



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO  
ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) A DIFERENTES  
LÁMINAS DE RIEGO, EN RÍO VERDE, SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** José Danilo Torres Tomalá

**La Libertad, 2021**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO  
ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) A DIFERENTES  
LÁMINAS DE RIEGO, EN RÍO VERDE, SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** José Danilo Torres Tomalá

**Tutora:** Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, PhD.

**Cotutor:** Ing. Ángel León Mejía, MSc.

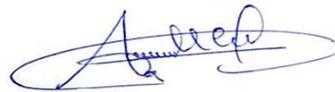
La Libertad, 2021

## TRIBUNAL DE GRADO



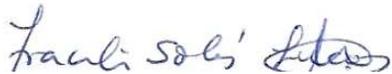
---

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D  
**DIRECTORA DE CARRERA  
DE AGROPECUARIA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



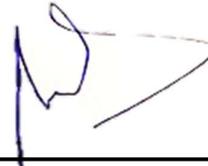
---

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.  
**PROFESORA ESPECIALISTA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

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



---

Ing. Andrés Drouet Candell, MSc.  
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC  
SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la vida, sabiduría e inteligencia para poder cumplir con mis metas.

A mis padres Cornelio Torres y Beatriz Tomalá, hermanos por su apoyo, amor y comprensión incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mi novia Betsy Rodríguez por su apoyo en la realización de este proyecto.

A cada uno de los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por inculcarme todos sus conocimientos para poder ser una excelente profesional.

A la Ing. Araceli Solís Lucas y al Ing. Ángel León Mejía, por el apoyo, asesoramiento, sugerencias y correcciones en la ejecución de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por ser mi mayor inspiración.

A mis padres Cornelio Torres y Beatriz Tomalá, por todo el apoyo incondicional en mis años de estudio y por inculcarme el deseo de superación.

A mis hermanas y hermano que siempre me prestaron su ayuda y me apoyaron en todo momento.

A mi novia Betsy Rodríguez que es uno de los pilares fundamentales en mi vida y en la culminación de mis estudios universitarios, por su apoyo y amor incondicional.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, con el objetivo de evaluar los efectos en la producción de materia verde del pasto ZURI (*Panicum máximum* cv BRS ZURI) a través de la aplicación de diferentes láminas de riego. El trabajo se ejecutó bajo el diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones, un total de 15 unidades experimentales; los porcentajes de evaporación diaria medida en el evaporímetro clase A correspondieron a los tratamientos. El análisis estadístico estimó diferencias significativas entre los tratamientos evidenciándose que las variables agronómicas evaluadas mostraron medias diferentes tanto en altura de la planta, ancho y longitud de la hoja en los diferentes días de evaluación, sobresaliendo el tratamiento T<sub>3</sub> con medias superiores. El tratamiento que obtuvo la mayor producción de materia verde fue el T<sub>3</sub> con un riego al 120% al producir 24.40 t/MV ha<sup>-1</sup>, seguido del tratamiento T<sub>2</sub> con un riego al 100% de la tasa de evapotranspiración con 16.80 t/MV ha<sup>-1</sup>; el tratamiento que obtuvo la menor producción fue el T<sub>1</sub> con un riego al 80% produciendo 12.60 t/MV ha<sup>-1</sup>, por lo que se rechaza la hipótesis planteada en la investigación al reflejarse diferencias estadísticas, lo que indica que las diferentes láminas de riego inciden en el rendimiento del pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI).

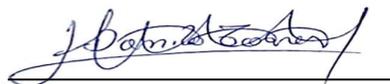
**Palabras claves:** evaporímetro clase A, materia verde, rendimiento, riego

## ABSTRACT

This research was carried out at the Río Verde Support Center, belonging to the Santa Elena Peninsula State University, with the objective of evaluating the effects on the production of green matter of Zuri grass (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) through the application of different irrigation sheets. The work was carried out under a randomized complete block design with 3 treatments and 5 repetitions, a total of 15 experimental units; the percentages of daily evaporation measured in the class A evaporimeter corresponded to the treatments. The statistical analysis estimated significant differences between the treatments, showing that the evaluated agronomic variables showed different averages in both plant height, width and leaf length on the different evaluation days, with treatment T<sup>3</sup> standing out with higher means. The treatment that obtained the highest production of green matter was T<sup>3</sup> with a 120% irrigation by producing 24.40 t / MV ha<sup>-1</sup>, followed by T2 treatment with an irrigation of 100% of the evapotranspiration rate with 16.80 t / MV ha<sup>-1</sup>; The treatment that obtained the lowest production was T<sup>1</sup> with 80% irrigation producing 12.60 t / MV ha<sup>-1</sup>, so the hypothesis raised in the research is rejected as statistical differences are reflected, which indicates that the different irrigation sheets affect the yield of Zuri grass (*Panicum maximum* cv BRS ZURI).

**Keywords:** class A evaporimeter, green matter, yield, irrigation

"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".

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Torres Tomalá', is written over a horizontal line.

José Torres Tomalá

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Pasto ZURI ( <i>Panicum maximum</i> cv BRS ZURI).....	3
1.2 Producción y calidad forrajera.....	3
1.3 Riego en pasturas.....	3
1.4 Tipos de sistemas de riego.....	4
1.5 Riego por aspersión .....	4
1.6 Componentes de un sistema de riego por aspersión .....	5
1.6.1 Aspersores .....	5
1.6.2 Depósito de agua.....	5
1.6.3 Red de tuberías .....	5
1.6.4 Equipo de bombeo .....	6
1.7 Necesidades hídricas.....	6
1.8 Evapotranspiración (ET <sub>o</sub> ).....	6
1.9 Capacidad de campo (CC).....	6
1.10 Punto de marchites permanente (PMP).....	7
1.11 Infiltración de agua en los suelos.....	7
1.12 Coeficiente del cultivo, K <sub>c</sub> .....	7
1.13 Diseño agronómico de la aplicación del riego .....	8
1.14 Lamina de riego (L <sub>r</sub> ).....	8
1.15 Eficiencia de Riego (E <sub>r</sub> ) .....	8
1.16 Lamina Bruta (L <sub>b</sub> ).....	8
1.17 Lamina Neta (L <sub>n</sub> ) .....	8
1.18 Necesidad de lavado .....	9
1.19 Intervalo de Riego.....	9
1.20 Elección del aspersor .....	9
1.21 Tiempo de riego.....	10
1.22 Disposición de los aspersores .....	10
1.23 Programación de riego.....	10
1.23.1 Frecuencia y tiempo de riego.....	10
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Localización y descripción del lugar de estudio .....	11
2.2 Característica del suelo .....	11
2.3 Características de agua .....	12
2.4 Características climáticas.....	12
2.5 Materiales y equipos .....	13
2.5.1 Material biológico.....	13
2.6 Tratamiento y diseño experimental.....	13
2.7 Análisis de la varianza .....	14
2.8 Delineamiento experimental y disposición de los tratamientos en el campo.....	14
2.9 Manejo del experimento .....	17
2.9.1 Resiembra .....	17
2.9.2 Control de malezas .....	17

2.9.3	Edad de cortes.....	17
2.10	Diseño agronómico del riego.....	17
2.10.1	Determinación de Capacidad de campo (CC).....	17
2.10.2	Determinación de Punto de Marchitez Permanente (PMP) .....	17
2.10.3	Obtención de Infiltración (Infiltrómetro de minidisco) .....	18
2.10.4	Riego.....	19
2.10.5	Elección del aspersor .....	21
2.10.6	Disposición de los emisores.....	22
2.10.7	Evaporación de la tina clase A (ETv) .....	22
2.10.8	Determinación del coeficiente de tina (Kp).....	22
2.11	Variables a evaluar .....	22

**CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 24**

3.1	Variables agronómicas del pasto ZURI en dependencia a las diferentes láminas de riego.....	24
3.1.1	Altura de la planta del pasto ZURI ( <i>Panicum máximum</i> cv BRS ZURI) a los 10,20 y 30 días.....	24
3.1.2	Ancho de la hoja del pasto ZURI ( <i>Panicum máximum</i> cv BRS ZURI) a los 10, 20 y 30 días.....	25
3.1.3	Longitud de la hoja del pasto ZURI ( <i>Panicum máximum</i> cv BRS ZURI) a los 10, 20 y 30 días.....	26
3.1.4	Rendimiento de materia verde t/ha-1 del pasto ZURI ( <i>Panicum máximum</i> cv BRS ZURI).....	26

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 29**

	Conclusiones.....	29
	Recomendaciones .....	29

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 30**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.</b> Kc del cultivo de pastos de pastoreo .....	7
<b>Tabla 3.</b> Característica Física Textural de suelo del estudio .....	11
<b>Tabla 4.</b> Características de agua.....	12
<b>Tabla 5.</b> Características del clima en los meses de estudio .....	12
<b>Tabla 6.</b> Descripción de los tratamientos .....	14
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza .....	14
<b>Tabla 8.</b> Delineamiento experimental .....	15
<b>Tabla 9.</b> Valores de infiltración del suelo .....	18
<b>Tabla 10.</b> Característica del aspersor. ....	21
<b>Tabla 11.</b> Análisis de la varianza de la altura de la planta del pasto ZURI ( <i>Panicum maximum</i> cv BRS ZURI) a los 10,20 y 30 días. ....	24
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza del ancho de hoja del pasto ZURI ( <i>Panicum máximo</i> cv BRS ZURI), 10, 20 y 30 días. ....	25
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza de longitud de hoja del pasto ZURI ( <i>Panicum máximo</i> cv BRS ZURI) a los 10,20 y 30 días. ....	26
<b>Tabla 14.</b> Análisis de la varianza del rendimiento de materia verde del pasto ZURI ( <i>Panicum maximum</i> cv BRS ZURI) a los 30 días .....	27
<b>Tabla 15:</b> Volumen de agua aplicada en relación a la producción del pasto ZURI ( <i>Panicum maximum</i> cv BRS ZURI) a los 30 días.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Lugar del estudio, Centro de Apoyo Río Verde. ....	11
<b>Figura 2.</b> Disposición de los tratamientos en el campo.....	16
<b>Figura 3.</b> Curva de Infiltración de agua acumulada en el suelo.....	18
<b>Figura 4.</b> Curva de producción t/ha <sup>-1</sup> del pasto ZURI ( <i>Panicum maximum</i> cv BRS ZURI).....	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Tabla 1A.** Altura de la hoja a los 10 días
- Tabla 2A.** Análisis de la varianza de la altura de la hoja a los 10 días
- Tabla 3A.** Altura de la hoja a los 20 días
- Tabla 4A.** Análisis de la varianza de la altura de la hoja a los 20 días
- Tabla 5A.** Altura de la hoja a los 30 días
- Tabla 6A.** Análisis de la varianza de la altura de la hoja a los 30 días
- Tabla 7A.** Ancho de la hoja a los 10 días
- Tabla 8A.** Análisis de la varianza del ancho de la hoja a los 10 días
- Tabla 9A.** Ancho de la hoja a los 20 días
- Tabla 10A.** Análisis de la varianza del ancho de la hoja a los 20 días
- Tabla 11A.** Ancho de la hoja a los 30 días
- Tabla 12A.** Análisis de la varianza del ancho de la hoja a los 30 días
- Tabla 13A.** Longitud de la hoja a los 10 días
- Tabla 14A.** Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 10 días
- Tabla 15A.** Longitud de la hoja a los 20 días
- Tabla 16A.** Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 20 días
- Tabla 17A.** Longitud de la hoja a los 30 días
- Tabla 18A.** Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 30 días
- Tabla 19A.** Rendimiento del forraje ver t/ha<sup>-1</sup>

**Figura 1A.** Análisis de Agua, Río Verde 2019.

**Figura 2A.** Análisis de Suelo, Río Verde 2019

**Figura 3A.** Programación de Riego en el pasto ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)

**Figura 4A.** Instalación del sistema de riego

**Figura 5A.** Prueba del sistema de riego

**Figura 6A.** Corte de igualación

**Figura 7A.** Corte de igualación

**Figura 8A.** Medición de Ancho de la Hoja

**Figura 9A.** Medición de Altura de la planta

**Figura 10A.** Corte de pasto a los 30 días

**Figura 11A.** Recolección del Pato ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)

**Figura 12A.** Pesaje del pasto ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso finito y en la actualidad se encuentra en un proceso de disminución de manera acelerada a tal extremo que se ha determinado su descenso drástico de caudales; su contribución en la agricultura es esencial e indispensable, de aproximadamente el 80%, es decir, que de cada 100 litros de agua dulce disponible, 80 litros se utilizan en riego (Prudente, 2015).

En la actualidad, en lo referente a la costa ecuatoriana, no todas las provincias constan con una total disponibilidad del recurso hídrico, como la Península que se beneficia con el trasvase Daule-Santa Elena, que dota de agua a las represas de Chongón, El Azúcar, Sube y Baja y San Vicente, esta última con capacidad de riego de 10 000 ha aproximadamente, pero aún en existe la limitante para la zona norte de provincia (Empresa pública de agua, 2012).

La utilización de sistemas de riego como el presurizado son una alternativa, para el racionamiento de agua de riego, principalmente en las zonas agrícolas en las que se cultivan pastos donde este recurso es escaso (Cañar, 2009).

Los pastos son cultivos complejos de establecer por causa del recurso hídrico que es escaso en la provincia de Santa Elena. Los ganaderos alimentan a sus animales con restos de cultivos acompañados de otros productos por la escases de alimentos, por lo que los animales no obtienen su máximo potencial productivo (Pozo, 2013).

Este trabajo investigativo se lo efectúa con la intención de mejorar la producción de materia verde con un eficiente uso del sistema de riego por aspersión, de acuerdo con las necesidades hídricas del pasto ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) que está implementado en el Centro de Apoyo Río Verde perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, con el cual se espera determinar la lámina óptima de riego que permita obtener el mayor rendimiento y a racionar el agua que se aplica al cultivo.

**Problema Científico:**

¿Cuál es la lámina de riego aplicada por aspersión que logra un mejor desempeño productivo del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) en Río Verde – Santa Elena?

**Objetivo General:**

Evaluar los efectos en la producción de materia verde del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) a través de la aplicación de diferentes láminas de riego en Río Verde - Santa Elena.

**Objetivos Específicos:**

1. Valorar las características agronómicas del pasto ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) sometidas a las láminas de riego, en Río Verde, Santa Elena.
2. Determinar la lámina de riego óptima en relación a la producción del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI), en Río Verde, Santa Elena.

**Hipótesis:**

Las diferentes láminas de riego aplicadas al pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) no inciden en su rendimiento.

## **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)**

*Guinea mombaza* es un pasto perteneciente a la familia de las gramíneas, propio de clima tropicales y de ciclo perenne que posee características similares al pasto Tanzania, tanto en calidad nutricional y producción de forraje por hectárea (Hurtado, 2008).

El origen de este pasto proviene de Tanzania introducido a Brasil en 1982 y liberado en 1993 como un cultivar que se adapta a diversos ambientes de climas tropicales y de alta productividad de biomasa (Wolf, 2020).

### **1.2 Producción y calidad forrajera**

Esta gramínea al cultivarse bajo condiciones naturales idóneas y en suelos fértiles para su óptimo desarrollo, su producción oscila entre 12-15 t MV ha<sup>-1</sup> realizándose cortes cada 7 a 9 semanas (Díaz y Manzanares, 2006).

Para tener buena producción es recomendable no realizar un pastoreo continuo, ubicar un máximo de 2 a 2,5 animales/ha; teniendo una buena fertilización, riego y sobre todo haciendo rotaciones del potrero para alcanzar un aproximado de 21,8 t/año de materia seca (Anzola, 2017).

### **1.3 Riego en pasturas**

Se conoce al riego como la forma artificial en la que el agua es aplicada a las plantas o cultivos agrícolas además ornamentales con el objetivo de satisfacer sus necesidades hídricas, proporcionándoles la humedad necesaria en períodos donde no reciben la cantidad suficiente de agua por medio de las precipitaciones, este proceso también se conoce también como irrigación (González, 2007).

En experimentos que se han realizado bajo diferentes efectos en el comportamiento productivo de las pasturas relacionadas al riego, entre los factores que intervienen en el proceso de desarrollo del pasto, se encuentra el tipo de suelo en el que se desarrolla, además, de las medidas agronómicas, tal es el caso del riego de pasturas monofíticas de especies con capacidad de respuesta al riego y con un seguimiento cuidadoso de las necesidades hídricas del suelo y de las plantas (INIA, 2004).

#### **1.4 Tipos de sistemas de riego.**

Según Oswald (2016) básicamente hay cuatro métodos de riego:

- Riego de superficie, aquel que cubre en su totalidad la superficie cultivada.
- Riego por aspersión, el agua es expulsada en forma de lluvia.
- Riego por goteo, aplica el agua gota a gota solo sobre el suelo donde se encuentra las raíces efectivas de la planta.
- Riego subterráneo de la zona radicular, el agua es aplicada por medio de contenedores porosos o tubos instalados en el suelo.

#### **1.5 Riego por aspersión**

Se conoce como riego por aspersión al sistema de riego presurizado que aplica agua al cultivo en forma de lluvia artificial, lo cual permite controlar la intensidad de descarga del agua y el tiempo que se debe aplicar, los emisores de agua llamados aspersores son los instrumentos utilizados por los cuales el agua es emitida en finas gotas, además es conocido como riego de sábana al cubrir el 100% de la superficie cultivada (Velázquez, 2009).

El riego por aspersión es el método que trata de simular a la lluvia para aplicar riego en explotaciones agrícolas, se consiguió este efecto debido a la presión de trabajo en que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías conectadas entre sí y esta es expulsada al exterior mediante un aspersor, la presión que se requiere es obtenida a

partir de bombas hidráulicas las cuales aspiran el agua desde un canal, río o pozo donde se encuentre almacenada (García y Briones, 2009).

## **1.6 Componentes de un sistema de riego por aspersión**

### ***1.6.1 Aspersores***

Se define como aspersores a los accesorios por los cuales el agua es emitida, estos funcionan de manera hidráulica por la presión ejercida del agua, lanzan el agua pulverizada a través de un brazo que posee una o dos salidas llamadas (boquillas) ubicadas en cada extremo el agua sale disparada directamente al atmosfera, su distribución varía dependiendo del radio de mojado, estos distribuyen el agua sobre el terreno con un chorro de agua que gira entre dos extremos regulables o girando 360 grados (Gonzaga y Peñafiel, 2009).

### ***1.6.2 Depósito de agua***

Son estructuras hidráulicas que se construyen con el fin de almacenar agua para el riego y captar el agua proveniente de las precipitaciones, además de cumplir con la función de almacenamiento también regula y sedimenta sustancias o impurezas que se encuentran en el agua (Ramos y Báez, 2013).

Para su construcción se emplean diferentes materiales:

- Reservorios de tierra, estructuras revestidas internamente.
- Reservorios con muros de concreto o de piedra.
- Reservorios con muros de concreto armado.
- Reservorios con muros de contrafuertes.

### ***1.6.3 Red de tuberías***

La red de tuberías las cuales conducen el agua por la superficie a regar están compuestas de ramales de alimentación que trasladan el agua principal para poder

dotar a los ramales secundarios que están conectados de manera directa con los aspersores (Cardozo y Díaz, 2014).

#### **1.6.4 Equipo de bombeo**

Las máquinas destinadas para el suministro de los líquidos se les denominan bombas o equipo de bombeo, se definen como máquinas centrífugas cuyo objetivo es desplazar el líquido aumentando su energía de traslado, una bomba es un aparato de tipo mecánico que tiene como función primordial adicionar la energía necesaria a un fluido para que pueda realizar un trabajo (Mena, 2014).

#### **1.7 Necesidades hídricas**

Los requerimientos de agua de los cultivos se denominan como la lámina de agua la cual es determinada a través de la pérdida de agua proceso conocido como evapotranspiración causado por varios factores climáticos, las necesidades hídricas de los cultivos cambian con el avance del estado fenológico de los mismos siendo los requerimientos hídricos son mayores (López, 2008).

#### **1.8 Evapotranspiración (ET<sub>o</sub>)**

Es el volumen de agua necesaria para que un cultivo se desarrolle de manera óptima; evapotranspiración es la representación de la suma del agua requerida para cubrir la evaporación que se produce desde la superficie del suelo y la transpiración que realizan las plantas desde sus partes verdes como hojas y tallos; también es conocido como uso consecutivo del agua, es la cantidad de agua que es transpirada por el cultivo a través de sus estomas y evaporada desde la superficie del suelo (Allen, 2007).

#### **1.9 Capacidad de campo (CC)**

La capacidad de campo se puede definir como la cantidad de agua que es retenida en el perfil del suelo transcurrido un tiempo de 48 horas de libre drenaje; según la clase

textural, en los espacios que existen entre las distintas partículas del suelo el agua que se encuentre retenida es absorbida por las plantas a través de las raíces del sistema radicular (Calvache, 2009).

### **1.10 Punto de marchites permanente (PMP)**

Se define punto de marchites permanente como la humedad medida en porcentaje que presenta el suelo, donde el agua existente es retenida a una tensión de 15 atmósferas, debido a esta condición las plantas se marchitan de manera permanente por estrés hídrico (Calvache, 2009).

### **1.11 Infiltración de agua en los suelos**

Se define como infiltración de agua en los suelos al proceso donde el agua es capaz de penetrar la superficie del suelo y llega a capas inferiores del mismo, satisfaciendo la deficiencia que tiene el suelo de humedad cerca de su superficie; luego de alcanzar un nivel de humedad este pasa a formar parte del agua subterránea (Valverde, 2007).

### **1.12 Coeficiente del cultivo, Kc**

El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo típico de campo de referencia, el cual posee una apariencia uniforme y cubre completamente la superficie del suelo (FAO, 2016).

FAO (2016) señala valores de Kc de los pastos de pastoreo acorde a la etapa fenológica detallada en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Kc del cultivo de pastos de pastoreo

<b>Cultivo</b>	<b>Kc</b>		
	<b>Inicial</b>	<b>Media</b>	<b>Fin</b>
Pastos de pastoreos	0.30	0.80-1.00	0.80

### **1.13 Diseño agronómico de la aplicación del riego**

El diseño agronómico primordialmente consiste en determinar las necesidades hídricas del cultivo, es decir se calcula la cantidad de agua que necesita el cultivo para su normal desarrollo, sin ocasionar un déficit hídrico, tomando en cuenta principalmente, factores edáficos, climatológicos y otros propios del cultivo (Gurovich, 2006).

### **1.14 Lamina de riego (Lr)**

La LR se la puede definir como la cantidad de agua que se necesita dar en riego y lograr elevar y suplir el contenido de humedad de la zona radicular; corresponde a un valor menor a la fracción de agotamiento, a un valor mayor que coincide con la capacidad de campo (Cadena, 2012).

### **1.15 Eficiencia de Riego (Er)**

El valor de la Er depende del método de riego que se utiliza; para riego localizado se pueden considerar valores entre 85 – 90%, mientras en riego por aspersión este porcentaje desciende de manera significativa hasta un 70 – 80%, por la influencia de factores que impiden al cultivo la absorción del agua, y en riego por superficie un 60%; los valores dependerán del manejo del riego (Palomino, 2017).

### **1.16 Lamina Bruta (Lb)**

La Lb es mayor que la lámina neta (Ln), porque parte de la lámina de riego que se aplica se pierde por la poca uniformidad de la lámina aplicada, y otros factores como la distribución de aspersores o la forma del terreno (Maldonado, 2012).

### **1.17 Lamina Neta (Ln)**

Es la lámina de agua que se requiere dar al suelo cuando el cultivo ha extraído la fracción de agua aprovechable de su zona radicular de manera rápida; una dotación

más grande significa una pérdida mayor de agua, porque significa que el nivel de humedad en la zona de las raíces supera la capacidad de campo, y parte del agua es percolada por debajo de la zona de las raíces (Maldonado, 2012).

### **1.18 Necesidad de lavado**

Es un parámetro necesario para dar inicio al lavado de sales que se encuentre en exceso en el agua que se utiliza para el riego del cultivo, la relación que existe entre las necesidades de lavado y la dosis total de agua que se aplica en un riego de manera uniforme, es denominada fracción de lavado (RL) (Tarjuelo, 2005).

### **1.19 Intervalo de Riego**

Tiempo entre un riego y otro que depende del balance entre la oferta y la demanda de agua existente en la zona de riego, es decir, la capacidad que tiene el suelo de retener agua y la demanda de agua de la planta para suplir sus necesidades (González, 2007).

Es el tiempo máximo permisible entre dos riegos, antes de que se produzca un estrés hídrico en el cultivo, y está en dependencia de la lámina evaporada por la planta por día ( $L_n$ ) y la cantidad de agua que el suelo pueda extraer (Velázquez, 2009).

### **1.20 Elección del aspersor**

En el riego, se consideran los siguientes parámetros para la elección de los aspersores (Vyrsa, 2015):

- La pluviometría del aspersor debe ser menor a la permeabilidad máxima del suelo, en dependencia de la clase textural.
- Se debe considerar la capacidad de retención de agua que el suelo absorbe en una hora según su textura.
- La distancia entre aspersores es calculada a partir del diámetro regado según la presión de trabajo.

### **1.21 Tiempo de riego**

El tiempo de riego se manifiesta como el lapso de tiempo requerido donde se logra cumplir con el período de las necesidades hídricas de un cultivo, sean bajas o altas, se calcula de acuerdo al sistema de riego (Guerra, 2009).

### **1.22 Disposición de los aspersores**

Se debe considerar que el agua repartida en el riego esté en función de la presión de trabajo que tenga en la salida de la boquilla del emisor y las distancias de los radios de cobertura de riego; bajo estos parámetros se distribuirán los aspersores en toda la superficie a regar, además de considerar el porcentaje de solapamiento que exista entre los emisores (Martin, 2004).

### **1.23 Programación de riego**

La programación de riego es estimada a partir de la humedad existente en el suelo y de diversos parámetros como el tipo de planta o microclima donde se realiza el riego; a través del seguimiento de los niveles de humedad que presente el suelo, actualmente, el método más empleado para programar el riego en explotaciones agrícolas, es la relación suelo-agua-planta (Palomino, 2009).

#### ***1.23.1 Frecuencia y tiempo de riego***

La frecuencia del riego se realiza al determinar el nivel de agua que se encuentra de manera disponible en el suelo a partir del cual empieza a ser escasa y provoca una condición de estrés hídrico que afecta al normal desarrollo de la planta (Santistevan, 2015).

El tiempo de riego es el período en el cual el agua en escorrentía permanece sobre el suelo para que éste logre penetrar la superficie hasta cierta profundidad de las raíces (Santistevan, 2015).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Localización y descripción del lugar de estudio

El presente experimento se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde, perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena ubicado, en la Comuna Río Verde, kilómetro 29 de la vía Santa Elena – Guayaquil, altitud 54 msnm, coordenadas: x= 533197 y= 9744718 Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena.



*Figura 1.* Lugar del estudio, Centro de Apoyo Río Verde.

### 2.2 Característica del suelo

El área del suelo en el que se realizó el presente estudio muestra un suelo franco – arenoso con diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla, según detalla la Tabla 3, en los resultados presentados por Valle (2020).

**Tabla 2.** Característica Física Textural de suelo del estudio

Análisis	Cantidad	Unidad	Interpolación
Arena	60	%	
Limo	24	%	Franco
Arcilla	16	%	Arenoso

**Fuente:** Valle (2020)

### 2.3 Características de agua

El agua utilizada para riego de cultivos en el Centro de Apoyo Río Verde presenta una clasificación C2S1, un indicador de baja salinidad del agua, lo que señala que el agua es apta para riego de cultivos. En la Tabla 4 se detallan los elementos presentes en el agua con sus respectivos valores y unidades (AGROLAB, 2021).

**Tabla 3.** Características de agua

Elemento	Resultado	Unidad
Ph	7.0	...
Fe	0.45	mg/l
P-PO <sub>4</sub>	0.040	mg/l
Cu	<0.010	mg/l
Zn	<0.011	mg/l
SO <sub>4</sub>	0.34	mg/l
Solidos totales disueltos	557	mg/l
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	35.7	mg/l
Alcalinidad	144	mg/l
Cl	44.7	mg/l
N-NH <sub>3</sub>	0.02	mg/l

**Fuente:** AGROLAB (2021)

### 2.4 Características climáticas

La Tabla 5 detalla las condiciones climáticas en temperatura, precipitación y humedad relativa en los meses del presente estudio, según INAMHI (2021).

**Tabla 4.** Características del clima en los meses de estudio

Mes	T° Max	T° Min	Humedad relativa %	Precipitación mm
Marzo	28.1 ° C	24.2 ° C	81%	0
Abril	27.8 ° C	23.2 ° C	81%	0

**Fuente:** INAMHI (2021).

## **2.5 Materiales y equipos**

- Libreta de campo
- Machete
- Piola
- Cámara fotográfica
- Estacas
- Pesa
- Cinta métrica
- Letreros
- Martillo
- Lápiz
- Papel
- Laptop
- Sistema de riego, aspersores
- bomba de riego

### **2.5.1 Material biológico**

En la presente investigación se trabajó en el pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI) establecido en agosto del 2019 en el del proyecto de investigación UPSE- FAO “Evaluación de dietas nutricionales en la producción de ganado bovino a partir de especies forrajeras cultivadas” que tiene la facultad de Ciencias Agrarias”.

## **2.6 Tratamiento y diseño experimental**

El experimento considero el diseño de bloques completos al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones, un total de 15 unidades experimentales; los tratamientos corresponden a los porcentajes de evaporación diaria medida en el evaporímetro clase A. La descripción de los tratamientos los detalla la Tabla 6.

**Tabla 5.** Descripción de los tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>Láminas de riego</b>
T <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> (80%)
T <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> (100%)
T <sub>3</sub>	L <sub>3</sub> (120%)

## 2.7 Análisis de la varianza

Para el análisis de los tratamientos se utilizó el ANDEVA. Las medias de los tratamientos fueron comparadas con la prueba de Tukey al 5% de significancia utilizando el software INFOSTAT versión estudiantil. En la Tabla 7 se muestran los grados de libertad del experimento.

**Tabla 6.** Análisis de varianza

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamiento	2
Bloque	4
Error experimental	8
Total	14

## 2.8 Delineamiento experimental y disposición de los tratamientos en el campo

El área total del experimento estuvo constituida por 2 296 m<sup>2</sup>, dividida en 15 unidades experimentales de 6.6 m x 11 m, separadas una de otra a una distancia de 1.5 m entre repeticiones/bloques y 1 m entre tratamiento (Tabla 8).

La Figura 2 muestra la disposición de los tratamientos en el campo, los que fueron realizados de forma aleatoria.

**Tabla 7.** Delineamiento experimental

<i>a.</i> Diseño experimento	DBCA
<i>b.</i> Tratamientos	3
<i>c.</i> Repeticiones	5
<i>d.</i> Unidades experimentales	15
<i>e.</i> Distancia entre hileras	0.5
<i>f.</i> Distancia entre planta	0.4
<i>g.</i> Área de las parcelas	116.6 m <sup>2</sup>
<i>h.</i> Área útil de la parcela	1 m <sup>2</sup>
<i>i.</i> Número de planta por sitio	1
<i>j.</i> Número de planta por hileras	18
<i>k.</i> Número de hileras	11
<i>l.</i> Número de planta por parcela	198
<i>m.</i> Área del bloque	627 m <sup>2</sup>
<i>n.</i> Área útil del bloque	82 m <sup>2</sup>
<i>o.</i> Distancia entre parcelas	1 m
<i>p.</i> Distancia entre bloques	1.50 m
<i>q.</i> Distancia del borde experimental 4 lados	8 m
<i>r.</i> Número de plantas por bloques	594
<i>s.</i> Número de plantas por experimento	1782
<i>t.</i> Número de planta por hectárea	416667
<i>u.</i> Área útil del experimento	247 m <sup>2</sup>
<i>v.</i> Área neta del experimento	1922 m <sup>2</sup>
<i>w.</i> Área total del experimento	2296 m <sup>2</sup>

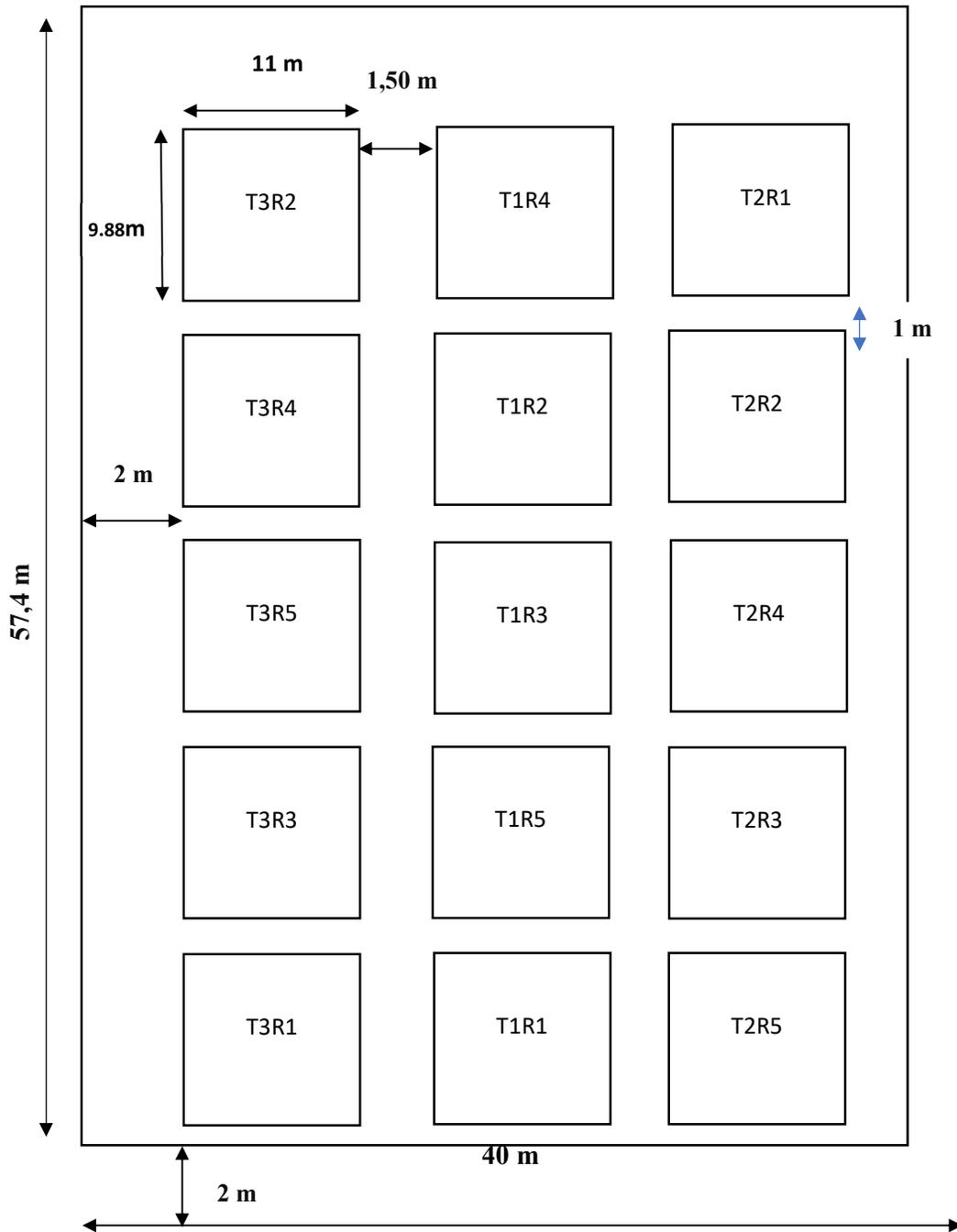


Figura 2. Disposición de los tratamientos en el campo

## **2.9 Manejo del experimento**

### ***2.9.1 Resiembra***

Previo al inicio del experimento se resembró los espacios vacíos que se encontraban en el cultivo, para esto se utilizó material vegetativo de las plantas ya establecidas.

### ***2.9.2 Control de malezas***

El control de malezas se realizó de forma manual, utilizando herramientas como machetes.

### ***2.9.3 Edad de cortes***

Al inicio del estudio se realizó un corte de igualación del pasto y 30 días después se procedió a realizar el corte para evaluar el rendimiento. El corte se lo realizó a 10 cm sobre la base del macollo de forma manual, con la ayuda de las respectivas herramientas.

## **2.10 Diseño agronómico del riego**

### ***2.10.1 Determinación de Capacidad de campo (CC)***

El parámetro hídrico CC fue estimado en base a la fórmula descrita por la Universidad de la Republica (2020).

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

### ***2.10.2 Determinación de Punto de Marchitez Permanente (PMP)***

El parámetro hídrico PMP fue estimado en base a la formula descrita por Universidad de la Republica (2020).

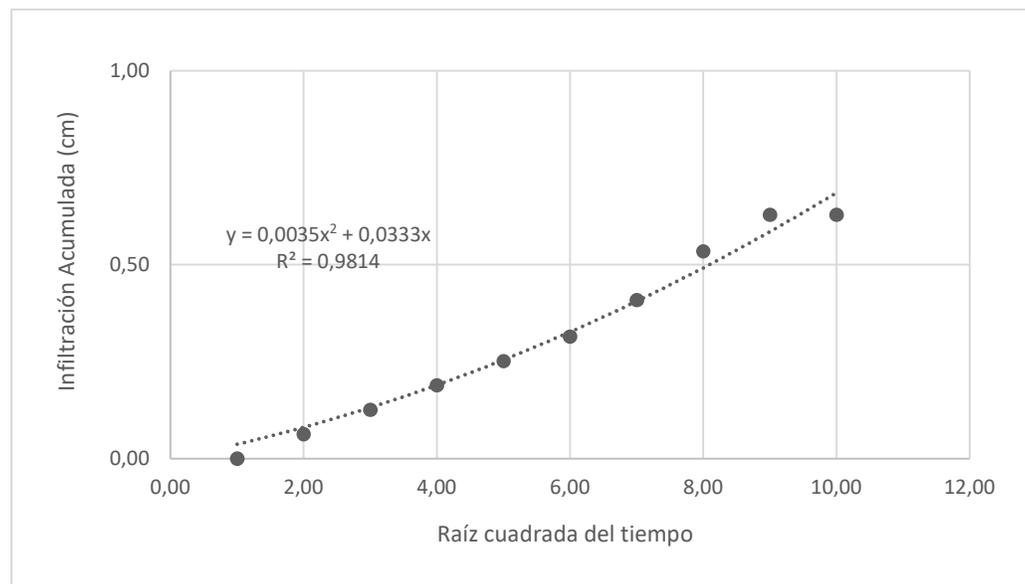
$$PMP \%ps = 0.001 (\% arena) + 0.12 (\% limo) + 0.57 (\% arcilla)$$

### 2.10.3 Obtención de Infiltración (Infiltrómetro de minidisco)

La infiltración del suelo se obtuvo con la ayuda de un infiltrómetro minidisco de dimensiones 32.7 cm de longitud, 3.1 cm de diámetro y un volumen de área de 135 ml, la evaluación consistió en colocar agua en el depósito para posteriormente colocar el equipo en la superficie del suelo, los datos fueron tomados por un lapso de tiempo de 60 segundos, realizándose 10 lecturas (Tabla 9).

**Tabla 8.** Valores de infiltración del suelo

Tiempo (s)	Simplificación de raíces cuadradas (t)	Volumen (mL)	Infiltración (cm)
0	0,00	75	0,00
60	7,75	74	0,06
120	10,95	73	0,13
180	13,42	72	0,19
240	15,49	71	0,25
300	17,32	70	0,31
360	18,97	68,5	0,41
420	20,49	66,5	0,53
480	21,91	65	0,63
540	23,24	65	0,63



**Figura 3.** Curva de Infiltración de agua acumulada en el suelo

#### 2.10.4 Riego

- La determinación de la evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>) se realizó mediante el método de PENMAN (FAO, 2009).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\left(\frac{900}{T} + 273\right)\mu_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)}$$

Donde:

ET<sub>o</sub>: evapotranspiración de referencia (mm día-1)

R<sub>n</sub>: radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día-1)

R<sub>a</sub>: radiación extraterrestre (mm día-1)

G: flujo del calor de suelo (MJ m<sup>-2</sup> día-1)

T: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u<sub>2</sub>: velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)

e<sub>s</sub>: presión de vapor de saturación (KPa)

e<sub>a</sub>: presión real de vapor (KPa)

e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>: déficit de presión de vapor (KPa)

Δ: pendiente de la curva de presión de vapor (KPa °C<sup>-1</sup>)

Γ: constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

- Se determinó la evapotranspiración de cultivo de acuerdo a la fórmula expresada por Tarjuelo (2005).

$$ET(\text{cultivo}) = ET_o * K_c$$

ET (cultivo) = Evapotranspiración de cultivo

ET<sub>o</sub> = Evapotranspiración Potencial

K<sub>c</sub> = Coeficiente característico del cultivo

- Lamina neta. (Dosis neta de riego)

Se determinó la lámina neta de acuerdo a la formula expresada por Tarjuelo (2005).

$$D_n = 100 * H * d_a * (C_c - P_m) * f$$

Dónde:

$D_n$  = Lamina neta.

$H$  = profundidad efectiva del suelo

$D_a$  = densidad aparente ciclo ciclo

$C_c$  = capacidad de campo

$P_m$  = punto de marchite permanente

$f$  = factor de agotamiento

- Lamina bruta (Dosis total)

Se determinó la lámina bruta de acuerdo a la formula expresada por Tarjuelo (2005).

$D_b$  = lamina bruta

$$D_b = \frac{D_n}{E_a}$$

Dónde:

$D_n$  = lamina neta

$E_a$  = eficiencia de aplicación

- Fracción de lavado

Se determinó la fracción de lavado de acuerdo a la formula expresada por Tarjuelo (2005).

$$RL = \frac{CE_a}{5CE_e - CE_a}$$

Donde:

$CE_a$ : Conductividad eléctrica del agua de riego (1.59 dS/m)

$CE_e$ : Tolerancia a la salinidad medido por la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (10 dS/m)

- Intervalo de riego

$D_n$  = Lamina neta

$E_c$  = Eficiencia de aplicación

$$\text{Intervalo} = \frac{\text{Dosis neta}}{\text{ET (cultivo) diario}}$$

- Pluviometría del aspersor

Se determinó la pluviometría del aspersor de acuerdo a la formula expresada por Tarjuelo (2005).

$$P = \frac{1000 \times Q_e}{(sxl)}$$

- Tiempo de riego

Se determinó el tiempo de riego de acuerdo a la formula expresada por Tarjuelo (2005).

$$Tr = \frac{Lt}{p}$$

Dónde:

Tr= tiempo de riego

Lt= Lamina total

P= Pluviometría del aspersor

### 2.10.5 Elección del aspersor

Con los resultados de la infiltración del suelo, se eligió el aspersor ½ amarillo con eje de acero, con las características de trabajo detalladas en la Tabla 10.

**Tabla 9.** Característica del aspersor.

<b>Características</b>		
Salidas: 1		
Tamaño de boquillas: 4mm		
Tipo de conexión: ½ M		
Presión bar	Alcance m	Caudal m <sup>3</sup> /h
1.0	11.6	0.6
4.0	12.1	1.2

### **2.10.6 Disposición de los emisores**

Se realizó la disposición de los aspersores en el terreno del cultivo de acuerdo al radio de humedad, ubicándolos cada 5 metros para evitar el traslape entre tratamientos.

### **2.10.7 Evaporación de la tina clase A (ETv)**

Se colocó la tina de evaporación clase A sobre suelo desnudo, se llenó de agua hasta 5 cm bajo del borde la tina, se procedió a colocar una malla protectora y evitar el acceso de animales o personas. Las lecturas fueron tomadas diariamente a las 8:00 am, para determinar la cantidad de agua evaporada, utilizando una regla y tomando los datos en cm.

### **2.10.8 Determinación del coeficiente de tina (Kp)**

Se determinó a través de la fórmula detallada en el Manual 56 de Riego y Drenaje de la FAO (Allen, 2006): donde se tomó las medidas de las temperaturas y la media de la HR, la dirección del Viento elevado al cuadrado y la distancia del borde de la tina con respecto al cultivo, a través de la siguiente fórmula.

$$K_p = 0.61 + 0.00341492 - 0.0016292 - 0.00000959210 + 0.003274 \ln(\text{BORDE}) - 0.00289 U_2 \ln(86.4 U_2) - 0.0106 \ln(86.4 U_2) \ln(\text{BORDE}) + 0.00063 [\ln(\text{BORDE})]^2 \ln(86.4 U_2)$$

Kp: Coeficiente de la tina

u<sub>2</sub>: 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.

## **2.11 Variables a evaluar**

- **Variables agronómicas**

Las variables agronómicas que se evaluaron dentro del área útil 2 m<sup>2</sup> de cada parcela a los 10, 20 y 30 días después del corte de igualación fueron:

**a) Altura**

Se midió con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta la punta de la hoja por unidad de planta, este valor es expresado en centímetro.

**b) Ancho de la hoja**

A la misma planta a la que se le tomó a la altura se midió el ancho de hoja, utilizando un flexómetro, expresado en centímetros.

**c) Longitud de la hoja**

Con el flexómetro se procedió a medir la longitud de la hoja hasta el ápice de la misma, a la misma planta que se realizaron las medidas anteriores, en centímetros.

**d) Materia verde (MV)**

A los 30 días se evaluó el rendimiento de biomasa del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) para lo cual se colocó la materia verde del área útil de cada tratamiento en una balanza y se realizó el peso en kg, para luego realizar los cálculos extrapolados a hectárea

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Variables agronómicas del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) en dependencia a las diferentes láminas de riego

#### 3.1.1 Altura de la planta del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) a los 10,20 y 30 días

Los resultados obtenidos a los 10, 20 y 30 días de evaluación de altura de la planta se evidencian en la Tabla 11 (Tabla 1A, Tabla 3A, Tabla 5A).

El análisis de la varianza muestra diferencia significativa entre tratamientos, la prueba de Tukey (0.05%) resalta tres grupos estadísticos con el T<sub>3</sub> que presenta una media superior a los demás tratamientos con 89, 42 cm.

**Tabla 10.** Análisis de la varianza de la altura de la planta del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS Zuri) a los 10,20 y 30 días.

Variable	Tratamientos.			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	CV%
Altura a los 10 días	36,35 a	42,23 b	46,97 c	0.96
Altura a los 20 días	57,50 a	63,32 b	66,96 c	0.49
Altura a los 30 días	77,81 a	84,05 b	89,42 c	0.68

Letras distintas no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )  
T<sub>1</sub> (80%), T<sub>2</sub> (100%), T<sub>3</sub> (120%)

Los resultados obtenidos en los tres tiempos de evaluación demuestran que las medias superiores las obtiene el tratamiento T<sub>3</sub> (120%) con una mayor altura, valores similares a los obtenidos por Vera (2016) con una media de altura de 91 cm a los 45 días con una lámina de riego al 100%. Ordóñez (2013) quien evaluó el comportamiento agronómico de tres especies forrajeras obtuvo que el pasto mombasa presentó una altura de 64.12 cm, valor inferior a los obtenidos en el presente experimento. Sin embargo los valores obtenidos son menores a los reportados por Santillán (2017) que alcanzó una altura promedio de 95.4 cm. Es de aclarar que esta altura la obtuvo a los

40 días de evaluación, la diferencia de valores en los resultados podría explicarse al tiempo de evaluación, a mayor tiempo de evaluación mayor desarrollo de la planta. Suarez y Neira (2014) obtuvieron una media de 157 cm debido a la aplicación de fertilización completa. Ordóñez (2013) evaluó el comportamiento agronómico de tres especies forrajeras entre las cuales estaba el pasto mombasa presentó una altura con una media general de 64.12 cm.

### 3.1.2 Ancho de la hoja del pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI) a los 10, 20 y 30 días

El Análisis de la varianza corroborada por la prueba de Tukey (0.05%) en la variable ancho de la hoja mostró diferencia significativa entre los tratamientos, sobresaliendo el T<sub>3</sub> que presentó una media superior a los demás tratamientos en los días evaluados, como lo detalla la Tabla 12 (Tabla 7A, Tabla 9A, Tabla 11A).

**Tabla 11.** Análisis de varianza del ancho de hoja del pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI), 10, 20 y 30 días.

Variable	Tratamientos			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	CV%
Ancho de hoja a los 10 días	1,42 a	1,60 b	1,86 c	2.74
Ancho de hoja a los 20 días	1,95 a	2,10 b	2,41 c	2.71
Ancho de hoja a los 30 días	2,37 a	2,51 b	2,80 c	2.03

Letras distintas no difieren estadísticamente (p<0.05)  
T<sub>1</sub> (80%), T<sub>2</sub> (100%), T<sub>3</sub> (120%)

Los resultados obtenidos en el ancho de la hoja en el tratamiento T<sub>3</sub> son superiores a los de Cordones y Misael (2015) que obtuvieron a los 30 días 1.80 cm; de igual forma son superiores a los de Molina and Vicente (2014) quienes en su estudio reportaron a los 30 días un ancho de 1.50 cm, en un experimento realizado en una zona seca, lo que podría haber influido en el desarrollo del pasto. De igual forma los resultados del presente estudio son superiores a los de Barros y Augusto (2016) que reportaron un ancho de hoja de 1.9 cm. Por otro lado, Palma y Alfonso (2015) obtuvieron una media de 2,51 cm, es decir menor a las medias obtenidas en el presente estudio.

### 3.1.3 Longitud de la hoja del pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI) a los 10, 20 y 30 días

El análisis estadístico de la longitud de la hoja del pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI) a los 10, 20 y 30 días estimó diferencia significativa entre los tratamientos mostrando tres grupos estadísticos, con el T<sub>3</sub> el que presentó mayor longitud de hoja todos los tiempos de evaluación, como muestra la Tabla 13 (Tabla 13A, Tabla 15A, Tabla 17A).

**Tabla 12.** Análisis de varianza de longitud de hoja del pasto Zuri (*Panicum máximum* cv BRS ZURI) a los 10,20 y 30 días.

Variable	Tratamientos			CV (%)
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
Longitud de hoja a los 10 días	25,28 a	32,06 b	36,71 c	1.37
Longitud de hoja a los 20 días	47,05 a	52,93 b	56,95 c	0.8
Longitud de hoja a los 30 días	67,72 a	73,75 b	79,67 c	0.63

Letras distintas no difieren estadísticamente (p<0.05)  
T<sub>1</sub> (80%), T<sub>2</sub> (100%), T<sub>3</sub> (120%)

Los valores encontrados en el presente estudio son similares a los reportados por Benítez (2020) quien obtuvo medias de 81.5 cm a los 35 días; sin embargo Vera (2016) obtuvo valores inferiores con medias de 62 cm a los 45 días con la aplicación de diferentes láminas de riego en pasturas. Ramírez (2010) obtuvo valores inferiores a las medias obtenidas en el presente experimento con 56.6 y 57.6 cm a la tercera a la quinta semana; De igual manera, Santillán (2017) con 40.68 cm a los 37 días.

### 3.1.4 Rendimiento de materia verde t/ha-1 del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)

El análisis estadístico del rendimiento del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) a los 30 días a partir del corte de igualación presentó diferencia significativa entre los tratamientos, con los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> que presentaron medias superiores respecto del tratamiento T<sub>1</sub>.

**Tabla 13.** Análisis de la varianza del rendimiento de materia verde del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) a los 30 días

Variable	Rendimiento de materia verde t/ha <sup>-1</sup>			CV%
<b>Tratamientos.</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>CV%</b>
	12.60 a	16.80 b	24.40 c	9.69

Letras distintas no difieren estadísticamente (p<0.05)

T<sub>1</sub> (80%), T<sub>2</sub> (100%), T<sub>3</sub> (120%)

El rendimiento de materia verde estuvo influenciado por el efecto de las láminas de riego, siendo el tratamiento T<sub>3</sub> el de mayor rendimiento con 24.40 t/ha<sup>-1</sup>. Se observa que los valores disminuyen progresivamente a medida que la lámina de riego es menor. Los valores obtenidos son superiores a los reportados por Santillán (2017) quien reportó 3.74 t/ha<sup>-1</sup> al igual que Vera (2016) quien obtuvo 3.27 kg/m<sup>2</sup> de biomasa con la aplicación de tres láminas de riego. Sin embargo, los resultados finales son inferiores a los obtenidos por Bernabé (2015) quien obtuvo 52,7 t FV/ha/corte. Campos (2010) obtuvo un rendimiento final de 69,3 y 75 t/ha/año aduciendo que la producción de materia verde está ligada a las condiciones ambientales y edáficas donde se desarrollan los pastizales. Los resultados obtenidos por Ordóñez (2013) son superiores a los obtenidos en el presente estudio, con la diferencia de que sus resultados corresponde a tres cortes con un rendimiento de 57,48 t/ha/año.

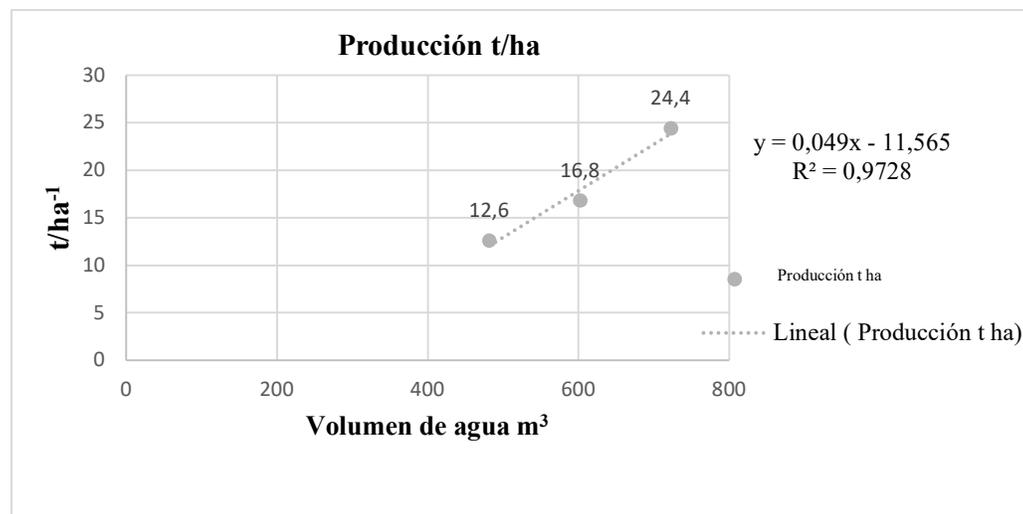
Los volúmenes de agua aplicada se detallan en la Tabla 15, en la que se muestran los m<sup>3</sup> aplicados a cada tratamiento.

En la Figura 4 se observa el volumen de agua aplicado en cada lamina de riego y la producción de MV/ha, mostrando que una mayor dotación de agua incide en la producción de materia verde del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI). En el estudio, el T<sub>3</sub> obtuvo la mayor producción de biomasa. La Figura 3 muestra, además, la ecuación lineal de producción en relación al volumen de agua aplicada.

**Tabla 14:** Volumen de agua aplicada en relación a la producción del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) a los 30 días

Tratamiento	Volumen de agua aplicada m <sup>3</sup>	Producción t ha <sup>-1</sup>
T <sub>1</sub>	481.6	12.6
T <sub>2</sub>	602.2	16.8
T <sub>3</sub>	722.4	24.4

T<sub>1</sub> (80%), T<sub>2</sub> (100%), T<sub>3</sub> (120%)



**Figura 4.** Curva de producción t/ha<sup>-1</sup> del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *Conclusiones*

Considerando las condiciones climáticas y edáficas del lugar de estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

Las características agronómicas del pasto *Panicum maximum* cv BRS ZURI se vieron influenciadas por la aplicación de las diferentes láminas de riego, al existir diferencia estadística en cada una de las variables evaluadas, con el T<sub>3</sub>(120%) que obtuvo una altura de 89.42 cm, longitud de 79.67 cm y ancho de hoja de 2.80 cm en cada una de las edades evaluadas.

La aplicación de diferentes láminas de riego influyó directamente en la producción de materia verde del pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) con el mayor rendimiento obtenido por el tratamiento T<sub>3</sub> con el 120 % de la tasa de evapotranspiración al obtener un rendimiento de 24.40 t MV ha<sup>-1</sup> a los 30 días, generando una lámina de riego de 72.2 mm con un volumen total de agua de 722.4 m<sup>3</sup>/ha.

### *Recomendaciones*

Repetir la investigación en el pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI) en la época más seca del lugar de ensayo.

Realizar la investigación con otros pastos en diferentes localidades de la provincia de Santa Elena.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, R. (2007) *Evapotranspiración del cultivo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Anzola, J. (2017) 'El pasto Zuri (*Panicum maximum* BRS Zuri.)' Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-el-pasto-zuri-panicum-maximum-brs-zuri>.

Barros, B. y Augusto, C. (2016) 'Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de pastos en la zona del cantón Pueblo viejo'. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3208> (Accessed: 5 May 2021).

Benítez, E. (2020) 'revistacmvl.jimdo.com/suscripción/volumen-12/gramíneas-y-leguminosas/.' Disponible en: [revistacmvl.jimdo.com/suscripción/volumen-12/gramíneas-y-leguminosas/](http://revistacmvl.jimdo.com/suscripción/volumen-12/gramíneas-y-leguminosas/): <https://revistacmvl.jimdo.com/suscripci%C3%B3n/volumen-12/gram%C3%ADneas-y-leguminosas/>.

Bernabé, D. (2015) *Alternativas tecnológicas para la producción de biomasa en el pasto Mombaza (Panicum Maximum cv) en Manglaralto, Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2225>

Cadena, N. (2012) *Hablemos de riego*. Ibarra, Ecuador: Creadores Gráficos.

Calvache, M. (2009) *Curso de Física de Suelos*. Quito, Ecuador: Andes.

Campos, N. (2010) "Evaluación d diferentes abonos en la producción primaria forrajera". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Cañar, V. (2009) *Estudio de factibilidad de un sistema de riego por aspersión para el cultivo de pasto en la hacienda de la brigada de fuerzas especiales n.-9 patria*. Escuela Politécnica del ejército sede Latacunga. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4380/1/M-ESPEL-0016.pdf>.

Cardozo, M. and Diaz, M. (2014) *Diseño de un sistema de riego por aspersión en la finca el Cedro ubicada en el municipio de Aquitania*. Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en:

[https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13035/die%2B-%C3%82%C2%AAo\\_sistema\\_de\\_riego\\_finca\\_el\\_cedro%5B1%5D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13035/die%2B-%C3%82%C2%AAo_sistema_de_riego_finca_el_cedro%5B1%5D.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Cordonez, G. and Misael, K. (2015) ‘Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto alambre (*Brachiariadecumbens*), y pasto guinea mombasa (*Panicum maximum*) con dos abonos orgánicos en el Centro Experimental La Playita UTC – 2014’. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3515> (Accedido: 5 Mayo 2021).

Díaz, J. and Manzanares, E. (2006). *Producción de biomasa de “Panicum maximum” cv Mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la Hacienda “Las Mercedes”*. Universidad Nacional Agraria.

Empresa publica de agua (2012) *Programa nacional de mantenimiento y operacion de infraestructura*. Empresa publica de agua, p. 255. Disponible en: <http://www.empresaagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/Perfil-de-Proyecto-OM-con-Dictamen-STPE.pdf>.

Fao (2009) ‘Guia de la Descripción del suelo’. Formato PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>.

FAO (2016) ‘Evapotranspiración del Cultivo’. Estudio Fao riego y drenaje. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf> (Accessed: 24 January 2021).

García, I. y Briones, G (2009) *Sistemas de riego por aspersión y goteo*. 2 ed. Mexico: Editorial Trillas (277 p).

Gonzáles, P. (2007) *Introducción al riego y drenaje*. Cuba: Instituto de Investigaciones del Riego y Drenaje.

Guerra, M. (2009) *Diseño de sistema de Riego a Gravedad y por Aspersión*. Universidad San Francisco de Quito.

Gurovich, R. (2006) *Riego Superficial Tecnificado*. 4 ed. Santiago: LA. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Hurtado, R. (2008) 'Mombaza. Agropecuaria Huallamayo SRL'. Tarapoto Perú. Disponible en: <http://www.huallamayo.com.pe/tanzania.htm>.

INAMHI (2021) 'Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología'. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>.

INIA (2004) 'Riego de pasturas en zonas ganaderas'. Estación Experimental del Norte. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12805/1/sad364p30-45.pdf>.

Lopez, J. (2008) *Irrigación y Drenaje, Unidad 3: Necesidades hídricas de los cultivos*. Fac. De Agronomía. (90 p).

Maldonado, R. (2012) *Texto Guía de Riego por Gravedad o Superficie*. Primera Edición. Loja.

Martin, R. (2004) *Manual de Riego de Jardines*. Andalucía. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/paisajismo/riegojardines.pdf>.

Mena, M. (2014) "*Diseño de un sistema de riego parcelario para el sistema de riego Pastora Alomia, en el Cantón Montufar, parroquia La Paz, Provincia del Carchi.*" Universidad Internacional SEK. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/964/1/TESIS%20MARCO%20MENA.pdf>.

Molina, E. and Vicente, M. (2014) '*Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto tanzania (panicum máximum cv.) con abonos orgánicos en diferentes estados de madurez en el campo Experimental La Playita UTC – La Mana*'. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3534> (Accessed: 5 May 2021).

Ordóñez, B. (2013) “*Comportamiento agronómico de tres variedades de pastos en el recinto Clementina, parroquia Colonche*”. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/931>.

Oswald, U. (2016) ‘*Manejo integral del agua y riesgo eficiente*’. En línea. Disponible en: [http://www.afespress.de/html/pdf/2016/UOS/2016\\_17\\_Manejo\\_integral\\_agua\\_risiko\\_eficiente.pdf](http://www.afespress.de/html/pdf/2016/UOS/2016_17_Manejo_integral_agua_risiko_eficiente.pdf).

Palma, C. y Alfonso, C. (2015) ‘*Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto mombasa (*Panicum maximum* cv.) con abonos orgánicos en diferentes estados de madurez en el campo experimental la playita UTC – La Maná*’. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3525> (Accessed: 5 May 2021).

Palomino, C. (2017) *Diseño de sistema de riego por aspersión para el campus de la Universidad César Vallejo*. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Palomino, V. (2009) *Riego por goteo*. Lima-Perú. Disponible en: [repositorio.utm.edu.ec/.../AUTOMATIZACION%20DE%20UN%20SIST](http://repositorio.utm.edu.ec/.../AUTOMATIZACION%20DE%20UN%20SIST).

Pozo, E. (2013) *Comportamiento agronomico de especies forrajeras en la comuna San Marcos-provincia de Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2246>.

Prudente, J. (2015) *Efecto de láminas de riego en el cultivo de pimiento (*capsicum annum* l.) en condiciones de la comuna Cerezal Bellavista, cantón Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2230/1/UPSE-TIA-2015-013.pdf>.

Ramírez, O. (2010) ‘*Características formogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza bsz Zuri*’. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93913070011.pdf>.

Ramos, M. y Báez, D. (2013) “*Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el cantón Cevalloz*”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2677/1/25T00208.pdf>.

Santillán, A. (2017) *Estudio del potencial adaptativo de cultivares de pasto (Brachiaria spp. Y Panicum spp) sembrados en la zona del Triunfo, provincia del Guayas-Ecuador*. Universidad de Guayaquil.

Santistevan, N. (2015) *Efecto de láminas de riego en la producción de maíz (Zea mays L), en Río - Nuevo, Santa Elena.* Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2231>

Suarez, M. and Neira, P. (2014) "*Comportamiento Agronomico de tres especies forrageras en Manglaralto, Santa Elena*". Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2216/1/UPSE-TIA-2015-008.pdf>.

Tarjuelo, M. (2005) *El riego por aspersión y su tecnología*. 3 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Universidad de la Republica (2020) 'Agua en el Suelo'. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/paisajismo/AGUA%20EN%20EL%20SUELO.pdf>.

Valverde, J. (2007) *Riego y Drenaje*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

Velazques, P. (2009) *Riego por aspersión*. Madrid, ES.: Ed. Starbook. (154 p).

Vera, D., Vivas, F. y Rivera, D. (2016) '*Respuesta del pasto alemán (Echinochloa polystachya L) a tres láminas de riego*'. Disponible en: [http://190.15.136.171:4786/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/135/117](http://190.15.136.171:4786/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/135/117).

Vyrsa (2015) 'Recomendaciones técnicas en diseños de riego', p. 12.

Wolf, S. (2020) *ZURI.pdf, Panicum Maximun cv. BRS Zuri*. Disponible en: <http://resusa.co.cr/nuevo/wp-content/uploads/2019/03/ZURI.pdf> (Accessed: 3 January 2021).

# ANEXOS

**Tabla 1A.** Altura de la hoja a los 10 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub>	35,25	36,65	36,9	36,4	36,55	36,35
T <sub>2</sub>	41,85	42,25	42,4	42,3	42,35	42,23
T <sub>3</sub>	47,15	47	46,95	46,7	47,05	46,97
X	41,42	41,97	42,08	41,80	41,98	41,85

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 2A.** Análisis de la varianza de la altura de la hoja a los 10 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	283,04	2	141,52	870,46	0,0001
Tratamiento	283,04	2	141,52	870,46	0,0001
Error	1,95	12	0,16		
Total	285	14			

C.V 0.96 %

**Tabla 3A.** Altura de la hoja a los 20 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T1	57,95	57,2	57,8	57,15	57,4	57,5
T2	63,05	63,35	63,5	63,15	63,55	63,32
T3	67,25	66,5	67,1	66,75	67,2	66,96
X	62,75	62,35	62,80	62,35	62,72	62,59

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 4A.** Análisis de la varianza de la altura de la hoja a los 20 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	227,69	2	113,84	1219,76	0,0001
Tratamiento	227,69	2	113,84	1219,76	0,0001
Error	1,12	12	0,09		
Total	228,81	14			

C.V 0.49 %

**Tabla 5A.** Altura de la hoja a los 30 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T1	77,8	78,05	78,1	77,15	77,95	77,81
T2	83,85	83,75	84,4	84,3	83,95	84,05
T3	90,5	88,2	89,3	89,15	89,95	89,42
X	84,05	83,33	83,93	83,53	83,95	83,76

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 6A.** Análisis de la varianza de la altura de la hoja a los 30 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	337,61	2	168,81	513,48	0,0001
Tratamiento	337,61	2	168,81	513,48	0,0001
Error	3,94	12	0,33		
Total	341,56	14			

C.V 0.68 %

**Tabla 7A.** Ancho de la hoja a los 10 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub>	1,42	1,44	1,46	1,36	1,42	1,42
T <sub>2</sub>	1,575	1,53	1,61	1,65	1,64	1,60
T <sub>3</sub>	1,89	1,87	1,84	1,80	1,92	1,86
X	1,63	1,61	1,63	1,60	1,66	1,63

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 8A.** Análisis de la varianza del ancho de la hoja a los 10 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	0,5	2	0,25	125,45	0,0001
Tratamiento	0,5	2	0,25	125,45	0,0001
Error	0,02	12	2,00E-03		
Total	0,52	14			

C.V 2.74 %

**Tabla 9A.** Ancho de la hoja a los 20 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub>	1,99	1,88	2,04	1,87	1,96	1,95
T <sub>2</sub>	2,11	2,05	2,07	2,15	2,14	2,10
T <sub>3</sub>	2,45	2,43	2,33	2,39	2,47	2,411
X						

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 10A.** Análisis de la varianza del ancho de la hoja a los 20 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	0,56	2	0,28	82,5	0,0001
Tratamiento	0,56	2	0,28	82,5	0,0001
Error	0,04	12	3,40E-03		
Total	0,6	14			

C.V 2.71 %

**Tabla 11A.** Ancho de la hoja a los 30 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub>	2,37	2,31	2,34	2,35	2,46	2,36
T <sub>2</sub>	2,48	2,50	2,45	2,54	2,58	2,51
T <sub>3</sub>	2,81	2,84	2,80	2,72	2,83	2,80
X	2,55	2,55	2,53	2,53	2,62	2,56

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 12A.** Análisis de la varianza del ancho de la hoja a los 30 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	0,49	2	0,24	90,72	0,0001
Tratamiento	0,49	2	0,24	90,72	0,0001
Error	0,03	12	2,70E-03		
Total	0,52	14			

C.V 2.03 %

**Tabla 13A.** Longitud de la hoja a los 10 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub>	24,65	24,85	25,9	25,45	25,55	25,28
T <sub>2</sub>	31,85	31,75	32,55	31,9	32,25	32,06
T <sub>3</sub>	37,2	36,55	36,6	36,15	37,05	36,71
X	31,23	31,05	31,68	31,17	31,62	31,35

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 14A.** Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 10 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	330,39	2	165,2	894,16	0,0001
Tratamiento	330,39	2	165,2	894,16	0,0001
Error	2,22	12	0,18		
Total	332,61	14			

C.V 1.37 %

**Tabla 15A.** Longitud de la hoja a los 20 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub>	47,65	46,35	47,45	46,55	47,25	47,05
T <sub>2</sub>	52,75	52,85	53,2	52,6	53,25	52,93
T <sub>3</sub>	57,35	56,55	56,85	56,75	57,25	56,95
X	52,58	51,92	52,50	51,97	52,58	52,31

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 16A.** Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 20 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	247,91	2	123,95	714,09	0,0001
Tratamiento	247,91	2	123,95	714,09	0,0001
Error	2,08	12	0,17		
Total	249,99	14			

C.V 0.8 %

**Tabla 17A.** Longitud de la hoja a los 30 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN					X
	I	II	III	IV	V	
T1	67,75	67,95	68,05	66,95	67,9	67,72
T2	73,65	73,55	73,95	73,7	73,9	73,75
T3	80,7	79,25	79,3	79,15	79,95	79,67
X	74,03	73,58	73,77	73,27	73,92	73,71

Fuente: Torres (2021)

**Tabla 18A.** Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 30 días

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor
Modelo	357,02	2	178,51	815,73	0,0001
Tratamiento	357,02	2	178,51	815,73	0,0001
Error	2,63	12	0,22		
Total	359,64	14			

C.V 0.63 %

**Tabla 19A.** Rendimiento del forraje ver t/ha<sup>-1</sup>

Tratamiento	Repetición	Rendimiento t MV/ha
T1	R1	16
T1	R2	10
T1	R3	11,5
T1	R4	12,5
T1	R5	13
T2	R1	15,5
T2	R2	16
T2	R3	17,5
T2	R4	16
T2	R5	19
T3	R1	26,5
T3	R2	24
T3	R3	22,5
T3	R4	24,5
T3	R5	24,5
Promedio		17,93

Fuente: Torres (2021)

CV 9.69 %

**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-PO <sub>4</sub> ))	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 (SO <sub>4</sub> )	mg/l	0,34	200	HACH-8051
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	557	1000	GRAVIMETRICO
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	35,7	300	APHA: 2340C
Alcalinidad Total	mg/l	144	---	STM-2320B
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	44,7	250	APHA – 4500-CL-B
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	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:

**Figura 1A.** Análisis de Agua, Rio Verde 2019.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

**DATOS DEL PROPIETARIO**  
 Nombre : Valle Solano Diana Marisol  
 Dirección : dianaval12@hotmail.com  
 Ciudad : Santa Elena  
 Teléfono : 0962724882  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
 Nombre : Sin Nombre  
 Provincia : Península de Sta. Elena  
 Cantón : Santa Elena  
 Parroquia :  
 Ubicación : Sitio

**PARA USO DEL LABORATORIO**  
 Cultivo Actual :  
 N° Reporte : 6019  
 Fecha de Muestreo : 05/08/2019  
 Fecha de Ingreso : 05/08/2019  
 Fecha de Salida : 19/08/2019

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
95813	Muestra 1		7,2 <b>PN</b>	22 <b>M</b>	4 <b>B</b>	0,34 <b>M</b>	13 <b>A</b>	9,5 <b>A</b>	21 <b>A</b>	0,6 <b>B</b>	3,5 <b>M</b>	14 <b>B</b>	10,8 <b>M</b>	0,71 <b>M</b>

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B		
<b>MAe</b> = Muy Acido	<b>LAe</b> = Ligr. Acido	<b>LAl</b> = Ligr. Alcalino	<b>RC</b> = Requiere Cal	<b>B</b> = Bajo	pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
<b>Ae</b> = Acido	<b>PN</b> = Prac. Neutro	<b>MeAl</b> = Media. Alcalino		<b>M</b> = Medio	<b>N,P,B</b> = Colorimetria	<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>
<b>MeAe</b> = Media. Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>Al</b> = Alcalino		<b>A</b> = Alto	<b>S</b> = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico
					<b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b> = Absorción atómica	<b>B,S</b>

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Figura 2A. Análisis de Suelo, Rio Verde 2019

DIAS		evaporacion de la tina mm	Coeficient e de tina Kp	Eva. Potencial Eto	Coeficient e de cultivo Kc	Etc	Intervalo de riego (Dias)	Fraccion de lavado RI	Tratamiento al 80%			Tratamiento al 100%			Tratamiento al 120%			
fecha	Lamina aplicada mm								Tiempo de riego Horas	Volumen a m3/ha	Lamina aplicada mm	Tiempo de riego Horas	Volumen a m3/ha	Lamina aplicada mm	Tiempo de riego Horas	Volumen a m3/ha		
Primer riego	21/03/2021	25.26 mm																
1	22/03/2021	1.5	0.8	1.1	1.1	1.2	7.0	1.0	1.2	0.1	12.2	1.5	0.1	15.3	1.8	0.2	18.3	
2	23/03/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
3	24/03/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
4	25/03/2021	3.0	0.8	2.3	1.1	2.5	7.0	1.0	2.4	0.2	24.4	3.1	0.3	30.5	3.7	0.3	36.6	
5	26/03/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
6	27/03/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
7	28/03/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
<b>Primer riego</b>		<b>14.5</b>	<b>0.8</b>	<b>10.9</b>	<b>1.1</b>	<b>12.0</b>	<b>7.0</b>	<b>1.0</b>	<b>11.8</b>	<b>1.0</b>	<b>118.0</b>	<b>14.7</b>	<b>1.2</b>	<b>147.4</b>	<b>17.7</b>	<b>1.5</b>	<b>176.9</b>	
1	29/03/2021	2.5	0.8	1.9	1.1	2.1	7.0	1.0	2.0	0.2	20.3	2.5	0.2	25.4	3.1	0.3	30.5	
2	30/03/2021	1.5	0.8	1.1	1.1	1.2	7.0	1.0	1.2	0.1	12.2	1.5	0.1	15.3	1.8	0.2	18.3	
3	31/03/2021	2.7	0.8	2.0	1.1	2.2	7.0	1.0	2.2	0.2	22.0	2.7	0.2	27.5	3.3	0.3	32.9	
4	01/04/2021	2.5	0.8	1.9	1.1	2.1	7.0	1.0	2.0	0.2	20.3	2.5	0.2	25.4	3.1	0.3	30.5	
5	02/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
6	03/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
7	04/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
<b>Segundo riego</b>		<b>15.2</b>	<b>0.8</b>	<b>11.4</b>	<b>1.1</b>	<b>12.5</b>	<b>7.0</b>	<b>1.0</b>	<b>12.4</b>	<b>1.0</b>	<b>123.6</b>	<b>15.5</b>	<b>1.3</b>	<b>154.6</b>	<b>18.5</b>	<b>1.6</b>	<b>185.5</b>	
1	05/04/2021	1.8	0.8	1.4	1.1	1.5	7.0	1.0	1.5	0.1	14.6	1.8	0.2	18.3	2.2	0.2	22.0	
2	06/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
3	07/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
4	08/04/2021	2.2	0.8	1.7	1.1	1.8	7.0	1.0	1.8	0.2	17.9	2.2	0.2	22.4	2.7	0.2	26.8	
5	09/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
6	10/04/2021	2.2	0.8	1.7	1.1	1.8	7.0	1.0	1.8	0.2	17.9	2.2	0.2	22.4	2.7	0.2	26.8	
7	11/04/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
<b>Tercer riego</b>		<b>14.2</b>	<b>0.8</b>	<b>10.7</b>	<b>1.1</b>	<b>11.7</b>	<b>7.0</b>	<b>1.0</b>	<b>11.6</b>	<b>1.0</b>	<b>115.5</b>	<b>14.4</b>	<b>1.2</b>	<b>144.4</b>	<b>17.3</b>	<b>1.5</b>	<b>173.3</b>	
1	12/4/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
2	13/4/2021	2.5	0.8	1.9	1.1	2.1	7.0	1.0	2.0	0.2	20.3	2.5	0.2	25.4	3.1	0.3	30.5	
3	14/4/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
4	15/4/2021	2.3	0.8	1.7	1.1	1.9	7.0	1.0	1.9	0.2	18.7	2.3	0.2	23.4	2.8	0.2	28.1	
5	16/4/2021	2.5	0.8	1.9	1.1	2.1	7.0	1.0	2.0	0.2	20.3	2.5	0.2	25.4	3.1	0.3	30.5	
6	17/4/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
7	18/4/2021	2.0	0.8	1.5	1.1	1.7	7.0	1.0	1.6	0.1	16.3	2.0	0.2	20.3	2.4	0.2	24.4	
<b>Cuarto riego</b>		<b>15.3</b>	<b>0.8</b>	<b>11.5</b>	<b>1.1</b>	<b>12.6</b>	<b>7.0</b>	<b>1.0</b>	<b>12.4</b>	<b>1.1</b>	<b>124.5</b>	<b>15.6</b>	<b>1.3</b>	<b>155.6</b>	<b>18.7</b>	<b>1.6</b>	<b>186.7</b>	
									48.2	4.1	481.6	60.2	5.1	602.0	72.2	6.1	722.4	

Figura 3A. Programación de Riego en el pasto Zuri (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)



**Figura 4A.** Instalación del sistema de riego



**Figura 5A.** Prueba del sistema de riego



**Figura 6A.** Corte de igualación



**Figura 7A.** Corte de igualación



**Figura 8A.** Medición de Ancho de la Hoja



**Figura 9A.** Medición de Altura de la planta



**Figura 10A.** Corte de pasto a los 30 días



**Figura 11A.** Recolección del Pasto ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)



**Figura 12A.** Pesaje del pasto ZURI (*Panicum maximum* cv BRS ZURI)

