



**Determinación de la dosis óptima de MixPac Forraje para la producción de  
biomasa de *Brachiaria brizantha***

Gallardo Burgos, Ronald Steeven

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

2023

## Reporte de verificación de contenido



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
 mejor

### Gallardo\_Ronald\_Determinación de la dosis óptima de Mix pac Forraje en Brachiaria brizantha

4%  
Similitudes

0%  
Texto entre comillas  
0%  
Además entre comillas  
0%  
Además no reconstrucción

Nombre del documento: Gallardo_Ronald_Determinación de la dosis óptima de Mix pac Forraje en Brachiaria brizantha.pdf ID del documento: e4888064179d7c7926469882c10170846e4a Tamaño del documento original: 1,51 KB	Depositante: FREDDY GERMAN ENRIQUEZ JARAMILLO Fecha de depósito: 18/03/23 Tipo de carga: Interfaz Fecha de fin de análisis: 18/03/23	Número de palabras: 7998 Número de caracteres: 49,497
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

Ubicación de las similitudes en el documento



**Fuentes principales detectadas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Prácticas de riego y fertilización de la siembra forrajera...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small> 1 fuente similar	1%		Palabras similares: 176 (17 palabras)
2	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Fertilización y riego en la siembra forrajera...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/14000-361997421933-00017.pdf</small> 1 fuente similar	< 1%		Palabras similares: 116 (25 palabras)
3	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Fertilización de Siembras Forrajeras en las pasturas Brachiaria en el...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13900-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (23 palabras)
4	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Manejo de pasturas de alta calidad en Siembras Forrajeras...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small> 1 fuente similar	< 1%		Palabras similares: 116 (25 palabras)
5	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (23 palabras)

**Fuentes con similitudes fortuitas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto B...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13900-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (25 palabras)
2	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Efecto de tres niveles de fertilización N, P, K (0%, 20%, 40%)...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (23 palabras)
3	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Utilización de un fertilizante orgánico-mineral (phos forte)...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (23 palabras)
4	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y C...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (23 palabras)
5	<a href="#">reportaria.agropedia.ec   Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento de materia...</a> <small>https://reportaria.agropedia.ec/publicaciones/13857-361997421933-00017.pdf</small>	< 1%		Palabras similares: 116 (23 palabras)

Firma:



PERSONA CON CONTACTO CON EL DOCUMENTO  
**SANTIAGO MIGUEL**  
**ULLOA CORTAZAR**

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de integración curricular, " **Determinación de la dosis óptima de MixPac Forraje para la producción de biomasa de *Brachiaria brizantha***" fue realizado por el señor **Ronald Steeven Gallardo Burgos**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 24 de febrero del 2023



Firmado electrónicamente por:  
**SANTIAGO MIGUEL  
ULLOA CORTAZAR**

.....  
**Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.**

C.C.: 1710450584



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORIA**

Yo **Ronald Steeven Gallardo Burgos**, con cedula de ciudadanía n° 2300157357, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: “**Determinación de la dosis óptima de MixPac Forraje para la producción de biomasa de *Brachiaria brizantha***” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 24 de febrero del 2023

Firma:

Ronald Steeven Gallardo Burgos  
C.C.: 2300157357



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Ronald Steeven Gallardo Burgos**, con cédula de ciudadanía nº 2300157357, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: "**Determinación de la dosis óptima de MixPac Forraje para la producción de biomasa de *Brachiaria brizantha***" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 24 de febrero del 2023

Firma:

Ronald Steeven Gallardo Burgos

C.C.: 2300157357

### **Dedicatoria**

A mi padre Marco Gallardo y a mi madre Yidgla Burgos, por brindarme todo el apoyo incondicional, por darme esa fortaleza de poder salir adelante y por cada uno de esos buenos consejos durante mis estudios, a mis hermanos Marco y Miguel, que forman parte de mi vida y mi logro alcanzado, a la Srta. Katherine Rojas por siempre darme su amor y apoyo incondicional.

Y a cada una de las personas que directa o indirectamente han contribuido en mi formación personal y profesional. A todos muchas gracias.

## **Agradecimientos**

A Dios ante todo por darme la fuerza y sabiduría necesaria para alcanzar esta meta, a mis padres por todo el esfuerzo y sacrificio dado por sacar adelante a sus hijos.

A la ESPE, la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y su personal docente, por todos los conocimientos impartidos, al director de mi proyecto, el Dr. Santiago Ulloa, por cada una de sus recomendaciones para el desarrollo de esta investigación.

Le agradezco a mis amigos Karina Zavala y Erick Ontaneda que con su amistad, ocurrencias y apoyo incondicional me dieron gratos momentos durante toda esta etapa universitaria,

## Índice de contenidos

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas	12
Índice de figuras	14
Resumen	15
Abstract	16
Capítulo I	17
Introducción	17
Capítulo II	19
Marco teórico	19
Pasto <i>Brachiaria (Brachiaria brizantha)</i>	19
Morfología	19
Adaptabilidad	20
Requerimientos nutricionales	20

	9
Manejo	21
Parámetros de rendimiento de <i>Brachiaria</i>	21
Contenido bromatológico de <i>Brachiaria</i>	22
Contenido de materia fresca y seca	23
Fertilización en pasturas	24
Fertilizante forrajero MixPac Forraje	24
Características	24
Dosis recomendada por el fabricante	25
Parámetros a considerar para dosis óptima de un fertilizante	25
Capítulo III	26
Metodología	26
Ubicación del área experimental	26
Ubicación política	26
Ubicación geográfica	26
Ubicación ecológica	27
Materiales	27
Fase de campo	27
Instalación del ensayo.	27
Recolección de muestras.	28
Fase de laboratorio	28
Pesaje y secado de <i>Brachiaria brizantha</i> .	28

	10
Métodos	28
Diseño Experimental	28
Factores a Probar.	28
Tratamientos a probar.	29
Tipo de diseño.	29
Características de las unidades experimentales.	29
Croquis de diseño.	30
Análisis estadístico	30
Esquema del análisis de varianza.	30
Análisis funcional.	31
Variables evaluadas.	31
Rendimiento en biomasa fresca a los 42 días.	31
Rendimiento en biomasa seca a los 42 días.	31
Longitud de la hoja cada 7 días durante 42 días.	32
Altura total de la planta cada 7 días durante 42 días.	32
Composición bromatológica de muestras frescas y secas a los 42 días.	32
Métodos específicos del manejo	32
Fase de campo.	32
Análisis de suelo.	32
Delimitación del área experimental.	32
Aplicación de MixPac Forraje.	33

	11
Toma de muestras.	33
Capítulo IV	34
Resultados y discusión	34
Biomasa fresca de <i>Brachiaria brizantha</i>	34
Análisis de varianza	34
Cálculo de la dosis óptima de MixPac para el 90% del rendimiento de <i>Brachiaria brizantha</i> en biomasa fresca	36
Biomasa seca de <i>Brachiaria brizantha</i>	38
Análisis de varianza	38
Cálculo de la dosis óptima de MixPac para el 90% del rendimiento de <i>Brachiaria brizantha</i> en biomasa seca	40
Evaluación del crecimiento durante 42 días	42
Análisis de varianza de la longitud de la hoja	42
Análisis de varianza de la altura de la planta	45
Evolución del crecimiento de <i>Brachiaria brizantha</i>	47
Análisis bromatológico	51
Análisis de costos	54
Capítulo V	57
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Bibliografía	59

### Índice de tablas

Tabla 1	<i>Extracción de nutrientes de Brachiaria brizantha</i> .....	21
Tabla 2	<i>Guía para estimar el rendimiento esperado en forrajes a los 35 días</i> .....	22
Tabla 3	<i>Bromatología de Brachiaria brizantha</i> .....	23
Tabla 4	<i>Producción de materia seca de Brachiaria brizantha</i> .....	23
Tabla 5	<i>Recursos necesarios para la instalación del ensayo</i> .....	27
Tabla 6	<i>Insumos utilizados para la recolección de muestras</i> .....	28
Tabla 7	<i>Materiales usados para el pesaje de las muestras recolectadas</i> .....	28
Tabla 8	<i>Descripción de los tratamientos a evaluar</i> .....	29
Tabla 9	<i>Esquema del análisis de varianza</i> . .....	30
Tabla 10	<i>Cantidad real usada en las parcelas de Brachiaria brizantha</i> . .....	33
Tabla 11	<i>Análisis de varianza de la biomasa fresca de Brachiaria brizantha, obtenida a los 42 días de la aplicación de MixPac</i> .....	34
Tabla 12	<i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del rendimiento en kg/ha de la biomasa fresca de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac a los 42 días</i> .....	36
Tabla 13	<i>Dosis de MixPac (kg/ha) para obtener 85 y 90% del rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de Brachiaria brizantha</i> .....	36
Tabla 14	<i>Análisis de varianza de la biomasa seca de Brachiaria brizantha, obtenida a los 42 días de la aplicación de MixPac</i> .....	38
Tabla 15	<i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del rendimiento en kg/ha de la biomasa seca de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac a los 42 días</i> .....	40
Tabla 16	<i>Dosis de MixPac (kg/ha) para obtener 85 y 90% del rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de Brachiaria brizantha</i> .....	40

Tabla 17	<i>Análisis de varianza de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha, bajo seis dosis de MixPac.....</i>	<i>42</i>
Tabla 18	<i>Análisis de varianza de la altura de la planta (cm) de Brachiaria brizantha, bajo seis dosis de MixPac.....</i>	<i>45</i>
Tabla 19	<i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac cada 7 días durante 42 días.....</i>	<i>47</i>
Tabla 20	<i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la altura de la planta (cm) de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac cada 7 días durante 42 días.....</i>	<i>48</i>
Tabla 21	<i>Costos por hectárea en las diferentes dosis de MixPac Forraje .....</i>	<i>54</i>
Tabla 22	<i>Costos por hectárea de la dosis óptima en comparación con la dosis recomendada .....</i>	<i>55</i>
Tabla 23	<i>Costos por hectárea de la aplicación de la dosis óptima de MixPac Forraje.....</i>	<i>55</i>

## Índice de figuras

Figura 1	<i>Ubicación del sitio de la investigación .....</i>	26
Figura 2	<i>Distribución de las unidades experimentales dentro del lote de B. brizantha.....</i>	30
Figura 3	<i>Prueba de Duncan al 5% del rendimiento (kg/ha) de la biomasa fresca de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac.....</i>	35
Figura 4	<i>Dosis óptima de MixPac en base al aumento del rendimiento en biomasa fresca de Brachiaria brizantha obtenida a los 42 días.....</i>	37
Figura 5	<i>Prueba de Duncan al 5% del rendimiento (kg/ha) de la biomasa seca de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac.....</i>	39
Figura 6	<i>Dosis óptima de MixPac en base al aumento del rendimiento en biomasa seca de Brachiaria brizantha obtenida a los 42 días.....</i>	41
Figura 7	<i>Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha en base a la dosis de MixPac.....</i>	43
Figura 8	<i>Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha en base a los días de evaluación .....</i>	44
Figura 9	<i>Prueba de Duncan al 5% de la altura de la planta (cm) de Brachiaria brizantha en base a la dosis de MixPac.....</i>	45
Figura 10	<i>Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha en base a los días de evaluación .....</i>	46
Figura 11	<i>Evolución del crecimiento de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac durante 42 días .....</i>	49
Figura 12	<i>Composición bromatológica de Brachiaria brizantha, en estado húmedo a los 42 días, bajo seis dosis de MixPac.....</i>	51
Figura 13	<i>Composición bromatológica de Brachiaria brizantha, en estado seco a los 42 días, bajo seis dosis de MixPac .....</i>	53

## Resumen

Los parámetros de producción en materia seca y calidad de las pasturas están relacionados de forma directa con la fertilidad natural y los suplementos nutricionales al suelo. El pasto *Brachiaria brizantha* es el pasto forrajero más comúnmente empleado en el Litoral ecuatoriano, y es considerado como la base de la alimentación de la ganadería en el país. En el siguiente experimento se planteó determinar la dosis óptima de MixPac Forraje para la producción de *Brachiaria Brizantha*. Este experimento se lo realizó bajo un DBCA conformado de 6 dosis de MixPac Forraje (0, 24, 50, 100, 200 y 400 kilogramos por hectárea) distribuidas en 3 repeticiones, se midieron variables como el aumento en rendimiento de biomasa fresca y seca, el crecimiento durante 42 días en longitud de la hoja y altura de la planta, y el contenido bromatológico del pasto a los 42 días. La dosis óptima se obtuvo mediante regresiones no lineales con el modelo matemático de Weibull tipo 2 de 4 parámetros con las variables de rendimiento en biomasa fresca, biomasa seca, y la estimación del 90% de efectividad en el programa estadístico R. Tomando en cuenta las variables de rendimiento, se determinó que la dosis óptima para lograr el 90% del aumento en el rendimiento en biomasa fresca total de *Brachiaria brizantha* obtenido a los 42 días, se logró con 339,04 kg/ha de MixPac Forraje, a su vez, la dosis que alcanzó el 90% del rendimiento total en materia seca fue de 340,98 kg/ha. Por lo tanto, la dosis aproximada de 340 kg/ha de MixPac Forraje es considerada la dosis óptima, por el aumento del rendimiento y la calidad del pasto *Brachiaria brizantha*, porque logró aumentar al 90% del máximo de rendimiento registrado en época seca durante los 42 días de evaluación.

**Palabras clave:** MixPac Forraje, *Brachiaria brizantha*, Biomasa, Rendimiento, Dosis óptima

### Abstract

Production parameters in dry matter and pasture quality are directly related to natural fertility and nutritional supplements to the soil. The *Brachiaria brizantha* grass is the most commonly used forage grass on the Ecuadorian coast, and is considered the basis of livestock feeding in the country. In the following experiment, it was proposed to determine the optimal dose of MixPac Forage for the production of *Brachiaria Brizantha*. This experiment was carried out under a DBCA made up of 6 doses of MixPac Forage (0, 24, 50, 100, 200 and 400 kilograms per hectare) distributed in 3 repetitions, variables such as the increase in fresh and dry biomass yield, the growth during 42 days in length of the leaf and height of the plant, and the bromatological content of the grass at 42 days. The optimal dose was obtained through non-linear regressions with the Weibull type 2 mathematical model of 4 parameters with the variables of yield in fresh biomass, dry biomass, and the estimate of 90% effectiveness in the statistical program R. Taking into account the performance variables, it was determined that the optimal dose to achieve 90% of the increase in yield in total fresh biomass of *Brachiaria brizantha* obtained at 42 days, was achieved with 339.04 kg/ha of MixPac Forage, in turn, the dose that reached 90% of the total yield in dry matter was 340.98 kg/ha. Therefore, the approximate dose of 340 kg/ha of MixPac Forraje is considered the optimum dose, due to the increase in yield and quality of the *Brachiaria brizantha* grass, because it managed to increase to 90% of the maximum yield recorded in the dry season during the 42 days of evaluation.

**Keywords:** MixPac Forage, *Brachiaria brizantha*, Biomass, Yield, Optimum rate

## Capítulo I

### Introducción

El pasto *Brachiaria brizantha*, según Estrada, (2013), es el pasto forrajero más comúnmente empleado en el Litoral ecuatoriano, y es considerado como la base de la alimentación de la ganadería, en el país la superficie que se destina a pastizales es del 40%, con un área efectiva del territorio ecuatoriano de 509.200 000 ha de potrero. Gándara, et al, (2017) concideran que la *Brachiaria* es el género forrajero más utilizado en los sistemas de producción de leche y carne., debido a su gran tolerancia a los suelos ácidos y la relativa adaptabilidad a suelos de fertilidad baja, siendo tendencia en suelos tropicales. También estas plantas toleran la sequía, son resistentes a plagas, enfermedades, y son muy eficientes en la cobertura del suelo, por su gran capacidad de rebrote y alta carga forrajera.

Para que se mantenga una buena producción de materia seca de *Brachiaria* y mantener un buen índice de rebrote durante épocas de sequía, se debe contar con una buena humedad del suelo y alto contenido mineral, ya que la fertilidad natural y la suplementación de nutrientes al suelo son factores que determinan directamente la calidad del pasto (León, 2008). Gracias a esto, se da mayor énfasis en la aplicación periódica de fertilizantes en pasturas, con la finalidad de suplementar los requerimientos del pasto, además de que sea sostenible para el sistema de manejo del hato (Moyano & Ramon, 2008).

Es común ver que en los sistemas de explotación ganadera durante la época seca exista una escasa producción de pasto disponible para el consumo animal, esto genera un déficit en la producción ganadera que impide sostener económicamente la productividad del sistema ganadero. Estos límites que se presentan durante esta época pueden ser superados momentáneamente mediante la disminución de la carga animal en el potrero, lo cual no es lo

más recomendable, y con un buen manejo agronómico de las pasturas, donde se incluyen planes de fertilización, riego y control de malezas que se presenten. Con esto se puede suplementar de manera más adecuada en las épocas críticas por la escasa oferta forrajera.

Es por ello que este trabajo está orientado en determinar la dosis óptima del fertilizante MixPac Forraje para el aumento de la producción de biomasa de *Brachiaria brizantha*, en función del aumento en el rendimiento de biomasa fresca y seca, y el aumento en el crecimiento vegetativo hasta los cuarenta y dos días.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### Pasto *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha*)

El pasto *Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne, de zonas tropicales y subtropicales de 0,5 a 1,5 metros de altura y es una especie introducida en el país, ya que es proveniente de África central, de alto contenido nutricional para animales de pastoreo, también empleado para ensilaje, de fácil manejo debido a su tamaño y sus ventajas en el ante rebrote lo hacen resistente a condiciones adversas (Cañizares, 2014).

#### Morfología

Este pasto es de crecimiento erecto, el cual presenta numerosas raíces, por lo tanto, secundarias y adventicias. Asimismo, los tallos presentan nodulaciones prominentes las cuales suelen ser empleadas para captar la humedad relativa del ambiente, por ello este pasto resiste la sequía. De manera general las hojas son lanceoladas, estrechas, compuestas por vainas y laminadas, son sésiles y envainadas, las vainas abiertas presentar una lígula, son hojas largas, de color verde oscuro de aproximadamente 20 a 75 cm de largo y de 0,8 a 2,4 cm de ancho, según Polo, (2021). *Brachiaria brizantha* cuenta con raíces fibrosas y profundas, lo cual les ayuda considerablemente a sobrevivir a largos periodos de sequía, son de coloración blanco amarillenta y son de consistencia blanda, adicionalmente, esta planta cuenta con rizomas, de consistencia dura y de forma curva, están recubiertas por escamas de tonalidad amarillenta y purpura (Valle, 2020). En síntesis, cuenta con una inflorescencia en espiga y sus semillas se encuentran formadas por un embrión con abundante endospermo (Cañizares, 2014).

### ***Adaptabilidad***

Este pasto según Merlo, et al, (2017), es de alta adaptabilidad en zonas tropicales y subtropicales, tiene la ventaja de que crece eficientemente en épocas de sequía, gracias a su alto índice de rebrote y sus altas reservas energéticas en los rizomas y en la base del tallo, comparado con otras especies de pasto. Se adapta muy bien en regiones con una altitud de 0 a 1800, con temperaturas promedio de 19 a 30°C, que tengan precipitaciones anuales promedio de 950 a 3500 mm, este pasto gracias a su sistema radicular profundo, tiene la capacidad de adaptarse bien en zonas donde los suelos son ácidos, de 4,5 hasta 7, en suelos con baja fertilidad, de textura arcilloso o arenoso que tengan un buen drenaje, resiste bien a la competencia interespecífica con otros pastos y a la quema (Avellaneda, et al, 2008). Valle, (2020) menciona que este pasto tiene una buena palatabilidad y de gran aceptación por rumiantes y equinos a pesar de tolerar sequías de hasta 4 meses prolongados, no es capaz de tolerar encharcamientos de hasta 7 días.

### ***Requerimientos nutricionales***

Jácome & Suquilanda, (2009), mencionan que por lo general, el pasto *Brachiaria* suple sus necesidades nutricionales de la misma cantidad del suelo y de lo que aporta la ganadería, aún así, a lo largo del año, el pasto va perdiendo un poco la calidad inicial, disminuyendo porcentajes de proteína, cenizas, y digestibilidad, y aumenta la cantidad de fibra. A continuación, se muestra una tabla donde se detalla la cantidad de nutrientes que extrae del suelo por hectárea por año, dependiendo de la cantidad en toneladas de materia seca obtenida al año.

**Tabla 1**

*Extracción de nutrientes de Brachiaria brizantha.*

Pasto	Producción MS t/ha/año	Extracción de nutrientes kg/ha/año		
		N	P	K
	5,2	63	14	69
<i>Brachiaria</i>	13	157	36	172
	19	230	53	252

Fuente: (Cerdas, 2011)

### **Manejo**

El manejo de *Brachiaria brizantha* dependerá desde el establecimiento. A los 15 días se debe hacer un control de malezas hasta que el pasto macolle, es decir, alrededor de los 90 a 120 días, por lo tanto, recomiendan realizar el primer pastoreo con ganado a los 90 días desde la siembra para estimular el macollamiento y rebrote precoz por la pastura. Los parámetros de altitud para consumo animal son de 1 metro de altura del pasto para el ingreso del ganado, y de 30 centímetros de altura con respecto al suelo para ser retirados del potrero.

Para homogeneizar el pastizal de *Brachiaria*, se recomienda hacer el primer corte cuando el pasto presente una altura de 30 a 40 cm. Después de ese corte se debe realizar una fertilización nitrogenada, conjuntamente con riego para lograr un excelente anclaje de las raíces y un buen desarrollo del pasto. Como es un pasto de crecimiento medio, se deben cortar a alturas de 15 a 20 centímetros respecto al suelo (Zambrano, 2016).

### **Parámetros de rendimiento de Brachiaria**

En una recopilación obtenida de Cañizares, (2014), Polo, (2021) y Valle, (2020); la producción en condiciones de pastoreo extensivo es de 8000 a 10000 kg/ha de materia fresca al corte. Esto depende también de la cantidad de precipitaciones de la zona. La digestibilidad

promedio es de 56.25 a 66% dependiendo de la edad del rebrote. El pasto *Brachiaria* es un pasto que posee una buena calidad forrajera, pero a la cuarta semana después del corte o del consumo, la calidad nutritiva empieza a disminuir y su contenido de fibra aumenta.

Se tienen buenos valores conforme a la fertilización, con una fertilización estándar con MixPac, la materia seca aumenta de 12,3 a 19,6 toneladas por hectárea al año, en cambio con una buena fertilización con todos los macronutrientes que requiere el pasto *Brachiaria*, se alcanzan altos valores de rendimiento de 20 a 22 toneladas métricas de materia seca por hectárea al año, con frecuencias de corte cada 8 semanas durante la época seca y lluviosa (Dávila, 2012)

**Tabla 2**

*Guía para estimar el rendimiento esperado en forrajes a los 35 días*

Materia fresca kg/ha	Materia seca kg/ha	Producción esperada
714	500	Bajísima
1429	1000	Baja
2143	1500	Baja a regular
2857	2000	Regular a buena
3571	2500	Buena
4286	3000	Muy buena
5000	3500	Excelente

Fuente: (Valle, 2020)

### **Contenido bromatológico de *Brachiaria***

El pasto *Brachiaria brizantha* según Bonifaz, León, & Gutiérrez, (2018) tiene un alto valor nutritivo para la ganadería, con una capacidad de carga animal aproximada de 1,5 a 2,6 unidades bovinas adultas (UBAs) por hectárea en época seca y de 3 a 4,5 UBAs por hectárea en época

lluviosa (León, 2008). Existen varias referencias en bromatología, a continuación, se muestra una tabla del contenido bromatológico de *Brachiaria brizantha* en varios días de evaluación.

**Tabla 3**

*Bromatología de Brachiaria brizantha*

Variable	Días			
	28	56	84	112
Ceniza %	12,75	11,76	9,45	9,22
Proteína bruta %	12,15	10,69	8,24	7,49
Fibra cruda %	18,99	31,71	31,2	32,45
Extracto etéreo	3,48	1,87	1,62	1,61
Energía bruta kcal/g	3,98	4,03	3,8	3,79

Fuente: (Avellaneda, et al, 2008)

**Contenido de materia fresca y seca**

Según León, (2008) *Brachiaria brizantha* produce entre 40 a 50 t/ha/año de materia fresca durante un ciclo normal de pastoreo rotativo, y de 15 a 20 t/ha/año de materia seca.

**Tabla 4**

*Producción de materia seca de Brachiaria brizantha*

Días	Toneladas MS/ha/corte
30	1,58
35	2,02
40	2,38
45	2,64
50	2,81

Nota: esta tabla corresponde a la producción de materia seca medida en condiciones normales y sin fertilización. Tomado de (Cerdas, 2011)

## **Fertilización en pasturas**

Un método adecuado para una buena fertilización de pastos perennes se basa principalmente en la cantidad que hayan extraído de nutrientes a lo largo del año, y la época, en todas las producciones se debe tomar en cuenta o con mayor importancia el empleo de fertilizantes nitrogenados en la producción de pastizales debido al aumento proteico y de turgencia de la hoja (León, 2008). Gándara, te al, (2017) mencionan dos fases durante el proceso de fertilización, la fase inicial, que desde su germinación hasta el primer corte, tiene una respuesta exponencial, mientras que en el mantenimiento, el rendimiento total decrece hasta llegar a su máximo de respuesta. Se destaca que la respuesta al rendimiento cae y con altos niveles de toxicidad, si la dosis aplicada de fertilizante es muy elevada según (Valle, 2020). Gándara, te al, (2017), anuncia que de manera general la dosis de nitrógeno para la aplicación en pastizales oscila entre los 250 a 400 kg N/ha al año,

## **Fertilizante forrajero MixPac Forraje**

### ***Características***

MixPac Forraje Sierra es un Fertilizante mixto, compuesto de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, con un excelente balance nutricional. Es rico en fósforo por lo tanto promueve un buen enraizamiento, ideal para un buen desarrollo de raíz después de los daños causados por cada corte o por el pastoreo del ganado, además de que promueve la relación con micronutrientes lo cual se ha definido, según los requerimientos del pasto, con excelentes niveles nutritivos para el ganado. Se puede usar en diferentes tipos de suelo (AGRIPAC S.A., s.f.).

La composición química de un saco de 50 kg es:

- 23% de Nitrógeno (N)
- 10% de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

- 6% de Potasio (K<sub>2</sub>O)
- 2% de Calcio (CaO)
- 1% de Magnesio (MgO)
- 3% de Azufre (S)

### ***Dosis recomendada por el fabricante***

AGRIPAC S.A., (s.f.), recomienda utilizar 4 sacos por hectárea de MixPac para mantenimiento de pastos en general, es decir 200 kg/ha del producto, también recomienda que las aplicaciones deben realizarse con el suelo húmedo, preferentemente en épocas de lluvia o si se cuenta con un sistema de riego.

### **Parámetros a considerar para dosis óptima de un fertilizante**

Para Gordón & Camargo, (2015), la determinación de una dosis óptima y eficaz es importante en el manejo de aplicación de cualquier agroquímico, debido a que permite la regulación de la dosis empleada por producto, aumentando la eficiencia del mismo y evitando el desperdicio que conlleva a problemas de contaminación y daños de fitotoxicidad de los cultivos. Los mismos autores mencionan que en ensayos experimentales de agronomía, se emplea siempre bajo el 90% de eficiencia del total obtenido de las variables, esto para tener un margen de error aceptable, debido a que las condiciones en campo no suelen ser homogéneas y no se pueden controlar.

## Capítulo III

### Metodología

#### Ubicación del área experimental

##### *Ubicación política*

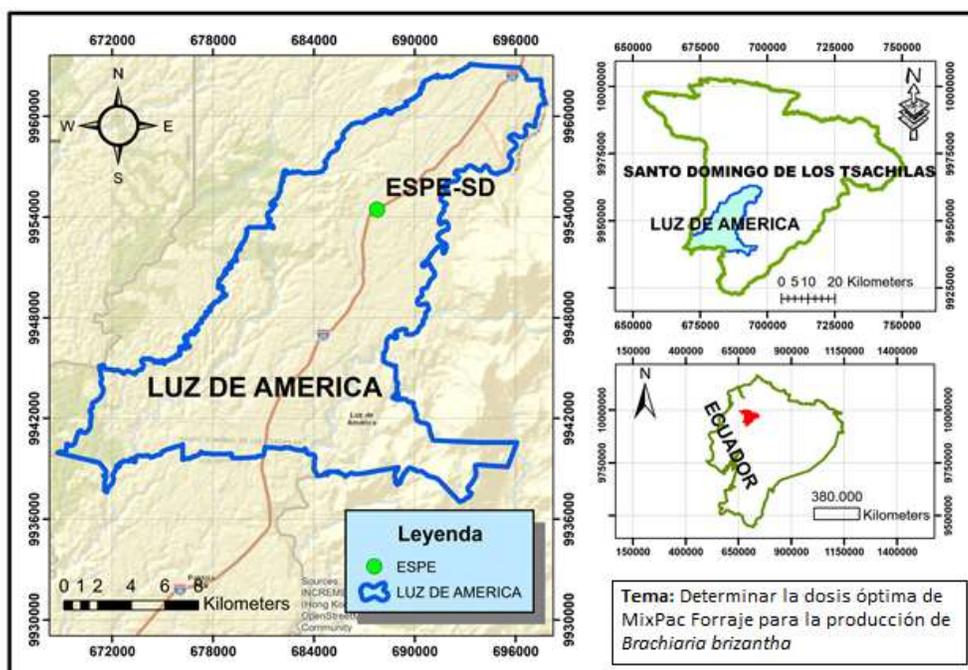
- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo de los Colorados
- Parroquia: Luz de América
- Dirección: Km 24 vía Santo Domingo – Quevedo

##### *Ubicación geográfica*

La Hda. Zoila Luz se encuentra a una altitud de 270 msnm

#### Figura 1

##### *Ubicación del sitio de la investigación*



**Ubicación ecológica**

- Clima: Bosque Húmedo Tropical (bhT)
- Temperatura: 24 - 26 °C
- Humedad: 87%
- Pluviosidad: 17,2 mm/mes
- Altitud: 270 m.s.n.m
- Heliofanía: 58.3 h/luz/mes

**Fuente :** Estación Agrometeorológica “Puerto Ila” via Quevedo km 34 margen derecho.

**Materiales****Fase de campo****Instalación del ensayo.****Tabla 5**

*Recursos necesarios para la instalación del ensayo*

Materiales/insumos	Reactivos
Estacas (100 cm de largo)	
Piola tomatera	
Marcador	
Vaso dosificador de 500 g	MixPac Forraje (50 kg)
Papel adhesivo para etiquetas	Glifosato
Flexómetro	
Cinta métrica	
Marcador negro	

## Recolección de muestras.

**Tabla 6**

*Insumos utilizados para la recolección de muestras*

Materiales/insumos	Muestras
Bolsas de papel	
Cuadrante de madera (50 x 50 cm)	
Grapadora	Muestras de <i>Brachiaria brizantha</i>
Machetes	
Grapas	
Marcador negro	

## Fase de laboratorio

### Pesaje y secado de *Brachiaria brizantha*.

**Tabla 7**

*Materiales usados para el pesaje de las muestras recolectadas*

Materiales/insumos	Equipos	Muestras
Libreta	Estufa	Muestras de <i>Brachiaria brizantha</i>
Esferográficos	Balanza analítica	

## Métodos

### *Diseño Experimental*

#### Factores a Probar.

D: Dosis de MixPac (0 kg/ha, 24 kg/ha, 50 kg/ha, 100 kg/ha, 200 kg/ha, 400 kg/ha).

### Tratamientos a probar.

**Tabla 8**

*Descripción de los tratamientos a evaluar*

Tratamientos	Descripción
T1	0 % de la dosis recomendada de MixPac (Testigo) (0 kg/ha)
T2	12 % de la dosis recomendada de MixPac (24 kg/ha)
T3	25 % de la dosis recomendada de MixPac (50 kg/ha)
T4	50 % de la dosis recomendada de MixPac (100 kg/ha)
T5	100 % de la dosis recomendada de MixPac (200 kg/ha)
T6	200 % de la dosis recomendada de MixPac (400 kg/ha)

### Tipo de diseño.

En esta investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), Esta investigación contará de tres repeticiones por tratamiento.

### ***Características de las unidades experimentales.***

- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 18
- Forma de la unidad experimental: Rectangular
- Ancho de la unidad experimental: 3 m
- Largo de la unidad experimental: 4 m
- Área de la unidad experimental:  $12 m^2$
- Área neta del ensayo:  $216 m^2$
- Área total del ensayo:  $360 m^2$

**Croquis de diseño.****Figura 2***Distribución de las unidades experimentales dentro del lote de Brachiaria brizantha*

FRENTE	T6R2	T4R3	T6R1	T4R2	T2R1	T1R2
	T5R2	T5R1	T1R3	T1R1	T6R3	T3R2
	T5R3	T3R1	T2R2	T2R3	T4R1	T3R3

**Análisis estadístico****Esquema del análisis de varianza.****Tabla 9***Esquema del análisis de varianza.*

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	b-1	2
Dosis	d-1	5
Error Experimental	(d-1) * (b-1)	10
Total	n-1	17

### **Análisis funcional.**

Se realizaron pruebas de significancia de rangos múltiples de Duncan al 5%, determinando si existió diferencia de las medias de cada variable evaluada. Se emplearon regresiones no lineales aplicando la ecuación de Weibull tipo 2 con cuatro parámetros empleando el siguiente modelo matemático:

$$f(x) = c + (d - c) \exp(-\exp(\exp(b(\log \log(x) - \log \log(e))))))$$

De las regresiones no lineales obtenidas, se determinó la dosis óptima o efectiva del fertilizante aplicado mediante el ED85 y ED90, los cuales son parámetros estándar usados con frecuencia para describir la respuesta del rendimiento de un cultivo en campo, obteniendo el 85 y 90% del valor máximo que alcanza la curva de la regresión (Knezevic et al., 2007).

### **Variables evaluadas.**

#### **Rendimiento en biomasa fresca a los 42 días.**

Se elaboró un cuadrante de 0,50 m<sup>2</sup> y se lanzó al azar dentro de los tratamientos, se recolectó con la ayuda de un machete toda el área verde encontrada dentro del cuadrante, se colocó en bolsas de papel etiquetadas, luego con la ayuda de una balanza analítica, se tomó los pesos de cada tratamiento.

#### **Rendimiento en biomasa seca a los 42 días.**

De las fundas de papel con la muestra fresca, se extrajo 20 gr y se colocó dentro de una estufa a 58.8°C durante 72 horas, luego se registró el peso seco de la muestra con la ayuda de la balanza.

**Longitud de la hoja cada 7 días durante 42 días.**

7 días después de la aplicación de MixPac, se midió la longitud de tres hojas de plantas tomadas al azar dentro de la parcela de cada tratamiento, con la ayuda de una cinta métrica, tomando en cuenta desde el primer nudo hasta el ápice. Se repitió el proceso hasta los 42 días.

**Altura total de la planta cada 7 días durante 42 días.**

7 días después de la aplicación de MixPac, se midió la altura, con la ayuda de una cinta métrica se **tomó** desde el suelo hasta donde se encuentre la parte foliar, sin estirar las hojas. Se repitió el proceso hasta los 42 días.

**Composición bromatológica de muestras frescas y secas a los 42 días.**

Se tomó la misma área de muestra para biomasa, luego se empacó en bolsas de papel para ser enviadas a un laboratorio.

***Métodos específicos del manejo*****Fase de campo.*****Análisis de suelo.***

Se realizó la extracción de muestra de suelo para su posterior análisis el 16 de septiembre del 2022 con resultados obtenidos después de 15 días hábiles.

***Delimitación del área experimental.***

Dentro de la plantación establecida de *Brachiaria brizantha* se realizó un corte de igualación el 11 de octubre del 2022 en toda el área experimental, dejando aproximadamente 20 cm de altura en la parte aérea del pasto, para simular un reciente pastoreo, luego se midió cada parcela con la ayuda de un flexómetro y se delimitó cerrando cada unidad experimental obtenida con piola tomatera, se identificó cada tratamiento con estacas previamente pintadas con el código respectivo.

### ***Aplicación de MixPac Forraje.***

La aplicación fue edáfica, en forma directa al suelo y al voleo, se la realizó después del corte de igualación, haciendo una regla de 3 simple, se determinó la cantidad exacta que debía ser aplicada por parcela.

**Tabla 10**

*Cantidad real usada en las parcelas de Brachiaria brizantha.*

Porcentaje aplicado en relación a la dosis recomendada (200 kg/ha)	Cantidad de fertilizante aplicado por parcela (g/9m <sup>2</sup> )
0	0
0,12	30
0,25	60
0,5	120
1	240
2	480

### ***Toma de muestras.***

La toma de muestras se la efectuó a partir de los 7 días después de la aplicación del fertilizante, solamente se tomaron medidas de la altura y longitud de la hoja de plantas al azar dentro de la unidad experimental, cada 7 días y en el día 42 se tomó muestras del pasto para las pruebas de rendimiento en biomasa y el análisis bromatológico.

## Capítulo IV

### Resultados y discusión

#### Biomasa fresca de *Brachiaria brizantha*

#### Análisis de varianza

**Tabla 11**

Análisis de varianza de la biomasa fresca de *Brachiaria brizantha*, obtenida a los 42 días de la aplicación de MixPac

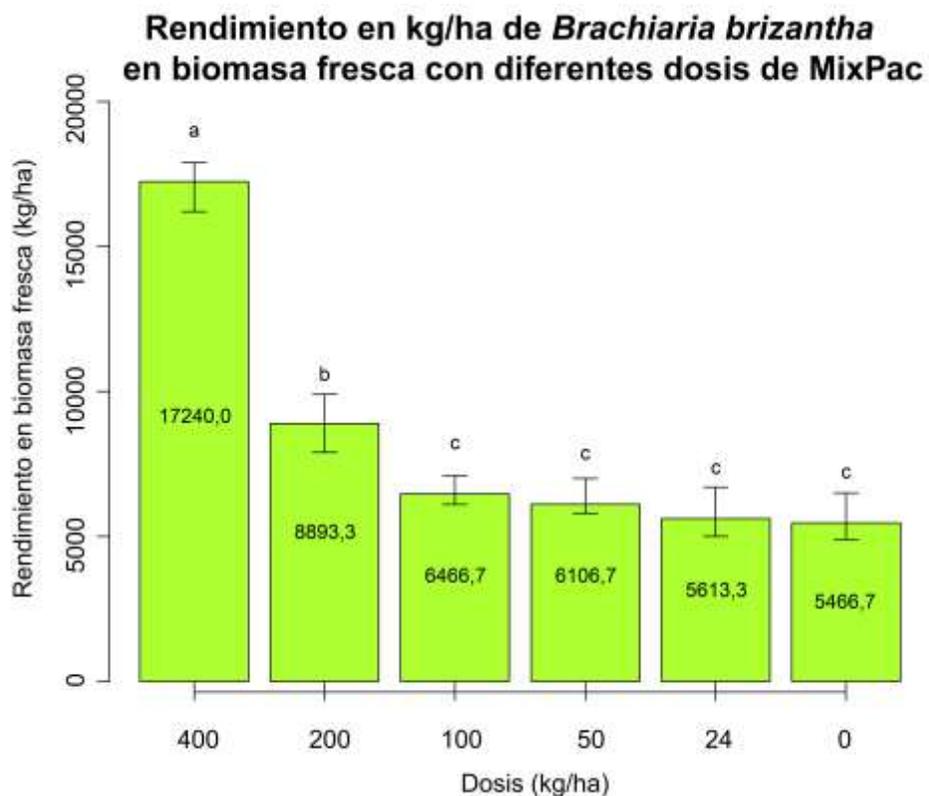
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	1255	628	1,843	0,208
Dosis	5	194425	38885	114,170	1,74e-08 ***
Total	10	3406	341		

Códigos de significancia: '\*\*\*' 0,1%, '\*\*' 1%, '\*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la Tabla 11 se muestra el análisis de varianza del aumento en el rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de *Brachiaria brizantha* a los 42 días de evaluación, donde el factor Dosis de MixPac Forraje tiene una diferencia significativa al 5%, lo que significa que cada dosis aplicada de MixPac logran promedios diferentes a nivel estadístico.

**Figura 3**

Prueba de Duncan al 5% del rendimiento (kg/ha) de la biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* bajo seis dosis de MixPac



En la prueba de Duncan al 5% de significancia (Figura 3), se obtuvo un gran aumento del rendimiento de la biomasa fresca con la dosis más alta de 400 kg/ha de MixPac, donde se obtuvo el mayor promedio con un valor de 17240,0 kg/ha de biomasa fresca a los 42 días, superando el rango de rendimiento en materia fresca sugerido por Cañizares, (2014), Polo, (2021) y Valle, (2020), de 8000 a 10000 kg/ha al corte, la dosis recomendada por el fabricante de 200 kg/ha de MixPac alcanzó 8893,3 kg/ha de materia fresca, las demás dosis de 0, 24, 50 y 100 kg/ha obtuvieron similitud estadística.

**Cálculo de la dosis óptima de MixPac para el 90% del rendimiento de *Brachiaria brizantha* en biomasa fresca**

**Tabla 12**

*Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del rendimiento en kg/ha de la biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* bajo seis dosis de MixPac a los 42 días*

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	3,72088	0,67421	5,5189	0,0117171 *
Límite inferior (c)	5822,14852	198,96456	29,2622	8,764e-05 ***
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	270,96014	14,22382	19,0497	0,0003159 ***
Error estándar residual	368,7842			

Códigos de significancia: '\*\*\*\*' 0,1%, '\*\*' 1%, '\*' 5%, '.' 10%, '' ns

Dato: se ajustó el límite superior al valor máximo de rendimiento.

En la tabla 12 se muestran los parámetros de la regresión no lineal con el modelo matemático de Weibull tipo dos de cuatro parámetros, se muestra que en el límite superior (d), el valor fue igualado al promedio máximo obtenido del rendimiento en biomasa fresca, de 17240,0 kg/ha.

**Tabla 13**

*Dosis de MixPac (kg/ha) para obtener 85 y 90% del rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de *Brachiaria brizantha**

Pendiente (b)	Error estándar	ED <sub>85</sub> (± SE)	ED <sub>90</sub> (± SE)
3,72088	0,67421	321,84 (± 24,96)	339,04 (± 29,14)

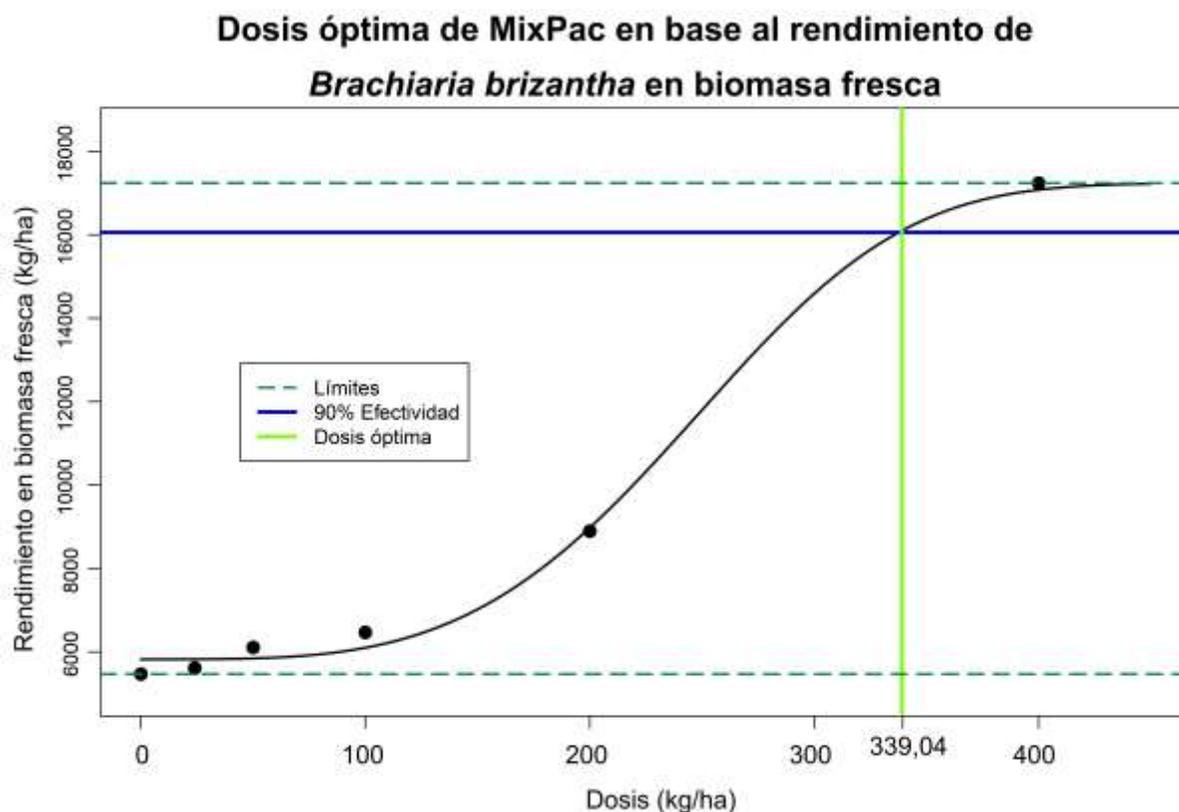
Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error

En la Tabla 13 se observan los valores de la dosis óptima calculada con el ED (Estimated Effective Dose) del programa estadístico R, (Knezevic, et al, 2007). La dosis de MixPac para obtener el 90% del aumento en el rendimiento de la biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* es

de 339,04 kg/ha ( $\pm 29,14$  kg/ha) y para obtener un 85% del rendimiento máximo de biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* se requiere de 272,95 kg/ha ( $\pm 24,96$  kg/ha), los valores del error estándar son cantidades que se pueden aumentar o disminuir de la dosis óptima calculada, y se mantendría la misma respuesta al 85 o 90% de MixPac.

#### Figura 4

Dosis óptima de MixPac en base al aumento del rendimiento en biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* obtenida a los 42 días



En la figura 4 se muestra el aumento del rendimiento en biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* a los 42 días de evaluación bajo diferentes dosis de MixPac, mientras más se aumenta la dosis, mayor será el incremento en masa fresca del pasto, pero llega a un punto en el que, si se le aplica más dosis, no aumentará más su rendimiento y la producción se mantendrá homogénea, como menciona (Gándara et al, 2017).

Adicionalmente, se visualiza la dosis óptima obtenida, la regresión no lineal alcanza el 90% del máximo del rendimiento a partir de la dosis de 339,04 kg/ha de MixPac, siendo mayor a 200 kg/ha, dosis sugerida de MixPac según AGRIPAC S.A., para pastos forrajeros, además que con esta dosis se alcanzan valores del rendimiento en biomasa fresca excelente, según la Guía para estimar el rendimiento esperado en forrajes a los 35 días de Valle, (2020). Hay que destacar que este fertilizante cuenta con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, que, según Dávila (2012), son nutrientes que complementan los requerimientos generales de *Brachiaria brizantha*, lo cual aumenta considerablemente el rendimiento en carga forrajera o biomasa fresca en comparación a valores normales registrados.

### Biomasa seca de *Brachiaria brizantha*

#### *Análisis de varianza*

**Tabla 14**

*Análisis de varianza de la biomasa seca de *Brachiaria brizantha*, obtenida a los 42 días de la aplicación de MixPac*

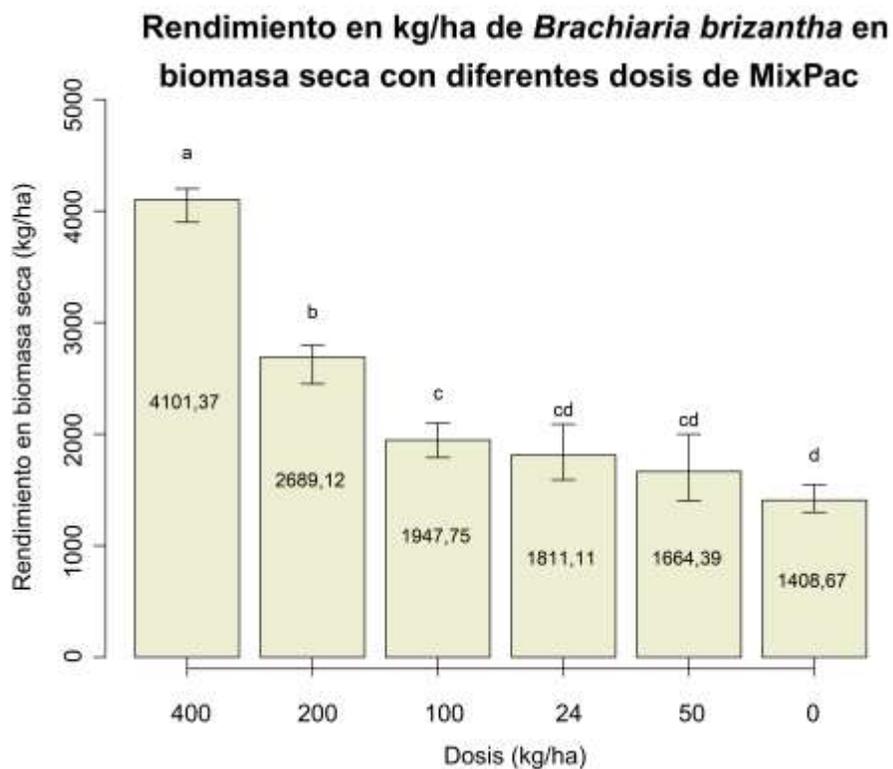
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	215	107,7	3,348	0,0771 .
Dosis	5	9286	1857,3	57,756	4,72e-07 ***
Total	10	322	32,2		

Códigos de significancia: '\*\*\*' 0,1%, '\*\*' 1%, '\*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Para la biomasa seca se realizó un análisis de varianza que determinó que las diferentes dosis de MixPac tienen diferencia significativa, por lo tanto, sus promedios son heterogéneos y al menos uno tiene una respuesta positiva en el aumento de biomasa seca de *Brachiaria brizantha*.

**Figura 5**

Prueba de Duncan al 5% del rendimiento (kg/ha) de la biomasa seca de *Brachiaria brizantha* bajo seis dosis de MixPac



En la prueba de Duncan al 5% (Figura 5) se muestra que la dosis de MixPac de 400 kg/ha alcanzó un rendimiento de 4101,37 kg/ha en biomasa seca, siendo el rendimiento más alto registrado para esta variable y superando a la dosis recomendada por el fabricante de 200 kg/ha de MixPac, la cual alcanzó un rendimiento de 2689,12 kg/ha a los 42 días de evaluación

**Cálculo de la dosis óptima de MixPac para el 90% del rendimiento de *Brachiaria brizantha* en biomasa seca**

**Tabla 15**

*Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del rendimiento en kg/ha de la biomasa seca de *Brachiaria brizantha* bajo seis dosis de MixPac a los 42 días*

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	2,53047	0,77156	3,2797	0,0464373 *
Límite inferior (c)	1626,31426	111,59793	14,5730	0,0007007 ***
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	245,23849	20,85777	11,7577	0,0013222 **
Error estándar residual	176,8909			

Códigos de significancia: '\*\*\*' 0,1%, '\*\*' 1%, '\*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En los parámetros del modelo matemático de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros para el aumento del rendimiento de la biomasa seca de *Brachiaria brizantha*, obtenida a los 42 días, se tuvo que igualar el Límite superior (d), con el valor del rendimiento en biomasa seca más alto registrado de 4101,37 kg/ha, para evitar que tendencia de la curva suba a valores muy altos.

**Tabla 16**

*Dosis de MixPac (kg/ha) para obtener 85 y 90% del rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de *Brachiaria brizantha**

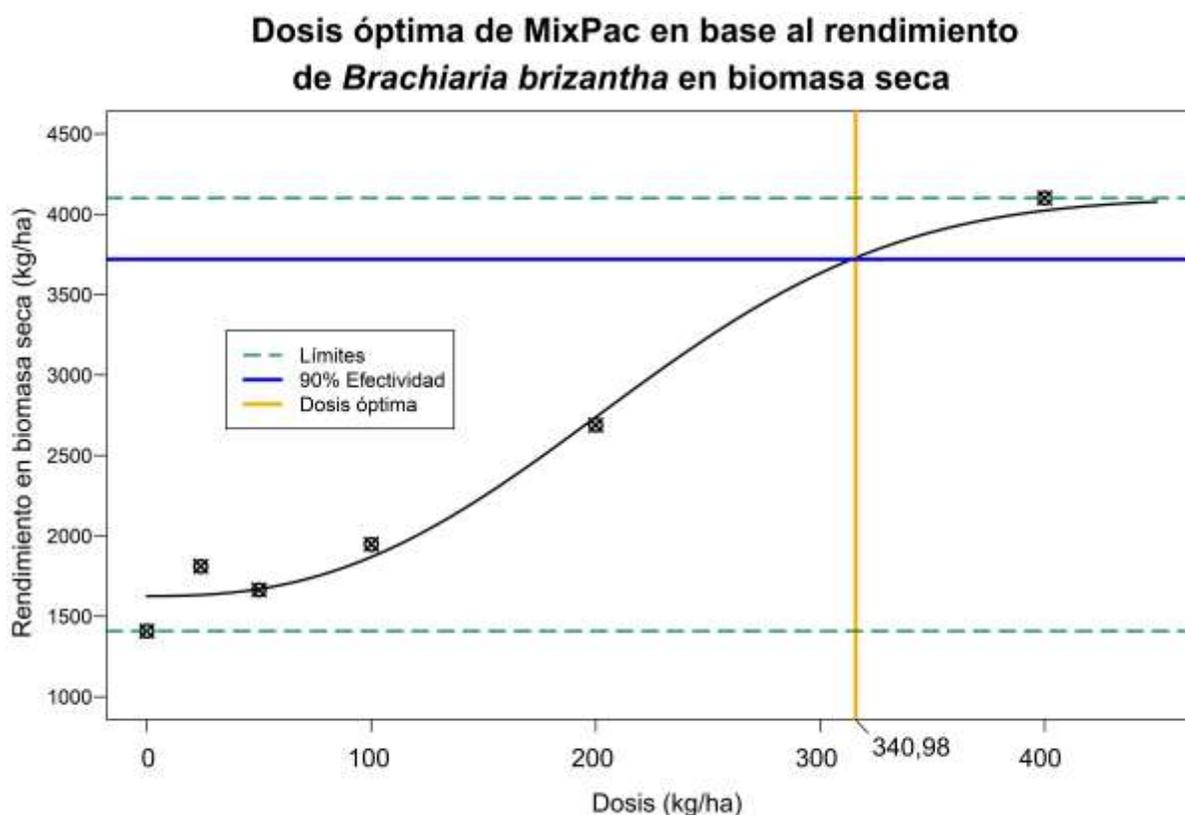
Pendiente (b)	Error estándar	ED <sub>85</sub> (± SE)	ED <sub>90</sub> (± SE)
2,53047	0,77156	315,86 (± 40,36)	340,98 (± 49,91)

Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error

Se obtuvo la dosis óptima de MixPac, en base al rendimiento de biomasa seca de *Brachiaria brizantha* (Tabla 16). Para alcanzar un rendimiento en biomasa seca del 85% se requiere de 315,86 kg/ha ( $\pm 40,36$  kg/ha) y para lograr el 90% de aumento del rendimiento en biomasa seca, se requiere de 340,98 kg/ha ( $\pm 49,91$  Kg/ha)

### Figura 6

*Dosis óptima de MixPac en base al aumento del rendimiento en biomasa seca de Brachiaria brizantha obtenida a los 42 días*



En cuanto a la Figura 6, se observa que la regresión no lineal para el aumento de rendimiento de la biomasa seca, tiene la misma tendencia curva, que en el caso de la regresión para el aumento de rendimiento en biomasa fresca (Figura 4), mientras más se aumenta la dosis de MixPac, mayor será el aumento en rendimiento de biomasa de *Brachiaria brizantha*. El valor reflejado para obtener el 90% del rendimiento máximo de biomasa seca de *Brachiaria brizantha* a los 42 días fue de 340,98 kg/ha, alcanzando valores superiores a los 3500 kg/ha de materia

seca, el cual supera el valor obtenido por Cerdas (2011) en producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* de 2640 kg/ha a los 45 días, y mantiene la calificación de excelente según la Guía para estimar el rendimiento esperado en forrajes a los 35 días de Valle, (2020).

Considerando la dosis óptima de 339,04 kg/ha de MixPac para el aumento de rendimiento en biomasa fresca y la dosis de 340,98 kg/ha para el aumento de rendimiento en biomasa seca, se determinó que la dosis aproximada de 340 kg/ha es optada como la dosis óptima de MixPac para el aumento en biomasa de *Brachiaria brizantha* a los 42 días, porque en esta dosis aproximadamente se alcanza el 90% del rendimiento máximo obtenido en biomasa, además se toma al 90% del rendimiento y no al 100% debido a que en ensayos experimentales de agronomía, se emplea siempre bajo el 90% de eficiencia del total obtenido de las variables, esto para tener un margen de error aceptable, debido a que las condiciones en campo no suelen ser homogéneas y no se pueden controlar, según Gordón & Camargo, (2015).

## Evaluación del crecimiento durante 42 días

### *Análisis de varianza de la longitud de la hoja*

**Tabla 17**

*Análisis de varianza de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha, bajo seis dosis de MixPac*

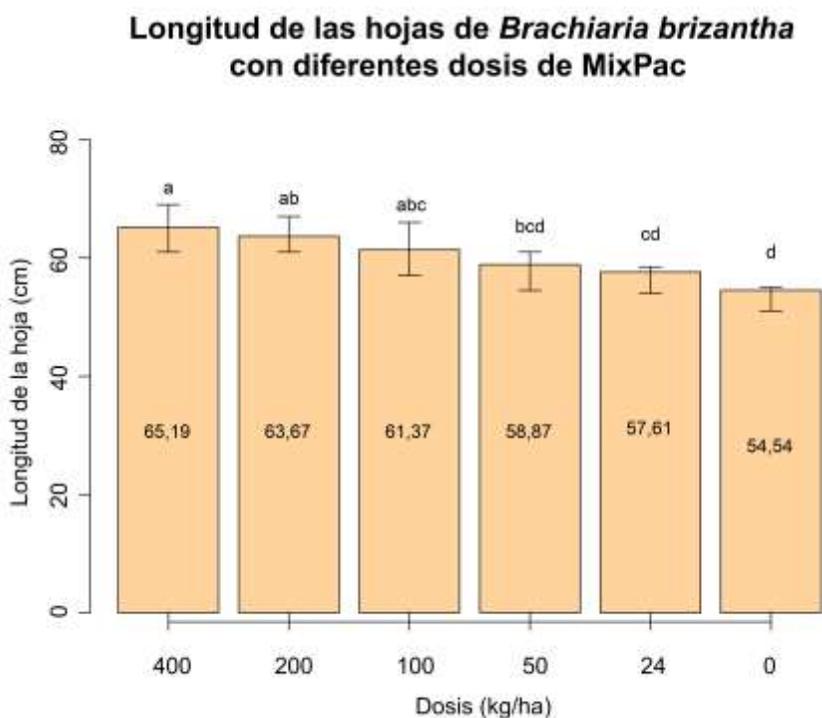
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	178	89,0	1,695	0,190997
Dosis	5	1418	283,6	5,400	0,00026 ***
Días	5	11651	2330,3	44,367	< 2e-16 ***
Dosis:Días	25	450	18,0	0,343	0,998053
Total	70	3677	52,5		

Códigos de significancia: \*\*\*\* 0,1%, \*\*\* 1%, \*\* 5%, . 10%, ' ns

Para la evaluación del crecimiento hasta los 42 días de *Brachiaria brizantha* se tomó en cuenta el factor días, y haciendo un arreglo bifactorial AxB, en la Tabla 17, el análisis de varianza para la longitud de la hoja del pasto, se observa que las diferentes dosis influyen en el aumento de la longitud de la hoja, al igual que los días de evaluación, pero al relacionar ambas cosas, la dosis y los días de evaluación, estadísticamente no se obtiene una diferencia, ambas partes van a tener la misma respuesta.

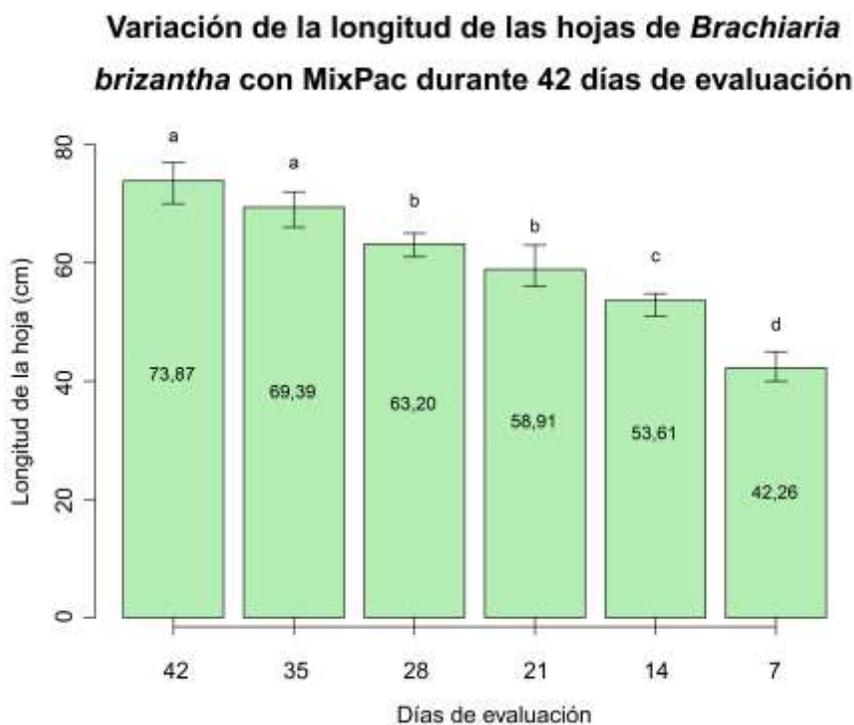
### Figura 7

*Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de Brachiaria brizantha en base a la dosis de MixPac*



### Figura 8

Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de *Brachiaria brizantha* en base a los días de evaluación



En las Figuras 7 y 8 se muestran las pruebas de significancia de Duncan al 5% de la longitud de la hoja, la Figura 7 mide el promedio obtenido de la longitud de la hoja de *Brachiaria brizantha* bajo la influencia de las diferentes dosis de MixPac, donde muestra que las dosis de 400 kg/ha obtuvo una mayor longitud con 65,19 cm, las dosis 200 y 100 kg/ha estadísticamente presentan similitud con la dosis 400 kg/ha. Mientras que en la Figura 8, se observa la longitud de la hoja del pasto cada 7 días durante los 42 días de evaluación, en el día 35 y 42 demostraron ser idénticos estadísticamente, con valores de 69,39 y 73,87 cm respectivamente.

### Análisis de varianza de la altura de la planta

**Tabla 18**

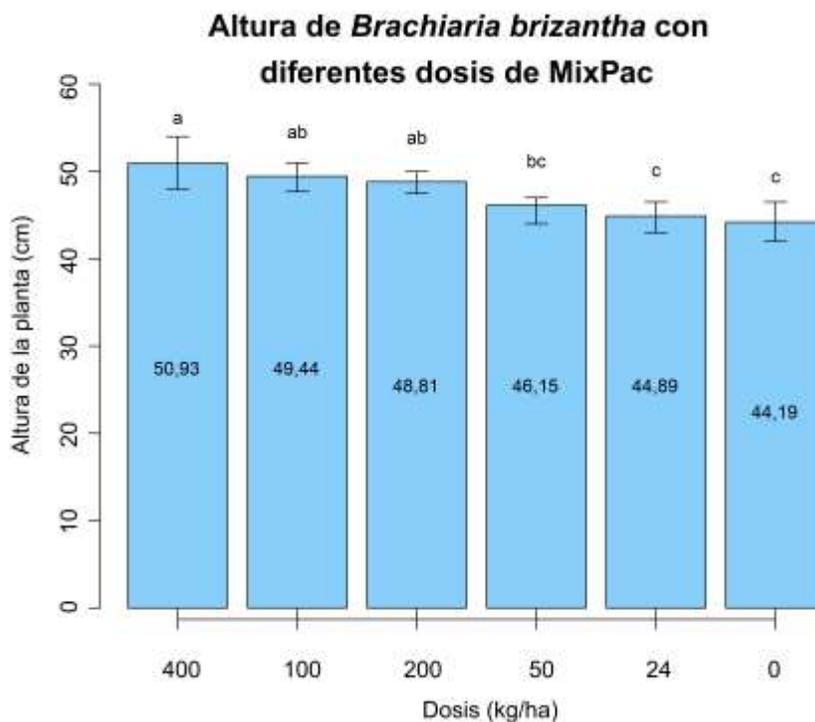
Análisis de varianza de la altura de la planta (cm) de *Brachiaria brizantha*, bajo seis dosis de MixPac

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	213	106,7	3,160	0,055687 ,
Dosis	5	663	132,6	4,796	0,00079 ***
Días	5	15630	3126,0	113,089	< 2e-16 ***
Dosis: Días	25	194	7,8	0,280	0,999624
Total	70	1935	27,6		

Códigos de significancia: '\*\*\*' 0,1%, '\*\*' 1%, '\*' 5%, '.' 10%, '.' ns

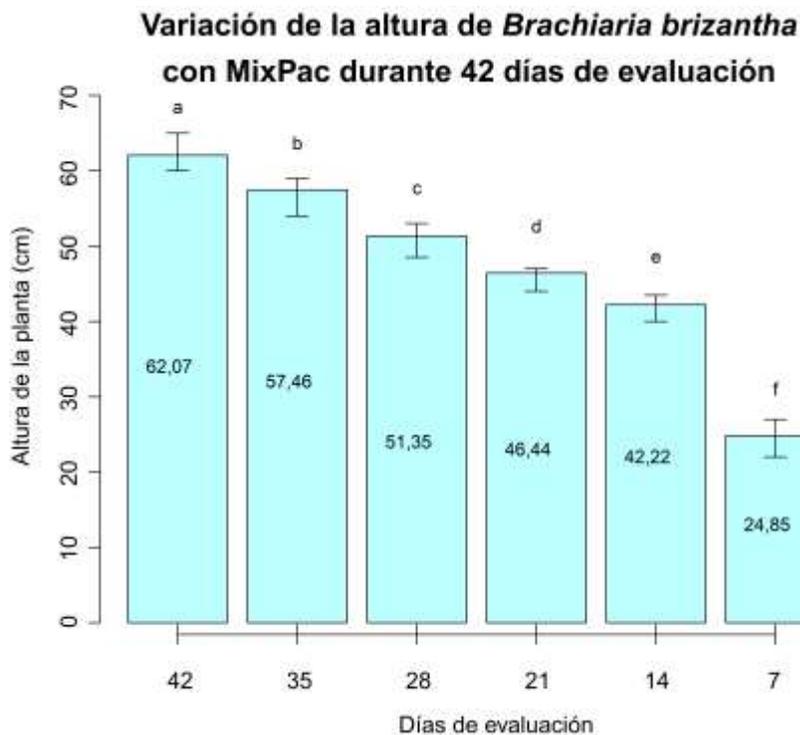
**Figura 9**

Prueba de Duncan al 5% de la altura de la planta (cm) de *Brachiaria brizantha* en base a la dosis de MixPac



### Figura 10

Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de *Brachiaria brizantha* en base a los días de evaluación



En la Tabla 18, se muestra el análisis de varianza con respecto a la altura de la planta, los factores dosis y días de aplicación presentaron diferencia significativa. En la Figura 9, la dosis de 400 kg/ha de MixPac obtuvo el mayor promedio de altura de *Brachiaria brizantha*, con un valor de 50,93 cm desde el suelo, las dosis 200 y 100 kg/ha también presentan similitud estadística con la dosis 400 kg/ha de MixPac. En la Figura 10, en el día 42 presentó mayor altura de la planta, con 62,07 cm de alto, los demás días de evaluación son diferentes estadísticamente.

### ***Evolución del crecimiento de *Brachiaria brizantha****

**Tabla 19**

*Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la longitud de la hoja (cm) de *Brachiaria brizantha* bajo seis dosis de MixPac cada 7 días durante 42 días*

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	2,38695	0,54577	4,3735	0,0221170 *
	Límite inferior (c)	38,90661	0,35312	110,1781	1,648e-06 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	127,79457	8,56704	14,9170	0,000654 ***
	Error estándar residual	0,4432036			
14	Pendiente (b)	0,61922	0,13509	4,5839	0,01950 *
	Límite inferior (c)	46,69010	1,01591	45,9587	2,268e-05 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	102,53861	23,35674	4,3901	0,02189 *
	Error estándar residual	1,004443			
21	Pendiente (b)	1,20037	0,35411	3,3898	0,0770954 .
	Límite inferior (c)	53,20718	0,90505	58,7894	0,000289 ***
	Límite superior (d)	64,60014	0,91698	70,4490	0,000201 ***
	Punto de inflexión (e)	103,38540	20,07296	5,1505	0,0356909 *
	Error estándar residual	0,8702964			
28	Pendiente (b)	1,17029	0,26744	4,3760	0,04846 *
	Límite inferior (c)	57,63240	0,65726	87,6855	0,00013 ***
	Límite superior (d)	68,28563	0,67066	101,8180	9,645e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	93,29922	15,02742	6,2086	0,02497 *
	Error estándar residual	0,6489626			
35	Pendiente (b)	2,42845	0,99172	2,4487	0,1340428
	Límite inferior (c)	64,00595	0,83081	77,0406	0,000168 ***
	Límite superior (d)	74,63455	0,61986	120,4050	6,897e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	86,22519	9,06715	9,5096	0,0108778 *
	Error estándar residual	0,8708621			
42	Pendiente (b)	2,59221	1,30616	1,9846	0,1856156
	Límite inferior (c)	68,48159	1,01200	67,6694	0,000218 ***
	Límite superior (d)	79,13413	0,76095	103,9940	9,245e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	85,40520	10,69775	7,9835	0,0153299 *
	Error estándar residual	1,075718			

Códigos de significancia: '\*\*\*\*' 0,1%, '\*\*\*' 1%, '\*\*' 5%, '.' 10%, '' ns

**Tabla 20**

*Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la altura de la planta (cm) de Brachiaria brizantha bajo seis dosis de MixPac cada 7 días durante 42 días*

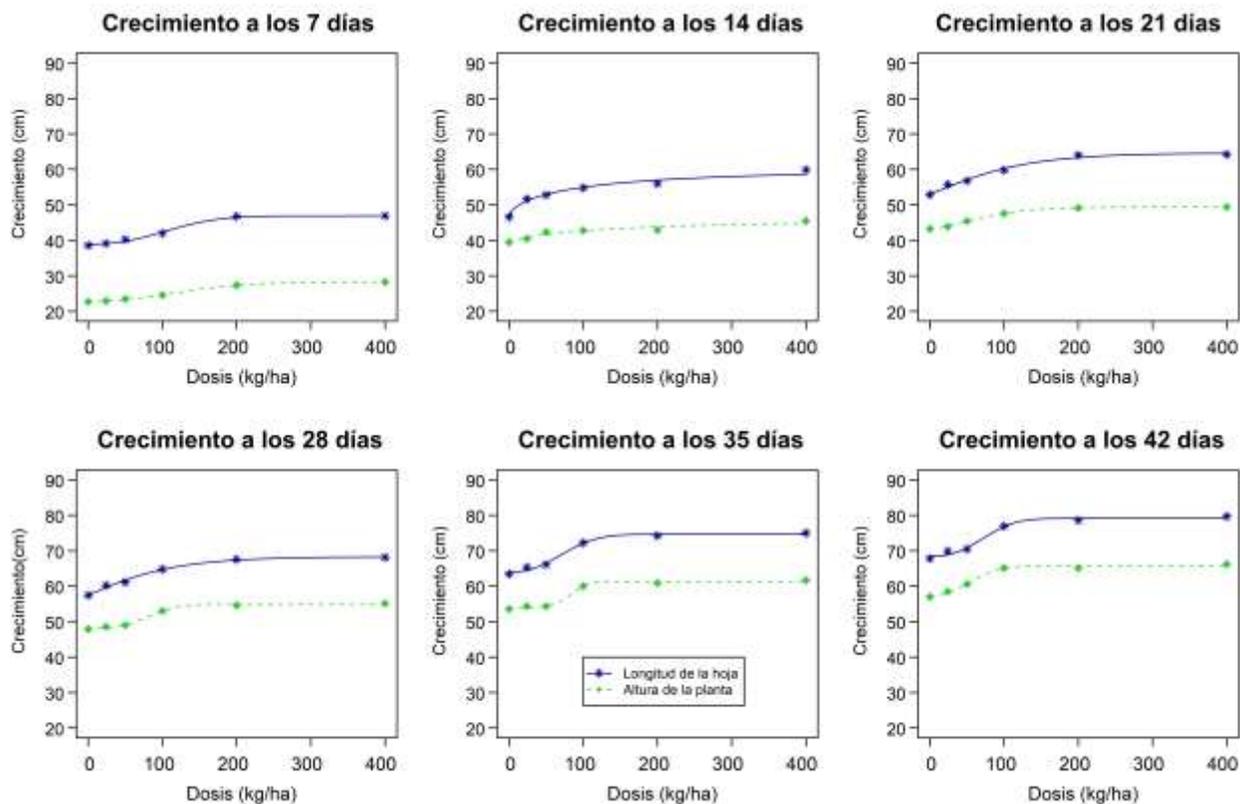
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	2,041634	0,160816	12,695	0,001054 **
	Límite inferior (c)	22,753319	0,093918	242,268	1,551e-07 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	151,390065	4,301768	35,193	5,045e-05 ***
	Error estándar residual	0,1203526			
14	Pendiente (b)	0,74033	0,25983	2,8493	0,06514 .
	Límite inferior (c)	39,43429	0,79116	49,8436	1,778e-05 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	141,65114	49,57759	2,8572	0,06473 .
	Error estándar residual	0,8014571			
21	Pendiente (b)	1,49105	0,11512	12,952	0,005908 **
	Límite inferior (c)	43,16829	0,12222	353,196	8,016e-06 ***
	Límite superior (d)	49,38544	0,11468	430,639	5,392e-06 ***
	Punto de inflexión (e)	87,39228	3,93504	22,209	0,002021 **
	Error estándar residual	0,1295744			
28	Pendiente (b)	3,08760	0,93933	3,287	0,081412 .
	Límite inferior (c)	48,13664	0,33022	145,771	4,706e-05 ***
	Límite superior (d)	54,83594	0,28316	193,654	2,666e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	92,16674	5,73822	16,062	0,003854 **
	Error estándar residual	0,4004715			
35	Pendiente (b)	4,85298	2,45679	1,9753	0,186901
	Límite inferior (c)	53,92605	0,40518	133,0907	5,65e-05 ***
	Límite superior (d)	61,27858	0,38609	158,7167	3,97e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	89,13523	6,97472	12,7798	0,006067 **
	Error estándar residual	0,5460907			
42	Pendiente (b)	2,13488	0,64116	3,3297	0,0795790 .
	Límite inferior (c)	57,18638	0,62770	91,1046	0,00012 ***
	Límite superior (d)	65,71405	0,44797	146,6917	4,65e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	66,31875	7,66723	8,6496	0,0131039 *
	Error estándar residual	0,6513344			

Códigos de significancia: '\*\*\*' 0,1%, '\*\*' 1%, '\*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En las Tablas 19 y 20 se muestran los parámetros de Weibull tipo 2 de la longitud de la hoja y la altura de la planta de *Brachiaria brizantha* para obtener regresiones no lineales comparativas del crecimiento general cada 7 días durante los 42 días de evaluación, en algunos casos, los límites superiores fueron igualados a los promedios más altos registrados de longitud y altura.

Figura 11

Evolución del crecimiento de *Brachiaria brizantha* bajo seis dosis de MixPac durante 42 días



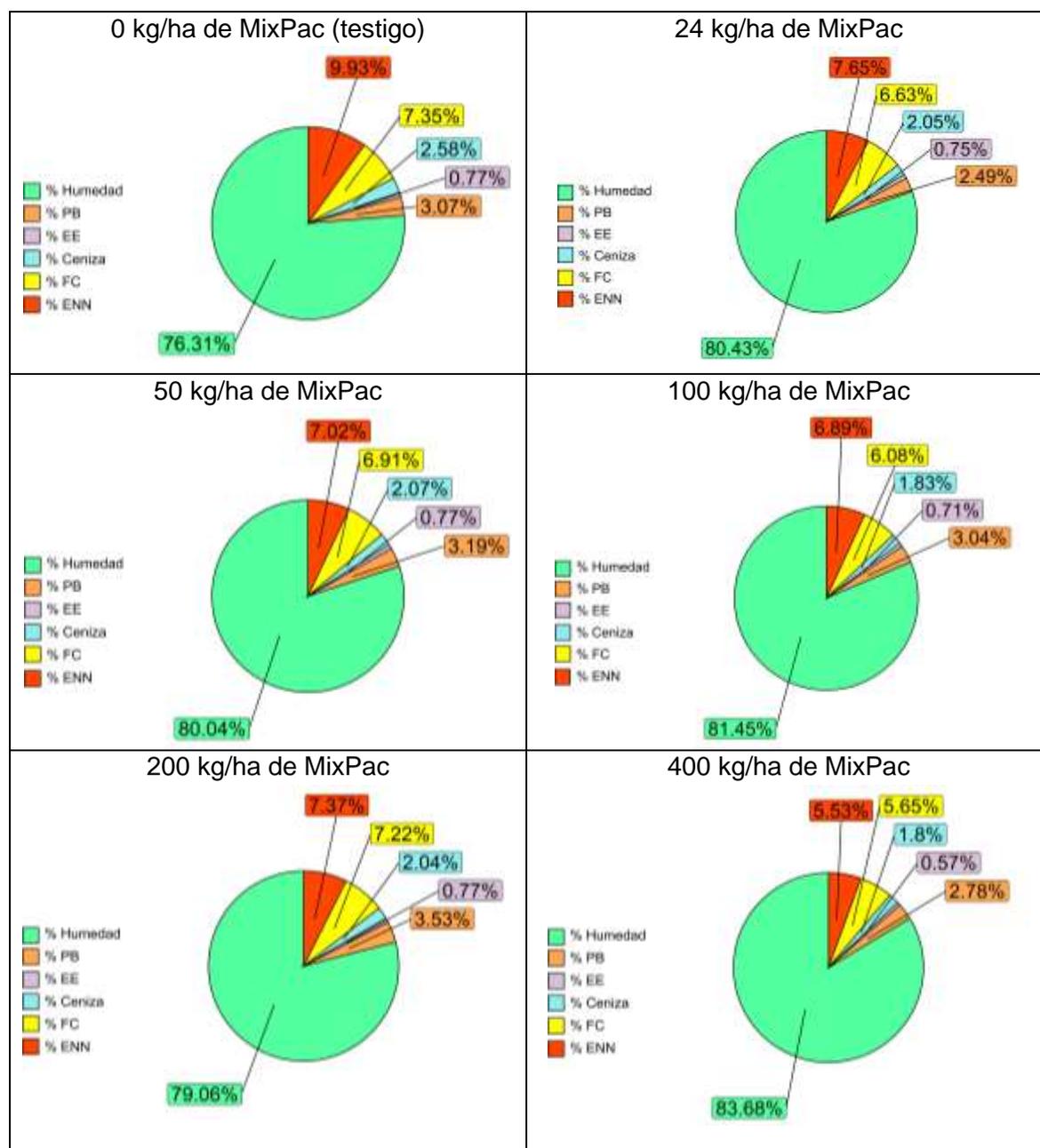
La Figura 11 muestra el aumento del crecimiento en longitud de la hoja (cm) y la altura total de la planta (cm) durante los 42 días de la evaluación. Se muestra a partir de la dosis de 100, 200 y 400 kg/ha de MixPac obtuvieron mayor tasa de crecimiento en ambas variables en las seis evaluaciones, también que a partir del día 35 y 42, el crecimiento general del pasto se estabiliza ligeramente, una respuesta atribuida a la época seca, a pesar de que la planta tolera sequías según Cañizares, (2014), necesita de agua para un correcto desarrollo, mas aun con aplicaciones de fertilizantes como MixPac, donde la casa comercial AGRIPAC S.A. recomienda que las aplicaciones deben realizarse con el suelo húmedo, preferentemente en épocas de lluvia o si se cuenta con un sistema de riego en los potreros.

Otro punto a destacar es que la altura es inferior a la longitud de la hoja, una altura normal en *Brachiaria brizantha* es de 1 a 1,5 metros (Cañizares, 2014), la cual el máximo valor de altura obtenido fue de 0,79 metros, mientras que la longitud de la hoja estuvo dentro de los rangos mencionados por Polo (2021), de 20 a 75 cm. Esto es una respuesta evidente ante el impacto que tiene la época seca, a pesar que el pasto tolera sequías, su crecimiento se ve limitado.

## Análisis bromatológico

**Figura 12**

Composición bromatológica de *Brachiaria brizantha*, en estado húmedo a los 42 días, bajo seis dosis de MixPac

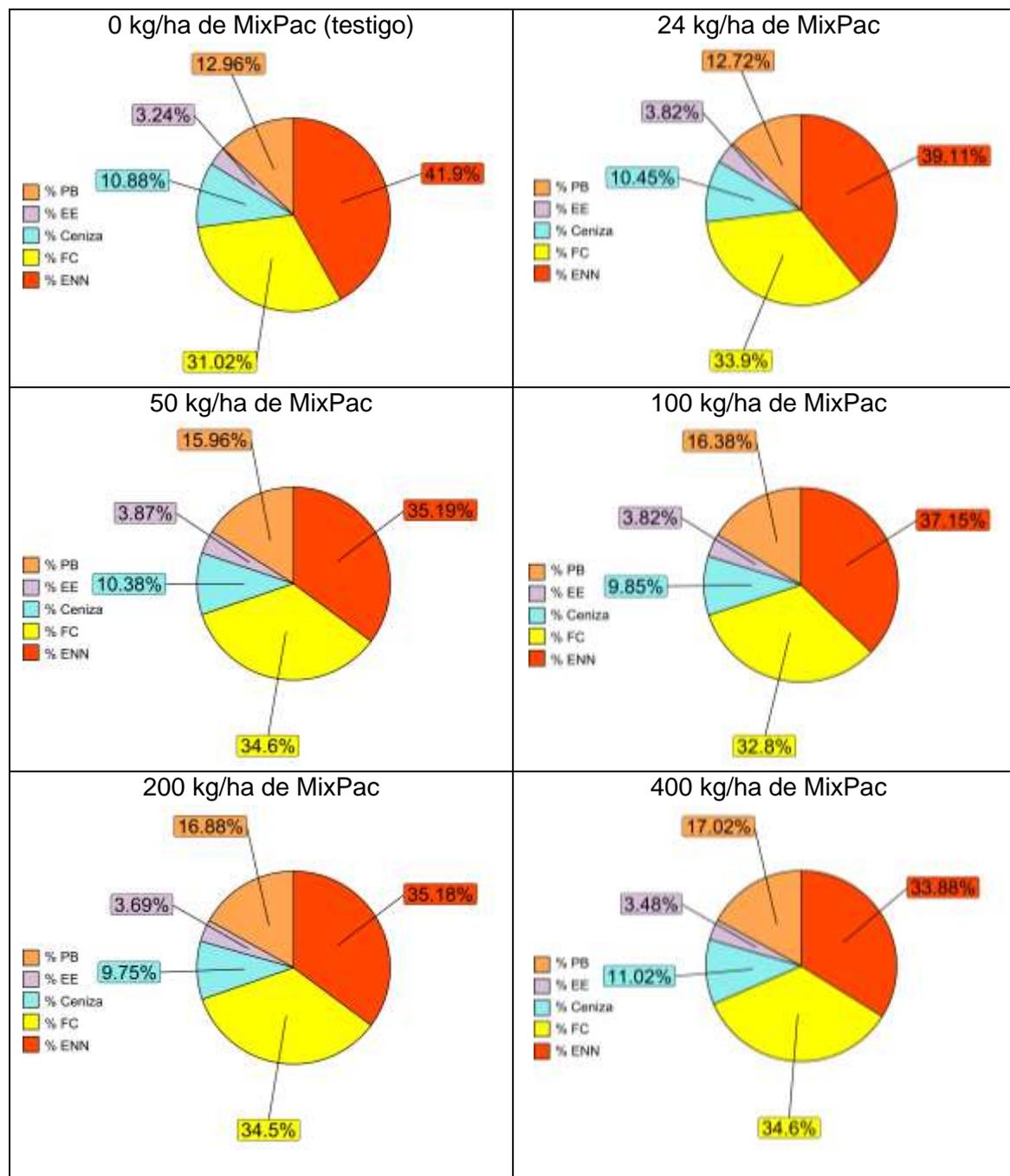


Detalles: "PB" Proteína cruda, "EE" Extracto etéreo (Lípidos), "FC" Fibra cruda, "ENN" Extracto no nitrogenado

En la Figura 12 se muestra el contenido bromatológico de muestras húmedas de *Brachiaria brizantha* a los 42 días, se observa un incremento en la cantidad de humedad de las hojas conforme se va incrementando la dosis de MixPac, y también se muestra como el contenido de proteína bruta empieza a disminuir. El aumento de la humedad conforme se aumenta la dosis de MixPac es un fenómeno de respuesta ante una aplicación de fertilizantes en una pastura, León (2008) menciona que el empleo de fuentes fertilizantes en un pastizal es de suma importancia debido al considerable aumento de la carga forrajera, la calidad del pasto y un aumento en la turgencia de la hoja.

Figura 13

Composición bromatológica de *Brachiaria brizantha*, en estado seco a los 42 días, bajo seis dosis de MixPac



Detalles: "PB" Proteína cruda, "EE" Extracto etéreo (Lípidos), "FC" Fibra cruda, "ENN" Extracto no nitrogenado

En la Figura 11 se muestra la composición bromatológica de muestras secas de *Brachiaria brizantha* a los 42 días de corte, se muestra que al aumentar la dosis de MixPac Forraje, la proteína bruta y el contenido de cenizas tiende a aumentar, Avellaneda, et al, (2008), indica en su tabla de contenido bromatológico de *Brachiaria brizantha*, que los porcentajes en Ceniza y Proteína bruta a los 56 días son de 11,76% y 10,69% respectivamente, comparando con la dosis estándar y la dosis más alta, se obtuvo en la dosis de 200 kg/ha de MixPac; un 16,88 y 9,75% en PB y Ceniza respectivamente, y en la dosis de 400 kg/ha de MixPac; un 17,02 y 11,02% en PB y Ceniza respectivamente, esto significa que se logra un aumento en la calidad del pasto con una buena dosificaciónes altas de MixPac en la época seca. Este pasto según Bonifaz, León, & Gutiérrez, (2018) tiene un alto valor nutritivo para la ganadería, por su adaptabilidad y sus propiedades de tolerancia a sequías y suelos ácidos.

## Análisis de costos

**Tabla 21**

*Costos por hectárea en las diferentes dosis de MixPac Forraje*

Fertilizante	Unidad	Cantidad (kg/ha)	Precio unitario (\$)	Costo Total/ha (\$)
MixPac Forraje	kg/ha	24	55	26,4
MixPac Forraje	kg/ha	50	55	55
MixPac Forraje	kg/ha	100	55	110
MixPac Forraje	kg/ha	200	55	220
MixPac Forraje	kg/ha	400	55	440

En la tabla 21 se muestra los costos de cada una de las dosis aplicadas de MixPac Forraje por hectárea, el costo por un saco de 50 kg en el mercado actual según AGRIPAC S.A. es de 55 dólares, para que el producto tenga una buena efectividad la casa comercial recomienda la aplicación de 200 kg/ha, generando un costo de 220 dólares, la dosis que se acerca a la dosis óptima es de 400 kg/ha, generando el doble del costo de la dosis recomendada

Nota: Dosis optima es valor por kilo de pasto es de 0,07ctvs, valor del mercado 20 dólares los 300 kilos.

El beneficio se obtiene con el valor obtenido de biomasa seca del pasto *Brachiaria brizantha*, haciendo regla de tres con el valor del mercado y los 340 kg/ha que es la dosis optima. Biomasa seca 3500 kg por 20 dólares /340kg= 205,88 dólares.

. A continuación se muestra una comparación con la dosis óptima calculada y la dosis recomendada por el fabricante.

### Tabla 22

*Costos por hectárea de la dosis óptima en comparación con la dosis recomendada*

Fertilizante	Unidad	Cantidad (kg/ha)	Precio unitario (\$)	Costo Total/ha (\$)
MixPac Forraje	kg/ha	200	55	220
MixPac Forraje	kg/ha	340	55	374

La dosis óptima según la tabla 22 es de 340 kg/ha, cuyo costo es de 374 dólares, comparando con la dosis recomendada se obtiene una diferencia de 154 dólares, lo cual en términos de ganancia no es un gasto significativo, con la dosis óptima se logra un aumento en el rendimiento en biomasa fresca de 15516 kg/ha, mayor a la dosis recomendada, cuyo rendimiento en biomasa fresca fue de 8893,3 kg/ha, con la dosis óptima se obtiene un aumento del 42,68% en el rendimiento en biomasa fresca, es decir mayor carga forrajera que pueda abastecer un mayor número de UBAs/ha según Gándara, et al, (2017).

### Tabla 23

*Costos por hectárea de la aplicación de la dosis óptima de MixPac Forraje*

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio/unidad (\$)	Costo Total/ha (\$)
Jornales	Jornal	2 trabajadores	50	100
Transporte	Unidad	1 flete	15	15
MixPac Forraje	kg/ha	7 sacos	55	385
TOTAL				500

En la tabla 23 se observa el costo total de aplicación de MixPac Forraje con la dosis óptima de 350 kg/ha, se aumentó 10 kg para ajustar el valor de la presentación de 50 kg por saco. Tomando en cuenta el costo de aplicación con 2 jornales y el transporte de los sacos hacia la propiedad, suman un total de 500 dólares/ha.

## Capítulo V

### Conclusiones

El fertilizante MixPac Forraje presentó una buena respuesta en cuanto al aumento del rendimiento, a partir de la dosis recomendada por el fabricante de 200 kg/ha y en la dosis más alta de 400 kg/ha, aun así, a partir de la dosis más alta se evidenció que el rendimiento tiende a estabilizarse y no alcanzará mayor rendimiento si se aumenta la dosis.

Se determinó la dosis óptima en cuanto a las variables de aumento en el rendimiento en biomasa fresca de *Brachiaria brizantha*, con la dosis 339,04 kg/ha de MixPac Forraje para alcanzar el 90% del rendimiento en biomasa fresca total obtenido durante 42 días de evaluación. Del mismo modo con el aumento en materia seca, la dosis que alcanzó el 90% del rendimiento total en materia seca fue de 340,98 kg/ha.

En cuanto a la longitud de la hoja y la altura de la planta, MixPac Forraje presenta un ligero incremento en estas variables a lo largo del tiempo a partir de la dosis de 100 kg/ha, por lo tanto, no tuvo influencia en estas variables, debido a que este fertilizante actúa mejor en condiciones de alta humedad del suelo. El análisis bromatológico determinó que mientras más se aumenta la dosis de MixPac Forraje, mayor será el contenido de humedad de *Brachiaria brizantha* en estado fresco, y mayor será el contenido de proteína bruta en estado seco, mejorando su calidad como alimento para animales de pastoreo durante la época seca.

Comparando el rendimiento general de *Brachiaria brizantha*, obtenido durante 42 días, se concluye que la dosis de 340 kg/ha de MixPac Forraje es la más efectiva en el aumento del rendimiento y la calidad del pasto *Brachiaria brizantha*, porque logró aumentar al 90% del máximo de rendimiento registrado en época seca durante los 42 días de evaluación, además, en comparación con la dosis recomendada, el costo que representa aplicar esta dosis se recupera por el aumento en la carga forrajera para albergar un mayor número de UBAs/ha.

### Recomendaciones

Se recomienda el uso de MixPac Forraje en el manejo de potreros con *Brachiaria brizantha* para aumentar el rendimiento y la calidad del pasto durante la época seca.

Se recomienda realizar el mismo experimento, considerando la dosis de 340 kg/ha de MixPac Forraje y ampliando los intervalos de dosificación para la época lluviosa.

Para un buen manejo de potreros y para obtener un pasto de alta carga forrajera y de buena calidad durante la época seca, se recomienda la aplicación de 340 kg/ha de MixPac Forraje, preferentemente al inicio del periodo de descanso de cada potrero y siguiendo un programa de pastoreo rotativo no mayor a los 35 días de rotación, para un correcto desarrollo y alto contenido proteico que nutra a los animales.

## Bibliografía

- AGRIPAC S.A. (s.f.). *MixPac Forraje Sierra*. Obtenido de InfoAgripac, productos fertilizantes:  
<https://agripac.com.ec/productos/forraje-sierra/>
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I., & Pinargote, E. (2008). *Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de Brachiaria en diferentes edades de cosecha*. Quevedo: Área de PastosForrajes y Rumiología, Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de [http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_articulo\\_5.pdf](http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_articulo_5.pdf)
- Bonifaz, N., León, R., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador. Siembra y Producción de Pasturas*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Primera. Edición. Editorial Universitaria Abya –Yala.
- Cañizares, C. (2014). *Comportamiento Agronómico y Valor Nutricional del Pasto Brachiaria brizantha con Abonos Orgánicos en Diferentes Estados de Madurez en el Campo Experimental la Playita UTC- la Maná*. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Cerdas, R. (2011). Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* 12(2), 109-128. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622581007>
- Dávila, W. (2012). *Efecto de la Aplicación de Dosis de Fertilizantes Edáficos, Sobre el Rendimiento de Forraje Verde del pasto Marandú (Brachiaria brizantha), en la Zona de Echeandía*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.

- Estrada, C. (2013). *Comportamiento Agronómico del Pasto Marandú. Brachiaria brizantha. Bajo cinco densidades de siembra en la Zona de Febres Cordero*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Gándara, L., Borrajo, C. I., Fernández, J. A., & Pereira, M. M. (2017). Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú". *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 49(1), 69-77.
- Gordón, R., & Camargo, I. (2015). *Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Jácome, L., & Suquilanda, M. (2009). Fertilización Química y órgano-mineral del Pasto Mulato (*Brachiaria* Híbrido) y Xaraés (*Brachiaria Brizantha* Xaraés). Santo Domingo De Los Tsáchilas. *EIDOS 1*, 62-72.
- Knezevic, I., Streibig, J., & Ritz, C. (2007). The Concept and Data Analysis. *Weed Technol* 21. *Utilizing R Software Package for Dose-Response Studies*, 840-848.
- León, R. (2008). *Pastos y Forrajes. Producción y Manejo*. Quito: Segunda edición. Ediciones Científicas Agustín Alvarez A. Cía. Ltda.
- Merlo, F., Ramírez, A., Burgos, A., Armin, J., & Ku-Vera, J. (2017). Efecto de la Edad de Corte y la Época del año Sobre el Rendimiento y Calidad de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff en Yucatán-México. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4(2), 116-127.
- Moyano, J., & Ramon, B. (2008). *Comportamiento Agronómico y Valor Nutritivo de Cinco Variedades de Brachiaria en Diferentes Estados de Madurez en Época Seca*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Polo, E. (2021). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento de materia seca de especies de *Brachiaria*. *Revista Científica Semilla del Este* 1(2), 1-7.

Valle, D. (2020). *RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO Brachiaria brizantha cv. Marandú, EN RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. La libertad: Universidad Estatal Península De Santa Elena.

Zambrano, M. (2016). *Potencial Forrajero y Valorización Nutritiva de los Pastos Brachiaria Decumbens y Tanzania con Diferentes Niveles de Fertilización Nitrogenada*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.