



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

**EFECTO DE TRES LÁMINAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN
EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO MARANDÚ
(*Brachiaria brizantha* cv.) EN LA COMUNA RÍO VERDE,
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bryan Alfredo Zambrano Bravo

LA LIBERTAD, 2022



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

**EFECTO DE TRES LÁMINAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN
EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO MARANDÚ
(*Brachiaria brizantha* cv.) EN LA COMUNA RÍO VERDE,
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bryan Alfredo Zambrano Bravo

Tutora: Ing. Araceli Solís Lucas, PhD.

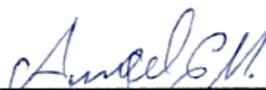
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **BRYAN ALFREDO ZAMBRANO BRAVO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

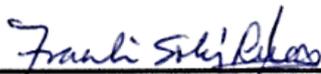
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 7/09/2022



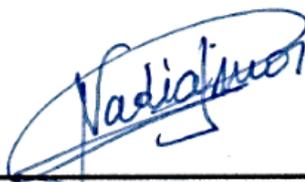
Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Ángel León Mejía, MSc
PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, Ph.D
PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



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



Lic. Ana Vilalta Gómez, Msc
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIA

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho esta parte de mi trabajo de titulación para expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que formaron parte de mi desarrollo personal y profesional:

A mis padres María Bravo y Wilson Zambrano por sus buenos consejos a quienes les debo lo que soy y seré.

A mi tutora la Ing. Araceli Solís Lucas por todo su esfuerzo y conocimientos brindados a lo largo de la investigación.

A todos los docentes que día a día impartían sus conocimientos conmigo y mis compañeros. En especial al Ing. Ángel León Mejía por sus asesoramiento y sugerencias.

A mis compañeros de clase, quienes más que amigos se convirtieron en mi familia, con quienes compartí momentos inolvidables que quedarán guardados en mi mente y corazón.

A mis compañeros más cercanos que me ayudaron en la elaboración y recolección de datos de mi trabajo de titulación: John González, Carelys Constante, Melany Sánchez, Karelys López, Kevin Proaño, Tommy Baquerizo, Nallely Castro y Erick León.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, quienes han sido mi motor y mi fuente de inspiración en la vida y a mis hermanos como muestra de que con dedicación y esfuerzo todo es posible.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde (UPSE) con el objetivo de evaluar el efecto de tres láminas de riego por aspersion en la calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Para el desarrollo de este experimento se trabajó con un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 3 tratamientos y 10 repeticiones; los tratamientos responden a las láminas de 80%, 100% y 120% ETo. Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta, longitud de hoja, ancho de hoja, rendimiento de materia fresca y calidad nutricional. La prueba de Tukey al 5% corroboró que existió diferencia significativa entre tratamientos, con el T₃ que fue la lámina de mayor influencia en el pasto Marandú. Al primer corte (C₁) la planta alcanzó una altura de 91.76 cm, con un rendimiento de materia fresca de 25.02 t ha⁻¹, mientras que, al segundo corte (C₂) se obtuvo una altura de planta de 82.06 cm y un rendimiento de materia fresca de 9.59 t ha⁻¹. Por lo que, se acepta la hipótesis planteada al encontrar que las láminas de riego influenciaron en el rendimiento productivo. Sin embargo, se rechaza la hipótesis para la calidad nutricional, ya que se observó que no influenció en los resultados del pasto Marandú *Brachiaria brizantha* cv.

Palabras claves: Programación de riego, corte de igualación, capacidad de campo, conductividad eléctrica del agua.

ABSTRACT

The present work was carried out at the Río Verde Support Center (UPSE) with the objective of evaluating the effect of three spray irrigation schedules on the nutritional quality of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. For the development of this experiment, a randomized complete block design (DBCA) with 3 treatments and 10 replications was used; the treatments respond to 80%, 100% and 120% ETo. The following variables were evaluated: plant height, leaf length, leaf width, fresh matter yield and nutritional quality. The 5% Tukey test corroborated that there was a significant difference between treatments, with T₃ being the most influential blade on Marandú grass. At the first cutting (C₁) the plant reached a height of 91.76 cm, with a fresh matter yield of 25.02 t ha⁻¹, while at the second cutting (C₂) the plant height was 82.06 cm and the fresh matter yield was 9.59 t ha⁻¹. Therefore, the hypothesis was accepted when it was found that the irrigation sheets had an influence on the productive yield. However, the hypothesis for nutritional quality was rejected, since it was observed that it did not influence the results of the Marandú grass *Brachiaria brizantha* cv.

Key words: irrigation scheduling, equalization court, field capacity, electrical conductivity of water.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**EFFECTO DE TRES LÁMINAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO MARANDÚ (*Brachiaria brizantha* cv.) EN LA COMUNA RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**” y elaborado por **Bryan Alfredo Zambrano Bravo**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

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



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema Científico:.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis:	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Origen Pasto Marandú	3
1.2 Taxonomía.....	3
1.3 Descripción botánica	3
1.4 Adaptación.....	3
1.5 Rendimiento y valor nutritivo.....	3
1.6 Riego.....	4
1.6.1 Riego por aspersión	4
1.7 Evapotranspiración	4
1.8 Evapotranspiración de referencia (ET _o).....	4
1.9 Coeficiente del cultivo (K _c)	5
1.10 Evapotranspiración del cultivo (ET _c).....	5
1.11 Parámetros de riego	5
1.11.1 Capacidad de campo (CC).....	5
1.11.2 Punto de marchitez permanente (PMP).....	5
1.11.3 Infiltración de agua en el suelo	5
1.11.4 Lámina de riego.....	6
1.11.5 Fracción de lavado (RL).....	6
1.11.6 Eficiencia de Riego (E _r).....	6
1.11.7 Lámina neta (L _n).....	7
1.11.8 Frecuencia o intervalo de Riego (IR)	7
1.11.9 Tiempo de riego (Tr).....	7
1.11.10 Elección de los aspersores.....	7
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1 Localización y descripción del área de estudio	8
2.1.1 Características del suelo.....	8

2.1.2	Características del agua	9
2.1.3	Características climáticas.....	10
2.2	Materiales y equipos.....	10
2.2.1	Material biológico.....	10
2.2.2	Materiales de campo	10
2.2.3	Equipos	10
2.3	Tratamientos y diseño experimental.....	11
2.3.1	Diseño experimental	11
2.3.2	Tratamientos y grados de libertad.....	11
2.4	Delineamiento experimental y disposición de los tratamientos en el campo.....	11
2.4.1	Delineamiento experimental	11
2.5	Manejo del experimento	12
2.5.1	Resiembra	12
2.5.2	Control de maleza	12
2.5.3	Corte del cultivo.....	12
2.5.4	Fertilización	13
2.6	Programación de riego.....	13
2.6.1	Determinación de capacidad de campo (CC).....	13
2.6.2	Punto de marchitez permanente (PMP)	13
2.6.3	Evapotranspiración de referencia (ETo)	13
2.6.4	Evapotranspiración del cultivo (ETc).....	13
2.6.5	Lámina neta (Ln)	14
2.6.6	Lámina bruta (Lb).....	14
2.6.7	Fracción de lavado (RL)	15
2.6.8	Frecuencia de riego (IR)	15
2.6.9	Pluviométrica del aspersor (Ia)	15
2.6.10	Tiempo de riego (Tr).....	16
2.6.11	Elección del aspersor.....	16
2.6.12	Distribución de los emisores	16
2.6.13	Evaporación de la tina clase “A”.....	17
2.6.14	Determinación del coeficiente de la tina (Kp)	17
2.7	Variables evaluadas	17
2.7.1	Altura de planta.....	17

2.7.2	Longitud de hoja	17
2.7.3	Ancho de hoja	18
2.7.4	Rendimiento de Biomasa fresca	18
2.7.5	Análisis de la calidad nutricional.....	18
2.7.6	Análisis estadístico	18
2.7.7	Modelo matemático	18
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		19
3.1	Variables agronómicas del primer y segundo corte del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú.....	19
3.1.1	Altura de la planta en los cortes realizados.....	19
3.1.2	Ancho de hoja en los cortes realizados	19
3.1.3	Longitud de hoja en los cortes realizados	20
3.1.4	Rendimiento materia fresca t ha ⁻¹ en los cortes realizados	21
3.1.5	Valor nutricional del forraje de <i>Brachiaria brizantha</i>	23
3.1.6	Programación de riego	24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		25
Conclusiones.....		25
Recomendaciones		25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		26
ANEXOS		30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto Marandú.....	3
Tabla 2. Coeficiente del cultivo (Kc)	5
Tabla 3. Velocidad de infiltración según la textura del suelo	6
Tabla 4. Eficiencia de aplicación de riegos presurizados.....	7
Tabla 5. Características físicas texturales del suelo	8
Tabla 6. Características químicas del suelo.....	9
Tabla 7. Características químicas del análisis del agua.....	9
Tabla 8. Descripción de los tratamientos en estudios.....	11
Tabla 9. Grados de libertad del experimento.....	11
Tabla 10. Delineamiento experimental.....	12
Tabla 11. Características del aspersor	16
Tabla 12. Altura de la planta <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú	19
Tabla 13. Ancho de hoja del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú	20
Tabla 14. Longitud de hoja del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú	20
Tabla 15. Rendimiento materia fresca t ha ⁻¹	21
Tabla 16. Volumen de agua aplicada con relación a la producción del primer corte.....	21
Tabla 17. Volumen de agua aplicada con relación a la producción del segundo corte.....	22
Tabla 18. Clasificación nutricional de las gramíneas	23
Tabla 19. Calidad nutricional del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú.....	24
Tabla 20. Calidad nutricional del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú en relación de las láminas de riego.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Centro de Apoyo Río Verde	8
Figura 2. Precipitaciones y temperaturas del 2022.....	10
Figura 3. Curva de producción del pasto Marandú en el primer corte	22
Figura 4. Curva de producción del pasto Marandú en el segundo corte	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Altura de planta al primer corte	30
Tabla 2A. Análisis de la varianza, altura de la planta al primer corte.....	30
Tabla 3A. Ancho de hoja al primer corte	30
Tabla 4A. Análisis la de varianza, ancho de hoja al primer corte	30
Tabla 5A. Longitud de hoja al primer corte	31
Tabla 6A. Análisis de la varianza, longitud de hoja al primer corte	31
Tabla 7A. Rendimiento de materia verde t ha ⁻¹ al primer corte	31
Tabla 8A. Análisis de la varianza, rendimiento de materia verde t ha ⁻¹ al primer corte	31
Tabla 9A. Altura de planta al segundo corte	32
Tabla 10A. Análisis de la varianza, altura de planta al segundo corte	32
Tabla 11A. Ancho de hoja al segundo corte.....	32
Tabla 12A. Análisis de la varianza, ancho de hoja al segundo corte	32
Tabla 13A. Longitud de hoja al tercer corte.....	33
Tabla 14A. Análisis de la varianza, longitud de hoja al segundo corte.....	33
Tabla 15A. Rendimiento de materia verde t ha ⁻¹ al segundo corte.....	33
Tabla 16A. Análisis de la varianza, rendimiento de materia verde t ha ⁻¹ al segundo corte.	33
Figura 1A. Análisis de agua, Río Verde UPSE (2021)	34
Figura 2A. Análisis de suelo, Río Verde UPSE (2021).....	35
Figura A 4. Análisis bromatológico del pasto Marandú al primer corte	36
Figura 5A. Programación de riego del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú.....	40
Figura 6A. Reconocimiento del área experimental	41
Figura 7A. Delimitación del terreno	41
Figura 8A. Tina de evaporación clase “A”	41
Figura 9A. Aplicación de riego	42
Figura 10A. Toma de datos	42
Figura 12A. Pesaje del pasto <i>Brachiaria Brizantha</i> cv. Marandú.....	42

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades económicas que demanda gran cantidad de agua a nivel mundial y se estima que cerca del 33 al 90% del agua dulce disponible es destinada a la agricultura, de los cuales un gran porcentaje es utilizado para la producción de pastos para la alimentación del ganado, sin embargo, la falta de conocimiento provoca el uso ineficiente del recurso hídrico, por lo que resulta de gran importancia realizar estudios que contribuyan a la optimización del mismo (Daza *et al.*, 2015).

Según Estrada (2013), en Ecuador el área destinada a pastizales integra cerca del 41 % de la superficie agrícola total del país, aunque presentan un bajo rendimiento debido a las sequías prolongadas a lo largo del año, además del manejo inadecuado.

Por otro lado, Mendoza y Bermúdez (2015) señalan que el riego es suministrar agua a los cultivos con el fin de saciar las necesidades hídricas que no fueron cubiertas de forma natural a través de las precipitaciones.

Guamán (2021) menciona que las principales formas de riego utilizadas en Ecuador son: por inundación (78%), por aspersión (20%) y localizado (2%) evidenciando la falta de tecnificación al momento de regar.

En la provincia de Santa Elena las investigaciones sobre las necesidades hídricas del pasto Marandú documentadas son muy escasas, bajo estas consideraciones, se planteó la propuesta de investigación “Efecto de tres láminas de riego por aspersión en la calidad nutricional del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha* cv.) En la comuna de Río Verde, Provincia de Santa Elena”, con el fin de determinar una lámina de riego óptima que permita obtener un máximo rendimiento.

Problema Científico:

¿Cuál de las láminas de riego aplicadas al pasto Marandú (*Brachiaria brizantha cv*), tiene un mejor rendimiento de biomasa y calidad nutricional?

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar el efecto de tres láminas de riego por aspersión en la calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha cv*. Marandú, en la comuna Río Verde, Provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el comportamiento agronómico del pasto Marandú, bajo la influencia de tres láminas de riego.
2. Estimar el rendimiento de biomasa en función de las láminas de riego del pasto Marandú *Brachiaria brizantha cv*.
3. Determinar la calidad nutritiva del pasto Marandú *Brachiaria brizantha cv*.

Hipótesis:

Las variaciones en las dosis de riego aplicadas influyen en el rendimiento productivo y la calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha cv*. Marandú.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen Pasto Marandú

El pasto *Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne tropical, originaria de África, es considerada la pastura mejorada más cultivada en Brasil y Perú, debido a su rápida adaptabilidad en zonas calurosas y suelos de baja fertilidad (Cañizares, 2014).

1.2 Taxonomía

La Tabla 1 detalla la taxonomía del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú descrita por (Valle, 2020).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto Marandú

Reino	Plantae
División	Magnoliopsida
Orden	Poales
Familia	Poacea
Tribu	Paniceae
Especie	<i>Brachiaria brizantha</i> cv.
Nombre común	Marandú

1.3 Descripción botánica

Según Pilco (2017), el pasto Marandú es una gramínea que se propaga mediante material vegetativo, llegan a mediar hasta 1.60 m de altura, sus hojas son lanceoladas y de escasa vellosidad; alcanzan una longitud de 60 cm y 2.5 cm de ancho, su inflorescencia es una panícula compuesta de 3 a 4 racimos que provienen de los nudos del tallo, sus raíces son profundas lo cual facilita que sobrevivan a períodos prolongados de sequías.

1.4 Adaptación

González *et al.* (1997) manifiesta que el pasto Marandú se adapta bien a zonas tropicales con un rango altitudinal que va de 250 hasta los 1200 msnm, temperaturas de 18 a 25 °C y precipitaciones anuales de 800 a 4000 milímetros.

1.5 Rendimiento y valor nutritivo

Según Estrada (2013), la fertilidad del suelo y las precipitaciones juegan un papel importante en la productividad del pasto Marandú su rendimiento por hectárea va desde los 8.000 a

10.000 kg al año.

León *et al.* (2018) menciona que el pasto Marandú contiene buen valor nutritivo debido a su relación hoja – tallo, la planta cuenta con 10 a 14% de proteína cruda de alta digestibilidad. El contenido de proteína cruda varía en dependencia de la edad del rebrote y la fertilidad del suelo, a mayor contenido de nitrógeno mayor porcentaje de proteína cruda del forraje (Tumbaco, 2019).

1.6 Riego

Aguilar (2021) plantea que el riego es una práctica agrícola que ayuda a cubrir el requerimiento hídrico de los cultivos, debido a la escasez de precipitaciones en un área específica, el manejo del riego permite conocer la cantidad de agua que hay que proporcionar, esto depende de las características edafoclimáticas de la zona y del cultivo.

1.6.1 Riego por aspersión

El riego por aspersión es un sistema mediante el cual se aplica agua hacia el suelo a modo de lluvia, por medio de tuberías, el agua viaja a gran presión hasta los aspersores, sale de ellos y cae sobre el terreno (Guamán, 2021).

1.7 Evapotranspiración

Vásquez *et al.* (2017) menciona que la evapotranspiración es un proceso de flujo de agua hacia la atmósfera resultante de la evaporación del agua en el suelo y de la transpiración de las plantas.

Tapia (2021) asegura que la evapotranspiración es un proceso complejo que no depende solo de los factores climáticos, sino de las características morfológicas y fisiológicas de la cobertura vegetal, textura del suelo y humedad.

1.8 Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Amaya (2019) plantea que la evapotranspiración potencial (ET_o) es el efecto de las pérdidas de humedad por la evaporación del suelo y la transpiración de la planta, existen distintos métodos para calcular la (ET_o) entre los más usados están: la tina de evaporación clase “A” y la ecuación de Penman y Monteith que se calcula a través del software CROPWAT.

1.9 Coeficiente del cultivo (Kc)

Pilatasig and Calero (2021) indican que el coeficiente del cultivo (Kc) es la capacidad que tiene la planta para extraer agua del suelo durante las diferentes etapas fenológicas.

Tabla 2. Coeficiente del cultivo (Kc)

Cultivo	Kc			
	Inicial	Media	Desarrollo	Maduración
Pasto rotación	0,3	0,8	1	0,8

Fuente: Rodríguez (2021)

1.10 Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Aguilar (2021) manifiesta que la evapotranspiración del cultivo (ETc) se define como la demanda de evaporación de la atmosfera sobre las plantas que se desarrollan bajo condiciones adecuadas, con características ideales tanto de manejo como de ambiente y que alcanzan la producción potencial sobre condiciones climáticas dadas.

1.11 Parámetros de riego

1.11.1 Capacidad de campo (CC)

Torres (2021) define la capacidad de campo (CC) como la cantidad máxima de humedad que es retenida por el suelo después de 48 horas de libre drenaje, de acuerdo a la textura del suelo, el agua que está retenida es absorbida por medio de las raíces de las plantas.

1.11.2 Punto de marchitez permanente (PMP)

Corado (2014) plantea que el punto de marchitez permanente (PMP) es el porcentaje de humedad del suelo al que las plantas no pueden acceder, una vez el suelo alcanza valores PMP la planta se marchita y es incapaz de recuperarse, así el suelo se sature de agua.

Según Mariño (2006), el punto de marchitez permanente (PMP) es el potencial hídrico del suelo más pernicioso del cual las plantas no lograr sobrevivir, el valor del PMP depende de los factores climáticos y de la conductividad eléctrica del agua.

1.11.3 Infiltración de agua en el suelo

Santistevan (2015) indica que la infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra el suelo, hacia sus capas inferiores, la infiltración varía según su estructura, labranza,

densidad, porosidad y contenido de humedad. La Tabla 3 detalla la velocidad de infiltración del suelo descrita por (Xavier & Sotamba, 2014).

Tabla 3. Velocidad de infiltración según la textura del suelo

Textura	mm/hr
Arenosos	50
Franco arenosos	25
Franco	13
Franco arcillosos	8
Arcilloso limosos	2.5
Arcilloso	0.5

1.11.4 Lámina de riego

Según Aguilar (2021), la lámina de riego se refiere a la cantidad total de agua que se debe aplicar para saciar las necesidades del cultivo, por lo general se mide en mm o m³, para calcular la lámina de riego se toman en cuenta varios factores: capacidad de campo, punto de marchitez permanente y las características físicas del suelo.

Daza *et al.* (2015) menciona que es importante determinar la lámina de riego correcta para cada cultivo, de esta forma aseguramos la sostenibilidad de los sistemas productivos, el inadecuado manejo del agua depende del cálculo sobreestimado de las láminas de riego debido al desconocimiento del coeficiente del cultivo (Kc).

1.11.5 Fracción de lavado (RL)

Allen *et al.* (2006) mencionan que la fracción de lavado (RL) es una cantidad de agua plus que se necesita para movilizar las sales presentes en las capas inferiores del suelo, esta cantidad depende del tipo de cultivo y la salinidad del suelo.

1.11.6 Eficiencia de Riego (Er)

Corado (2014) menciona que no toda el agua que se proporciona al suelo se almacena en la zona radical, parte de ella se pierde por la escorrentía, la eficiencia de aplicación depende del método de riego, la nivelación del terreno y las características físicas del suelo. La Tabla 4 detalla la eficiencia de aplicación de riegos presurizados descrita por (Aguinsaca, 2020).

Tabla 4. Eficiencia de aplicación de riegos presurizados

Método de riego	Eficiencia de aplicación (%)
Aspersión	50 – 90
Micro aspersión	60 – 95
Goteo	65 – 95

1.11.7 Lámina neta (Ln)

Según Torres (2021), la lámina neta (Ln) es la lámina de agua que se debe dar al suelo cuando el cultivo ha absorbido la fracción de agua aprovechable por medio de sus raíces, sin esfuerzo alguno.

1.11.8 Frecuencia o intervalo de Riego (IR)

Según Cuenca (2021), la frecuencia de riego (Ir) es la relación de la lámina aprovechada con la demanda máxima del cultivo, es decir, es la cantidad de días que deben pasar para aplicar otro riego.

1.11.9 Tiempo de riego (Tr)

Erreyes (2021) menciona que el tiempo de riego (Tr) se refiere a la cantidad de minutos u horas que debe funcionar el emisor, con el fin de reponer el agua que fue consumida por el cultivo y los factores climáticos.

1.11.10 Elección de los aspersores

Erreyes (2021) menciona que para elegir el aspersor adecuado a nuestras necesidades debemos tomar en cuenta el requerimiento hídrico del cultivo, factores climáticos, factor económico, entre otros.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), ubicada en la comuna Río Verde, parroquia Chanduy, en el km 29 vía Santa Elena – Guayaquil. Las coordenadas geográficas del área de investigación responden a 2° 18' 32.5" Latitud sur y 80° 42' 03.6" Latitud oeste a una altitud de 54 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del Centro de Apoyo Río Verde

2.1.1 Características del suelo

Según Rodríguez (2021), el Centro de Apoyo Río Verde (UPSE) presenta un suelo franco – arenoso. Conforme (2022) manifiesta que el área posee disponibilidad de elementos para el cultivo (N, P, k) con interpretación baja y mediana. En la Tabla 5 y 6 se detallan estas características.

Tabla 5. Características físicas texturales del suelo

Análisis	Cantidad	Unidad	Interpretación
Arena	60	%	Franco arenoso
Limo	24	%	
Arcilla	16	%	

Fuente: Rodríguez (2021)

Tabla 6. Características químicas del suelo

Elementos	Cantidad	Unidad	Interpretación
Nitrógeno	11.61	ppm	Bajo
Fósforo	5.56	ppm	Bajo
Potasio	0,28	meq/100 g	Medio
Calcio	12	meq/100 g	Alto
Magnesio	2.84	meq/100 g	Alto
Azufre	5.56	ppm	Alto
Zinc	1.70	ppm	Bajo
Cobre	2.60	ppm	Medio
Hierro	11.3	ppm	Bajo
Manganeso	9.00	ppm	Muy bajo
pH	6.95		Parcialmente neutro
Mo	0.21		Alto

Fuente: Conforme (2022)

2.1.2 Características del agua

Valle (2020) indica que el agua utilizada para cumplir con los requerimientos hídricos de los cultivos establecidos en el Centro de Apoyo Río Verde (UPSE) presenta una clasificación C2S1, se caracteriza por disponer valores bajos de peligrosidad salina, lo que determina que es apta para el riego. En la Tabla 7 se detallan las características químicas del agua.

Tabla 7. Características químicas del análisis del agua

Elementos	Cantidad	Unidad
CE	340	uS/cm
Ca ⁺⁺	38.5	mg/L
Mg ⁺⁺	6.8	mg/L
Na ⁺	19.3	mg/L
K ⁺	8.9	mg/L
CO ₃	ND	meq/L
HCO ₃	2.90	meq/L
Cl	1.00	meq/L
SO ₄	ND	meq/L
Ph	7.70	
RAS*	1.00	
PSI*	1.00	%
Na	25.29	%

Fuente: Valle (2020)

2.1.3 Características climáticas

La Figura 2 muestra las precipitaciones y evapotranspiración en los meses de evaluación del pasto Marandú. Se observa que el mes de febrero obtuvo la mayor precipitación con 129 mm y la mayor evapotranspiración en el mes de marzo, a diferencia de junio que tuvo 12 mm de precipitación con una elevada ETo.

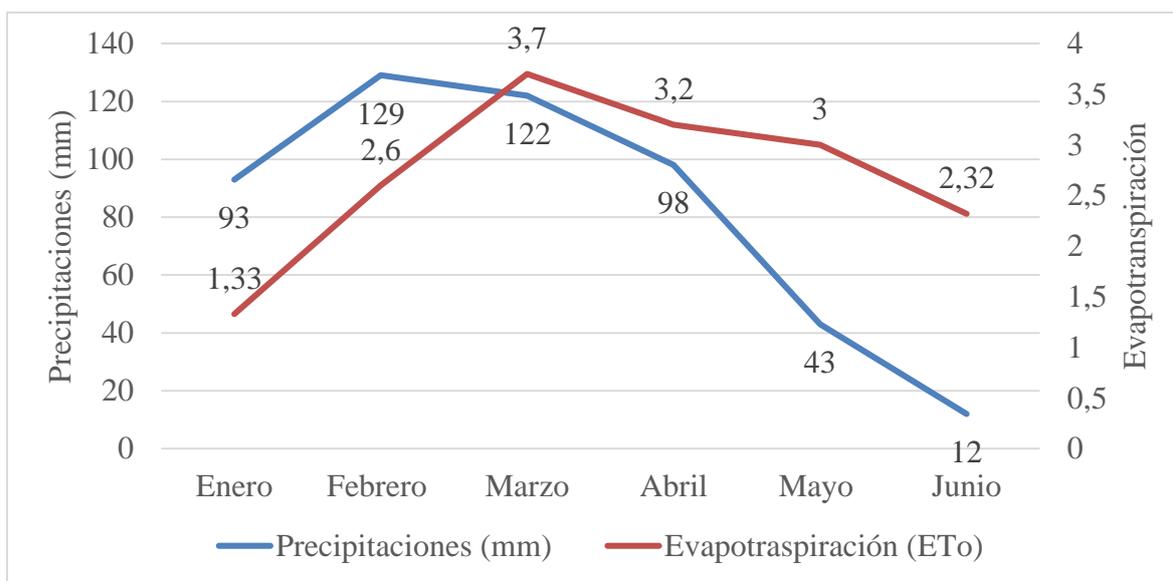


Figura 2. Precipitaciones y evapotranspiración del 2022

2.2 Materiales y equipos

2.2.1 Material biológico

Para el siguiente estudio se utilizó el pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú establecido por Valle (2020) como parte del proyecto “Evaluación de dietas nutricionales en la producción de ganado bovino a partir de especies forrajeras cultivadas”.

2.2.2 Materiales de campo

- ✚ Machete
- ✚ Azadón
- ✚ Cinta métrica
- ✚ Sierra

2.2.3 Equipos

- ✚ Laptop
- ✚ Cámara fotográfica
- ✚ Balanza

✚ Tina de evaporación clase “A”

✚ Calculadora

2.3 Tratamientos y diseño experimental

2.3.1 Diseño experimental

Para la ejecución del experimento se trabajó con un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 3 tratamientos y 10 repeticiones, dando un total de 30 unidades experimentales.

2.3.2 Tratamientos y grados de libertad

Los tratamientos que se usaron en el experimento corresponden a los datos obtenidos de la tina de evaporación clase A. La Tabla 8 detalla la descripción de los tratamientos en estudio. En la Tabla 9 se detallan los grados de libertad del experimento

Tabla 8. Descripción de los tratamientos en estudios

Tratamientos	Láminas de riego
T ₁	L ₁ (80%) ETo
T ₂	L ₂ (100%) ETo
T ₃	L ₃ (120%) ETo

Tabla 9. Grados de libertad del experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	2
Bloque	9
Error	18
Total	29

2.4 Delineamiento experimental y disposición de los tratamientos en el campo

2.4.1 Delineamiento experimental

El área total de estudio estuvo constituida por 2 079 m², divididas en 30 unidades experimentales, cada una conformada por 55 m², las dimensiones de cada unidad experimental de 5 m de ancho x 11 m de largo, con 1.5 m de separación entre bloques y 1 m entre tratamientos (Tabla 10).

Tabla 10. Delineamiento experimental

Diseño experimento	DBCA
Tratamientos	3
Repeticiones	10
Unidades experimentales	30
Distancia entre hileras	0.7
Distancia entre planta	0.5
Área de las parcelas	55 m ²
Área útil de la parcela	1 m ²
Número de planta por sitio	1
Número de planta por hileras	8
Número de hileras	12
Número de planta por parcela	96
Distancia entre parcelas	1 m
Distancia entre bloques	1.50 m
Distancia del borde experimental 4 lados	8 m
Número de plantas por bloques	960
Número de plantas por experimento	2880
Número de plantas por hectárea	28571
Área útil del experimento	1650 m ²
Área neta del experimento	1770 m ²
Área total del experimento	2079 m ²

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Resiembra

Previo al experimento se realizó la resiembra en los espacios vacíos de cada unidad experimental, para esto se utilizó material vegetativo del pasto ya establecido.

2.5.2 Control de maleza

El control de las malezas se hizo de forma manual cada vez era necesario, para esta labor se usó un machete.

2.5.3 Corte del cultivo

El corte de igualación se ejecutó al inicio del experimento y 45 días después se realizó el primer corte para evaluar el rendimiento de las diferentes láminas de riego aplicadas, se realizaron dos cortes cada 45 días.

2.5.4 Fertilización

Previo al inicio de la investigación se realizó la fertilización anual correspondiente al cultivo acorde a la dosis recomendada en la investigación de Valle (2020).

2.6 Programación de riego

2.6.1 Determinación de capacidad de campo (CC)

Para determinar la capacidad de campo (CC) se empleó la fórmula establecida por Bodman y Mahmud. Misma que fue usada por Torres (2021) en su estudio titulado “Comportamiento productivo del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv. BRS Zuri) a diferentes láminas de riego, en Río Verde, Santa Elena”.

$$CC\%ps = 0.023 (\% arena) + 0.25 (\% limo) + 0.61 (\% arcilla)$$

2.6.2 Punto de marchitez permanente (PMP)

El punto de marchitez permanente (PMP) se determinó con la siguiente fórmula, misma que es utilizada por Rodríguez (2021) en su estudio titulado “Efecto de diferentes láminas de riego en el rendimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, en Río Verde, Santa Elena”.

$$PMP\%ps = 0.001(\%arena) + 0.12 (\%limo) + 0.57 (\%arcilla)$$

2.6.3 Evapotranspiración de referencia (ETo)

La evapotranspiración de referencia (ETo) se calculó mediante la siguiente fórmula, misma que utilizó Calderón & Rivera (2018) en su estudio titulado “Efecto del riego deficitario mediante riego por aspersión en el rendimiento del pasto *Cynodon dactylon*”.

$$ETo = Ev * Kp$$

Dónde:

ETo: Evapotranspiración de referencia

Ev: Evaporación de la tina

Kp: Coeficiente de la tina

2.6.4 Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Para calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc) se utilizó la fórmula descrita en el libro por Allen *et al.* (2006).

$$ET_c = E_{To} * K_c$$

Dónde:

ET_c: Evapotranspiración de cultivo

E_{To}: Evapotranspiración de referencia

K_c: Coeficiente del cultivo

2.6.5 Lámina neta (Ln)

La lámina neta de riego (Ln) se determinó por medio de la fórmula descrita por Sabando & Molina (2013) en su trabajo titulado “Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), en la ESPAM-MFL”.

$$Ln = 100 * H * Da * (CC - PMP) * f$$

Dónde:

Ln: Lamina neta de riego

H: Profundidad efectiva del suelo

Da: Densidad aparente ciclo ciclo

CC: Capacidad de campo

PMP: Punto de marchitez permanente

F: Factor de agotamiento

2.6.6 Lámina bruta (Lb)

La lámina bruta de riego (Lb) se obtuvo por medio de la siguiente fórmula, misma que es usada por Solórzano (2012) en su trabajo de titulación “Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión, en cacao (*Theobroma cacao L.*), en el campus de la ESPAM- MFL”.

$$Lb = \frac{Ln}{Ea}$$

Dónde:

Lb = Lamina bruta

Ln: Lamina neta

Ea: Eficiencia de aplicación

2.6.7 Fracción de lavado (RL)

La fracción de lavado (RL) se calculó por medio de la siguiente fórmula, misma que es utilizada por Sabando & Molina (2013) en su trabajo titulado “Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersion en el área de clones del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), en la ESPAM – MFL”.

$$RL = \frac{CEa}{5CEe - CEa}$$

Dónde:

RL = Fracción de lavado

CEa = Conductividad eléctrica del agua de riego

CEe = Tolerancia a la salinidad medido por la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo

2.6.8 Frecuencia de riego (IR)

Para calcular la frecuencia de riego (IR) se hizo uso de la fórmula citada por Guerrero (2012) en su trabajo de titulado “Diseño de un sistema de riego por aspersion con automatización para el sector de UGÑAG, Cantón Penipe”.

$$IR = \frac{Ln}{ETc}$$

Dónde:

IR = Intervalo de riego

Ln = Lamina neta

ETc = Evapotranspiración del cultivo

2.6.9 Pluviométrica del aspersor (Ia)

La pluviometría del aspersor (Ia) se calculó utilizando la fórmula descrita por Sabando & Molina (2013) en su trabajo titulado “Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersion en el área de clones del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), en la ESPAM-MFL”

$$Ia = \frac{3600 * Qa}{El * Ea}$$

Dónde:

Ia = Intensidad de aspersion (mm/h)

Qa = Caudal del emisor (L/s)

Ea = Espaciamiento entre aspersores (m)

El = Espaciamiento entre laterales (m)

2.6.10 Tiempo de riego (Tr)

El tiempo de riego (Tr) se determinó utilizando la fórmula descrita por Catari (2018) en su trabajo titulado “Aplicación de tres láminas de agua con riego por aspersión en el cultivo de la alfalfa en la estación experimental de Choquenaira – La Paz”.

$$Tr = \frac{Lb}{Ia}$$

Dónde:

Tr = Tiempo de riego

Lb = Lamina bruta

Ia = Pluviometría del aspersor

2.6.11 Elección del aspersor

De acuerdo a los resultados de la infiltración del suelo, se realizó la elección del aspersor, mismos que deben poseer las características necesarias para cubrir el área de cada unidad experimental. La Tabla 11 detalla las características del aspersor.

Tabla 11. Características del aspersor

Características		
Salidas: 1		
Tamaño de boquilla: 4mm		
Tipo de conexión: ½ M		
Presión bar	Alcance m	Caudal m³/h
1.0	11.6	0.6
4.0	12.1	1.2

2.6.12 Distribución de los emisores

La distribución de los aspersores se realizó en consideración de sus características, en cada unidad experimental se colocaron dos aspersores ubicados a 5 metros de separación para evitar el traslape entre tratamientos.

2.6.13 Evaporación de la tina clase “A”

La tina de evaporación clase A se colocó sobre el suelo desnudo, se llenó de agua por debajo de los 5 cm del borde, se utilizó una malla protectora para evitar el acceso de los animales. Las lecturas se hicieron de forma diaria, a las 8:00 am y con ayuda de una regla, se determinó la cantidad de agua evaporada.

2.6.14 Determinación del coeficiente de la tina (Kp)

Para determinar el coeficiente de la tina (Kp) se empleó la fórmula descrita en el Manual 56 de Riego y Drenaje de la FAO Allen *et al.* (2006).

$$Kp = 0.61 + 0.00341492 - 0.001692 - 0.00000959210 + 0.003274 \ln (BORDE) \\ - 0.00289U_2 \ln (86.4 U_U) - 0.0106 \ln (86.4U_2) \ln (BORDE) \\ + 0.00063 [\ln (BORDE)]^2 \ln (86.4U_2)$$

Dónde:

Kp: Coeficiente de la tina

U₂: Velocidad promedio diaria del viento a 2 m altura

HR: Media humedad relativa media diaria

BORDE: Borde o distancia al borde de la superficie identificada

2.7 Variables evaluadas

Las variables evaluadas se tomaron dentro del área útil del experimento (1 m²) 45 días al momento del corte de igualación.

2.7.1 Altura de planta

La altura de planta se tomó desde la base del suelo hasta el punto apical, considerando 4 plantas al azar dentro de área útil, los resultados fueron expresados en centímetros (cm), se utilizó una cinta métrica para realizar la medición.

2.7.2 Longitud de hoja

La longitud de hoja se tomó desde la lígula hasta el ápice de la hoja, considerando 4 plantas al azar dentro del área útil, los resultados fueron expresados en centímetros (cm), se usó una cinta métrica para ejecutar la medición.

2.7.3 Ancho de hoja

Con ayuda de una cinta métrica se tomó el ancho de hoja, considerando 4 plantas al azar dentro del área útil, los resultados fueron expresados en centímetros (cm).

2.7.4 Rendimiento de Biomasa fresca

Con ayuda de una sierra a una altura de 5 cm de la base del suelo se cortó las 6 plantas presentes en el área útil de cada tratamiento, en una balanza se realizó el pesaje en libras (lb), luego se extrapolo a $t\ ha^{-1}$.

2.7.5 Análisis de la calidad nutricional

Para la obtención de los parámetros de calidad nutricional se realizaron el análisis proximal y de Van Soest, para lo cual se tomaron muestras de 1 kg de cada tratamiento. Las muestras fueron colocadas en fundas de papel y enviadas al laboratorio Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), al mismo día del corte.

2.7.6 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza y para la comparación de medias a la prueba de Tukey al 5% de significancia, utilizando software InfoStat versión estudiantil.

2.7.7 Modelo matemático

Se determinó la línea de tendencia del rendimiento de materia verde con relación al volumen de agua aplicada por tratamiento.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables agronómicas del primer y segundo corte del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

3.1.1 Altura de la planta en los cortes realizados

El análisis estadístico mostró que el T₃ fue la lámina que tuvo mayor incidencia sobre la altura de la planta en los dos cortes realizados. La prueba de Tukey al 5% corrobora la diferencia estadística del análisis de la varianza. Los valores del coeficiente de variación se encuentran en un rango aceptable (Tabla 12, Tabla 1A, Tabla 9A).

Tabla 12. Altura de la planta *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

Variable	Tratamientos			C.V %
	T ₁	T ₂	T ₃	
Altura de planta al primer corte	89.42 b	90.54 ab	91.67 a	1.31
Altura de planta al segundo corte	70.57 c	75.21 b	82.06 a	0.87

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%

En la Tabla 12 se muestra la influencia de las láminas de riego en los cortes realizados, los resultados coinciden con Rodríguez (2021) quien evaluó láminas de riego en el pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, siendo el T₃ el tratamiento que obtuvo mayor altura con 55.99 cm a los 30 días de evaluación. Así mismo, García *et al.* (2000) reportó mayor crecimiento a mayor volumen de agua aplicada sobre la *Leucaena leucocephala*: (Lam.) de Wit.

Sin embargo, son inferiores a los reportados por Suárez and Neira (2014) quienes manifiestan una altura de 115 cm a los 35 días con una frecuencia de riego de 4 veces por semana, es necesario mencionar que la diferencia de estos valores podrían deberse a que aplicó mayor dosis de nitrógeno (200 kg ha⁻¹).

3.1.2 Ancho de hoja en los cortes realizados

En la Tabla 13 se observa los resultados obtenidos para la variable ancho de hoja, la prueba de Tukey al 5% corrobora que esta variable al primer corte no presenta diferencia significativa entre los tratamientos, los coeficientes de variación se encuentran dentro de los rangos normales (Tabla 3A, Tabla 11A).

Tabla 13. Ancho de hoja del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

Variable	Tratamientos			C.V %
	T ₁	T ₂	T ₃	
Ancho de hoja al primer corte	1.93 a	1.91 a	1.97 a	2.07
Ancho de hoja al segundo corte	1.98 b	2.04 a	2.08 a	2.02

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%

Los resultados obtenidos al primer corte no muestran diferencia significativa entre tratamientos para la variable ancho de hoja, esto se puede relacionar con la influencia de las precipitaciones de febrero y marzo. Por otro lado, los resultados obtenidos al segundo corte son similares a los detallados por Torres (2021) al evaluar láminas de riego en la especie forrajera *Panicum maximum* cv. *BRS Zuri*, siendo la lámina de 120% correspondiente al tratamiento T₃ el que obtuvo valores superiores.

3.1.3 Longitud de hoja en los cortes realizados

La Tabla 14 muestra el efecto las láminas de riego en los dos cortes realizados, con el T₃ que registró valores superiores en comparación del T₂ y T₁. La prueba de Tukey al 5% corrobora la diferencia significativa entre los tratamientos, su coeficiente de variación se muestra dentro del rango permitido (Tabla 5A, Tabla 13A).

Tabla 14. Longitud de hoja del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

Variable	Tratamientos			C.V %
	T ₁	T ₂	T ₃	
Longitud de hoja al segundo corte	48.32 c	52.54 b	55.60 a	3.74
Longitud de hoja al tercer corte	41.83 c	46.00 b	51.85 a	1.94

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%

Resultados similares reportó Herrera (2021) al evaluar el efecto de diferentes láminas de riego en el pasto buffer (*Cenchrus ciliaris* L.) siendo el tratamiento T₃ la lámina de mayor influencia. Así mismo, Rodríguez (2021) obtuvo valores similares al someter al pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú a diferentes láminas de riego, obteniendo una longitud de hoja de 45.98 cm con la lámina de 120%. Por otro lado, Valle (2020) reporta un promedio para esta variable de 36.69 a los 45 días de evaluación, aplicando un riego de dos horas con una frecuencia de tres veces por semana, además de una fertilización nitrogenada de 100kg ha⁻¹.

3.1.4 Rendimiento materia fresca t ha⁻¹ en los cortes realizados

El análisis estadístico mostró que la lámina de 120% correspondiente al T₃ influye sobre el rendimiento de materia fresca en los cortes realizados. La prueba de Tukey al 5% corroboró la diferencia estadística del análisis de la varianza. Los valores del coeficiente de variación se encuentran dentro del rango permitido (Tabla 15, Tabla 7A, Tabla 15A).

Tabla 15. Rendimiento materia fresca t ha⁻¹

Variable	Tratamientos			C.V %
	T ₁	T ₂	T ₃	
Materia fresca t ha ⁻¹ al primer corte	19.77 c	22.18 b	25.02 a	4.33
Materia fresca t ha ⁻¹ al segundo corte	8.34 c	8.84 b	9.59 a	4.46

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%

La Tabla 16 detalla el rendimiento de materia fresca con relación al volumen de agua utilizada en cada tratamiento, en el cual se puede evidenciar que el T₃ presentó mayor rendimiento. Estos valores coinciden con Santistevan (2015) quien aplicó láminas de riego para medir la productiva del maíz (*Zea mays L.*) siendo el tratamiento T₄ y T₅ las láminas que obtuvieron un mejor rendimiento. Así mismo, Rodríguez (2021) reporta una media de 21.5 t ha⁻¹ con la lámina de 120% evidenciando que las láminas de riego influyen en el rendimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Tabla 16. Volumen de agua aplicada con relación a la producción del primer corte

Tratamientos	Volumen de agua aplicada m ³	t ha ⁻¹
T ₁ 80%	1028.16	19.77 c
T ₂ 100%	1285.20	22.18 b
T ₃ 120%	1542.24	25.02 a

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%

La Figura 3 muestra la curva de tendencia del rendimiento de materia fresca con relación al volumen de agua aplicado (m³); de acuerdo al coeficiente de determinación R², el modelo matemático muestra una función lineal.

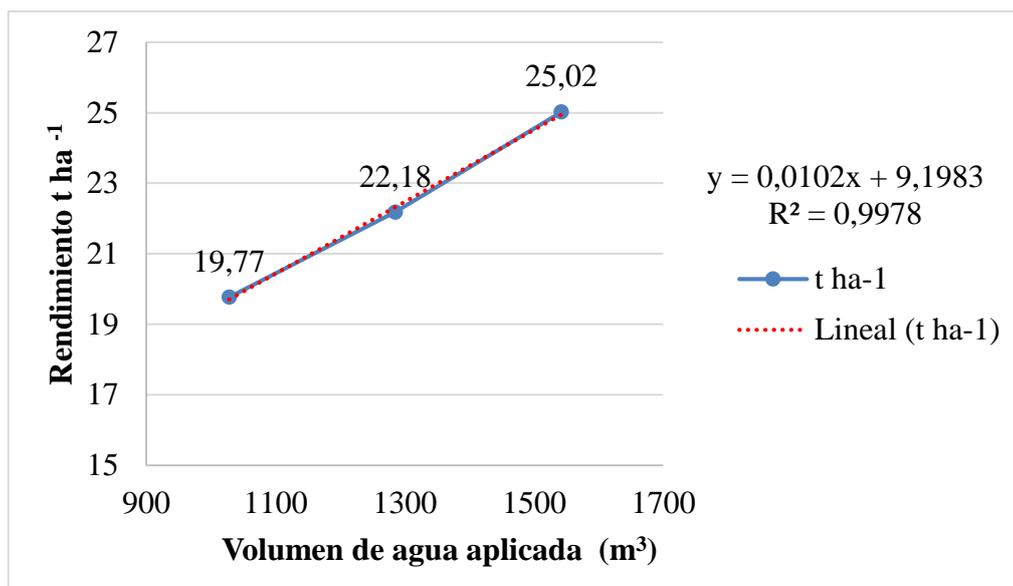


Figura 3. Curva de producción del pasto Marandú en el primer corte

La Tabla 17 corresponde a los resultados obtenidos al segundo corte, donde el T₃ destaca del T₂ y T₁, valores similares reportó Torres (2021) al evaluar el comportamiento productivo del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS Zuri) aplicando diferentes láminas de riego, evidenciándose que el T₃, la lámina de 120% obtuvo un mayor rendimiento. Así mismo, Yecas *et al.* (2014) en un estudio en el que midió el rendimiento y calidad del maíz forrajero (*Zea mays L.*) obtuvo un mayor rendimiento con la lámina más alta, del 100%.

Tabla 17. Volumen de agua aplicada con relación a la producción del segundo corte

Tratamientos	Volumen de agua aplicada m ³	t ha ⁻¹
T ₁ 80%	1162.56	8.34 c
T ₂ 100%	1453.20	8.84 b
T ₃ 120%	1743.84	9.59 a

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%

La Figura 4 muestra la curva de tendencia relacionando el rendimiento de materia verde con la cantidad de agua aplicada (m³), de acuerdo al coeficiente de determinación R², coincide con el modelo matemático del corte, con una función lineal.

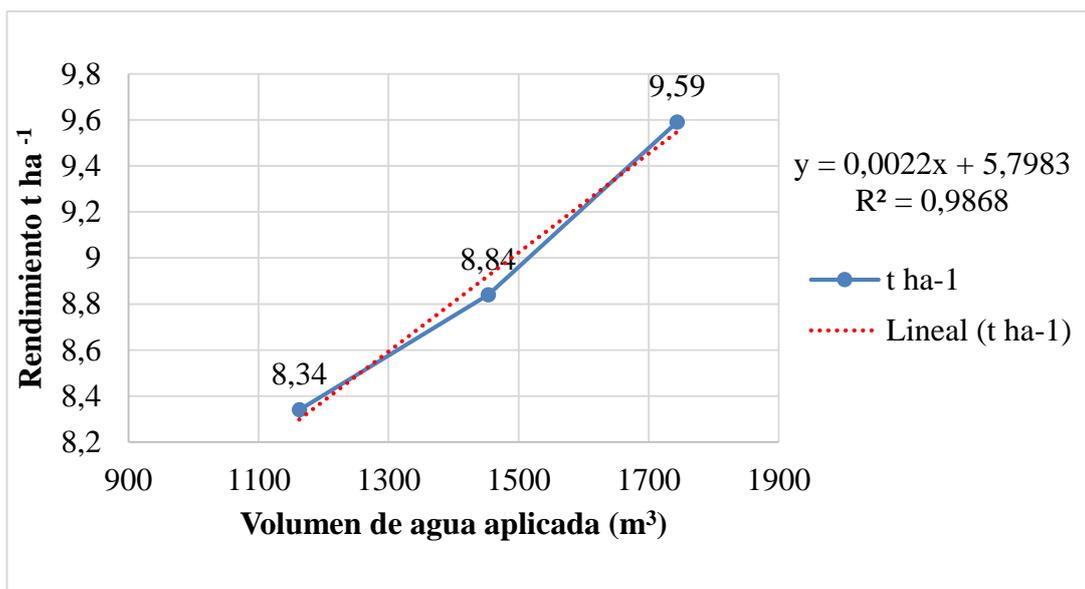


Figura 4. Curva de producción del pasto Marandú en el segundo corte

3.1.5 Valor nutricional del forraje de *Brachiaria brizantha*

La Tabla 18 muestra la clasificación de los valores nutritivos del pasto *Brachiaria brizantha* categorizados en: excelente, medio y bajo.

La Tabla 19 muestra la calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en relación con las láminas de riego aplicadas.

Estos resultados difieren a los obtenidos por Valle (2020) quien reporta un contenido de proteína cruda de 11.60% al aplicar un riego de 2 horas con una frecuencia de tres veces por semana. Así mismo, Miranda (2009) reporta un contenido de proteína cruda de 7.8% aplicando una fertilización completa,

Tabla 18. Clasificación nutricional de las gramíneas

CATEGORIA	PROTEÍNA	E.L.N	FDN	FDA	LIGNINA
Excelente	> 16.5	60.1	< 45	> 55.0	< 5
Medio	11.9	34.5	45 – 60	43 – 54.9	5 – 10
Bajo	< 7.4	41.0	65 – 80	36 – 42.9	10 – 15

Fuente: American Forage and Grassland Council; Dúran (2004)

Tabla 19. Calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

Tratamiento	H	C	E.E	P	F	E.L.N	FDN ^Ω	FDA ^Ω	LIGNINA ^Ω
T ₁	77,37	9,99	2,62	17,37	33,56	36,47	66,49	38,3	7,41
T ₂	79,76	10,02	2,24	18,39	32,84	36,5	61,48	37,2	7,18
T ₃	73,39	10,31	2,45	16,74	33,64	36,87	66,14	38,79	8,66

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%; E.E: Extracto etéreo; E.L.N: Extracto libre de nitrógeno; FDN: Fibra de detergente neutra; FDA: Fibra de detergente acida

Tabla 20. Calidad nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en relación de las láminas de riego

TRATAMIENTOS	PROTEÍNA	E.L. N	FDN	FDA	LIGNINA
T ₁	E	M	B	B	M
T ₂	E	M	B	B	M
T ₃	E	M	B	B	M

T: Tratamiento; T₁: Lámina 80%; T₂: Lámina de 100%; T₃: Lámina de 120%; P: Proteína C; E.L.N: Extracto libre de nitrógeno; FDN: Fibra de detergente neutra; FDA: Fibra de detergente acida

3.1.6 Programación de riego

Para calcular la programación de riego (Figura 5A) se tuvo en cuenta varios factores: características del suelo, velocidad de infiltración, necesidades hídricas del cultivo, entre otros. El tratamiento que tuvo mayor influencia sobre el rendimiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú fue el T₃, con una lámina total de 328 mm, con un tiempo de riego de 31 horas y un volumen de 3286.08 m³.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✚ El comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú estuvo influenciado por el T₃ con la lámina de 120% presentando mayor altura (82.06 cm), ancho de hoja (2.08 cm), longitud de hoja (51.85 cm) y rendimiento de materia fresca (25.02 t ha⁻¹)
- ✚ Se determinó que la lámina de 120% obtuvo un mayor rendimiento de materia fresca en los dos cortes realizados C₁ (25.02 t ha⁻¹) y C₂ (9.59 t ha⁻¹)
- ✚ La calidad nutricional de pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú no estuvo influenciado por las láminas de riego

Recomendaciones

- ✚ La lámina de 120% es la que mostró mayor rendimiento, por lo que se recomienda realizar la programación de riego en la zona de la investigación.
- ✚ Efectuar un estudio económico para conocer la relación beneficio – costo de cada tratamiento evaluado.
- ✚ Repetir la investigación aplicando nuevas láminas de riego 120%, 140% y 160%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, E. and Kuan, L. (2019) *Efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Aguilar, H. (2021) *Incidencia del intervalo de riego en sistema de irrigación subfoliar, aplicando fertirriego y fertilización edáfica en la producción de banano*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Aguinsaca, D. (2020) *Diseño, instalación y evaluación de un sistema de riego por goteo y microaspersión en el predio “La Dolorosa” de la parroquia Chuquiribamba, Cantón y Provincia de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D. & Smith, M., 2006. *Evapotranspiración del Cultivo: Guías Para Determinación Los Requerimientos de agua de los cultivos*. FAO.
- Almebdarez, M. and Valle, J. (2020) *Efecto de la fertilización con Biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto (Brachiaria brizantha) cv. Marandú*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Amaya, M. (2019) *Uso eficiente del agua de riego mediante sondas de capacitancia FDR, en el cultivo de banano*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- 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*. La Maná: Universidad Técnica de Copotaxi.
- Carballo, D., Matus, M., Betancourt, M. and Ruíz, C. (2005) *Manejo de pasto*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Catari, J. (2018) *Aplicación de tres laminas de agua con riego por aspersion en el cultivo de la alfalfa en la Estacion Experimental de Choquenaira La Paz*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Conforme, A. (2022) *Efecto del compost caprino en el rendimiento del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú, en Río Verde, Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Corado, M., 2014. *Evaluación de cuatro láminas de riego por goteo sobre el rendimiento en el cultivo de plátano; Moyuta, Jutiapa*. Jutiapa: Universidad Rafael Landivar.
- Cuenca, L., 2021. *Diseño de un sistema de riego por aspersion en el sector Chorrillos, Parroquia Malacatos*. Loja: Universidad Nacional de Loja.

- Daza, M., Jurado, J. & Torres, V., 2015. *Dialnet*. [Online] Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5456280> [Accessed 27 Julio 2022].
- Erreyes, E. (2021) *Diseño de un sistema de riego por aspersión para la producción de forraje y cultivos locales en un predio ubicado en la Parroquia San Antonio De Cumbe, Cantón Araguero, Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- 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.
- García, A. et al. (2000) *Efecto de diferentes láminas de riego sobre el crecimiento vegetativo de Leucaena Zeucocephala: (Lam.) De Wit*. Zulia: LUZ.
- González , R., Anzúlez, A., Vera, A. and Riera, L. (1997) *Manual de pastos tropicales para la Amazonia Ecuatoriana*. Quito: Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias de Ecuador.
- Guamán, M. (2021) *Diseño de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de maíz (Zea mays) en el predio agrícola “El Almendro” del barrio La Vega, parroquia y cantón Catamayo, provincia de Loja*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Guerrero, M. (2012) *Diseño de un sistema de riego por aspersión con automatización para el sector de UGÑAG, Cantón Penipe*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Herrera, E. (2021) *Efectos de láminas de riego en el rendimiento del pasto buffer, Cenchrus ciliaris L., en Río Verde, provincia de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- León, R., Bonifaz, N. & Gutiérrez, F., 2018. *Pastos y forrajes del Ecuador*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Mariño, Y. (2006) *Evaluación del punto de marchitez permanente bajo condiciones de invernadero como variable para la asignación de clones de Gmelina arborea (Roxb) a sitios potenciales de plantación*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Mendoza, J. and Bermúdez, J. (2015) *Diseño, implementación y evaluación de un sistema de riego por micro aspersión en café (Coffea arábica L.) en la ESPAM MFL*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Miranda, H. (2009) *Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua*. Managua: Universidad Nacional Agraria.

- Pilatasig, M. & Calero, N. (2021) *Diseño agronómico e hidráulico para la implementación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) de variedad CCN51*. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Pilco, L., 2017. *Comportamiento agronómico y composición química de variedades de Brachiarias y megathyrus maximus*. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Rodríguez, B. (2021) *Efecto de diferentes láminas de riego en el rendimiento del pasto brachiaria brizantha cv. Marandú, en Río Verde, Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Sabando, L. and Molina, R. (2013) *Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de cacao (Theobroma cacao l.), en la ESPAM-MFL*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Santistevan, N. (2015) *Efecto de láminas de riego en la producción de maíz (Zea mays L), en Río - Nuevo, Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Solórzano, A. (201) *Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión, en cacao (Theobroma cacao L.), en el campus de la ESPAM- MFL*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Suárez, M. and Neira, P. (2014) *Comportamiento agronómico de tres especies forrajeras en Manglaralto, Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Tapia, J. (2021) *Respuesta del cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) a diferentes láminas de riego en el Valle de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Torres, J. (2021) *Comportamiento productivo del pasto Zuri (Panicum maximum cv brs zuri) a diferentes láminas de riego, en Río Verde, Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Tumbaco, L. (2019) *Evaluación del valor nutritivo y forrajero del pasto Marandú (Brachiaria brizantha) con dos niveles de biol en la comuna dos mangas*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- 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.
- Vásquez, A., Vásquez, I., Vásquez, C. and Cañamero, M. (2017) *Fundamentos de la ingeniería de riego*. Primera ed. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.

Xavier, G. and Sotamba, J. (2014) *Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto Pacalori – Provincia de Los Ríos*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Yecas, C. et al. (2014) Rendimiento y calidad de maíz forrajero (*Zea mays* L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperficial y densidad de plantas. *OYTON*, (84), pp.272-79.

ANEXOS

PRIMER CORTE

Tabla 1A. Altura de planta al primer corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	91.18	91.68	89.95	90.58	86.18	88.53	90.03	87.73	88.10	90.25	89.42
T ₂	91.93	89.53	89.95	93.53	88.12	88.20	91.55	91.25	89.18	92.18	90.54
T ₃	91.68	90.63	92.20	93.50	91.60	91.03	93.75	91.60	88.90	91.78	91.67
X	91.60	90.61	90.70	92.54	88.63	89.25	91.78	90.19	88.73	91.40	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 2A. Análisis de la varianza, altura de la planta al primer corte

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	73.55	11	6.69	4.77	0,0018
Tratamiento	25.22	2	12.61	9.00	0,0020
Bloques	48.32	9	5.37	3.83	0.0074
Error	25.23	18	1.40		
Total	98.78	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 1.31%

Tabla 3A. Ancho de hoja al primer corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	1.88	1.95	1.80	1.90	1.90	1.93	1.98	2.05	1.98	1.95	1.93
T ₂	1.90	1.83	1.95	1.83	1.98	1.90	1.90	2	1.88	1.93	1.92
T ₃	1.90	1.83	1.95	1.95	2.05	1.98	2.10	1.98	1.95	2	1.97
X	1.89	1.87	1.90	1.89	1.98	1.94	1.99	2.01	1.94	1.96	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 4A. Análisis la de varianza, ancho de hoja al primer corte

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	11	0.01	2,16	0.0712
Tratamiento	0,02	2	0.01	2.68	0.0955
Bloques	0,06	9	0.01	2.04	
Error	0,06	18	3,3E-03		
Total	0,14	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 2.97%

Tabla 5A. Longitud de hoja al primer corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	48.58	45.45	45.95	50.30	46.15	52.33	45.90	40.10	51.48	47.95	48.32
T ₂	52.95	50.80	51.53	53.08	54.28	52.78	50.35	55.53	51.55	52.53	52.54
T ₃	52.95	59.58	54.40	55.85	55.76	57.15	54.70	55.80	54.43	55.35	55.60
X	51.49	51.94	50.63	53.08	52.06	54.09	50.32	53.48	52.49	51.94	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 6A. Análisis de la varianza, longitud de hoja al primer corte

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	305.15	11	27.74	7.29	0.0001
Tratamiento	267.09	2	133.54	35.07	<0.0001
Bloques	38.07	9	4.23	1.11	
Error	68.54	18	3.81		
Total	373.69	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 3.74%

Tabla 7A. Rendimiento de materia verde t ha⁻¹ al primer corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	20.50	20.84	18.80	19.32	19.48	20.64	20.98	18.70	19.55	18.93	19.77
T ₂	22.45	21.07	20.89	23.93	22.57	22.32	21.20	20.93	24.02	22.43	22.18
T ₃	25.09	26.14	22.80	24.82	25.95	25.14	26.36	22.89	24.95	26.09	25.02
X	22.68	22.68	20.83	22.69	22.67	22.70	22.85	20.84	22.84	22.48	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 8A. Análisis de la varianza, rendimiento de materia verde t ha⁻¹ al primer corte

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	155.02	11	14.06	15.06	<0,0001
Tratamiento	138.08	2	69.04	73.77	<0,0001
Bloques	16.94	9	1.88	2.01	
Error	16.85	18	0.94		
Total	171.86	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 4.33%

SEGUNDO CORTE

Tabla 9A. Altura de planta al segundo corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	69.50	70.98	70.25	69	70.98	72.18	70.20	70.78	71.15	70.65	70.57
T ₂	74.95	74.90	75.85	74.98	75.63	74.93	75.43	74.28	76.83	74.83	75.21
T ₃	81.55	82.15	82.40	81.90	82.33	81.45	81.30	82.95	82.38	82.23	82.06
X	75.33	76.01	76.17	75.29	76.31	76.19	75.64	76.00	76.62	75.90	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 10A. Análisis de la varianza, altura de planta al segundo corte

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	673.83	11	61.26	139.24	<0,0001
Tratamiento	669.04	2	334.52	760.40	<0,0001
Bloques	4.79	9	0.53	1.21	
Error	7.92	19	0.44		
Total	681.75	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 0.87%

Tabla 11A. Ancho de hoja al segundo corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	1.95	1.90	2.00	2.00	2.00	2.03	1.98	1.95	2.05	1.98	1.98
T ₂	2.03	2.03	2.03	2.03	1.98	2.03	2.08	2.08	2.00	2.10	2.04
T ₃	2.05	2.05	2.08	2.13	2.08	2.08	2.05	2.13	2.00	2.10	2.08
X	2.01	1.99	2.04	2.05	2.02	2.05	2.04	2.05	2.02	2.06	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 12A. Análisis de la varianza, ancho de hoja al segundo corte

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.05	11	5.0E – 03	2.95	0,0203
Tratamiento	0.04	2	0.02	12.41	0,0004
Bloques	0.01	9	1.4E – 03	0,85	0,5839
Error	0.03	18	1.7E – 03		
Total	0,09	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 2.02%

Tabla 13A. Longitud de hoja al tercer corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	41.25	42.63	42.43	42.13	42.10	41.40	41.05	41.63	41.35	42.33	41.83
T ₂	47.98	43.95	45.83	46.15	45.28	44.65	46.28	46.63	47.03	46.20	46.00
T ₃	51.73	52.88	51.50	51.78	51.55	51.80	50.95	51.58	52.90	51.80	51.85
X	46.99	46.49	46.59	46.69	46.31	45.95	46.09	46.61	47.09	46.78	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 14A. Análisis de la varianza, longitud de hoja al segundo corte

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	509.98	11	46.36	57.10	<0.0001
Tratamiento	506.41	2	253.21	311.85	<0.0001
Bloques	3.57	9	0.40	0.49	
Error	14.62	18	0.81		
Total	524.60	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 1.94%

Tabla 15A. Rendimiento de materia verde t ha⁻¹ al segundo corte

TRATAMIENTO	BLOQUES										X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	8.23	8.61	8.91	8.59	7.59	8.14	8.66	9.05	8.00	7.64	8.34
T ₂	9.25	8.66	8.57	8.95	8.93	9.16	8.61	8.48	9.00	8.80	8.84
T ₃	9.57	9.25	9.61	10.05	9.45	9.52	9.16	9.70	10.18	9.41	9.59
X	9.02	8.84	9.03	9.20	8.66	8.94	8.81	9.08	9.06	8.62	

Fuente: Zambrano (2022)

Tabla 16A. Análisis de la varianza, rendimiento de materia verde t ha⁻¹ al segundo corte

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.01	11	0.18	5.11	0.0012
Tratamiento	1.79	2	0.90	25.00	<0.0001
Bloques	0.22	9	0.02	0.69	
Error	0.65	18	0.04		
Total	2.66	29			

Fuente: Zambrano (2022)

CV: 4.46%

LABORATORIOS AGROLAB

INFORME DE ENSAYO N°-AGROLAB-FQ-746-10-2021

NOMBRE DEL CLIENTE:	Dra. Araceli Solís - UPSE
DIRECCIÓN:	Santa Elena
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Agua Potable
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	Envase de Polietileno
MUESTREO:	Particular
CÓDIGO DE LABORATORIO:	746
FECHA DE MUESTREO:	01/02/2021
FECHA DE RECEPCIÓN:	01/02/2021
FECHA DE ANÁLISIS:	02/02/2021
FECHA DE EMISIÓN	10/02/2021

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	MAXIMO PERMISIBLE*	METODO REFERENCIAL APLICADO
pH	--	7,0(20°C)	6,5-8,5	APHA 4500
Hierro total (Fe)	mg/l	0,45	0,30	HACH-8008
Fosforo ((P-PO4)	mg/l	0,040	0,10	HACH- 8190
Cobre (Cu)	mg/l	< 0,010	1,0	HACH-8026
Zinc (Zn)	mg/l	< 0,011	3,0	HACH-8009
Sulfatos (SO4)	mg/l	0,34	200	HACH-8051
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	557	1000	GRAVIMETRICO
Dureza Total (CaCO3)	mg/l	35,7	300	APHA: 2340C
Alcalinidad Total	mg/l	144	---	STM-2320B
Cloruros (Cl-)	mg/l	44,7	250	APHA - 4500-CL-B
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/l	0,02	0,5	HACH - 8038

*Los máximos permisibles comparativos corresponden a los parámetros de la Norma NTE-INEN 1108;2006. Agua Potable requisitos.

Atentamente,



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

Figura 1A. Análisis de agua, Río Verde UPSE (2021)

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. ANTHONY CONFORME	Número Muestra:	7658
Propiedad:		Fecha de ingreso:	01/08/2021
Cultivo:	PASTO MARANDÚ	Impreso:	01/08/2021
Identificación	2 AÑOS	Fecha de Entrega:	03/08/2021

Identificación del lote: 2500m²

Profundidad: 30 cm

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
6,95	0,73	0,21	11,81	5,69	5,56	0,28	12,00	2,84
P.N	N.S.	B	B	B	M	M	A	A

Na	Al+H	Al	I bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			15,12				2,60	0,59
			A				M	A

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
11,3	1,70	9,00	4,23	10,14	53,00
B	B	M	O	O	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	M.S.= Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
B	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Molibdato
Cl	Volúmetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Stack	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volúmetría	KCl 1N

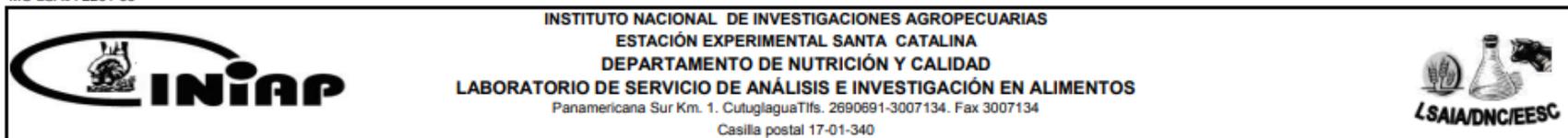
Dra. Luz María Martínez

LABORATORIO

Dirección:
Calle Río Chumbia N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

Figura 2A. Análisis de suelo, Río Verde UPSE (2021)



INFORME DE ENSAYO No: 22-049

****NOMBRE PETICIONARIO:** Sr. Bryan Zambrano
****DIRECCIÓN:** Santa Elena
FECHA DE EMISIÓN: 24/05/2022
FECHA DE ANÁLISIS: Del 3 al 24 de mayo del 2022

****INSTITUCIÓN:** Universidad Estatal península de Santa Elena
****ATENCIÓN:** Ing. Aracelis Solis
FECHA DE RECEPCIÓN: 03/05/2022
HORA DE RECEPCIÓN: 15h00
ANÁLISIS SOLICITADO: Proximal y Vansoest

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEÍNA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
22-0286	77,37	9,99	2,62	17,37	33,56	36,47	Pasto Marandú lamina 80%
22-0287	79,76	10,02	2,24	18,39	32,84	36,50	Pasto Marandú lamina 100%
22-0288	73,39	10,31	2,45	16,74	33,64	36,87	Pasto Marandú lamina 120%
ANÁLISIS	HUMEDAD	FDN ^Ω	FDA ^Ω	LIGNINA ^Ω			**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.02	MO-LSAIA-02.03			
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970			
UNIDAD	%	%	%	%			
22-0286	77,37	66,49	38,30	7,41			Pasto Marandú lamina 80%
22-0287	79,76	61,48	37,20	7,18			Pasto Marandú lamina 100%
22-0288	73,39	66,14	38,79	8,66			Pasto Marandú lamina 120%

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



IVÁN RODRIGO
SAMANIEGO
MALIGUA

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TECNICO



BLADIMIR
EFRAIN ORTIZ
RAMOS

Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE DE CALIDAD

Figura A 3. Análisis bromatológico del pasto Marandú al primer corte

Programación de Riego										T1 80%			T2 100%			T3 120%		
Fecha	Lectura (mm)	ETv	Kp	Kc	ETo	ETc	IR	RI	Ia	Lamina aplicada (mm)	Tiempo de riego (horas)	Volumen m3/ha	Lamina aplicada (mm)	Tiempo de riego (horas)	Volumen m3/ha	Lamina aplicada (mm)	Tiempo de riego (horas)	Volumen m3/ha
12/03/2022	160	-9	0,8	1,05	-7,2	-7,56	7	0,95	10,5	-6,05	-0,57	-60,48	-7,56	-0,72	-75,6	-9,1	-0,9	-90,72
13/03/2022	161	-1	0,8	1,05	-0,8	-0,84	7	0,95	10,5	-0,67	-0,06	-6,72	-0,84	-0,08	-8,4	-1	-0,1	-10,08
14/03/2022	245	-84	0,8	1,05	-67,2	-70,6	7	0,95	10,5	-56,45	-5,35	-564,48	-70,56	-6,69	-705,6	-84,7	-8	-846,72
15/03/2022	222	23	0,8	1,05	18,4	19,32	7	0,95	10,5	15,46	1,47	154,56	19,32	1,83	193,2	23,2	2,2	231,84
16/03/2022	219	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
17/03/2022	245	-26	0,8	1,05	-20,8	-21,8	7	0,95	10,5	-17,47	-1,66	-174,72	-21,84	-2,07	-218,4	-26,2	-2,5	-262,08
18/03/2022	220	25	0,8	1,05	20	21	7	0,95	10,5	16,8	1,59	168	21	1,99	210	25,2	2,4	252
		-69	0,8	1,05	-55,2	-58	7	0,95	10,5	-46,37	-4,4	-463,68	-57,96	-5,5	-579,6	-69,6	-6,6	-695,52
19/03/2022	218	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
20/03/2022	216	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
21/03/2022	201	15	0,8	1,05	12	12,6	7	0,95	10,5	10,08	0,96	100,8	12,6	1,19	126	15,1	1,4	151,2
22/03/2022	205	-4	0,8	1,05	-3,2	-3,36	7	0,95	10,5	-2,69	-0,25	-26,88	-3,36	-0,32	-33,6	-4	-0,4	-40,32
23/03/2022	201	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
24/03/2022	192	9	0,8	1,05	7,2	7,56	7	0,95	10,5	6,05	0,57	60,48	7,56	0,72	75,6	9,1	0,9	90,72
25/03/2022	189	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
		31	0,8	1,05	24,8	26,04	7	0,95	10,5	20,83	1,98	208,32	26,04	2,47	260,4	31,2	3	312,48
26/03/2022	186	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
27/03/2022	184	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
28/03/2022	179	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
29/03/2022	175	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
30/03/2022	171	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
31/03/2022	160	11	0,8	1,05	8,8	9,24	7	0,95	10,5	7,39	0,7	73,92	9,24	0,88	92,4	11,1	1,1	110,88
01/04/2022	163	-3	0,8	1,05	-2,4	-2,52	7	0,95	10,5	-2,02	-0,19	-20,16	-2,52	-0,24	-25,2	-3	-0,3	-30,24
		26	0,8	1,05	20,8	21,84	7	0,95	10,5	17,47	1,66	174,72	21,84	2,07	218,4	26,2	2,5	262,08
02/04/2022	158	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4

03/04/2022	156	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
04/04/2022	153	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
05/04/2022	146	7	0,8	1,05	5,6	5,88	7	0,95	10,5	4,7	0,45	47,04	5,88	0,56	58,8	7,1	0,7	70,56
06/04/2022	139	7	0,8	1,05	5,6	5,88	7	0,95	10,5	4,7	0,45	47,04	5,88	0,56	58,8	7,1	0,7	70,56
07/04/2022	134	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
08/04/2022	131	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
		32	0,8	1,05	25,6	26,88	7	0,95	10,5	21,5	2,04	215,04	26,88	2,55	268,8	32,3	3,1	322,56
09/04/2022	126	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
10/04/2022	120	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
11/04/2022	114	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
12/04/2022	106	8	0,8	1,05	6,4	6,72	7	0,95	10,5	5,38	0,51	53,76	6,72	0,64	67,2	8,1	0,8	80,64
13/04/2022	100	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
14/04/2022	94	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
15/04/2022	92	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
		39	0,8	1,05	31,2	32,76	7	0,95	10,5	26,21	2,48	262,08	32,76	3,11	327,6	39,3	3,7	393,12
16/04/2022	83	9	0,8	1,05	7,2	7,56	7	0,95	10,5	6,05	0,57	60,48	7,56	0,72	75,6	9,1	0,9	90,72
17/04/2022	78	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
18/04/2022	72	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
19/04/2022	73	-1	0,8	1,05	-0,8	-0,84	7	0,95	10,5	-0,67	-0,06	-6,72	-0,84	-0,08	-8,4	-1	-0,1	-10,08
20/04/2022	72	1	0,8	1,05	0,8	0,84	7	0,95	10,5	0,67	0,06	6,72	0,84	0,08	8,4	1	0,1	10,08
21/04/2022	73	-1	0,8	1,05	-0,8	-0,84	7	0,95	10,5	-0,67	-0,06	-6,72	-0,84	-0,08	-8,4	-1	-0,1	-10,08
22/04/2022	67	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
		25	0,8	1,05	20	21	7	0,95	10,5	16,8	1,59	168	21	1,99	210	25,2	2,4	252
23/04/2022	63	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
24/04/2022	56	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
25/04/2022	53	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
26/04/2022	49	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
27/04/2022	41	8	0,8	1,05	6,4	6,72	7	0,95	10,5	5,38	0,51	53,76	6,72	0,64	67,2	8,1	0,8	80,64

28/04/2022	39	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
29/04/2022	37	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
		28	0,8	1,05	22,4	23,52	7	0,95	10,5	18,82	1,78	188,16	23,52	2,23	235,2	28,2	2,7	282,24
30/04/2022	36	1	0,8	1,05	0,8	0,84	7	0,95	10,5	0,67	0,06	6,72	0,84	0,08	8,4	1	0,1	10,08
01/05/2022	30	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
02/05/2022	22	8	0,8	1,05	6,4	6,72	7	0,95	10,5	5,38	0,51	53,76	6,72	0,64	67,2	8,1	0,8	80,64
03/05/2022	141	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
04/05/2022	135	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
05/05/2022	131	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
06/05/2022	124	7	0,8	1,05	5,6	5,88	7	0,95	10,5	4,7	0,45	47,04	5,88	0,56	58,8	7,1	0,7	70,56
		37	0,8	1,05	29,6	31,08	7	0,95	10,5	24,86	2,36	248,64	31,08	2,95	310,8	37,3	3,5	372,96
07/05/2022	120	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
08/05/2022	115	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
09/05/2022	111	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
10/05/2022	109	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
11/05/2022	105	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
12/05/2022	100	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
13/05/2022	98	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
		26	0,8	1,05	20,8	21,84	7	0,95	10,5	17,47	1,66	174,72	21,84	2,07	218,4	26,2	2,5	262,08
14/05/2022	94	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
15/05/2022	92	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
16/05/2022	89	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
17/05/2022	85	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
18/05/2022	82	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
19/05/2022	79	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
20/05/2022	76	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
		22	0,8	1,05	17,6	18,48	7	0,95	10,5	14,78	1,4	147,84	18,48	1,75	184,8	22,2	2,1	221,76
21/05/2022	75	1	0,8	1,05	0,8	0,84	7	0,95	10,5	0,67	0,06	6,72	0,84	0,08	8,4	1	0,1	10,08

22/05/2022	72	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
23/05/2022	71	1	0,8	1,05	0,8	0,84	7	0,95	10,5	0,67	0,06	6,72	0,84	0,08	8,4	1	0,1	10,08
24/05/2022	65	6	0,8	1,05	4,8	5,04	7	0,95	10,5	4,03	0,38	40,32	5,04	0,48	50,4	6	0,6	60,48
25/05/2022	60	5	0,8	1,05	4	4,2	7	0,95	10,5	3,36	0,32	33,6	4,2	0,4	42	5	0,5	50,4
26/05/2022	58	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
27/05/2022	57	1	0,8	1,05	0,8	0,84	7	0,95	10,5	0,67	0,06	6,72	0,84	0,08	8,4	1	0,1	10,08
		19	0,8	1,05	15,2	15,96	7	0,95	10,5	12,77	1,21	127,68	15,96	1,51	159,6	19,2	1,8	191,52
28/05/2022	54	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
29/05/2022	51	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
30/05/2022	49	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
31/05/2022	45	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
01/06/2022	43	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
02/06/2022	41	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
03/06/2022	38	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
		19	0,8	1,05	15,2	15,96	7	0,95	10,5	12,77	1,21	127,68	15,96	1,51	159,6	19,2	1,8	191,52
04/06/2022	35	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
05/06/2022	31	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
06/06/2022	27	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
07/06/2022	148	4	0,8	1,05	3,2	3,36	7	0,95	10,5	2,69	0,25	26,88	3,36	0,32	33,6	4	0,4	40,32
08/06/2022	145	3	0,8	1,05	2,4	2,52	7	0,95	10,5	2,02	0,19	20,16	2,52	0,24	25,2	3	0,3	30,24
09/06/2022	143	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
10/06/2022	141	2	0,8	1,05	1,6	1,68	7	0,95	10,5	1,34	0,13	13,44	1,68	0,16	16,8	2	0,2	20,16
		22	0,8	1,05	17,6	18,48	7	0,95	10,5	14,78	1,4	147,84	18,48	1,75	184,8	22,2	2,1	221,76

Figura 4A. Programación de riego del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú



Figura 5A. Reconocimiento del área experimental



Figura 6A. Delimitación del terreno



Figura 7A. Tina de evaporación clase “A”



Figura 8A. Aplicación de riego



Figura 9A. Toma de datos



Figura 10A. Pesaje del pasto *Brachiaria Brizantha* cv. Marandú