



Determinación de la dosis óptima de Nitrabor para producción de biomasa en *Brachiaria brizantha*

Villagomez Ponce, Jeyson Alberto

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

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

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

23 de febrero del 2023

Reporte de verificación de contenido



Villagomez-Determinación de la dosis óptima de Nitrabor

1%
Similitudes

0% Texto entre comillas
0% similitudes entre comillas
2% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Villagomez-Determinación de la dosis óptima de Nitrabor.pdf
ID del documento: 3f022a08c3caeb2ecee60ab86d28afd7690def58
Tamaño del documento original: 507,73 kb

Depositante: FREDDY GERMÁN ENRÍQUEZ JARAMILLO
Fecha de depósito: 10/2/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 10/2/2023

Número de palabras: 6301
Número de caracteres: 39.453

Ubicación de las similitudes en el documento

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	localhost Sistema de crianza de bovinos de carne en el trópico húmedo comparan... http://localhost:2080/vmlu/bitstream/3317/9875/1/UCSIG-POS-MSPA-6.pdf.gz	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (23 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.espe.edu.ec Manejo de pasturas de alta calidad en Brachiaria brizanth... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/28872/5/T_83P9SD-003180.pdf.gz	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (38 palabras)
2	repositorio.espe.edu.ec Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosina... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/28873/5/T_83P9SD-003181.pdf.gz	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (20 palabras)
3	scielo.sld.cu http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v54n3/2079-3480-cjas-54-03-413.pdf	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (14 palabras)

Fuente ignorada Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.espe.edu.ec Periodos de descanso y fertilización de la mezcla forrajera ... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/13849/5/T_83P9SD-002817.pdf.gz	4%		Palabras idénticas: 4% (232 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_articulo_5.pdf
- http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_sla50-6907-8l_238.pdf
- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622581007>
- http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/ciat_digital/18394.pdf
- <https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2020/06/YaraLive-Nitrabor.pdf>

Firma:



Creado con transparencia por
SANTIAGO MIGUEL
ULLOA CORTAZAR

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

C. C.:1710450584



DEPARTAMENTO DE LAS 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 Nitrabor para producción de biomasa en *Brachiaria brizantha***” fue realizado por el señor **Villagomez Ponce, Jeyson Alberto**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero del 2023

Firma:



Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO MIGUEL
ULLOA CORTAZAR

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

C. C.:1710450584



DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Villagomez Ponce, Jeyson Alberto**, con cédula de ciudadanía n° 1724796857 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: “**Determinación de la dosis óptima de Nitrabor para producción de biomasa en *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, 23 de febrero del 2023

Firma:

Villagomez Ponce Jeyson Alberto

C.C.: 1724796857



DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Villagomez Ponce Jeyson Alberto**, con cédula de ciudadanía n° 1724796857, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: “**Determinación de la dosis óptima de Nitrabor para producción de biomasa en *Brachiaria brizantha***” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero del 2023

Firma:

Villagomez Ponce Jeyson Alberto

C.C.: 1724796857

Dedicatoria

Este trabajo lo ofrendo principalmente a Dios por cada día llenarme de fortaleza y brindarme salud para seguir adelante, obteniendo una de muchas metas que tengo en mi vida, teniendo presente que cada paso que doy es gracias a ti.

De igual manera a mis padres Héctor Villagomez y Lilian Ponce por estar presentes en cada etapa de mi vida, dándome el apoyo incondicional y las fuerzas para no rendirme.

A María Guarnizo quien me brindó su apoyo incondicional, acompañarme cada día para que pueda cumplir mi meta, darme su amor, motivación y además darme una hija la cual es un motivo más para lograr tan añorada meta.

A mi hija que desde el primer momento que la vi, me dio otro motivo más para seguir adelante y enfocarme a cumplir este gran objetivo.

A cada uno de los miembros de mi familia que me enseñaron a seguir adelante y a ser una persona de bien.

Jeyson Alberto Villagomez Ponce

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme vida y salud para finalizar mi carrera profesional.

A mis padres que estuvieron apoyándome en toda mi vida estudiantil gracias a ellos pude culminar mi carrera profesional.

A cada uno de los docentes por la enseñanza impartida, por la dedicación y conocimientos, los mismos que me ayudaron a terminar esta etapa de aprendizaje, que me va a ayudar en mi futuro como profesional.

Finalmente agradezco al PhD. Santiago Ulloa, por guiarme y su enseñanza para que esta investigación la finalice con éxito y puede seguir mi vida profesional.

Jeyson Alberto Villagomez Ponce

Índice de contenidos

Caratula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificado.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos	8
Índices de tablas	11
Índice de figuras	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Capítulo.....	16
Introducción.....	16
Capítulo II.....	17
Marco teórico.....	17
Generalidades de <i>Brachiaria brizantha</i>	17
Crecimiento y Desarrollo de <i>Brachiaria brizantha</i>	18
Características del rendimiento de <i>Brachiaria brizantha</i>	18
Contenido nutricional de <i>Brachiaria brizantha</i>	19
Fertilización de Pasturas.....	20
Requerimiento nutricional de <i>Brachiaria brizantha</i>	21

Características del Nitrabor.....	21
Importancia de la dosis óptima en fertilización	22
Capítulo III.....	23
Metodología.....	23
Ubicación del área experimental	23
Ubicación política.....	23
Ubicación geográfica.....	23
Ubicación ecológica	24
Materiales	24
Fase de campo	24
Métodos.....	25
Diseño Experimental	25
Tratamientos a probar	25
Tipo de diseño	26
Croquis de diseño	27
Análisis estadístico:	27
VARIABLES A MEDIR:.....	27
Altura de la planta.	27
Longitud de hoja.....	28
Peso fresco a los 42 días.	28
Análisis bromatológico a los 42 días.	28
Métodos específicos del manejo.	28

Capítulo IV.....	29
Resultados y Discusión	29
Biomasa fresca de <i>Brachiaria brizantha</i>	29
Análisis de varianza	29
Cálculo de la dosis óptima de Nitrabor para el 90% del rendimiento de <i>Brachiaria brizantha</i> en biomasa fresca	30
Biomasa seca de <i>Brachiaria brizantha</i>	32
Análisis de varianza	32
Cálculo de la dosis óptima de Nitrabor para el 90% del rendimiento de <i>Brachiaria brizantha</i> en biomasa seca	34
Evaluación del crecimiento durante 42 días	37
Análisis de varianza de la longitud de la hoja.....	37
Análisis de varianza de la altura de la planta	39
Evolución del crecimiento de <i>Brachiaria brizantha</i>	41
Análisis bromatológico	45
Presupuesto de dosis por hectárea	48
Capítulo V	49
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51

Índices de tablas

Tabla 1 Bromatología de muestras secas de <i>Brachiaria brizantha</i>	20
Tabla 2 Recursos para la instalación del ensayo	24
Tabla 3 Descripción de los tratamientos.....	25
Tabla 4 Análisis de varianza de la biomasa fresca de <i>Brachiaria brizantha</i> , obtenida a los 42 días de la aplicación de Nitrabor	29
Tabla 5 Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del rendimiento en kg/ha de la biomasa fresca de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrabor a los 42 días	30
Tabla 6 Dosis de Nitrabor (kg/ha) para obtener 85 y 90% del rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de <i>Brachiaria brizantha</i>	31
Tabla 7 Análisis de varianza de la biomasa seca de <i>Brachiaria brizantha</i> , obtenida a los 42 días de la aplicación de Nitrabor	32
Tabla 8 Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del rendimiento en kg/ha de la biomasa seca de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrabor a los 42 día.....	34
Tabla 9 Dosis de Nitrabor (kg/ha) para obtener 85 y 90% del rendimiento de biomasa fresca (kg/ha) de <i>Brachiaria brizantha</i>	34
Tabla 10 Análisis de varianza de la longitud de la hoja (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo seis dosis de Nitrabor.....	37
Tabla 11 Análisis de varianza de la altura de la planta (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo seis dosis de Nitrabor.....	39
Tabla 12 Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la longitud de la hoja (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrabor cada 7 días durante 42 días	41

Tabla 13 Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la altura de la planta (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrobor cada 7 días durante 42 días	42
Tabla 14 Presupuesto de dosis por hectárea.....	48

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación del sitio.....	23
Figura 2 Distribución de las unidades experimentales.....	27
Figura 3 Prueba de Duncan al 5% del rendimiento (kg/ha) de la biomasa fresca de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrabor	29
Figura 4 Dosis óptima de Nitrabor en base al aumento del rendimiento en biomasa fresca de <i>Brachiaria brizantha</i> obtenida a los 42 días	31
Figura 5 Prueba de Duncan al 5% del rendimiento (kg/ha) de la biomasa seca de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrabor	33
Figura 6 Dosis óptima de Nitrabor en base al aumento del rendimiento en biomasa seca de <i>Brachiaria brizantha</i> obtenida a los 42 días	35
Figura 7 Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> en base a la dosis de Nitrabor	37
Figura 8 Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> en base a los días de evaluación	38
Figura 9 Prueba de Duncan al 5% de la altura de la planta (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> en base a la dosis de Nitrabor	39
Figura 10 Prueba de Duncan al 5% de la longitud de la hoja (cm) de <i>Brachiaria brizantha</i> en base a los días de evaluación	40
Figura 11 Evolución del crecimiento de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo seis dosis de Nitrabor durante 42 días.....	43
Figura 12 Composición bromatológica de <i>Brachiaria brizantha</i> , en estado húmedo a los 42 días, bajo seis dosis de Nitrabor	45
Figura 13 Composición bromatológica de <i>Brachiaria brizantha</i> , en estado seco a los 42 días, bajo seis dosis de Nitrabor	47

Resumen

La producción de pasto se desarrolla desde que el ser humano domesticó a los animales, los pastizales en explotaciones agrícolas requieren de fertilización principalmente de nitrógeno, para aprovechar la producción forrajera, *Brachiaria brizantha* se adapta a clima tropical y subtropical, es tolerante a sequías hasta de 4 meses, pero es susceptible a encharcamientos de hasta 7 días. El fertilizante Nitrabor es un compuesto de nitrato de calcio más boro, es de liberación controlada haciéndolo que sea eficaz, posee calcio soluble en agua, lo que aumenta la eficacia de absorción de ese mineral, mejorando la tolerancia al pastoreo y daños por corte del pasto. Esta investigación determinó dosis óptima de fertilizante Nitrabor para la producción de *Brachiaria brizantha*, el ensayo se realizó en época seca, mediante un diseño completamente al azar DCA, en las instalaciones de la Universidad, en lote de pasto con seis dosis y tres repeticiones en total 18 parcelas con dosis de (0, 24, 50, 100, 200, 400) Kg/ha. La evaluación se realizó hasta los 42 días, determino que el 90 % del máximo de rendimiento de 21300,01 kg/ha de biomasa fresca en la dosis 323,09 kg/ha de Nitrabor, mientras que el 90 % del rendimiento máximo en la curva de regresión es de 5643,93 kg/ha de biomasa seca es de 309,68 kg/ha de Nitrabor, estas dosis son mayores a la recomendada por el fabricante de 200 kg/ha, aun así en ambos casos se vio un gran incremento del rendimiento de biomasa en la época de verano.

Palabras clave: Nitrabor, pasto, biomasa, rendimiento, dosis óptima.

Abstract

Grass production has been developed since humans domesticated animals, pastures on farms require fertilization, mainly nitrogen, to take advantage of fodder production, *Brachiaria brizantha* adapts to tropical and subtropical climates, it is tolerant of droughts up to 4 months, but it is susceptible to flooding for up to 7 days. Nitrabor fertilizer is a compound of calcium nitrate plus boron, it is controlled release making it effective, it has calcium soluble in water, which increases the absorption efficiency of this mineral, improving tolerance to grazing and grass cutting damage. This investigation determined the optimal dose of Nitrabor fertilizer for the production of *Brachiaria brizantha*, the trial was carried out in the dry season, using a completely randomized DCA design, at the University facilities, in a grass lot with six doses and three repetitions in total. 18 plots with doses of (0, 24, 50, 100, 200, 400) Kg/ha. The evaluation was carried out up to 42 days, determined that 90% of the maximum yield of 21300.01 kg/ha of fresh biomass in the 323.09 kg/ha dose of Nitrabor, while 90% of the maximum yield in the regression curve is 5643.93 kg/ha of dry biomass is 309.68 kg/ha of Nitrabor, these doses are higher than that recommended by the manufacturer of 200 kg/ha, even so in both cases there was a great increase in biomass yield in the summer season.

Keywords: Nitrabor, grass, biomass, yield, optimal dose.

Capítulo I

Introducción

La producción del pasto se realiza desde que el ser humano domesticó los animales, los pastizales se desarrollan en especial en explotaciones agrícolas que incluyen ganado, aportan con mayor material crudo para la producción del bovino (Gonzáles, Anzúles, Vera, & Riera, 1997).

Es importante determinar cuál es el patrón de crecimiento, su valor nutritivo, peso fresco y seco, para planificar un manejo agronómico en el pasto de la especie *Brachiaria* (Avellaneda, y otros, 2008).

La mejor forma de suplir las necesidades del pasto es por medio de fertilización, la cual requiere en mayores cantidades de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Azufre, el cual ayudan a incrementar el valor nutrición, la concentración de proteína, el tamaño de la hoja y a mejorar la cantidad de forraje (Gonzáles, Anzúles, Vera, & Riera, 1997)

Por lo tanto, esta investigación se proyecta sobre determinar la dosis óptima del Nitrabor para la producción de biomasa en pasto *Brachiaria brizantha* durante la época seca en la Provincia de Santo Domingo, en Parroquia Luz de América, en la Hacienda Zoila luz, mejorando la calidad, su patrón de crecimiento, el rendimiento por hectárea en época de verano, optimizando costos.

Capítulo II

Marco teórico

Generalidades de *Brachiaria brizantha*

El pasto *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* (Trin.) Griseb) es una gramínea forrajera perenne, originaria de África central y que fue introducida a la región amazónica del Ecuador por las similitudes edafoclimáticas de la zona. La planta es de crecimiento suberecto, con una buena cantidad de raíces profundas y de consistencia semidura con una excelente cantidad de pelos absorbentes que aumentan la eficacia para captar nutrientes en suelos húmedos. Sus hojas son pilosas, lanceoladas de 15 a 50 cm de longitud y de 0,6 a 1,5 cm de ancho. Esta planta puede tener alturas de 1 a 1,5 metros. Su sistema radicular está compuesto de rizomas cortos de 30 a 45 mm de largo, por lo general, cubierto de escamas amarillo brillante. Su inflorescencia está formada por 4 a 5 racimos de hasta 10 cm de largo (González et al, 1997).

Este pasto se adapta perfectamente hasta los 1400 msnm, de clima tropical y subtropical, cuyas precipitaciones sean mayores a 800 mm anuales y con temperaturas mayores a 19°C. Es tolerante a la sequía, máximo de 4 meses, pero es susceptible a los encharcamientos de hasta 7 días. El tipo de suelo ideal es franco, franco arcilloso y limo arcilloso, de fertilidad media a alta, responde bien ante la aplicación de fertilizantes. El pH ideal es de 5 hasta 7,5, no crece en suelos con salinidad o sodicidad, (Vera, 2017).

Según León, (2008), este pasto es ideal para pastoreo en zonas cálidas del Ecuador, además de que puede ser usado para henolaje cuando tiene 90 cm, sirve hasta una altura de 40 cm. Es de buena producción forrajera, llegando a promedios de 1 a 1,2 kg/m² a lo largo del año, es de fácil manejo por su altura, de buena capacidad de rebrote al pisoteo y tolerancia al sobrepastoreo.

Crecimiento y Desarrollo de *Brachiaria brizantha*

La tasa de crecimiento de *Brachiaria brizantha* según Avellaneda, et al (2008) es baja cuando se pasa del estado de desarrollo vegetativo al reproductivo. Aun así, *Brachiaria* y la mayoría de los pastos tienen la habilidad de recuperarse aproximadamente en 35 o 40 días después del pastoreo, esto gracias al índice de área foliar residual y la sobrevivencia de los meristemas apicales. Pero existen ciertos factores que son limitantes en cuanto a la recuperación de la planta como temperatura, humedad y nutrientes del suelo, a pesar de que todos los puntos de crecimiento se encuentren intactos.

Características del rendimiento de *Brachiaria brizantha*

Contreras, (2006) menciona que el rendimiento de *Brachiaria brizantha* está determinado por la cantidad de forraje o materia verde que presenta en un área determinada, por lo general en un metro cuadrado. Del mismo modo en materia seca, la cual, según Gutiérrez, et al, (2018), va en aumento hasta que la planta logra alcanzar su máxima producción forrajera, luego, la materia seca empieza a disminuir, porque existe un mayor sombreado de las hojas basales y de macollos menores que contribuyen a la producción total, y también disminuye cuando la planta alcanza su madurez fisiológica.

El rendimiento en materia fresca de *Brachiaria brizantha* en un ciclo normal de 35 a 40 días de rotación en condiciones normales, alcanza valores de 8 a 12 t/ha, según Vera, (2017), Mientras que en materia seca, alcanza rendimientos de 2 a 2,5 t/ha en un ciclo de rotación de 40 días (Avellaneda, et al, 2008).

El rendimiento en materia seca de *Brachiaria brizantha* puede verse afectado por factores tales como la ausencia o disminución de agua y nutrientes disponibles para las raíces, daño en los meristemas apicales, reducción de actividad fotosintética y la remoción de reservas de energía. En el rebrote, la planta usa las reservas energéticas acumuladas en las raíces y la base del tallo, al momento de usar estas reservas en cada rotación de pastoreo, la planta reduce su cantidad de materia seca, pero se recupera con el paso de los días de descanso, pero si la intensidad o frecuencia del pastoreo es mayor, el sistema radicular se reduce, haciendo que la planta no tenga reservas energéticas lo que debilita a la planta y en casos extremos, puede hacerla desaparecer, según (Cabalceta, 1999).

Contenido nutricional de *Brachiaria brizantha*

Brachiaria brizantha posee un alto valor nutritivo para ganadería, debido a su alta relación tallo-hojas, la planta entera posee de 10 a 15% de proteína cruda de alta digestibilidad, entre 50 a 60%. La capacidad de carga por hectárea es de 1,5 a 2,5 unidades bovinas adultas (UBAs) en época seca y de 3 a 4 UBAs en época lluviosa (León, 2008). A continuación, se muestra el valor porcentual de un análisis bromatológico de muestras secas de *Brachiaria brizantha* en época lluviosa a diferentes días de descanso en la provincia de Los Ríos, Ecuador:

Tabla 1*Bromatología de muestras secas 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

Obtenido de: (Avellaneda, et al, 2008).

Fertilización de Pasturas

Una buena fertilización de los pastos forrajeros provoca un aumento en el contenido de proteína, mayor producción en biomasa, mayor porcentaje de digestibilidad, una mayor altura de la planta, una mejor relación tallo-hojas y mayor palatabilidad para los animales, por lo que aumenta el consumo y se obtendrán mayores índices de engorde o productividad animal, según Gándara et al, (2017).

Uno de los minerales más importantes para las pasturas es el nitrógeno, ya que promueve el crecimiento y desarrollo de los forrajes, también incide directamente en el desarrollo de nuevos brotes, y aumenta el número de hojas por planta González et al, (1997). Un punto importante a destacar es que los pastos se encuentran a menudo en crecimiento activo, debido a su adaptabilidad ante el consumo continuo de animales, por lo tanto, Cerdas, (2011) y Gándara et al, (2017) recomiendan la aplicación de nitrógeno fraccionado, preferentemente después de cada rotación de potreros, además de suplementar con fósforo y potasio una vez al año, los tres elementos bajo un análisis de suelo.

Requerimiento nutricional de *Brachiaria brizantha*

Los requerimientos nutricionales promedio de *Brachiaria brizantha*, según el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, (1982) son de 100 kg/ha de nitrógeno, 20 kg/ha de fósforo y 40 kg/ha de potasio, aunque este pasto por lo general depende del contenido de nutrientes existentes en el suelo, debido a que es muy poco común un plan de manejo de fertilización en el país entre los ganaderos (Vera, 2017). Lo ideal es fertilizar, para el aumento del rendimiento en biomasa y aumentar la carga forrajera, mejorando la calidad del pasto, si no se cuenta con un análisis de suelo, que permita el cálculo de fertilizantes por hectárea, Gutiérrez et al, (2018) recomiendan aplicar dos fertilizaciones al año como mínimo de 56 kg/ha de nitrógeno, 12 kg/ha de fósforo y 25 kg de potasio.

Características del Nitrabor

El fertilizante edáfico YaraLiva Nitrabor, es un fertilizante compuesto de nitrato de calcio más boro, el cual posee un agente antiaglomerante que evita la formación de grumos y aumenta la homogeneidad en el suelo, además es de liberación controlada. Una de las características más representativas es que este fertilizante posee calcio soluble en agua, lo que aumenta la eficacia de absorción de este mineral por las raíces. El calcio en las pasturas aumenta la resistencia de las paredes celulares, mejorando la tolerancia al pastoreo y los daños mecánicos si es pasto de corte, (Marques, et al, 2017).

De manera general, la dosis recomendada por el fabricante de Nitrabor para pastos y forrajes es entre 150 a 200 Kg/ha, dependiendo del tipo de pasto, la edad, etapa fisiológica y los periodos de descanso, además, el contenido de un saco de Nitrabor de 50 kg es de 15,45% de nitrógeno amoniacal, 14,25% de nitrógeno nítrico, 26% de óxido de calcio y 0,3% de Boro, (Yara International ASA, 2020).

Importancia de la dosis óptima en fertilización

El cálculo de las dosis óptimas es importante en el manejo de aplicación de fertilizantes y de cualquier otro agroquímico de aplicación directa al suelo, debido a que permiten el buen manejo y empleo de estos productos de forma eficiente, es decir, que se puede obtener mayores resultados en nutrición, calidad y rendimiento de las plantas con el uso exacto del producto, sin ser necesario aplicarlo en exceso o despilfarrar el producto. Por lo general se mide a partir del 90% de eficiencia para tener un margen de error aceptable, debido a que las condiciones en campo suelen no ser homogéneas y no se pueden controlar, esto se logra con ayuda de varios modelos matemáticos no paramétricos que permita determinar la dosis óptima en base a ciertas variables de interés agrícola, (Gordón & Camargo, 2015).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área experimental

Ubicación política

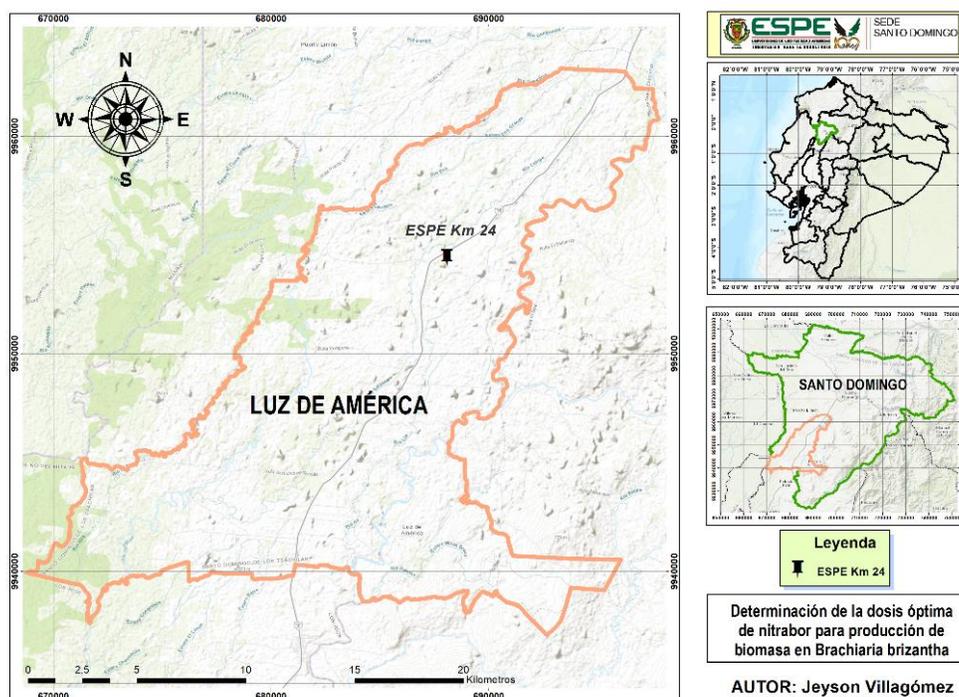
- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo de los Colorados
- Parroquia: Luz de América
- Dirección: Km 24 vía Santo Domingo – Quevedo

Ubicación geográfica

Hacienda Zoila Luz a una altitud de 270 msnm.

Figura 1

Ubicación del sitio



Nota: Ubicación donde se instaló el ensayo.

Ubicación ecológica

- Clima: Bosque Húmedo Tropical
- Temperatura: 24 – 26 °C
- Humedad: 89%
- Pluviosidad: 2980 mm al año
- Altitud: 270 m.s.n.m
- Heliofanía: 660 horas luz

Materiales**Fase de campo****Instalación del ensayo****Tabla 2***Recursos para la instalación del ensayo*

<i>Materiales/insumos</i>	<i>Reactivos</i>
Estacas	Nitrabor
Letreros	Glifosato
Piola tomatera	
Marcadores	
Machete	
Cuadrante de 50 cm ²	
Libreta de campo	
Estacas de 90 cm de alto	
Fundas plásticas	
Marcadores	
Balanza gramera	

Cámara

Moto guadaña

Balanza

Bomba de mochila

Sobre de papel

Análisis de suelo

Métodos

Diseño Experimental

Factores a Probar

- Nitrabor
- Dosis de nitrabor (0, 0,12x, 0,25x, 0.50x, x, 2x) siendo x la dosis recomendada, en kilogramos por hectárea es (0, 24, 50, 100, 200, 400) kg/ha.

Tratamientos a probar

Tabla 3

Descripción de los tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Descripción</i>
T1	0 % dosis de Nitrabor (testigo 0 kg/ha)
T2	12% dosis de Nitrabor (24 kg/ha)
T3	25% dosis de Nitrabor (50 kg/ha)
T4	50% dosis de Nitrabor (100 kg/ha)
T5	100% dosis de Nitrabor (200 kg/ha)
T6	200% dosis de Nitrabor (400 kg/ha)

Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de completamente al azar, el tratamiento es con seis dosis y tres repeticiones, el fertilizante que se utilizó es Nitrabor.

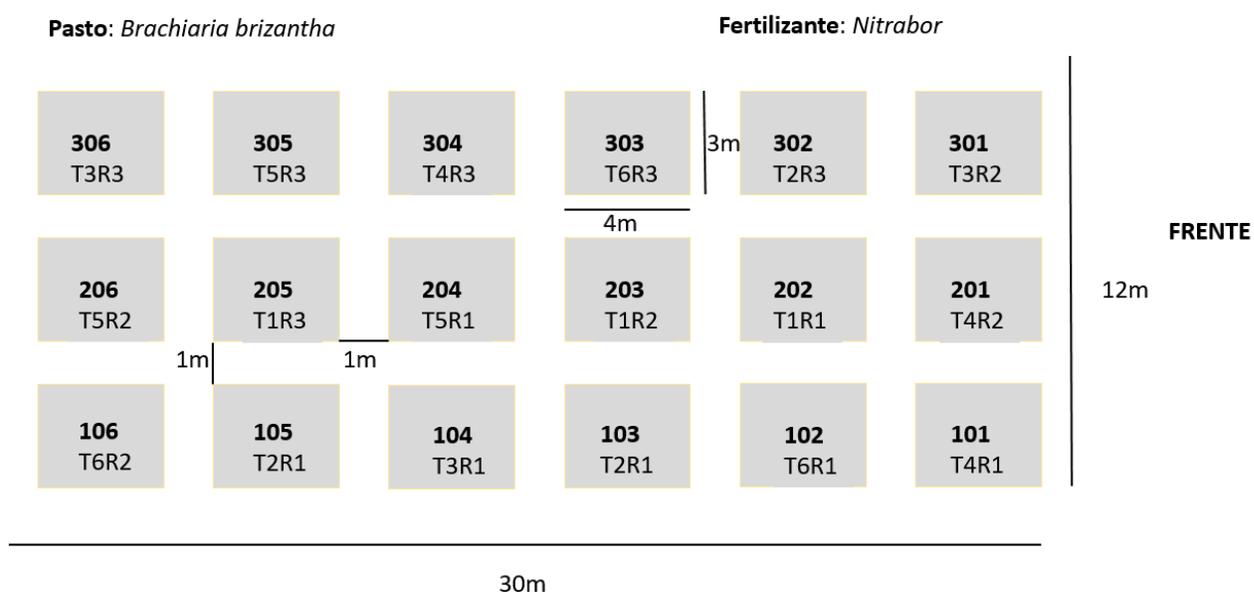
Características de las unidades experimentales.

- Número de tratamiento: 6
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 18
- Ancho de la unidad experimental: 4m
- Largo de la unidad experimental: 3m
- Forma de la unidad experimental: Rectangular
- Área de cada unidad experimental: 12m²
- Área neta del ensayo: 360m²
- Área total del ensayo: 1800m²
- Área total de caminos: 144m

Croquis de diseño

Figura 2

Distribución de las unidades experimentales



Análisis estadístico:

Se realizó el análisis de varianza, además se utilizó para la separación de medias el método de Duncan al 5% para la comparación de medias, para la dosis óptima se utilizó un modelo matemático de Weibull tipo 2 con 4 parámetros.

Variables a medir:

Altura de la planta.

La altura se tomó con la ayuda de una cinta métrica cada 7 días a partir del corte de igualación hasta el día 42, se tomó tres áreas al azar de cada unidad experimental, teniendo en cuenta el efecto borde.

Longitud de hoja.

La longitud de la hoja se tomó de igual forma cada 7 días con la ayuda de una cinta métrica tomando en cuenta el primer nudo hasta el ápice, se midieron tres hojas al azar de cada unidad experimental.

Peso fresco a los 42 días.

Se utilizó un cuadrante de 0,5 m x 0,5 m. se recolecto el pasto presente en el cuadrante de cada unidad experimental, se colocó en sobres de papel y se pesó con la ayuda de una balanza analítica.

Peso seco a los 42 días.

Se dejaron las muestras en la estufa a 60°C por 72 horas, luego se pesó las muestras secas con la balanza analítica y los resultados obtenidos se los proyecto para la hectárea.

Análisis bromatológico a los 42 días.

Se tomó muestras de cada unidad experimental, con la ayuda de la balanza analítica se pesó 200 gr, para llevar al laboratorio a realizar su respectivo análisis.

Métodos específicos del manejo.

El ensayo inicio el 16 de septiembre con el reconocimiento del área y la extracción del suelo para su posterior análisis, el 11 de octubre se realizó el corte de igualación y a partir del 18 de octubre se tomaron datos hasta el 22 de noviembre, se evaluaron 6 niveles de fertilización de Nitrabor y 3 repeticiones (0 - 0,12x – 0,25x – 0,5x – x - 2x), en cada unidad experimental se realizó la fertilización de (0, 30, 60, 120, 240, 480 gr) respectivamente, cada unidad experimental fue de 4x3 m, se realizaron 18 unidades experimentales en total. La fase de laboratorio inicio el 22 de noviembre.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Biomasa fresca de *Brachiaria brizantha*

Análisis de varianza

Tabla 4

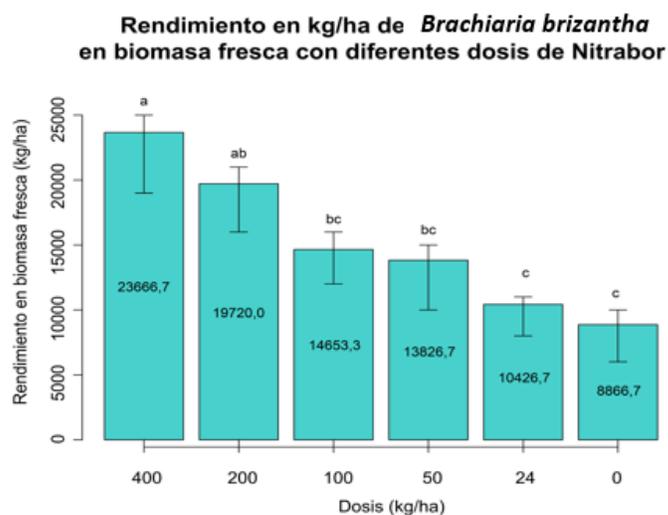
*Análisis de varianza de la biomasa fresca de *Brachiaria brizantha*, obtenida a los 42 días de la aplicación de Nitrabor*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	903952	451976	3,062	0,09178 .
Dosis	5	4715858	943171	6,389	0,00649 **
Total	10	1476261	147626		

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

Figura 3

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



En la figura 3 se muestra que las dosis de Nitrabor tuvieron un efecto significativo en el aumento del rendimiento en materia fresca (kg/ha). Al elaborar la prueba de Duncan al 5%, se obtuvo que la dosis de 400 kg/ha de Nitrabor obtuvo el mayor promedio en cuanto al aumento del rendimiento de la biomasa fresca (kg/ha), con un valor de 23666,67 kg/ha de biomasa fresca a los 42 días, superando el rango de rendimiento en materia fresca mencionado por Vera, (2017), de 8000 a 12000 kg/ha a los 40 días de rotación, como referencia, la dosis 0 (testigo) y 24 kg/ha de Nitrabor se encontró dentro del rango antes mencionado.

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

Tabla 5

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 Nitrabor a los 42 días

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	1,14849	0,25342	4,5320	0,020103 *
Límite inferior (c)	9086,99621	1018,60254	8,9210	0,002971 **
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	156,29197	21,93471	7,1253	0,005690 **
Error estándar residual	1061,236			

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

En la tabla 5 se muestran los parámetros de la regresión no lineal con el modelo matemático de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros, en el parámetro de límite superior (d), el valor fue igualado al promedio máximo obtenido del rendimiento en biomasa fresca, de 23666,67 kg/ha.

Tabla 6

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

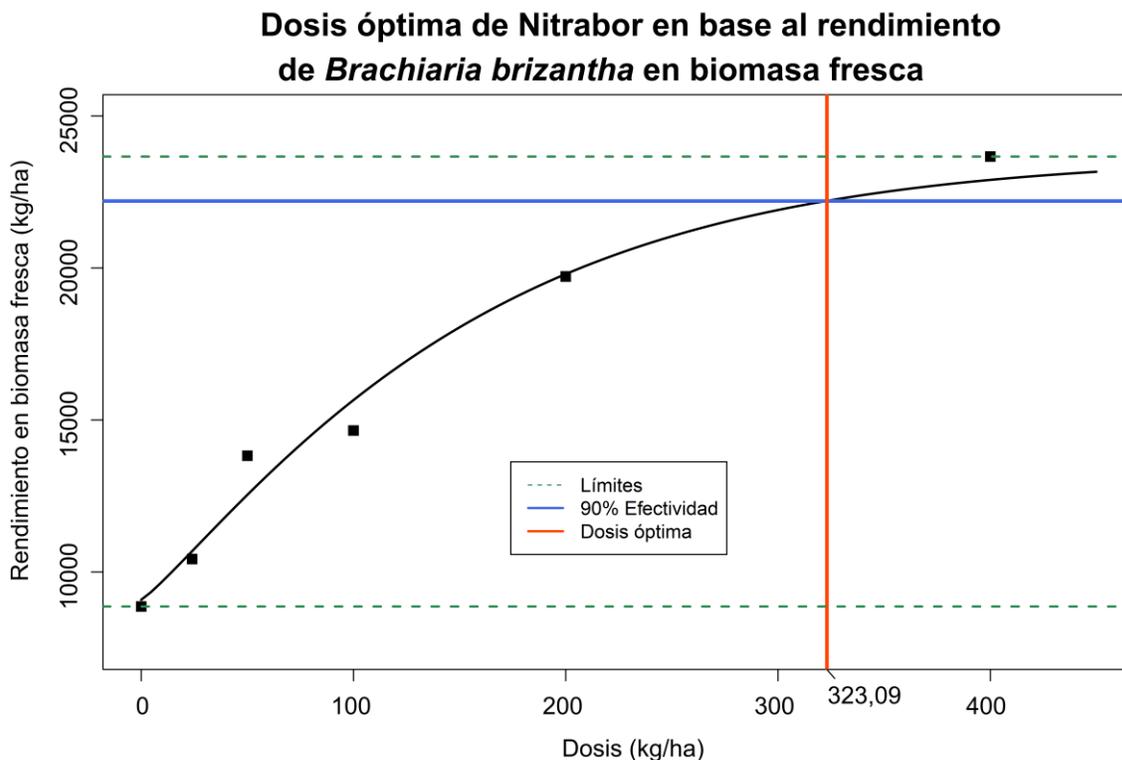
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
1,14849	0,25342	272,95 (± 43,76)	323,088 (± 59,12)

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

Como se muestra en la tabla 6, la dosis óptima de Nitrabor, calculada a partir del modelo matemático de Weibull, para obtener el 90% en el rendimiento máximo de biomasa fresca de *Brachiaria brizantha*, se requiere de 323,09 kg/ha, y para obtener un 85% del rendimiento máximo de biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* se requiere de 272,95 kg/ha.

Figura 4

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



En la figura 4 se muestra como el aumento de la dosis de Nitrabor (kg/ha) incrementa el rendimiento de la biomasa fresca de *Brachiaria brizantha* a los 42 días de evaluación, esto ante una respuesta evidente de que la fertilización provoca un aumento de la producción de biomasa, como manifiesta Gándara et al, (2017), aunque si se sigue aumentando la dosis, llegará a un punto en el que el rendimiento será homogéneo y no aumentará más.

En la misma figura también se muestra la dosis óptima calculada, la curva de la regresión no lineal cruza el 90% del máximo de rendimiento de 21300,01 kg/ha de biomasa fresca en la dosis 323,09 kg/ha de Nitrabor, siendo mayor a la dosis sugerida por la casa comercial Yara International ASA (2020) de 200 kg/ha para pastos forrajeros, con esta dosis óptima calculada se supera en gran medida el valor del rendimiento en biomasa fresca a los 40 días obtenido por Vera (2017) de 8000 a 12000 kg/ha, logrando un aumento considerable de la cantidad de carga forrajera y aumentando la calidad del mismo.

Biomasa seca de *Brachiaria brizantha*

Análisis de varianza

Tabla 7

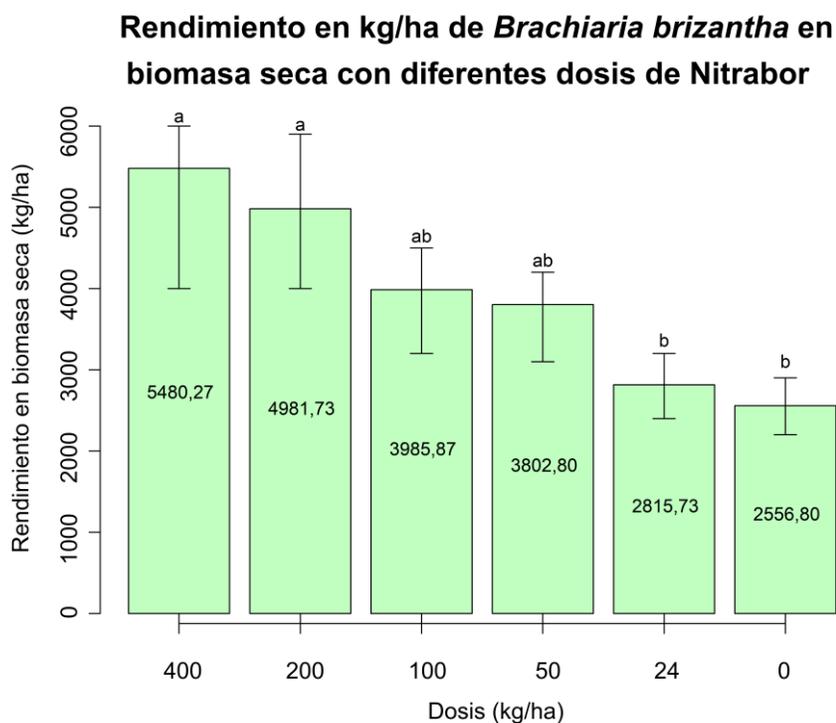
*Análisis de varianza de la biomasa seca de *Brachiaria brizantha*, obtenida a los 42 días de la aplicación de Nitrabor*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	5274	2637	2,262	0,1548
Dosis	5	199671	39934	3,425	0,0462 *
Total	10	116612	11661		

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

Figura 5

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



En la tabla 7 se observa que existe una diferencia significativa en las dosis de Nitrabor para el aumento de biomasa seca de *Brachiaria brizantha*. En la prueba de Duncan al 5% (figura 5) se muestra que la dosis de 400 y 200 kg/ha alcanzo un rendimiento de 5480,27 y 4981,73 kg/ha en biomasa seca respectivamente, ambas dosis siendo similares estadísticamente y por lo tanto, las dosis con valores más altos en cuanto al rendimiento de biomasa seca a los 42 días. En las dosis de 100 y 50 kg/ha de Nitrabor, existe similitud estadística con las dosis altas y bajas.

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

Tabla 8

*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 Nitrabor a los 42 días*

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	0,99794	0,37304	2,6751	0,11594
Límite inferior (c)	2517,87965	285,19951	8,8285	0,01259 *
Límite superior (d)	5643,93510	614,78544	9,1803	0,01166 *
Punto de inflexión (e)	134,25901	63,07782	2,1285	0,16709
Error estándar residual	297,6563			

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

Al igual que la tabla 5, en la tabla 8 se muestran los parámetros del modelo matemático de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros, en este caso, el límite superior (d) no fue igualado al valor máximo obtenido del rendimiento de biomasa seca.

Tabla 9

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

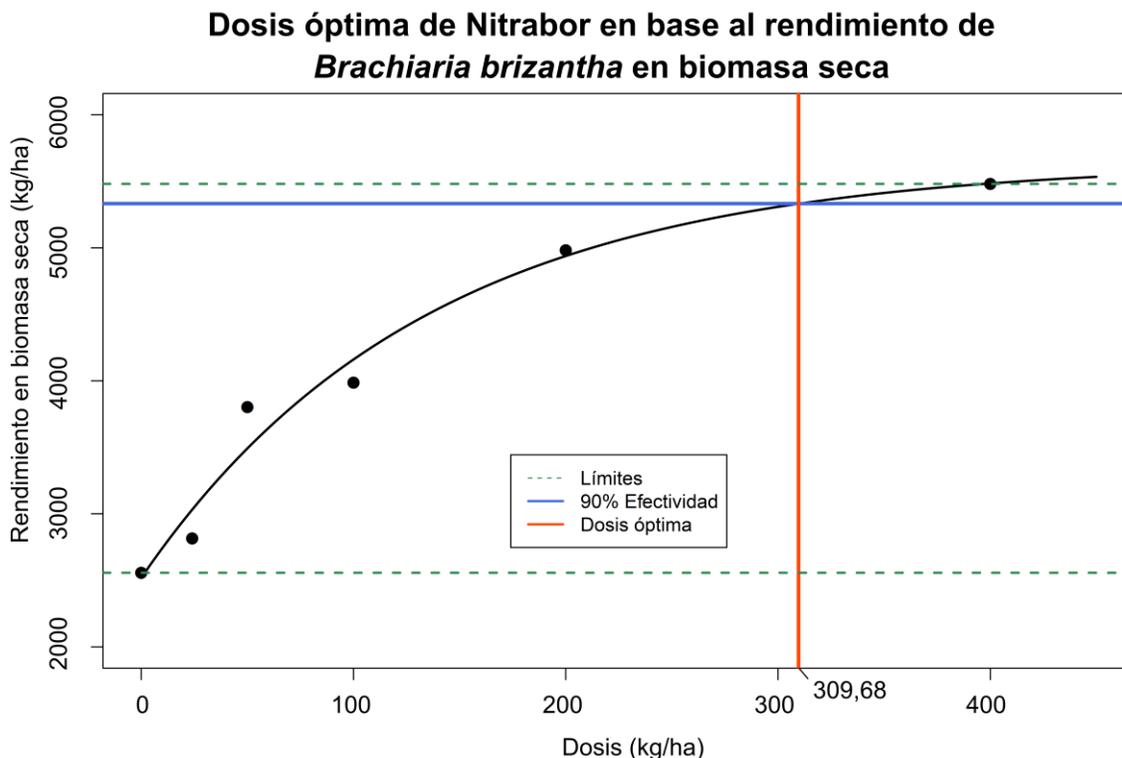
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
0,99794	0,37304	255,04 (± 164,0)	309,68 (± 117,76)

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

En la tabla 9 se muestra que, si se desea alcanzar el 90% del rendimiento máximo de biomasa seca en *Brachiaria brizantha*, se debe aplicar 309,68 kg/ha de Nitrabor, para alcanzar el 85% se requiere de 255,04 kg/ha.

Figura 6

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



Al igual que en la figura 4, en la figura 6 se muestra que mientras mayor sea la dosis de Nitrabor, mayor será el rendimiento en biomasa seca de *Brachiaria brizantha*. En cuanto a la dosis óptima, el valor para que alcance el 90% del rendimiento máximo registrado en la curva de la regresión de 5643,93 kg/ha de biomasa seca es de 309,68 kg/ha de Nitrabor, esta dosis es mayor a la recomendada por el fabricante Yara International ASA (2020) de 200 kg/ha, pero menor a la dosis óptima calculada en el rendimiento en biomasa fresca de 323,09 kg/ha, aun así en ambos casos se vio un gran incremento del rendimiento en biomasa, debido a que el Nitrabor es una fuente rica en nitrógeno amoniacal y nítrico, lo que logra el máximo aprovechamiento de nitrógeno por la planta, evitando pérdidas por volatilización o lixiviación, además de promover el aumento de la carga forrajera según González et al, (1997). Un punto

importante a destacar es que la dosis de 309,68 kg/ha de Nitrabor superó el rendimiento en materia seca sugerido por Avellaneda et al, (2008) de 2000 a 2500 kg/ha.

Entre el rendimiento en biomasa fresca y seca se obtuvo el 90% del rendimiento máximo en dosis cercanas a los 300 kg/ha, la cual es considerada la dosis óptima general para el aumento del rendimiento de *Brachiaria brizantha* al 90%, Gordón & Camargo, (2015) mencionan que al 90% de eficiencia de algún fertilizante se obtienen resultados aceptables, debido a que las condiciones en campo suelen no ser homogéneas y no se pueden controlar.

Evaluación del crecimiento durante 42 días

Análisis de varianza de la longitud de la hoja

Tabla 10

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

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	19,4	64,7	1,412	0,0652 .
Dosis	5	2856,2	571,2	47,797	< 2e-16 ***
Días	5	2435,5	487,1	40,757	< 2e-16 ***
Dosis:Días	25	57,0	21,1	1,764	0,3333
Total	70	836,6	12,0		

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

Figura 7

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

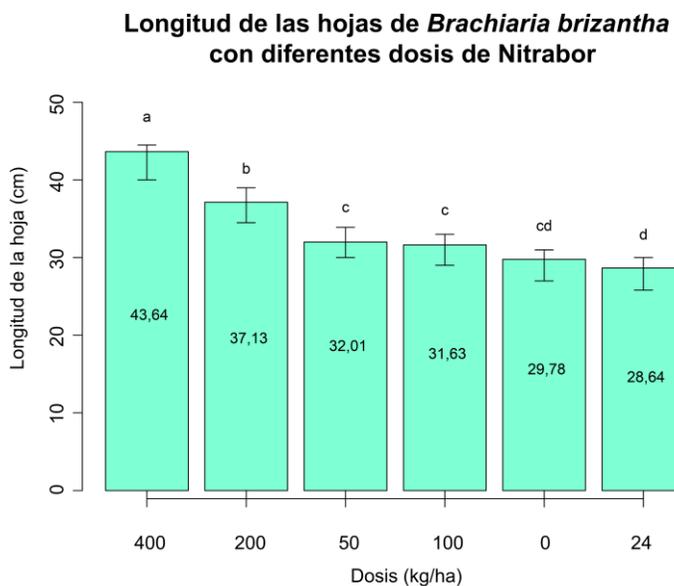
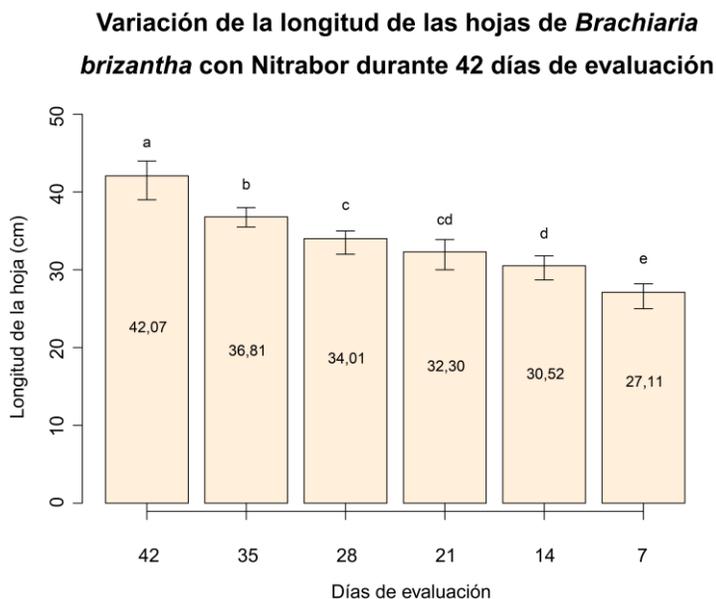


Figura 8

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



En la tabla 10 se muestra el análisis de varianza, en este caso bifactorial, del crecimiento en longitud de la hoja de *Brachiaria brizantha*, donde se muestra que el factor dosis de Nitrabor y el factor días de evaluación presentan diferencia significativa, la interacción de la dosis y los días no presenta diferencia.

En la figura 7 se observa que la dosis de 400 kg/ha obtuvo una longitud de la hoja en promedio de cada evaluación de 43,64 cm, siendo la dosis con mayor incremento en la longitud de la hoja, mientras que en la figura 8 se muestra que en el día 42 se obtuvo una mayor longitud de 42,07 cm con respecto a sus días anteriores, como una respuesta evidente a la evolución del crecimiento cada 7 días durante 42 días.

Análisis de varianza de la altura de la planta

Tabla 11

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

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	2	68	34,5	1,077	0,26007
Dosis	5	7199	1439,9	79,785	< 2e-16 ***
Días	5	10893	2178,6	120,718	< 2e-16 ***
Dosis:Días	25	285	45,0	1,372	0,1110
Total	70	1263	18,0		

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 Nitrabor

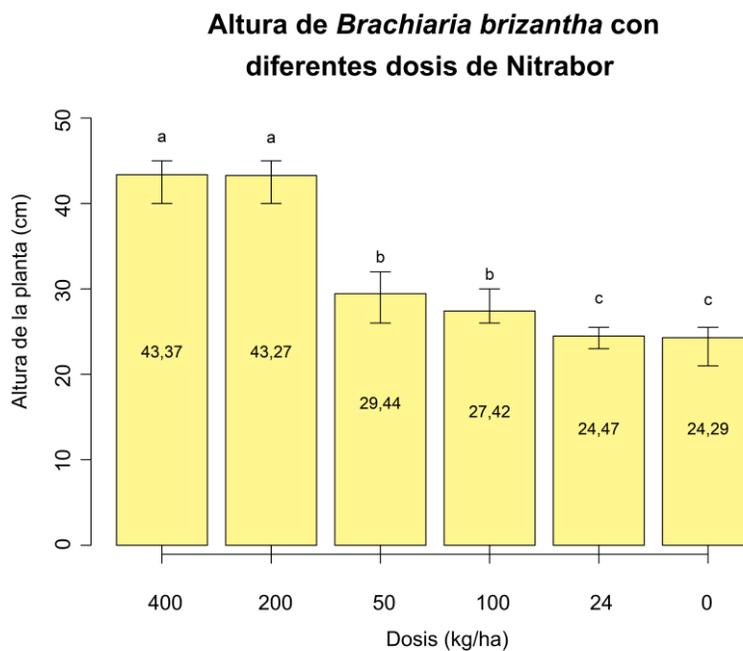
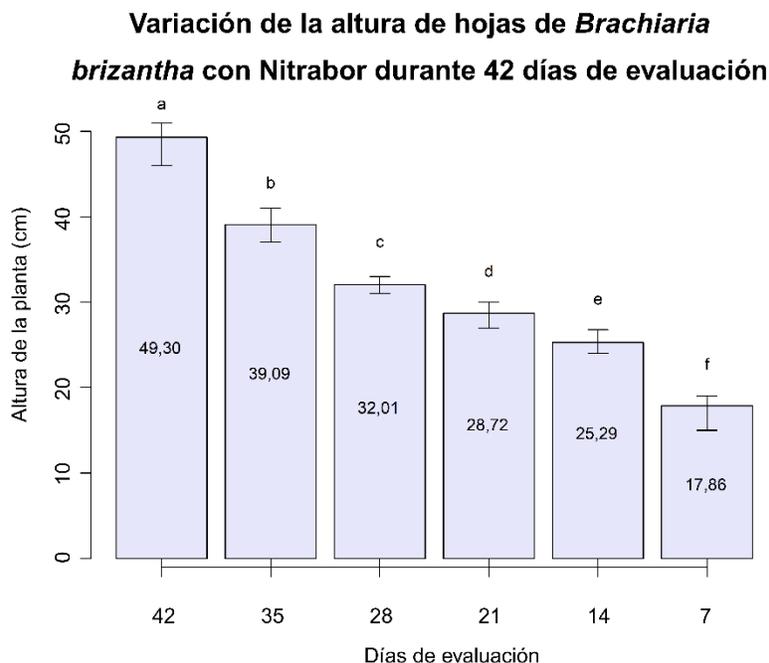


Figura 10

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



En cuanto a la altura de *Brachiaria brizantha*, en la tabla 11 se muestra el análisis de varianza bifactorial, donde el factor dosis de Nitrabor y el factor días de evaluación presentan diferencia, la interacción de la dosis y los días no presenta diferencia estadística.

En la figura 9 se observa que la dosis de 400 junto con la dosis de 200 kg/ha obtuvieron un similar promedio de altura, con valores de 43,37 y 43,27 cm respectivamente, siendo iguales estadísticamente. En la figura 10 se observa que en el día 42 se obtuvo una mayor altura de 49,30 cm con respecto a sus días anteriores, como una respuesta evidente a la evolución del crecimiento cada 7 días durante 42 días, del mismo modo que en la longitud de la hoja (figura 8).

Evolución del crecimiento de Brachiaria brizantha

Tabla 12

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

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	1,24443	0,58785	2,1169	0,1684817
	Límite inferior (c)	24,01320	0,59319	40,4817	0,0006097 ***
	Límite superior (d)	34,09921	4,00536	8,5134	0,0135182 *
	Punto de inflexión (e)	245,25209	154,94782	1,5828	0,2542954
Error estándar residual		0,5460475			
14	Pendiente (b)	2,71084	2,88839	0,9385	0,41721
	Límite inferior (c)	28,18735	0,82382	34,2152	5,489e-05 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	228,80181	41,47929	5,5160	0,01173 *
Error estándar residual		1,100675			
21	Pendiente (b)	3,3211	1,8749	1,7713	0,174632
	Límite inferior (c)	29,6859	0,7264	40,8671	3,224e-05 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	267,0368	40,1041	6,6586	0,006905 **
Error estándar residual		1,288992			
28	Pendiente (b)	2,21381	1,60314	1,3809	0,3013643
	Límite inferior (c)	30,27916	0,92679	32,6711	0,0009355 ***
	Límite superior (d)	44,49720	4,03757	11,0208	0,0081330 **
	Punto de inflexión (e)	246,49162	89,14317	2,7651	0,1096866
Error estándar residual		1,199518			
35	Pendiente (b)	1,3343	0,4851	2,7505	0,110666
	Límite inferior (c)	31,6146	1,1642	27,1549	0,001353 **
	Límite superior (d)	383,8807	5890,3677	0,0652	0,953966
	Punto de inflexión (e)	3511,5750	47271,4610	0,0743	0,947545
Error estándar residual		1,576551			
42	Pendiente (b)	1,8715	1,0962	1,7073	0,229887
	Límite inferior (c)	33,8663	2,3320	14,5224	0,004708 **
	Límite superior (d)	57,5014	3,3964	16,9299	0,003471 **
	Punto de inflexión (e)	180,2904	39,2702	4,5910	0,044314 *
Error estándar residual		2,6897			

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

Nota: los límites superiores (d) de los días 14 y 21 fueron igualados al máximo promedio de longitud de la hoja de 32,30 y 30,52 cm respectivamente.

Tabla 13

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

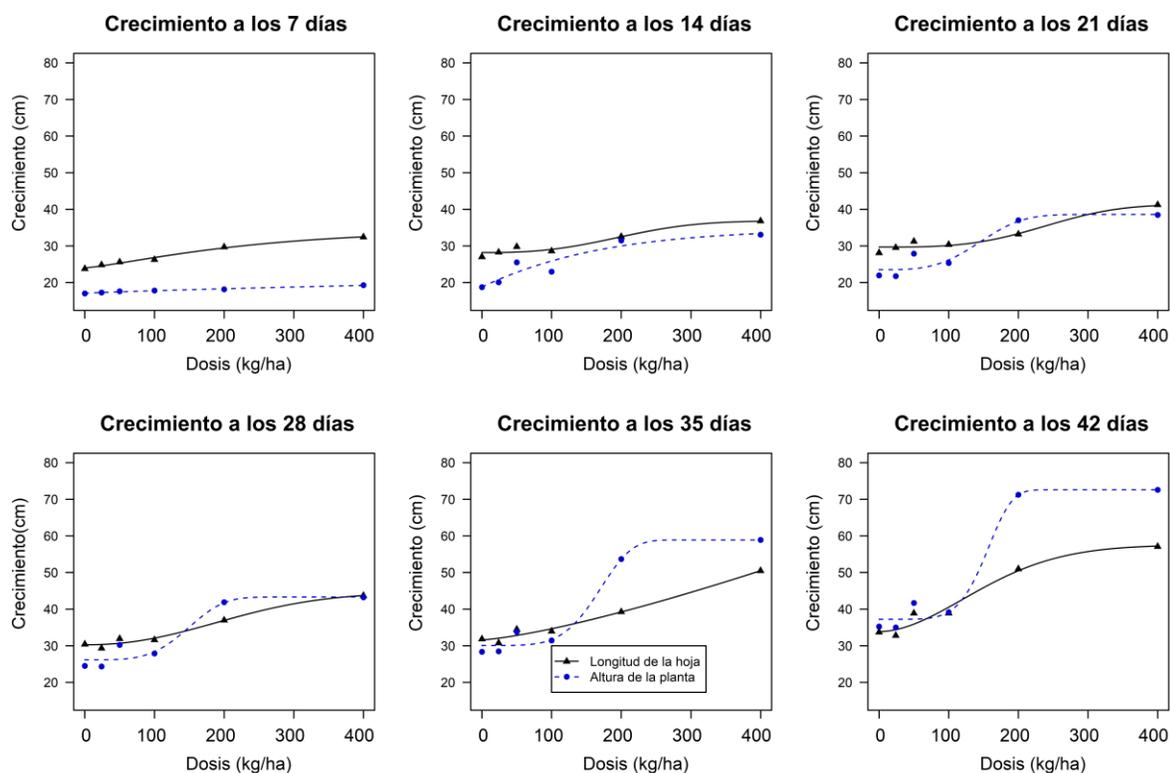
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	0,85099	0,19530	4,3574	0,04884 *
	Límite inferior (c)	17,07963	0,15003	113,8424	7,715e-05 ***
	Límite superior (d)	31,92083	29,35919	1,0873	0,39050
	Punto de inflexión (e)	3549,74850	9509,73667	0,3733	0,74479
	Error estándar residual	0,1593124			
14	Pendiente (b)	1,0460	1,0756	0,9725	0,43338
	Límite inferior (c)	18,8713	3,2405	5,8236	0,02824 *
	Límite superior (d)	34,7135	8,8669	3,9150	0,05948 .
	Punto de inflexión (e)	166,7926	190,1844	0,8770	0,47298
	Error estándar residual	3,088334			
21	Pendiente (b)	3,4184	4,4304	0,7716	0,521060
	Límite inferior (c)	23,5058	2,5448	9,2366	0,011519 *
	Límite superior (d)	38,5941	3,3779	11,4254	0,007574 **
	Punto de inflexión (e)	161,1182	45,3294	3,5544	0,070845 .
	Error estándar residual	3,420081			
28	Pendiente (b)	4,0922	3,9320	1,0407	0,407282
	Límite inferior (c)	26,1489	2,1485	12,1710	0,006683 **
	Límite superior (d)	43,3152	3,2602	13,2862	0,005617 **
	Punto de inflexión (e)	161,5856	39,5811	4,0824	0,055091 .
	Error estándar residual	3,300918			
35	Pendiente (b)	4,8823	3,7870	1,2892	0,326309
	Límite inferior (c)	30,0842	1,8928	15,8939	0,003935 **
	Límite superior (d)	58,8999	3,0851	19,0916	0,002732 **
	Punto de inflexión (e)	179,3656	20,7556	8,6418	0,013127 *
	Error estándar residual	3,087021			

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
42	Pendiente (b)	5,7530	3,7624	1,5291	0,265856
	Límite inferior (c)	37,2282	2,2404	16,6171	0,003602 **
	Límite superior (d)	72,5868	3,7450	19,3821	0,002651 **
	Punto de inflexión (e)	163,1471	29,6520	5,5021	0,031482 *
	Error estándar residual				3,76698

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

Figura 11

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



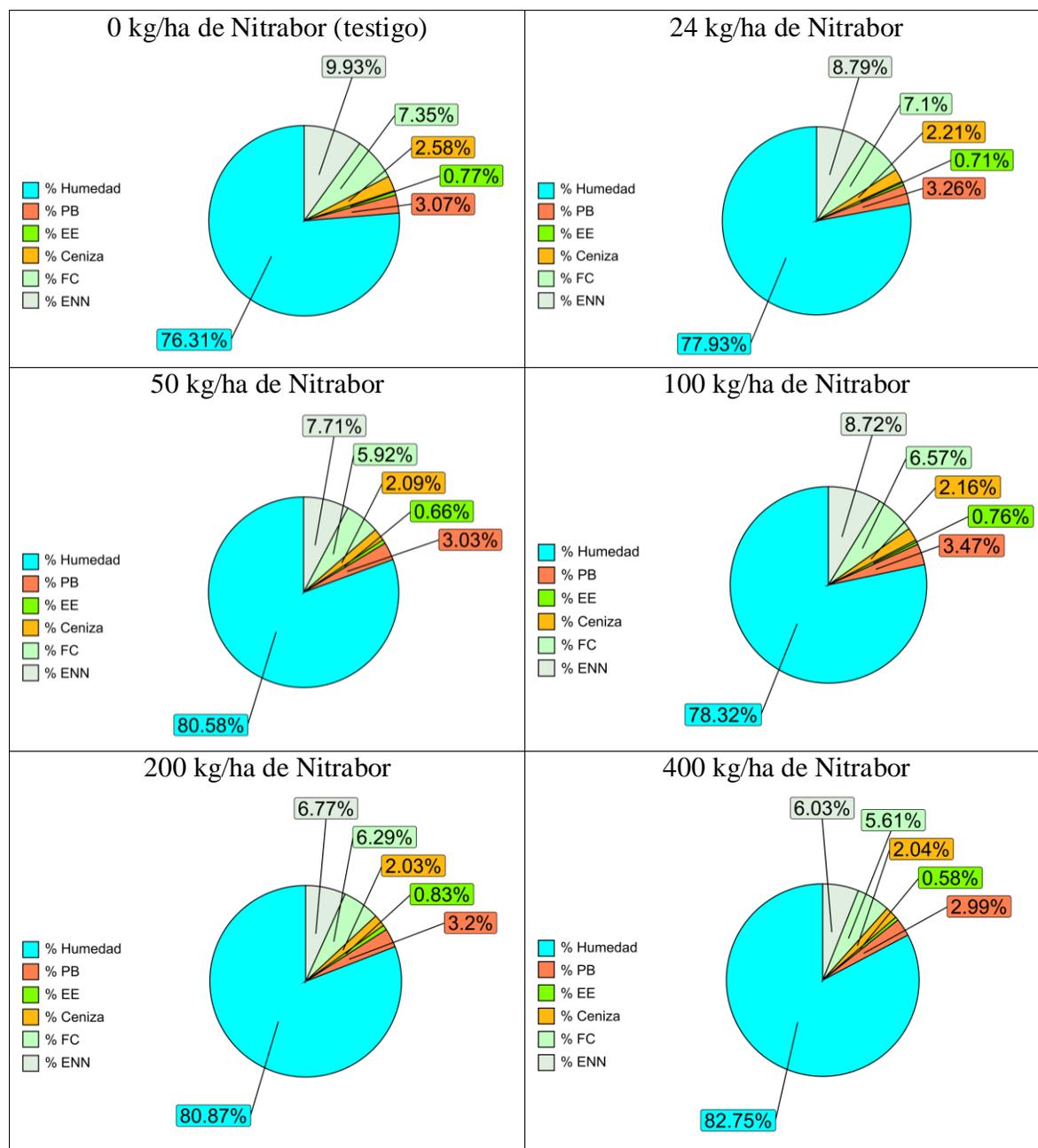
En la figura 11 se muestra la evolución del crecimiento tanto en longitud de la hoja (cm) como en la altura de la planta (cm) cada 7 días hasta los 42 días. Se observa que en los días 7, 14, 21 y 28 la longitud y altura de la planta son similares, mientras que a partir del día 35 al día 42, la altura de la planta aumenta, mas no logra llegar al rango establecido de 100 a 150 cm,

(González et al, 1997). Durante los 42 días de evaluación se observa que la tasa de crecimiento de *Brachiaria brizantha* según Avellaneda, et al (2008) es baja cuando se pasa del estado de desarrollo vegetativo al reproductivo. Aun así, *Brachiaria* y la mayoría de los pastos tienen la habilidad de recuperarse aproximadamente en 35 o 40 días después del pastoreo, esto gracias al índice de área foliar residual y la sobrevivencia de los meristemas apicales. Para esta variable no se logró calcular dosis óptima debido a que no es un parámetro de interés productivo.

Análisis bromatológico

Figura 12

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

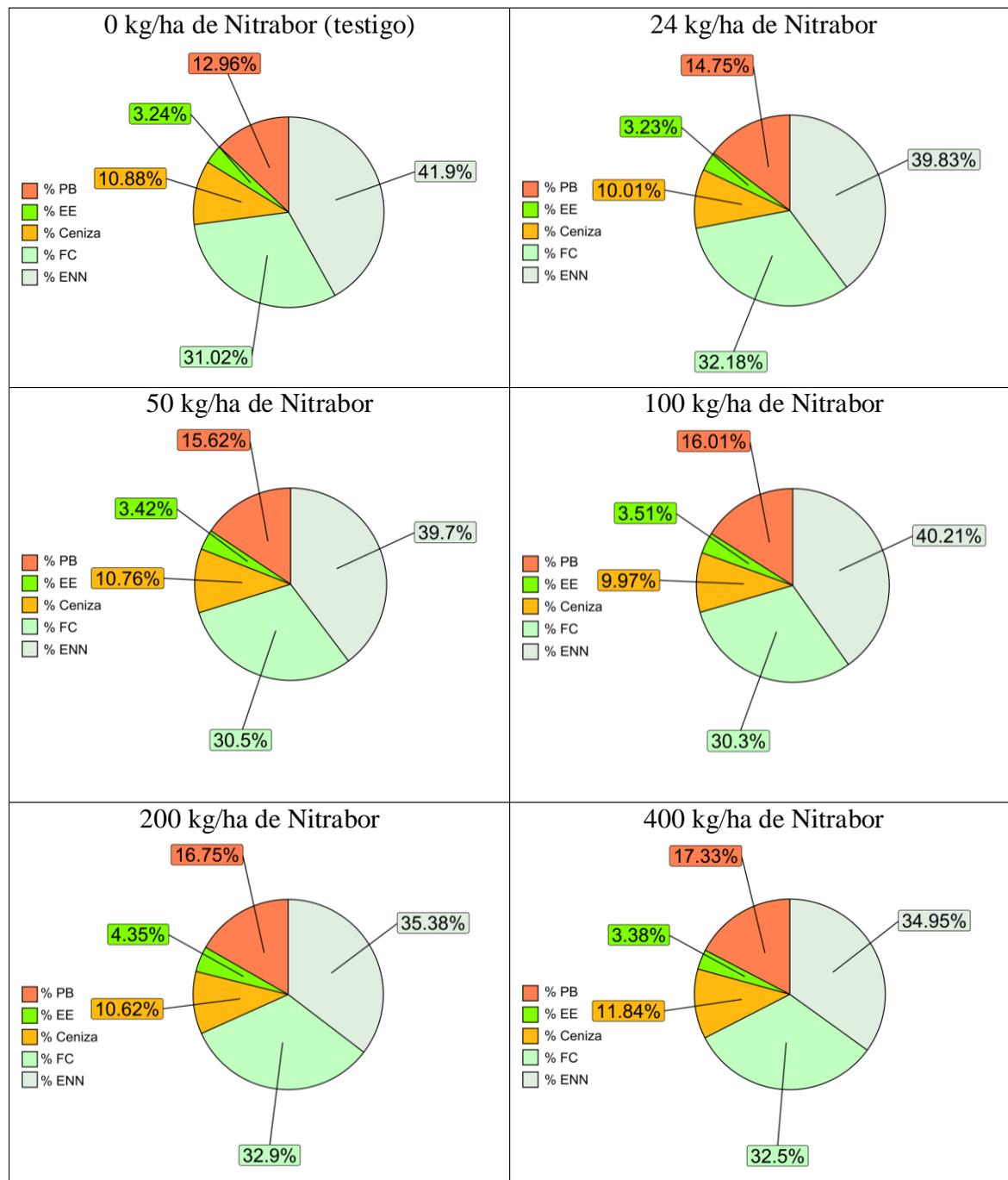


Detalles: "PB" Proteína cruda, "EE" Extracto etéreo (Lípidos), "FC" Fibra cruda, "ENN" Extracto no nitrogenado

En la figura 12 se muestra el análisis bromatológico de *Brachiaria brizantha* a los 42 días con plantas en estado fresco, este análisis se elaboró con una muestra homogénea por tratamiento, por lo que solo se realizó de manera descriptiva. En esta figura se ve que mientras mayor sea la dosis de Nitrabor aplicada, el contenido de humedad de la hoja va a incrementarse, debido al aumento en el rendimiento en biomasa fresca de la dosis más alta de la recomendada por el fabricante, aunque en el contenido de proteína bruta el porcentaje va descendiendo mientras mayor sea la dosis.

Figura 13

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



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

En la figura 13 se observa el análisis bromatológico de *Brachiaria brizantha* a los 42 días con plantas en estado seco, se observa que mientras mayor sea la dosis de Nitrabor, va a aumentar el contenido de proteína bruta, mientras los otros valores se mantienen casi similares, en la dosis recomendada por el fabricante se muestra que la proteína cruda alcanza un 16,75%, mayor a 10,69% comparado con la tabla del contenido bromatológico de *Brachiaria brizantha* a los 56 días elaborado por Abellaneda et al, (2008), los demás valores se mantienen similares, a excepción del extracto etéreo de 10,62% menor a 11,76%. Hay que mencionar que *Brachiaria brizantha* posee un alto valor nutritivo para ganadería, contiene de 10 a 15% de proteína cruda confiriéndole una buena capacidad de carga por hectárea de 1,5 a 2,5 unidades bovinas adultas (UBAs) en época seca y de 3 a 4 UBAs en época lluviosa, según (León, 2008).

Tabla 14

Presupuesto de dosis por hectárea

Dosis / ha	Precio Nitrabor \$ + jornal \$	Costo \$	Beneficio \$
0	0 + 30	30	170,4
24	24 + 30	54	187,7
50	48 + 30	78	253,5
100	96 + 30	126	265,7
200	192 + 30	222	332,11
400	384 + 30	378	365,3
Dosis optima 300	288 + 30	318	376

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

El beneficio se obtiene de los valores de *Brachiaria* con biomasa seca, haciendo regla de tres simple con el valor del mercado y los 300 kilos. Dosis optima $5643,93 \text{ kg por } 20 \text{ dólares} / 300 \text{ kg} = 376 \text{ \$}$.

Capítulo V

Conclusiones

El fertilizante Nitrabor presentó a los 42 días con el 90 % del rendimiento máximo en la curva de regresión es de 21300,01 kg/ha de biomasa fresca con la dosis optima de 323,09 kg/ha, de igual manera para biomasa seca se obtuvo con el 90 % del rendimiento máximo en la curva de regresión es de 5643,93 kg/ha la biomasa de 309,68 kg/ha de Nitrabor, considerando que la dosis optima cercana general seria de 300 kg/ha con un costo de 318 dólares con el 90 % de eficacia del fertilizante, debido a que existen condiciones en campo que no se pueden controlar.

La longitud de las hojas de *Brachiaria brizanta* obtuvo el mayor incremento con una longitud de 43,65 cm en la dosis de 400 kg/ha, así mismo en cuanto a la altura de la planta las dosis con 400 y 200 kg/ha obtuvieron un similar promedio de altura de 43.7 y 43,27 cm respectivamente.

En el análisis bromatológico realizado a los 42 días con plantas secas, se observa que mientras mayor sea la dosis de Nitrabor, se va aumentando considerablemente el contenido de proteína bruta, así mismo en la dosis recomendada por el fabricante muestra que la proteína cruda alcanzó un 16,75 % siendo un valor considerable y muy bueno, haciendo que sea de un alto valor nutritivo para la ganadería.

Recomendaciones

Se recomienda la dosis de 300 kg/ha de Nitrabor, siendo la dosis optima general para el aprovechamiento de *Brachiaria brizantha* en la época de verano, con la finalidad de tener una buena capacidad de carga por hectárea de unidades bovinas adultas (UBAs).

Se recomienda realizar más estudios con dosis optima de Nitrabor para producción de biomasa en *Brachiaria brizantha* para determinar su eficiencia en la época de invierno.

Evaluar en otros cultivos el fertilizante Nitrabor ampliando el rango de la dosis y los días de evaluación en la época de invierno.

Bibliografía

- 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
- Cabalceta, G. (1999). *Fertilización y Nutrición de Forrajes de Altura*. San José: Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Obtenido de http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_239.pdf
- 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>
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1982). *Adaptacion y requerimiento de fertilizancion de Brachiaria*. Obtenido de Libreria CIAT, Manual para la Evaluación Agronómica de pasturas del trópico: http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/ciat_digital/18394.pdf
- Contreras, F. (2006). *Comportamiento de la Brachiaria decumbens en pastoreo en la época lluviosa, en el área Integrada del Departamento de Santa Cruz*. Santa Cruz: Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Obtenido de http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/Tesis%20CONTRE
- Gándara, L., Borrajo, C., Fernández, J., & Pereira, 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.
- González, M. R., Anzúles, S. A., Vera, Z. A., & Riera, B. L. (1997). *Manual de pastos tropicales para la Amazonía ecuatoriana*. Napo: INIAP, Estación Experimental Napo Payamino, Programa de Ganadería Bovina y Pastos.
- 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.
- Gutiérrez, J., Hering, J., Muñoz, J., Enciso, K., Bravo, A., Hincapie, B., . . . Burkart, S. (2018). *Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas. Algunos aspectos clave a considerar*. Cali: Publicación CIAT No. 471. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- León, R. (2008). *Pastos y Forrajes. Producción y Manejo*. Quito: Segunda edición. Ediciones Científicas Agustín Alvarez A. Cía. Ltda.
- Marques, D., França, A., Oliveira, L., Arnhold, E., Ferreira, R., Correa, D., . . . Brunes, L. (2017). Production and chemical composition of hybrid Brachiaria cv. Mulato II under a system of cuts and nitrogen fertilization . *Biosci. j. (Online)*, 33(3), 685-696.
- Vera, J. (2017). *Periodos de descanso y fertilización de la mezcla forrajera Brachiaria brizantha - Pueraria phaseoloides en la época seca*. Santo Domingo de los Colorados: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería Agropecuaria.
- Yara International ASA . (Junio de 2020). *YaraLiva Nitabor*. Obtenido de Yarecuador Cia. Ltda.: <https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2020/06/YaraLiva-Nitabor.pdf>