el análisis químico de cada muestra; posteriormente, se aplicó 4 bioactivadores de crecimiento con frecuencia de 15 días durante dos meses, se usó Taravert Evo más Tarasoil Calcio en concentración de 1 y 2 L/ha respectivamente, las aplicaciones fueron mediante aspersiones al follaje y suelo. Las variables medidas en el kikuyo fueron: altura de la planta, biomasa, proteína y NPK en suelo, los resultados se evaluaron después 55 días de la primera aplicación. Los resultados indican que la aplicación al kikuyo con bioactivadores alcanzó los mayores resultados en altura: 27 cm, biomasa: 0,17 kg/m²/corte frente al testigo, en cuanto a proteína: 13,25 %, no hubo diferencias estadísticas; así también, en la calidad del suelo no hubo diferencias estadísticas entre los dos tratamientos.

Palabras clave: Biomasa, proteína, bioactivadores de crecimiento.

Abstract

This research was developed with the purpose of studying the effect of the bioactivator (Taravert Evo) and a salt corrector (Tarasoil Calcium) on the phenological and productive development of kikuyo at the UTPL Agricultural Station. Four plots of half a hectare each were established, then a soil sample was taken at a depth of 20 cm per plot for chemical analysis of each sample; subsequently, four growth bioactivators were applied every 15 days for two months, using Taravert Evo plus Tarasoil Calcium at a concentration of 1 and 2 L/ha respectively, the applications were by spraying to the foliage and soil. The variables measured in kikuyo were: plant height, biomass, protein and NPK in soil, the results were evaluated after 55 days. The results indicate that the application to kikuyo with bioactivators achieved the highest results in height: 27 cm, biomass: 0,17 kg/m²/crop compared to the control, in terms of protein: 13,25 %, there were no statistical differences; also, in soil quality there were no statistical differences between the two treatments.

Keywords: Biomass, protein, growth bioactivators.

Introducción

En los últimos años en nuestro país (Ecuador), principalmente en la Sierra, se ha notado un incremento en las áreas destinadas a la producción ganadera, en muchos casos los productores ven como una alternativa viable, la producción de leche frente a la producción de cultivos u otros productos agrícolas tradicionales cultivados como la papa, habas, lenteja, trigo, cebada, maíz, hortalizas entre otros (FAO, s.f), por lo cual es necesario que adopten adecuados sistemas de producción de pasto y forrajes.

Por otra parte, cabe señalar que debido a algunos procesos agropecuarios, la ampliación de la frontera agrícola ha agravado la conservación del medio ambiente, esto va generando presión sobre las áreas de conservación y zonas de amortiguamiento, dando como consecuencia afectación a la vegetación nativa, restringiendo cada vez más la conservación y almacenamiento de agua, por ello, es muy importante que se busquen alternativas de manejo sostenibles de los pastos, para incrementar la producción de materia verde por unidad de superficie y con ello lograr mayor producción en las actuales zonas destinadas a la producción ganadera (Ospina Valencia, 2020).

Complementariamente se deberá trabajar en otras labores de manejo adicionales, como evitar sobrepastoreo, incrementar la forestación con especies aportadores de nutrientes tanto al suelo como al ganado, con lo cual se podría generar espacios de producción sostenible que logre mejorar las condiciones socio – económicas y ambientales (FAO, 2022). Una de estas es la fertilización de pastos, buscar alternativas a los procesos de fertilización mineral u orgánica, será un camino adecuado para aportar a la sostenibilidad de estos sistemas de producción.

El presente trabajo busca mejorar las condiciones del suelo y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) de la Estación Agropecuaria de la Universidad Técnica Particular de Loja (EA UTPL), mediante la aplicación de bioactivadores de desarrollo (Casa comercial AGROTA), con lo que se pretende apoyar a la disponibilidad de nutrientes en el suelo (contribuyendo a la mejora química de este recurso), así también, para que ayude a mejorar la permeabilidad y enriquezca el complejo arcillo - húmico del suelo, lo cual podrá verse

reflejado en el mayor crecimiento, mayor biomasa y producción del pasto kikuyo, así como de su porcentaje de proteína.

Objetivos

Objetivo general:

Estudiar el efecto de los bioactivadores en el desarrollo fenológico y productivo de *Pennisetum clandestinum*, en la Estación Agropecuaria UTPL.

Objetivos específicos:

Evaluar el desarrollo fenológico y productivo de *Pennisetum clandestinum*, con la aplicación de bioestimulantes.

Analizar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la calidad proteica del forraje.

Capítulo uno

Marco teórico

1.1 Origen

El pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es una gramínea perenne originaria de las regiones tropicales de África Central y Oriental. Es una de las especies forrajeras más comunes y ampliamente cultivadas alrededor del mundo, especialmente en Costa Rica, Colombia, Hawái, Australia y Sur de África (Vallejo & Zapata, 2020).

1.2 Clasificación taxonómica

Según Martínez (2020) el kikuyo tiene la siguiente clasificación taxonómica (Tabla 1).

Tabla 1

Taxonomía de P. clandestinum

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Paniceae
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>clandestinum</i>
Nombre científico	<i>Pennisetum clandestinum</i>

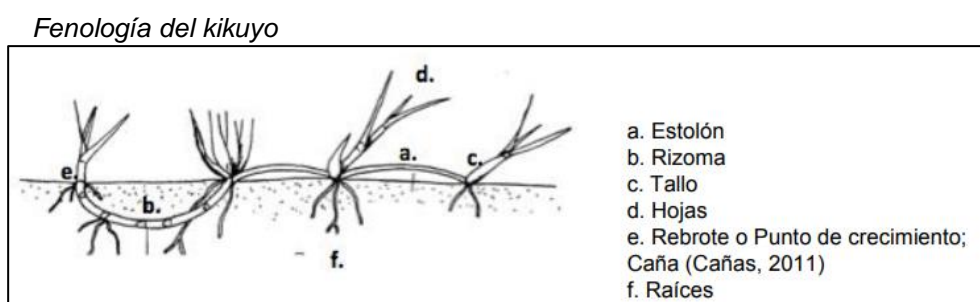
Nota. Clasificación taxonómica de *P. clandestinum*

1.3 Fenología

El objetivo del buen manejo para el desarrollo fenológico del kikuyo, es aumentar la calidad nutricional, específicamente la densidad energética. Para maximizar la energía metabolizable, la proteína cruda y la disponibilidad de nutrientes que provienen de las hojas. Por ende, se recomienda que el momento óptimo para el pastoreo del kikuyo sea cuando se encuentra disponible la máxima cantidad de hojas de buena calidad (Fulkerson, 2007), por lo cual, es necesario conocer sobre la fenología o desarrollo de esta especie que es importante para la alimentación de ganado bovino.

En el kikuyo, el período de vida de una hoja equivale al tiempo necesario para que se dé el crecimiento de 4 hojas por tallo (28 días). Por otro lado, la rapidez de establecimiento de las especies está ligada a la facilidad para emitir las raíces adventicias (Fig.1). Sin embargo, en ocasiones puede resultar beneficioso pastorear el kikuyo cuando presente 2 hojas nuevas por tallo. Esta técnica es aplicada para evitar la presencia de enfermedades fúngicas en las hojas, lo que ocasiona una disminución en la palatabilidad y calidad del forraje (Fulkerson et al., 2010).

Figura 1



Nota. Descripción gráfica de la fenología de *P. clandestinum*

1.4 Partes del kikuyo

1.4.1 Raíz

Presenta raíces profundas que alcanzan una profundidad de 5,5 m, y sus rizomas son muy delgados (Vallejo y Zapata, 2020). Según Muscolo et al. (2013) la raíz posee componentes fenológicos que actúan sobre la germinación de otras plantas de esta manera se dificulta la incorporación de nuevas especies dentro de la pradera.

1.4.2 Tallo

Presenta estolones gruesos que crecen a ras del suelo y emiten raíces en sus nudos, en cuanto a los rizomas estos son tallos que crecen de forma horizontal con varias yemas de las cuales brotan raíces y nuevas plantas (Cañas, 2011).

1.4.3 Hojas

Son plegadas firmemente en las yemas, alcanzan una longitud de 3 – 25 cm y 1 – 6 mm de ancho, su extremo es romo y en ocasiones ligeramente bífido, la superficie de la hoja

es glabra o en algunos casos presenta vellos largos suaves y esparcidos (Vallejo y Zapata, 2020).

1.4.4 Inflorescencia

Es una espiga axilar corta, oculta por la vaina superior, está compuesta por una espiguilla solitaria o en grupos de 2 a 4, sésiles y solitarias sobre los nudos del raquis corto aplanado, solos sus extremos exertos desde las vainas foliares; espiguillas no desarticuladas, cada una rodeada por un fascículo basal de hasta 15 finas cerdas de longitud variable, generalmente con la mitad o menos de la longitud de la espiguilla (Vallejo y Zapata, 2020).

1.5 Requerimientos edafoclimáticos

Según García et al. (2014) menciona que el kikuyo se desarrolla mejor en suelos arcillosos de alta fertilidad, bien estructurados, también en suelos arenosos húmedos aluviales y fertilizados, tolera un pH bajo de 4 a 5 y altos contenidos de aluminio y manganeso, así como salinidad moderada. Tolerancia precipitaciones anuales entre 1.000 – 1.600 mm (Blood, 2001). Es moderadamente tolerante a la sequía, gracias a su sistema radicular profundo. Soporta hasta 10 días de inundación y se adapta a zonas cálidas en tierras bajas subtropicales, templadas y mediterráneas (Colf et al., 2014). Se establecen en alturas de 1.600 – 3.000 m s.n.m (metros sobre el nivel del mar) (Martínez, 2020). La temperatura promedio de la especie está comprendida entre 16 a 21 °C (Marais, 2001); en ese sentido, según Barners et al. (2007). Las temperaturas superiores a 30 °C limitan su crecimiento.

1.6 Valor nutricional

El valor nutritivo del cultivo depende del manejo en el momento del pastoreo, de la fertilización y de condiciones óptimas para su desarrollo. Presenta contenidos de 18 a 22 % de proteína cruda, pero, tiene un déficit energético de 2,03 Mcal/kg MS, tiene entre 40 a 60 % de fibra detergente neutra (FDN) y 21 % de fibra detergente ácida (FDA). De igual forma, posee una deficiencia nutritiva en sodio (Na), pero contiene altos niveles de potasio (K) (Correa et al., 2008).

1.7 Variedades de kikuyo

Vallejo y Zapata (2020) mencionan que, aunque esta gramínea es relativamente uniforme en apariencia, se han definido 3 ecotipos.

1.7.1 Ecotipo “Rongai”

Planta rustica, de hojas anchas y estolones gruesos que se desarrollan después del corte, presentan esterilidad masculina y las anteras nunca exertas.

1.7.2 Ecotipo “Molo”

Planta más fina con hojas estrechas y estolones más finos que los del ecotipo “Rongai”, los cuales, después del corte, tienden a producir rebrotes desde el centro de la corona; los estambres nunca exertos y el polen es estéril.

1.7.3 Ecotipo “Kabete”

Es una planta intermedia que presenta estambres exertos y produce polen funcional. Vallejo y Zapata (2020), también reportaron dos cultivares desarrollados en los subtrópicos de Australia.

1.7.4 Cultivar “Whittet”

Es una planta más alta, rustica, vigorosa y de hojas más anchas que el ecotipo “Kabete”. Es más tolerante a los suelos con baja fertilidad que el kikuyo común.

1.7.5 Cultivar “Breakwell”

Es de hábito prostrado y de hojas estrechas, de tallos más delgados y entrenudos cortos; se reporta menos productivo que el Whittet pero más resistentes a la invasión por malezas u otras gramíneas. Las plantas presentan fertilidad femenina, pero del 15 al 20 % presentan esterilidad masculina.

1.7.6 Raza P713

Fue introducida en Australia, la cual parece agrónomicamente superior a los tipos locales seleccionados; además, produce rendimientos de semilla ligeramente superiores (Vallejo y Zapata, 2020).

1.8 Manejo

El kikuyo (*P. clandestinum*) debe ser manejado adecuadamente para obtener una buena producción y una capacidad de carga alta. Cuando ha sido mal manejado, se

acolchona y la producción disminuye (Franco et al., 2006). Para un manejo adecuado se debe realizar un pastoreo rotacional cada 40 – 80 días, de 5 a 10 cortes por año y con una cantidad de agua y fertilizante adecuado (Hernández, 2004).

1.8.1 Fertilización

La aplicación de la mayoría de los nutrientes se lo realiza por vía radicular y en algunas ocasiones de manera foliar. De los 17 elementos esenciales, 14 son tomados por la planta directamente del suelo y los demás del aire y agua. Un suelo fértil debe contener todos los elementos esenciales para brindar a la planta de manera proporcional, pero, si un suelo presenta contenidos bajos de uno o varios nutrientes, estos deben ser agregados en forma de fertilizantes, directamente en el suelo (Bernal, 2003). De acuerdo a Fulkerson (2010) y Van der Colf et al. (2013), para un buen desarrollo anualmente se requiere de 30 – 40 kg P/ha, 130 – 230 kg de N/ha y 60 kg K/ha. En este contexto, Fukumoto (2003) recomienda aplicar 494 kg/ha de urea en conjunto con 444 kg/ha de muriato de potasio.

1.8.2 Riego

Según Vallejo y Zapata (2020) el kikuyo es una gramínea improductiva en tierras de secano y especialmente en áreas secas y cálidas. La aplicación de un sistema de riego puede mantener una producción alta en épocas de sequía, especialmente cuando se fertiliza con nitrógeno, ya que permite a la gramínea usar de manera eficiente el agua, el riego debe ser aplicado aproximadamente cada 10 días. Galli et al. (2007) recomienda aplicar una lámina de agua de 11 mm, durante el primer mes de establecimiento aplicar de 2 – 4 riegos diarios; mientras que, cuando la planta alcanza 5 cm de altura, se disminuye la frecuencia de riego.

1.8.3 Ordenación del pastoreo

El kikuyo se establece fácilmente vegetativamente o por semilla, siendo las piezas recolectadas de estolones o rizomas que se pueden plantar en la superficie del suelo, para un establecimiento efectivo de la pastura (Colf et al., 2014). En condiciones óptimas es capaz de producir 30 t/ha/año, sin embargo, si no hay fertilización es improductiva (Sánchez et al., 2009).

1.9 Producción

1.9.1 Calidad del forraje

El forraje del kikuyo es generalmente rico en proteína y muy palatable para el ganado y, no produce efectos tóxicos en los bovinos. Para lograr mantener niveles adecuados se debe realizar a menudo la defoliación y abonar con frecuencia, especialmente con nitrógeno y fósforo (Vallejo y Zapata, 2020).

1.9.2 Formas de consumo

Esta gramínea se utiliza para pastoreo y no es factible para henificación o ensilado, debido a que es difícil de cortar y rastrillar (Vallejo y Zapata, 2020). También es usada en el pastoreo rotacional, ya que es una especie resistente al pisoteo y al pastoreo, pueden soportar cargas de 1,5 – 3,0 unidades por hectárea (Martínez, 2020).

1.10 Bioactivadores de desarrollo

Los bioactivadores de crecimiento son sustancias naturales que favorecen el desarrollo del cultivo. Induce en la planta estímulos como bioactivadores de las funciones fisiológicas; tales como, el crecimiento vegetativo, reducción de los niveles de estrés y finalmente tienen la capacidad de mejorar el rendimiento y calidad del cultivo (Hernández, s.f; Reyes et al., 2015).

Las formulaciones de los bioactivadores de crecimiento pueden tener diferentes contenidos de elementos; sin embargo, los principales elementos que contienen la mayoría de bioactivadores de crecimiento son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), Calcio (Ca), aminoácidos, vitaminas, antioxidantes, ácidos húmicos, fulvatos, espirulinas, según convenga a los diferentes bioactivadores (Reyes et al., 2015).

1.10.1 Taravert Evo

Es un bioestimulante con efecto enraizante elaborado a base de aminoácidos y extracto de algas *Ascophyllum nodosum* (Fig. 2). Es un complemento perfecto para acciones específicas que deseamos potenciar sobre el cultivo debido a que combina los dos mejores agentes bioestimulantes: el extracto de algas *Ascophyllum nodosum* y los L-aminoácidos con hidrólisis enzimática (AGROTA, 2020).

Figura 2*Taravert Evo*

Nota. Bioestimulante con efecto enraizante a base de aminoácidos y extracto de algas *Ascophyllum nodosum*

Este producto sintético presenta las siguientes ventajas:

- Alto aporte en bioestimulantes
- Fabricación de alta tecnología con materias primas selectas
- Mejora del sistema radicular
- Adaptación de la planta al nuevo suelo tras el trasplante
- Asegura un buen comienzo
- Ayuda al cultivo a salir con fuerza tras la parada invernal
- Mejora el crecimiento
- Afecto anti estrés

Taravert Evo puede ser mezclado con los productos fitosanitario y fertilizantes que se usan comúnmente en la agricultura, excepto productos que contienen aceites minerales, azufre, cobre o cualquier otro producto de naturaleza alcalina. Se recomienda realizar pruebas de compatibilidad antes de la aplicación y no sobrepasar las dosis recomendadas (AGROTA, 2020).

1.10.2 Tarasoil Calcio

Es un corrector salino a base de calcio complejo con lignosulfonatos que facilitan su asimilación y rico en ácidos fúlvicos que mejoran las propiedades físico – químicas del suelo

y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Fig. 3). Al aplicar Tarasoil Calcio se puede obtener un suelo mejor estructurado, más activo biológicamente, más permeable y con mayor oxigenación (AGROTA, 2020).

Figura 3

Tarasoil Calcio



Nota. Corrector salino basado en calcio complejado con lignosulfonatos que facilitan su asimilación en ácidos fúlvicos

Tarasoil Calcio está indicado de forma preventiva para la prevención o corrección de las deficiencias de calcio en cultivos propensos, evitando así problemas como hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta (AGROTA, 2020).

Tarasoil Calcio presenta las siguientes ventajas:

- Aporte rico en calcio y ácidos fúlvicos
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo
- Reducción de conductividad eléctrica (CE) y del % de Na intercambiable
- Corrige los problemas asociados con el exceso de iones de sodio y cloro
- Asimilación rápida y eficaz
- Corrige y previene los síntomas de deficiencia de calcio
- Mejora el cuajado de los frutos

Tarasoil Calcio puede mezclarse con los productos fitosanitarios y fertilizantes que se utilizan comúnmente en la agricultura, excepto productos elaborados a base de aceites minerales, azufre, cobre o cualquier otro producto de pH alcalino. Se recomienda llevar a cabo pruebas de compatibilidad antes de la aplicación (AGROTA, 2020).

Capítulo dos

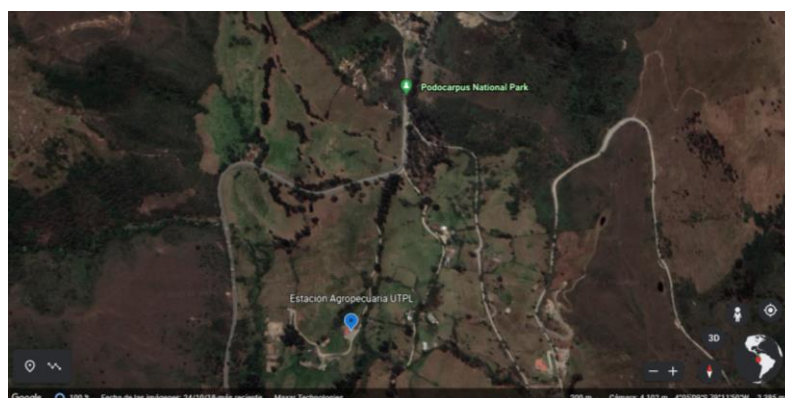
Metodología

2.1 Ubicación

El proyecto se realizó en la Estación Agropecuaria UTPL (EA UTPL), cantón Loja, provincia de Loja; en las coordenadas X: -4,0886 y e Y: -79,2066 (Figura 4). La EA UTPL está ubicada a una altura aproximada de 2.300 m.s.n.m. con una temperatura media de 15,4 °C (Morales et al., 2020), condiciones buenas para realizar producción de ganado de leche.

Figura 4

Ubicación de la zona de estudio



Nota. Mapa satelital de la ubicación de Estación Agropecuaria UTPL

2.2 Selección e identificación de las parcelas

El área total para la aplicación de los productos fue de 2 ha homogéneas en sus características de suelo, clima y manejo, en las cuales se instaló la investigación mediante un diseño de bloques completos al azar, teniendo dos tratamientos con tres repeticiones cada uno de ellos. El tratamiento 1 consistió en la aplicación de activadores o bioactivadores de desarrollo, los cuales estaban compuestos de los productos: Taravert Evo y Tarasoil Calcio; mientras que, el tratamiento 2 fue el tratamiento testigo, al cual no se le aplicó ningún producto.

Cabe señalar que el manejo agronómico (fertilización, manejo de plagas, riego, pastaje del animal) del kikuyo fue similar en los dos tratamientos, solo distinguiendo la aplicación y no aplicación de los bioactivadores de crecimiento.

2.3 Preparación y aplicación de los bioactivadores de crecimiento

Para la aplicación de los bioactivadores se preparó una solución con los bioactivadores de crecimiento en concentraciones de 0,5 L de Taravert Evo + 1 L de Tarasoil Calcio en 100 L de agua, esto se disolvió en un tanque plástico con capacidad de 150 L; luego, con una varilla plástica se homogenizó la solución; posteriormente, la aplicación al pasto se la hizo con bombas de mochila con capacidad de 20 L, la fumigación se la realizó con una aspersion homogénea, con el fin de cubrir toda la superficie del pasto (Figura 5). Las aplicaciones del producto se los hizo por un tiempo de dos meses (cada 15 días), esto en base a las recomendaciones de la casa comercial AGROTA (proveedora del producto).

Figura 5

Preparación (B) y aplicación (C) de la solución con los bioactivadores de crecimiento (A)



Nota. Disolución del bioactivador y el corrector salino, en un tanque de 100 L y fumigación con bomba de mochila de 20 L.

2.4 Parámetros de evaluación

2.4.1 Altura

Para determinar la altura del kikuyo se colocó una regla graduada perpendicularmente al nivel del suelo y se tomó la altura (cm) (Vivanco et al., 2021), el cual fue medido una sola vez al final del ensayo. Se tomaron 10 muestras por parcela dando un total de 40 muestras en todo el ensayo.

2.4.2 Biomasa

Dentro de cada tratamiento, para el muestreo de biomasa se establecieron subparcelas de 1 m², una vez definida el área de cada subparcela, se cortó a ras del suelo todo el material (pasto) localizado dentro de la misma. El material cosechado se pesó en campo, las muestras se depositaron en bolsas debidamente etiquetadas, posterior estas muestras se secaron y pesaron. Por último, se realizó los cálculos correspondientes para determinar la biomasa seca, y se expresó el valor en kg/m²/corte (Vivanco et al., 2021).

2.4.3 Proteína

El análisis de proteína fue enviado para su determinación en los laboratorios de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), para lo cual se tomaron entre 50 a 100 hojas, distribuidas de todas las parcelas o tratamientos del ensayo. Las hojas debían estar desarrolladas, sin brotes del tallo principal, un tercio de la parte superior. Las muestras fueron enviadas en bolsas de plástico perforado correctamente etiquetadas con cada tratamiento y repetición, la cantidad de muestra fue de 150 a 200 gramos (Vivanco et al., 2021).

2.4.4 Suelo

Se tomaron 4 submuestras de suelo por tratamiento, para lo cual se usó una barrena manual, las mismas fueron tomadas a 20 cm de profundidad, previo a la obtención de las submuestras se retiró la parte superficial o el horizonte O del suelo. Las muestras fueron enviadas para su análisis al Laboratorio de Suelos Agrícolas de la Universidad Técnica Particular de Loja, en el cual se realizaron los análisis de pH, materia orgánica (MO) y macro nutrientes (Figura 6).

En este parámetro se evaluó si hubo algún cambio en los suelos en el plazo de 6 meses (tratamientos aplicados de bioactivadores de crecimiento frente al tratamiento el testigo, sin aplicación).

Figura 6

Muestras de suelo



Nota. Muestras de suelo de cada parcela enviadas al laboratorio de suelos UTPL

2.5 Análisis estadístico

Para evaluar si hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y las variables evaluadas, se realizó primero una prueba de normalidad y homogeneidad de datos, las cuales arrojaron normalidad, con esto se procedió a realizar una prueba de T Student ($p < 0,05$). El software usado fue SPSS versión 24,0 para Windows.

Capítulo tres

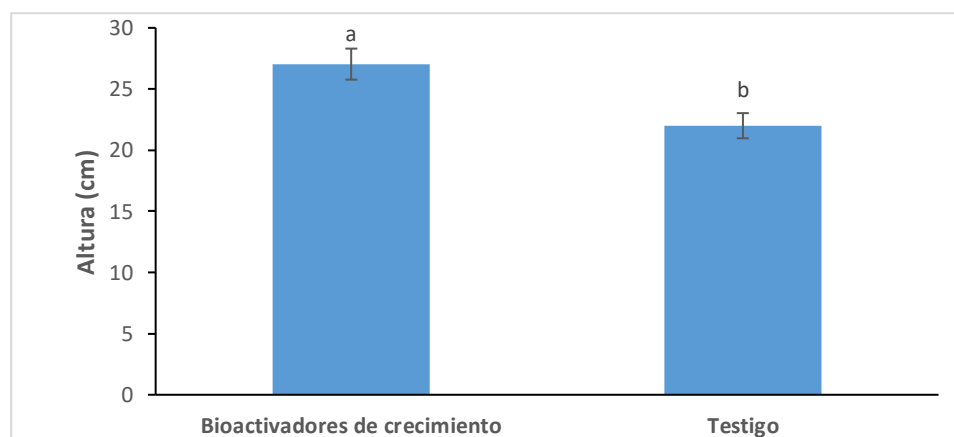
Resultados y discusión

3.1 Resultados y discusión del primer objetivo

En la figura 7, se demuestra la altura obtenida con el tratamiento de bioactivadores de desarrollo frente a su testigo, en la cual se muestra diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos, resultando con mayor altura en el kikuyo el tratamiento de aplicación de bioactivadores, el cual fue superior con 5 cm frente a tratamiento testigo.

Figura 7

*Altura obtenida en el pasto kikuyo (*P. clandestinum*), con la aplicación y no aplicación de bioactivadores de desarrollo*



Nota. Las columnas representan el dato medio de la altura de cada tratamiento, las barras superiores indican el error estándar y letras minúsculas diferentes muestran si hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0,05$).

Estos resultados son inferiores a los presentados por Sánchez et al. (2016), ellos en su experimento aplicaron bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB), a una concentración de la suspensión celular de 1×10^8 unidades de formación de colonias (UFC) por mililitro, usando las combinaciones de bacterias KISA 34 + KISA 71 y suplementado con 25 % de roca fosfórica (RF), alcanzando 45 cm de altura del kikuyo en 20 días de evaluación, estos valores más altos mostrados por los autores antes mencionados, podrían deberse a las particularidades climáticas de cada zona de estudio, y a la propia calidad de suelos, indicando

que la calidad de suelos de la EA UTPL, en cuanto a su nutrición están de bajos a medios, por lo cual si se requiere aportes externos de fertilización.

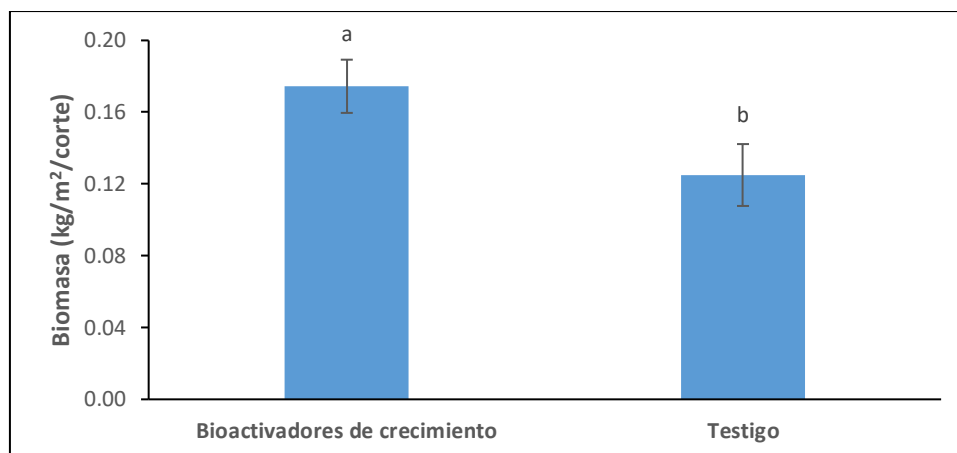
Por otra parte, los resultados obtenidos aquí durante la investigación son levemente superiores a los que presentan Apraez et al. (2007), quienes obtuvieron una altura de 25,08 y 22,31 cm de altura en kikuyo empleando una fertilización mineral y orgánica respectivamente en un suelo con laboreo mínimo; cabe mencionar que, para la fertilización mineral emplearon la siguiente fórmula comercial: 17-6-18-2, que aplicó 100 kg de N, 35,3 kg de P_2O_5 , 106 kg de K_2O y 11,8 kg de MgO y el abono orgánico estuvo compuesto con 50 t/ha de estiércol vacuno, por lo que se puede indicar, que los bioactivadores de desarrollo aplicados en este trabajo, han mostrado un apoyo significativo a la nutrición y desarrollo del kikuyo, y cabe mencionar que no se aplicó otro tipo de fertilización mineral u orgánica en los suelos.

Con todo este análisis, y haciendo la comparación entre aplicar bioactivadores de desarrollo, bacterias promotoras de crecimiento o fertilizantes, siempre será mejor su aplicación, a no utilizar ningún tipo de bioactivadores o fertilizantes (minerales u orgánicos), como lo fue el caso del tratamiento testigo de este trabajo, que mostró menores valores en altura; esto lo sustentan Pérez et al. (2020), quienes mencionan que la aplicación de los bioactivadores siempre favorecen el desarrollo fenológico de los cultivos; además, indican que al utilizar el bioestimulante a base de la cianobacterias *Aulosira fertilissima* S.L Ghose en el cultivo de arroz favoreció el crecimiento del follaje. Asimismo, el bioactivador utilizado en la investigación entre otros elementos está compuesto por la arginina, según Alcántara et al. (2019), la arginina es un regulador del crecimiento vegetal que promueve la elongación y desarrollo radicular y foliar.

En cuanto a la variable de la biomasa seca del kikuyo, se puede observar que existe diferencia estadística significativa (Fig. 8), siendo el tratamiento con la aplicación de bioactivadores de desarrollo, el que presentó mayor biomasa por metro cuadrado y por corte frente al tratamiento testigo, siendo superior en su peso con 0,04 kg/m²/corte.

Figura 8

*Biomasa obtenida en el pasto kikuyo (*P. clandestinum*), con la aplicación y no aplicación de bioactivadores de desarrollo*



Nota. Las columnas representan el dato medio de biomasa seca del pasto kikuyo de cada tratamiento, las barras superiores indican el error estándar y letras minúsculas diferentes muestran si hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0,05$).

Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los obtenidos por Silva et al. (2017), ya que ellos obtienen 0,247 kg/m² de biomasa, esto aportando 50 kg de N por hectárea de urea, cabe mencionar que su evaluación la realizaron a los 60 días de corte, lo que pudo haber ocasionado esta mayor producción de biomasa en sus pastizales frente a los de este trabajo, que se evaluó a los 55 días de corte; así también, el aporte de urea pudo haber sido otro factor para una mayor biomasa en el trabajo de Silva et al. (2017), ya que el aporte de una fuente nitrogenada, aporta gran cantidad de nitrógeno a los pastizales, que generalmente, se refleja en mayor desarrollo y biomasa.

De igual forma, los resultados mostrados aquí, son inferiores a los presentados por los autores Apraez et al. (2007), quienes lograron una producción de biomasa de 0,379 y 0,319 kg/m² empleando una fertilización mineral, orgánica y aplicación de bacterias promotoras de crecimiento respectivamente, los autores explican que esta producción de biomasa alta, puede ser debido a que las cepas de bacterias (*Bacillus* sp.) utilizadas, tienen la capacidad de producir prolina, la cual funciona como osmorregulador en condiciones de estrés por salinidad, lo cual mejora el desarrollo y producción en las plantas.

En contexto, Pérez et al. (2020) sustenta que la aplicación de extracto de algas (10 g L) en plantas de cebolla aumenta la biomasa vegetal, al igual que el área foliar, el contenido de materia seca y la eficiencia en el uso del agua. Al-Maliki et al. (2019) indica que cuando se aplica extractos líquidos de algas rojas (*Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss) en hortalizas (berenjena y chile) se incrementa la tasa de crecimiento en todos los parámetros relacionados con la acumulación de biomasa.

En la tabla 2 se puede apreciar los resultados obtenidos para los parámetros de suelos analizados al inicio y final del ensayo, cabe señalar que al inicio se tomó un solo dato general (muestreo compuesto) de toda el área de estudio seleccionada para los dos tratamientos de aplicación, esto debido a que las zonas de estudio, presenta características edafoclimáticas similares.

Tabla 2

Resultados de los parámetros de suelos analizados en los tratamientos de aplicación de bioactivadores en el pasto kikuyo al inicio y fin del ensayo

	Suelo	Media inicial	Media final
pH	Bioactivadores de crecimiento	5,42	5,37 ± 0,00 a
	Testigo		5,57 ± 0,01 a
Materia orgánica (%)	Bioactivadores de crecimiento	4,37	4,58 ± 0,33 a
	Testigo		4,12 ± 0,06 a
Conductividad eléctrica (us/cm)	Bioactivadores de crecimiento	58,88	56,80 ± 6,25 a
	Testigo		55,78 ± 7,89 a
Nitrógeno (%)	Bioactivadores de crecimiento	3,49	4,67 ± 0,18 a
	Testigo		2,93 ± 0,03 b
Fósforo (mg/kg)	Bioactivadores de crecimiento	1,12	0,98 ± 0,29 a
	Testigo		1,11 ± 0,31a
Potasio (mg/kg)	Bioactivadores de crecimiento	54,86	54,84 ± 1,89 a
	Testigo		51,08 ± 1,99 a

Nota. La tabla muestra el dato medio de los diferentes parámetros de suelo analizados en cada tratamiento, más su error estándar, letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

En los resultados de suelos finales se aprecia que el pH, materia orgánica del suelo, conductividad eléctrica, fósforo y potasio, no muestran diferencia estadística significativa entre los tratamientos con aplicación y sin aplicación de los bioactivadores de desarrollo; sin embargo, en el nutriente nitrógeno, si se aprecia diferencias significativas, siendo mayor en el tratamiento de los bioactivadores de desarrollo, por lo que se puede indicar que las aplicaciones de los bioactivadores habría aportado con la mejora de este elemento en el suelo.

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron fuertes precipitaciones, llegando hasta los 26,6 mm en el día con mayor cantidad de precipitaciones, esto pudo haber ocasionado una saturación hídrica del suelo; en consecuencia Ortiz (2015) indica que en suelos con pendientes y con elevada precipitación se presenta el efecto de la lixiviación, que provoca pérdidas de nutrientes tales como: el calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg), sodio (Na) y materia orgánica, entre otros; además, indica que tiene un efecto negativo sobre la materia orgánica, ya que presentan una baja tasa de mineralización y aporte de nitrógeno (N) necesario para el crecimiento de las plantas.

De igual forma, según el análisis de suelo se identificó una reducción de la conductividad eléctrica (CE) sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, según Martínez et al. (2022) la disminución de las sales solubles puede ser debido al abatimiento de aniones y cationes presentes en el suelo, esta reducción de la CE se puede explicar como un posible efecto de la aplicación del corrector salino (Tarasoil Calcio), lo que demuestra la eficiencia del producto.

Giraldo et al. (2020) mencionan que la aplicación de fuentes carbonatadas tiene una capacidad de enmendar el suelo e incrementar la solubilidad de nutrientes, debido a que controlan el aluminio y aumentan el pH del suelo, en esta investigación se observa que el pH del suelo y la materia orgánica mostraron cambios leves, sin presentar diferencias

significativas, esto podría explicar en parte la estabilidad de los valores del K, P, CE; en este último, se observa una disminución de los valores en los tratamientos, Martínez et al. (2022) explican que la reducción de CE es por la disminución de sales solubles.

El análisis del suelo indica que existe diferencias significativas en el nitrógeno, esto puede atribuirse al origen del producto; ya que el bioestimulante fue elaborado a base de aminoácidos y de extractos de algas (*Ascophyllum nodosum*); según Allan y Aguirre (2022), los productos a base de aminoácidos incrementan los niveles de macroelementos en el suelo especialmente el nitrógeno. López-Padrón et al. (2020) indican que las algas permiten una mayor fijación del nitrógeno atmosférico, contribuyendo al incremento del elemento nitrógeno en el suelo; en ese sentido, Singh et al. (2016) demostraron que la aplicación foliar de un extracto procedente de algas (*Kappaphycus alvarezii* D.), mejora el crecimiento en altura de las plantas y la calidad de las semillas de maíz, coincidiendo con lo ocurrido en este ensayo.

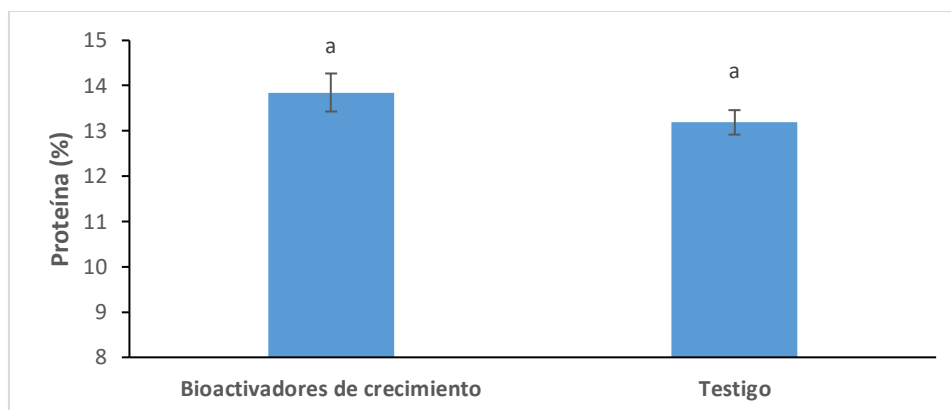
Finalmente, con la utilización de los bioactivadores se favorece la presencia de microorganismos como bacterias, donde algunas bacterias del suelo logran solubilizar y liberar iones de nitrógeno mejorando su disponibilidad para la planta (Monge-Pérez et al., 2022; Corrales et al., 2014). En consecuencia, se explica porque en el tratamiento enriquecido con bioactivadores de crecimiento, lograron que el kikuyo alcance una mayor altura que en el tratamiento testigo, ya que según Mays-Figueroa (2004) el nitrógeno es una molécula esencial para el crecimiento de todos los organismos.

3.2 Resultados y discusión del segundo objetivo

En cuanto al análisis de proteína, la figura 9 muestra que no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, cabe mencionar que el tratamiento con bioactivadores de desarrollo obtuvo mayor porcentaje, con 13,85 %; mientras que, el tratamiento testigo obtuvo un total de 13,19 % de proteína, mostrando entre los tratamientos una diferencia de 0,66 %.

Figura 9

*Proteína en porcentaje obtenida en el pasto kikuyo (*P. clandestinum*), con la aplicación y no aplicación de bioactivadores de desarrollo*



Nota. Las columnas representan el dato medio de proteína (%) del pasto kikuyo de cada tratamiento, las barras superiores indican el error estándar y letras minúsculas diferentes muestras si hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p < 0,05$).

En este contexto, los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores frente al 17,44 % de proteína cruda que presenta Ortiz et al. (2021), evaluados a los 35 días después de la fertilización mineral, usando una dosis de 400 kg de N ha/año en combinación de 100 kg de P ha/año; hay que recordar que en este estudio no se realizó aplicación de otro tipo de fertilización (ni mineral, ni orgánica), lo cual puede estar ocasionando que los resultados en cuanto a proteína no sean mayores a los logrados en la investigación de Ortiz et al. (2021)

Así también, estos resultados son inferiores al 20,04 % de proteína que presenta Mejía et al. (2014) a los 45 días de evaluación, empleando una fertilización líquida de 40 kg de N + 10 kg de P_2O_5 y 10 kg de K_2O . Espinosa y Usuga (2008) indican que la proteína cruda presenta una disminución con relación a la edad de rebrote; es decir, la proteína cruda disminuye al aumentar el tiempo de desarrollo del pasto; además, Ortiz et al. (2021) reportan que la aplicación de N en presencia de un nivel adecuado de P contribuye a una mayor actividad fotosintética, por tanto una mayor síntesis de proteína, posiblemente el no haber colocado otra fuente de fertilización en este trabajo, ha ocasionado que no se logró un mayor porcentaje de proteína en el kikuyo.

Finalmente, el estado de madurez de la planta es un factor importante que se debe considerar a la hora de tomar la muestra para el análisis bromatológico del pasto; en ese sentido Escobar (2018) indica que, según la temperatura, el tiempo de pastoreo adecuado oscila entre los 35 días (cuando la planta tenga 4,5 hojas), ya que después existe un rápido incremento de materia seca y la formación de los componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa). De esta forma, los bajos resultados obtenidos en la investigación pueden atribuirse a la edad fenológica del kikuyo en la que se tomaron las muestras, ya que estas fueron tomadas a los 55 días después de realizar la primera aplicación del bioactivador en combinación con el corrector salino.

Conclusiones

Al término de la presente investigación se concluye que la aplicación de los bioactivadores (Taravert Evo) y el corrector salino (Tarasoil Calcio) mejoraron las características fenológicas del kikuyo en cuanto a la altura. Así también, con la aplicación de estos productos se obtuvo el mayor porcentaje de biomasa frente al tratamiento testigo.

Por otra parte, la aplicación del bioactivador de crecimiento, logró el incremento del nitrógeno en el suelo, ya que fue el único parámetro que tuvo diferencias significativas en el análisis realizado.

De acuerdo al resultado obtenido se concluye que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con la aplicación de bioactivadores de desarrollo frente al testigo; sin embargo, de manera observacional, se pudo ver que con la aplicación del bioactivador se obtuvo un porcentaje de proteína ligeramente más alto.

Recomendaciones

Se recomienda que durante la aplicación de los bioactivadores se tome en consideración las condiciones climáticas, con mayor énfasis en los días con presencia de precipitaciones, o a la vez agregar un aditivo a la mezcla donde se prepare la solución con los bioactivadores. Además, se sugiere aplicar los productos en suelos con poca pendiente, ya que si esta es muy pronunciada se produce un deslizamiento del producto de la parte más alta a las zonas más bajas.

Luego de interpretar el análisis bromatológico del kikuyo se recomienda revisar la evaluación del mismo hasta los 35 días luego de aplicada la primera fertilización, para ello se recomienda disminuir la frecuencia de aplicación del bioactivador misma que puede ser una aplicación semanal. Posteriormente, se recomienda realizar esta investigación con otros niveles de concentración de los bioactivadores, es decir, se puede aplicar 50 % de cada producto, de igual manera, se sugiere evaluar de manera independiente al bioactivador y al corrector salino. Finalmente, se recomienda tomar una mayor cantidad de datos de cada variable a evaluar.

Así también, se recomienda que la aplicación de bioactivadores, venga acompañado de otro tipo de fertilización, ya que esto podría aportar con mejoras al rendimiento.

Referencias

- Allan y Aguirre (2022). Una mirada a los bioestimulantes al suelo. Universidad de Chile. Agroadvance Spa. Redagícola. Disponible en: <https://www.redagricola.com/cl/una-mirada-a-los-bioestimulantes-al-suelo/>. 22 de septiembre de 2022
- Al-Maliki S, Adnan A, AL Mammory KAAH, ALmoslimawl AA. (2019). Effect of *Ascophyllum* Extract and Water Stress on Soil Biological Properties and Growth of Onion (*Allium Cepa* L.) Indian Journal of Ecology. 46 (4):796-802.
- Agrocalidad. (2018). Muestreo para análisis de foliares. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua6.pdf>.
- AGROTA. (2020). Ficha de Tarasoil Calcio. <http://agrota.com.ec/wp-content/uploads/2020/08/tarasoil-Calcio-ficha-comercial.pdf>.
- AGROTA. (2020). Ficha de Taravert Evo. <http://agrota.com.ec/wp-content/uploads/2020/08/taravert-evo-ficha-comercial.pdf>.
- AGROTA. (2020). Tarasoil Calcio. <https://www.antoniotarazona.com/producto/agricultura/nutricionales/bioestimulantes-agronutrientes-y-microorganismos/tarasoil/tarasoil-Calcio/>.
- AGROTA. (2020). Taravert Evo. <https://www.antoniotarazona.com/producto/agricultura/nutricionales/bioestimulantes-agronutrientes-y-microorganismos/taravert/taravert-Evo/>.
- Arriaga, D. (2015). Evaluación de fertilización convencional y orgánica de un cultivo de tomate bola (*Solanum lycopersicum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Trabajo de Grado de Especialidad en Ingeniería de Invernaderos. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 81 p
- Barners , R., Nelson , C., Moore , K., & Collins, M. (2007). Forages The Science of Grassland Agriculture. 6 ed. Iowa, US. Blackwell Publishing: v.2, p. 250 - 492.
- Bernal , J. (2003). Manual de Nutricion y Fertilizacion de Pastos. Bogotá, Colombia : 94p.
- Betancourt, Pedro, & Pierre, Francis. (2013). Extracción de macronutrientes por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. Var. Alba) en casas de cultivo en Quíbor, Estado

- Lara. *Bioagro*, 25(3), 181-188. Recuperado en 13 de diciembre de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131633612013000300005&lng=es&tlng=es
- Blood , K. (2001). *Environmental weeds: a field guide for SE Australia*. (CH Jerram & Associates, Australia). P217. Photo. Ciba Geigy 1980 Grass Weeds 1. CIBA GEIGY Ltd, Basle, Switzerland. P112. Diagrams.
- Cañas, G. (2011). Una nueva especie de *Arthropogon* (*Poaceae: Panicoideae: Paniceae*) y primer registro del genero en Colombia. *Caldasia*: 33: 397 - 412.
- Colf, J., Truter, W. F., & Botha , P. R. (2014). The production potential of Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures over-sown with Ryegrass (*Lolium* spp.). University of Pretoria.
- Corrales, L.C., Arévalo, Z.Y., & Moreno, V.E. (2014). Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *Nova*, 12(21), 67-79.
- Correa , C., Pabón, M., & Carulla , J. (2008). Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Eaap Public* 20:(4).
- Escobar M. (2018) Efecto de la madurez del pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.) sobre la producción de biomasa y la composición nutricional en diferentes altitudes de la provincia de Ubaté. Universidad Nacional de Colombia. pág. 89
- Espinosa, C. y Usuga, A. (2008). Evaluación de modelos de crecimiento e implementación del sistema de fraccionamiento de proteínas y carbohidratos de Cornell en las pasturas del CIC Santa María para la optimización del sistema de alimentación del ganado de leche. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- FAO . (2022). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. <https://www.fao.org/3/bl001s/bl001s.pdf>.
- FAO. (s.f). Ecuador en una mirada. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>.

- Franco, V., Cardona, A., & Mendoza, N. (2006). Pasto kikuyo. Colombia: <http://publimvz.galeon.com/>.
- Fukumoto, G., & Lee, C. (2003). Kikuyu grass for Forage; College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. LM-5.4.: <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/LM-5.pdf>.
- Fulkerson, W., Griffiths, N., Sinclair, K., & Beale, P. (2010). Milk production from kikuyo grass based pastures. Primefact 1068. 13 p.
- Fulkerson, W. (2007). Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*). Nota técnica, Future Dairy. 1-7.
- Galli, M., Carponi, M., Reinoso, P., Laurencena, M., Butus, M., & Scorciapino, C. (2007). Césped deportivo: comportamiento del cultivar AZ-1 de *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. (kikuyo). Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIX. N° 2. 81-90: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/1623/galliagrarias39-2.pdf.
- García, S. C., Islam, M. R., Clark, E. F., & Martin, P. M. (2014). Kikuyu based pasture for dairy production: a review A Dairy Science Group, Faculty of Veterinary Science, The University of Sydney, Camden, NSW 2570, Australia. BPlant BreedingInstitute, Faculty of Agriculture and Environment, The University of Sydney, Cam. NSW 2570, Australia. Corresponding author: Email: sergio.garcia@sydney.edu.au.
- Giraldo, R. D.; Ramírez, M. C. & Castro, D. (2020). Efecto de la aplicación de las fuentes convencionales de calcio (cales) en el suelo, en la concentración de Ca en tejido y en la biomasa del pasto kikuyo. Revista Universidad Católica de Oriente, 31(46), 113-126.
- Hernández, T. (2004). Sembrar sin arar. Cultivos de leguminosas, pastos y otras especies sobre praderas de kikuyo con cero labranza. Quito, Ecuador: Primera edición. 89p.
- Hernández, Y. (s.f). Bioactivadores de crecimiento. <https://www.oroespaisverds.com/uso-domestico/bioactivadores-de-crecimiento>.
- López-Padrón, Indira, Martínez-González, Lisbel, Pérez-Domínguez, Geydi, Reyes-Guerrero, Yanelis, Núñez-Vázquez, Miriam, & Cabrera-Rodríguez, Juan A.. (2020). Las algas y

sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 41(2), e10. Epub 01 de junio de 2020. Recuperado en 14 de diciembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362020000200010&lng=es&tIng=es.

Marais, J. (2001). Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) - a review. *Trop Grasslands*. 3565-84.

Martínez, F. (2020). Ficha Técnica del Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo-de-clima-frio/pasto-kikuyo-pennisetum-clandestinum/>.

Martínez-Sias VA, Martínez-Hernández JJ, Zúñiga-Estrada L, Martínez Montoya JF (2022) Mejoradores de suelo salino-sódico y su efecto en el desarrollo de jitomate (*Solanum lycopersicum*). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(1): e3086. DOI: 10.19136/era.a9n1.3086

Mays-Figueroa J. (2004). Fijación biológica de nitrógeno. *Revista UDO Agrícola* 4 (1): 1-20. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-FijacionBiologicaDeNitrogeno-2221548.pdf>

Mejía-Taborda, Ana C, Ochoa-Ochoa, R, & Medina-Sierra, Marisol. (2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). *Pastos y Forrajes*, 37(1), 31-37. Recuperado en 23 de noviembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000100004&lng=es&tIng=es

Monge-Pérez J.; Loría-Coto M.; Oreamuno-Fonseca P. (2022). Efecto de un biol sobre las características del suelo y la producción de brotes en pitahaya (*Hylocereus* sp.). *UNED Research Journal*. Vol. 14(1) 6-7. <https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.3836>

Muscolo, A., Panuccio, M., & Eshel, A. (2013). Ecophysiology of *Pennisetum clandestinum*: a valuable salt tolerant grass. *Environ Exp Bot*. 92(1):55-63.

- Ortiz A, Alejandro, Arboleda Z, Elkin, & Medina S, Marisol. (2021). Calidad bromatológica del pasto kikuyo en respuesta a la inoculación con hongos micorrízicos y fertilización química. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3), e17645. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i3.17645>
- Ortiz A. (2015). Respuesta del pasto kikuyo a la inoculación: con hongos micorrízicos y a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Universidad de Antioquia Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Producción Agropecuaria. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3528/1/OrtizAcevedoA_2015_RespuestasPastoKikuyo.pdf
- Ospina Valencia , J. (2020). La ampliación de la frontera agrícola le abre la puerta a la desertificación. <https://www.dw.com/es/la-ampliacion-de-la-frontera-agricola-le-abre-la-puerta-a-la-desertificacion/a-53826029>.
- Pérez-Madruga, Yanebis, López-Padrón, Indira, & Reyes-Guerrero, Yanelis. (2020). Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos Tropicales*, 41(2), e09. Epub 01 de junio de 2020. Recuperado en 20 de diciembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S02585936202000020009&lng=es&tlng=pt.
- Reyes-Pérez, J., Torres Rodríguez, J., Amador, B., Herrera, M., Guridi Izquierdo, F., Murillo, L., Goya, G. (2015). Humatos de vermicompost y su efecto en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Biotecnia*. 17. 9. 10.18633/bt.v17i2.181.
- Sánchez , L., & Villaneda, E. (2009). Renovación y manejo de praderas en sistemas de producción de leche especializada en el trópico alto colombiano. Colombia. Corpoica: P, 24.
- Singh, S., Singh, M. K., Pal, S. K., Trivedi, K., Yesuraj, D., Singh, C. S., Anand, K. G. V., Chandramohan, M., Patidar, R., Kubavat, D., Zodape, S. T., & Ghosh, A. (2016). Erratum to: Sustainable enhancement in yield and quality of rain-fed maize through

- Gracilaria edulis and Kappaphycus alvarezii seaweed sap. Journal of Applied Phycology, 28(3), 2113-2113. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0780-5>
- StuDocu. (2019). Métodos de Muestreo de Suelos y Rocas. Universidad Tecnica Particular de Loja. Geotecnia. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-particular-de-loja/geotecnia/metodos-de-muestreo-de-suelos-y-rocas/4905592>.
- Vallejo , A., & Zapata , F. (2020). Kikuyo - *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/kikuyo-pennisetum-clandestinum-hochst-ex-chiov.html>.
- Van der Colf , J., Botha, P., Meeske , R., & Truter , W. (2013). The production potential of kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) over - sown with ryegrass (*Lolium spp.*) in a not-till system. . International Grassland congress. Australia.

Apéndice

Apéndice A. Datos obtenidos de las variables altura, biomasa y proteína en el pasto kikuyo

Tabla A1

Datos recolectados de la variable altura en el pasto kikuyo

Tratamientos	Parcelas	Altura (cm)	Media
T1	1	28	
T1	1	24	
T1	1	22,5	
T1	1	37,9	
T1	1	25,6	27,37
T1	1	23,3	
T1	1	25	
T1	1	22,5	
T1	1	37,5	
T1	2	42	
T1	2	35	
T1	2	30	
T1	2	22	
T1	2	30	30,40
T1	2	31	
T1	2	29	
T1	2	25	
T1	2	35	
T1	2	25	
T1	3	38,5	
T1	3	16	
T1	3	22	
T1	3	22	
T1	3	22	23,05
T1	3	21	
T1	3	21	
T1	3	22	
T1	3	19	
T1	3	27	
Testigo	4	17	
Testigo	4	22	22,4

Testigo	4	25
Testigo	4	17
Testigo	4	22
Testigo	4	28
Testigo	4	23
Testigo	4	23
Testigo	4	22
Testigo	4	25

Nota. En esta tabla se observa los datos de la altura a los 55 días después de aplicados los tratamientos. T1: Tratamiento con bioactivadores, T0: Tratamiento sin bioactivadores

Tabla A2

Datos recolectados de la variable biomasa del pasto kikuyo

Tratamientos	Parcelas	Peso húmedo (kg)
T1	1	0,260
T1	1	0,120
T1	1	0,160
T1	2	0,083
T1	2	0,110
T1	2	0,170
T1	3	0,061
T1	3	0,190
T1	3	0,058
Testigo	4	0,198
Testigo	4	0,091
Testigo	4	0,150

Nota. En esta tabla se observa los datos de biomasa a los 55 días después de aplicados los tratamientos. T1: Tratamiento con bioactivadores, T0: Tratamiento sin bioactivadores

Tabla A3

Datos recolectados de la variable proteína del pasto kikuyo

Tratamientos	Parcelas	Proteína (%)
T1	1	13,01
T1	2	14,29
T1	3	14,25
Testigo	4	13,19

Nota. En esta tabla se observa los datos de proteína a los 55 días después de aplicados los tratamientos. T1: Tratamiento con bioactivadores, T0: Tratamiento sin bioactivadores

Apéndice B. Fotografías que ilustran el proceso de la ejecución del proyecto

Figura B1

Toma de muestras de suelo



Nota. En la figura se muestra la toma de muestras de suelo para luego ser llevadas a laboratorio de suelos

Figura B2

Preparación de la solución con bioactivador de crecimiento y corrector salino



Nota. En la figura se muestra el proceso de preparación de la solución con los bioactivadores de crecimiento

Figura B3

Fumigación del pasto kikuyo con el bioactivador y el corrector salino



Nota. En la figura se muestra como se realizó la fumigación del pasto kikuyo

Figura B4

Toma de datos de la variable altura y biomasa en el pasto kikuyo



Nota. En la figura se muestra la recolección de datos para la variable altura y biomasa