



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
CARRERA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**ESTIMACIÓN DEL CONSUMO HÍDRICO DEL PASTO KING
GRASS MORADO SOMETIDO A COSECHAS SUCESIVAS**

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERO HIDRAULICO

AUTOR:

REYES ZAMBRANO JIMMY LEANDRO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. JESÚS ENRIQUE CHAVARRÍA PARRAGA. M.Sc.

MARZO 2021

CHONE – MANABÍ - ECUADOR

Certificación de la Tesis

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc.

Tutor del plan de investigación curricular

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga. M.Sc.

C.I.130827219-2

Aprobación del Tribunal

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí:

(F)_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga. M.Sc.

Primer Lector

(F)_____

Ing. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño. M.Sc.

Segundo Lector

(F)_____

Ing. José Ramon Alarcon Loor. M.Sc.

Tercer Lector

Declaración de Originalidad

Este manuscrito, no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

Autor:

F. _____

Jimmy Leandro Reyes Zambrano
Dirección: Wilfrido Viteri. Bypass. Ciudadela Bowen
E-mail: jreyes0047@pucesm.edu.ec
Celular: 0996805855

Declaración de Derecho del Autor

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos, con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Autor:

F. _____
Reyes Zambrano Jimmy Leandro
C.I.1313620047

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios por todo el apoyo y bendiciones que me dio a lo largo de todo este proceso y poder cumplir esta meta tan anhelada.

A mi madre Narcisa De Jesús Hernández Cedeño por ser ese pilar fundamental durante toda esta etapa de mi vida y por su apoyo incondicional a lo largo de la vida universitaria que ahora llega a su finalización

A mis hermanas Marjorie y Nohely y mi tía Katty, mis primos Alisson y Tony que han estado pendiente de mí, a Fabricio quien fue una parte fundamental dándome el apoyo como un padre y formándome como tal, a mi enamorada Jamileth por apoyarme y darme su amor incondicional.

Agradecimiento

Mi Agradecimiento ante todo a Dios, A mis padres Vanessa y Yimy por darme la vida; a mi madre Narcisa quien fue mi eje y motor principal en mi formación académica.

A la Pontífice Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, a los docentes Micheal Caicedo, José Alarcon y Jesús Chavarría quienes fueron mis referentes y guías en la formación profesional.

Al Sr. Benito Farias y familia quienes me dieron apertura en su hogar brindándome cariño, amor y apoyo al finalizar esta etapa universitaria.

A mi compañero, hermano y muy buen amigo Daniel Farias quien a lo largo de la carrera fue mi compañía en esta etapa de formación educativa y profesional.

Resumen

Esta investigación experimental determinó la influencia de diferentes programaciones de riego sobre el pasto *King Grass* Morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), sometido a cortes sucesivos, para establecer el uso eficiente del agua en el cultivo. Por ello, en la finca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Campus Chone, entre octubre de 2020 y enero de 2021, se efectuaron dos cortes al pasto cada 45 días para evaluar su consumo hídrico, procesando datos climatológicos y en biomasa bajo diferentes tratamientos con láminas del 100%, 90%, 80%, 70% y 60% de la evapotranspiración del cultivo (ETc); realizando un análisis estadístico de las variables de producción de materia verde y seca (método Tukey); y generando una programación de riego. Los resultados indican que la lámina del 100% presenta el mayor consumo de agua en el cultivo, con un promedio de 163,37 mm/m² en ambos cortes, respecto a sus condiciones climáticas. Los resultados también señalan que, en producción de materia seca no hay diferencias significativas entre un corte y otro, pero considerando la producción de materia verde existe diferencia en cuanto a la lámina del 100%, obteniendo un promedio de 428,33 gr en el primer corte, y 3038 gr en el segundo. Se concluye que en condiciones agrícolas e hidrofísicas, el mejor tratamiento corresponde a la lámina del 100%, para la cual se genera una programación de riego basada en criterios técnicos de diseño y uso eficiente del agua sobre cultivo.

Palabras clave: agua, productividad hídrica, producción, consumo, eficiencia

Abstract

This experimental research study determined the influence of different irrigation schedules on King Grass Purple cut grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), which was subjected to successive cuts, in order to establish water use efficiency in the crop. Hence, in the farm of Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Chone Campus, from October 2020 to January 2021, two cuts were made to this grass every 45 days, to evaluate its water consumption by processing weather data and biomass under different treatments with irrigation sheets at 100%, 90%, 80%, 70% and 60% of crop evapotranspiration ((ET_c); by performing statistical analysis of the variables of green and dry matter production (Tukey test); and by creating an irrigation schedule. The findings reveal that the irrigation sheet at 100% has the highest water consumption in the crop, with an average of 163.37 mm/m² in both cuts, as regards climatic conditions. The findings also show that no significant differences are found between one another cut, but considering green matter production, there is a difference in the sheet at 100%, with an average of 428.33 gr in the first cut, and an average of 3038 gr in the second one. It is concluded that under agricultural and hydro-physical conditions, the best treatment corresponds to the irrigation sheet at 100%, for which an irrigation schedule is created based on design and technical criteria and water use efficiency in crops.

Keywords: water, water productivity, production, consumption, efficiency

Índice

Certificado de la Tesis	i
Aprobación del Tribunal.....	ii
Declaración de Originalidad	iii
Declaración de Derecho del Autor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice.....	9
Índice de Tabla.....	13
Índice de Figuras.....	14
Índice de Fórmulas.....	15
Introducción.....	16
Materiales y métodos	19
Tipo de Investigación	19
Características del Lugar	19
Localización	19
Ubicación Geográfica.....	20
Condiciones Climatológicas.....	20
Equipos y Materiales	21
Materiales de Campo.....	21

	10
Materiales de oficina	21
Características del Campo Experimental	22
Cultivo del pasto King Grass morado (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides).....	22
Métodos	22
Variables que se consideraron en la investigación	22
Estimación de las variables que se consideraron en la investigación.....	23
Humedad del suelo.....	23
Procedimiento para determinar la humedad del suelo con el método del tensiómetro	23
Procedimiento para determinar la humedad del suelo con el método del tensiómetro	25
Método de Penman Monteith modificado por la Fao (FAO, 2014).....	25
Variables que integran un diseño agronómico para el riego.....	25
Evapotranspiración del Cultivo Etc.....	26
Precipitación Efectiva.....	26
Balance Hídrico	26
Agua fácilmente disponible para el Cultivo	27
Lamina Neta	27
Requerimiento de lavado.....	27

	11
Lamina Total	28
Intervalo de Riego	28
Lamina Neta Ajustada	28
Lamina Total Ajustada	29
Intensidad de aplicación de agua.....	29
Tiempo de Riego	29
Manejo del Ensayo.....	30
Recolección del sustrato en funda	30
Llenado de fundas plásticas.....	30
Siembra.....	31
Fertilización.....	31
Control de malezas	31
Control de plagas.....	32
Cosecha	32
Riego.....	33
Anotación de datos del área de estudio	33
Variables que evaluar.....	33
Rendimiento de materia verde (MV).....	33
Rendimiento de materia seca (MV).....	33
Porcentaje de material muerto (PMM).....	34

Eficiencia del uso de agua	34
Resultados y Discusión	35
Variable de producción	35
Variable de comportamiento	39
Conclusiones	42
Bibliografía	43
Anexos	45

Índice de Tabla

Tabla 1: Datos Climatológicos promedios mensuales del año 2000 al 2013.	20
Tabla 2: Medidas de la parcela	22
Tabla 3: Resultado promedio de consumo mm/m ² de los tratamientos	38
Tabla 4: Resultado promedio de consumo mm/m ² de los tratamientos	39
Tabla 5: Programación de riego del Pasto King Grass Morado.....	40
Tabla 6: Resultados de material húmedo y seco de pasto king gras morado durante el Corte 1.....	45
Tabla 7: Resultados de material húmedo y seco de pasto king gras morado durante el Corte 2.....	47
Tabla 8: Lectura de valores climáticos del pasto king grass morado durante el Corte 1.....	46
Tabla 9: Lectura de valores climáticos del pasto king grass morado durante el Corte 2.....	48

Índice de Figuras

Figura 1: Localización del área de estudio de la tesis.....	19
Figura 2: Resultado de consumo en mm/m ² del primer corte de los tratamientos.....	35
Figura 3: Resultado de consumo en mm/m ² del segundo corte de los tratamientos	36
Figura 4: Resultado promedio de consumo mm/m ² de los tratamientos.....	37
Figura 5: Llenada de fundas para siembras de pasto king grass morado.....	49
Figura 6: Cosecha del Pasto king grass morado 45 días después desde su corte de igualación.....	49
Figura 7: Montaje de tejado por exceso de precipitación del ensayo experimental	50
Figura 8: Aplicación de lámina re riego al cultivo.	50
Figura 9: Monitoreo del área experimental.....	51
Figura 10: Toma de muestra del cultivo.	51
Figura 11: Procesamiento del Pasto king grass morado para obtener las características a evaluar dentro de la presente investigación.(1).....	52
Figura 12: Procesamiento del Pasto king grass morado para obtener las características a evaluar dentro de la presente investigación.(2).....	52
Figura 13: Colación de muestra de tallos y hojas en la estufa para eliminar la humedad.	53

Índice de Formulas

Ecuación 1: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).....	25
Ecuación 2: Evapotranspiración del cultivo (mm/día).....	26
Ecuación 3: Precipitación efectiva >75 (mm).....	26
Ecuación 4: Precipitación efectiva <75 (mm).....	26
Ecuación 5: Balance Hídrico (mm).....	26
Ecuación 6: Balance Hídrico (mm).....	27
Ecuación 7: Lamina Neta (mm).....	27
Ecuación 8: Lamina Neta (mm).....	27
Ecuación 9: Lamina Total.....	28
Ecuación 10: Intervalo de Riego.....	28
Ecuación 11: Lamina Neta Ajustada (mm/riego)	28
Ecuación 12: Lamina Neta Ajustada (mm).....	29
Ecuación 13: Intensidad de aplicación de agua	29
Ecuación 14: Tiempo de Riego.....	29
Ecuación 15: Materia seca expresado en porcentaje.....	34
Ecuación 16: Prcentaje de material muerto (PMM)	34

Introducción

El agua es un recurso esencial e importante a nivel mundial, para la agricultura ya que ayuda en la productividad y asegura una producción previsible, además sirve para aprovechar el potencial de la tierra permitiendo la gestión sostenible del agua, con las gestiones adecuadas del suelo ya que este almacena gran parte de las precipitaciones y las devuelve al cultivo, en casos de escasez. (FAO,2002).

El uso del agua para riego se debe definir de acuerdo con el volumen de agua que sea necesario para la compensación de la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva durante la germinación y crecimiento del cultivo. (FAO, 2002).

En los grandes cultivos hortícolas se necesita medir y registrar la necesidad hídrica del mismo, para así tener un seguimiento y tratamiento. El aporte inadecuado del recurso hídrico desproporciona e influye desfavorablemente sobre el rendimiento del cultivo en biomasa según (Arias, 2012). En la actualidad se encuentra una pésima producción de pasto en los agricultores y sus cultivos por falta de conocimiento. Por eso (FAO, 2002) nos dice que mediante la investigación de los cultivos en la agricultura animara a comenzar una transformación en la producción de grandes cultivos.

La importancia del sistema de riego tecnificado en un cultivo es muy importante ya que estos son diseñados de acuerdo con lo agronómico e hidráulico, para lo cual se deben reunir diferentes características técnicas según las normas basadas en el mismo, permitiendo la producción de pastos como alimento para los animales. (Alarcón, 2014). El King grass morado es un potencial de producción utilizado para la alimentación de animales, ya que cumple con los requerimientos de nutrición. Según sus características crece de 2 a 4 metros de altura, sus hojas

son lanceoladas, planas, tiernas y ásperas de 50 a 100 cm, además posee una variedad híbrida (Cortes & Olarte, 2018).

El pasto King grass morado tiene origen en Sudáfrica y luego fue introducida en América, actualmente se ha adaptado a las condiciones agroambientales, su utilización se basa en fincas de diferentes regiones, la mayoría tropicales como forraje para el ganado, porcino, bovino, entre otros (Cortes & Olarte, 2018).

“En la actualidad podemos observar que la economía del país se direcciona en la explotación de los sembríos agrícolas para así poder obtener beneficios económicos, ambientales y sociales” (FAO, 2002).

Actualmente, el uso que se le da a los pastos para el corte es considerado como un instrumento de bajo consumo, porque nos ayuda a incrementar la producción del ganado. Esto nos indica disminuir el desperdicio del forraje, evitando el gasto innecesario de energía del pastoreo (Barrera, Avellaneda, Tapia, Peña, Molina, y Casanova, 2013.). El requerimiento de agua de irrigación es alto y tiene un crecimiento anualmente, esto podemos constatar en regiones andinas y en planicies de las costas áridas (Chavarría, Pílalo, González, y Párraga, 2017)

González, y Párraga, 2017)

Para la producción del pasto King grass morado debemos tomar como prioridad factores fundamentales, como el terreno; importante tener en cuenta que el terreno no presentes grandes encharcamientos y déficit en propiedades físicas del suelo. Conocer las características de fertilidad del suelo, con análisis del mismo y así poder definir la aprobación del estudio en el suelo (Herrera, Gonzáles, & Herrera, 2010).

Al realizar el corte del pasto se debe realizar en forma correcta por partes según el área de requerimiento del forraje diario, lo que nos indica que, en las áreas con mayor margen del sistema de riego con edad adulta de su cultivo, pero en las escalas pequeñas del sistema de riego y el manejo del propio agricultor, nos permite mediante la necesidad de cada parte en el campo. En Latinoamérica se define por su valor energético y de alto potencial productivo a la planta de forraje (Herrera, Gonzáles, & Herrera, 2010).

Esta investigación es de gran importancia en la zona de estudio debido a que en la zona manabita se encuentra la mayor parte de productores que se dedican a la ganadería. Por esta razón la presente investigación pretende determinar la estimar el consumo hídrico del pasto king grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) sometido a cosechas sucesivas. Para dar el cumplimiento al objetivo general se van a establecer los siguientes objetivos específicos: determinar la cantidad de agua que consume el pasto king grass morado (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum typhoides*); comprobar la demanda hídrica del pasto King grass morado (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum typhoides*); Establecer una programación con respecto al mejor tratamiento de pasto King grass morado (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum typhoides*) en función a las láminas de agua aplicada.

Materiales y métodos

Tipo de Investigación

La investigación fue de forma aplicada debido a que se conformó la parte teórica con la práctico in situ de manera experimental. La población de estudio fue de tipo finita, de manera puntual el pasto King grass morado (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum typhoides*) con una muestra de 45 especímenes dividido en 5 pequeñas parcelas con área de 9 m² cada una, con 9 plantas por cada parcela en análisis.

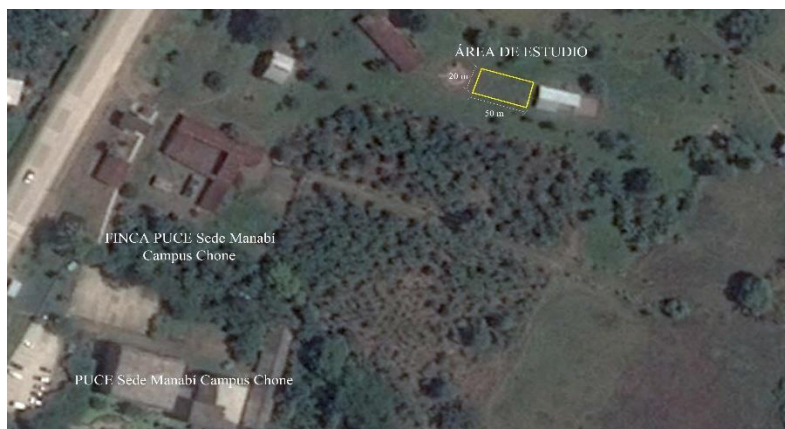
Características del Lugar

Localización

La presente investigación se desarrolló en la finca de la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí (PUCEM) Campus Chone”, Km 11 de la Vía Chone – Quito, perteneciente a la parroquia Ricaurte del cantón Chone provincia de Manabí; durante los meses de octubre del 2020 a enero del 2021.

Figura 1

Localización del área de estudio de la tesis



Nota: Fuente: Google Earth ,2020

Ubicación Geográfica

Altitud: 36 msnm

Datum: WGS84 UTM Zona 17 S

Coordenada Este: 607224.32 m E

Coordenada Norte: 9930264.32 m S

Condiciones Climatológicas**Tabla 1**

Datos Climatológicos promedios mensuales del año 2000 al 2013.

Mes	Evaporación (mm/día)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/mes)	Velocidad del viento (m/s)
Enero	3.310	91	191.17	2.19
Febrero	3.293	92	304.43	2.30
Marzo	3.706	91	244.93	2.40
Abril	3.877	91	148.40	2.12
Mayo	3.135	91	44.15	2.09
Junio	2.817	91	12.08	1.87
Julio	3.171	91	13.12	1.93
Agosto	3.770	89	8.30	2.22
Septiembre	3.906	89	7.77	2.17
Octubre	3.958	89	7.71	2.24
Noviembre	4.041	88	11.15	2.74
Diciembre	3.375	89	69.27	2.44

Nota: Fuente: (NAMHI,2019)

Equipos y Materiales

Materiales de Campo

Bolsas plásticas para huerto de 15x20 cm.

Tierra para sembrar.

Semilla del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*).

Palas.

Pico

Flexómetro de 3 m.

Probetas de 250 ml.

Tensiómetros agrícolas de 15 cm.

Cámara fotográfica

Fertilizante.

Insecticidas.

Fungicidas.

Mangueras.

Materiales de oficina

Cuaderno.

Lapicero.

Laptop.

Software de Excel.

Características del Campo Experimental

Cultivo del pasto King grass morado (Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides).

Tabla 2:

Característica de la parcela.

Numero de parcelas	5
Ancho de la parcela	3 m
Largo de parcela	3 m
Área de parcela	9 m²
Números de plantas en la parcela	9 u

Métodos

Variables que se consideraron en la investigación.

- Evapotranspiración de referencia
- Evapotranspiración estimada del cultivo
- Coeficientes de los cultivos
- Humedad del Suelo (Método del tensiómetro)
- Estrés Hídrico

Estimación de las variables que se consideraron en la investigación

Humedad del suelo

En la presente investigación se determinó la humedad del suelo mediante el método del tensiómetro, tomando las lecturas diarias de la humedad del suelo donde se están desarrollando los cultivos. Debido a las características de la zona radicular del cultivo que fue sometido a la investigación utilizaremos un tensiómetro a 15-20 cm de profundidad, que se ubicó en una funda plástica llena con el mismo suelo, donde contienen el pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*).

Procedimiento para determinar la humedad del suelo con el método del tensiómetro

A medida que las partículas sequen en el suelo estas retienen una gran energía de agua . El propósito de los tensiómetros es medir cierta cantidad de agua con que la intensidad de fuerza que retiene el suelo. Los tensiómetros poseen una estructura de cerámica interconectada a un recipiente tipo tubería de agua. También los tensiómetros son instalados a ciertas profundidades según lo requiere el estudio (Chavarría, 2011).

Cuando el suelo se va secando por completo, emprende a halar líquido del recipiente agua a través de la superficie de la cerámica, induciendo una succión al recipiente de agua. Es entonces con un indicador de la fuerza de succión como el manómetro, que nos permite mediante la medida de centibares ver la cantidad de agua en el suelo. Los tensiómetros funcionan de manera correcta en los suelos con mayor agua, estos tienden a perder sensibilidad y contacto del suelo cuando el mismo se encuentra en un estado muy sólido.

Los pasos y recomendados para la preparación e instalación en el área de estudio

(Chavarría, 2011):

- Se debe ubicar el tensiómetro en una posición vertical en un depósito con agua por 1 a 3 días para saturar la parte de cerámica del tensiómetro para poder eliminar cualquier burbuja de aire que se encuentre en ella.
- Verificar los datos de lectura que se obtiene en el manómetro cuando la cerámica del tensiómetro se sumerge en agua muestre 0 centibares.
- Llenar el tubo con agua destilada esterilizada, vertiéndola lentamente poniendo el tensiómetro en una posición inclinada para evitar la formación de burbujas de aire.
- Sellar la tapa adecuadamente no es necesario hacer fuerza, solo hasta que llegue a su tope.

Pasos para la Instalación

- Marcar sobre el hierro la profundidad a la cual se requiere llegar la porcelana.
- Perforar con fuerza hasta la profundidad que requerimos instalar el tensiómetro en este caso 15 cm.
- Ya realizado las perforaciones se introducen los tensiómetros, introduciendo con cuidado y tratar de instalarlo de manera recta para evitar el agrietamiento o destruir las paredes de la perforación para una mayor firmeza de los aparatos.

Evapotranspiración de referencia (ET₀)

La Evapotranspiración de referencia se determinó mediante el método indirecto de Penman Monteith modificado por el Fao.

Método de Penman Monteith modificado por la FAO (FAO, 2008)

$$\text{Ecuación 1: } ET_0 = \frac{0.408 \Delta (Rn - G) + y \frac{900}{T + 273} U^2 (e_s - e_a)}{\Delta + y(1 + 0.34U^2)}$$

Donde:

ET₀= Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

R_n= Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m²/día).

G=Densidad del flujo del calor del suelo (MJ/m²/día).

T= Temperatura del aire a 2m de la altura °C.

U₂= Velocidad del viento a 2m de la altura (m/s).

e_a= Representa la presión de vapor actual (KPa).

e_s = Representa la presión de vapor del aire saturado con agua (KPa).

Δ = Bajada de la curva de presión de vapor (K Pa/°C).

y= Constante psicométrica (K Pa/°C).

Variables que integran un diseño agronómico para el riego

El diseño agronómico se diseñó para el cultivo del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), tomando al respecto los valores de K_c y ET₀.

Evapotranspiración del Cultivo Etc (FAO, 2014)

$$\text{Ecuación 2: } ET_c = K_c * ET_o$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

K_c = Coeficiente de los cultivos (adimensional).

ET_o = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

Precipitación Efectiva "PE"

$$\text{Ecuación 3: } P_e = 0.8P - 25 \quad P > 75 \text{ mm}$$

$$\text{Ecuación 4: } P_e = 0.6P - 10 \quad P < 75 \text{ mm}$$

Donde:

P_e = Precipitación efectiva (mm).

P = Precipitación (mm).

Balance Hídrico

$$\text{Ecuación 5: } BH = ET_c - P_e$$

Donde:

BH = Balance Hídrico (mm).

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

P_e = Precipitación efectiva (mm).

Agua fácilmente disponible para el Cultivo

$$\text{Ecuación 6: } \text{AFC} = \frac{\text{Cc} - \text{Pm}}{100} * \text{Da} * \text{Prec}$$

Donde:**AFC**= Agua fácilmente disponible para el cultivo (mm).**Cc**= Capacidad Campo (%).**Pm**= Punto de Matriz (%).**Da**= Densidad Aparente.**Prec**= Profundidad radicular del cultivo (mm).*Lamina Neta*

$$\text{Ecuación 7: } \text{Ln} = \text{AFD} * \text{FAC}$$

Donde:**Ln**= Lamina Neta (mm).**AFC**= Agua fácilmente disponible para el cultivo (mm).**FAC**= Factor de Agotamiento.*Requerimiento de lavado*

$$\text{Ecuación 8: } \text{RL} = \frac{\text{CEa}}{5(\text{CEe} - \text{CEa})}$$

Donde:**RL** = requerimiento de lavado, expresado en tanto por uno.

CEa = conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m.

CEe = conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo. Se expresa en dS/m.

Lamina Total

$$\text{Ecuación 9: } L_t = \frac{L_n}{E_a * (1 - R_L)}$$

Donde:

L_t= Lamina Total (mm).

L_n= Lamina Neta (mm).

E_a= Eficiencia del sistema de riego utilizado.

R_L= Requerimiento del lavado.

Intervalo de Riego

$$\text{Ecuación 10: } I_r = \frac{L_n}{E_{Tc} \text{ diarios}}$$

Donde:

I_r= Intervalo de Riego (mm).

L_n= Lamina Neta (mm).

E_{Tc} diarios = Evapotranspiración diaria del cultivo (mm/días).

Lamina Neta Ajustada

$$\text{Ecuación 11: } L_n \text{ ajustada} = E_{Tc} \text{ diarios} * I_r \text{ ajustado}$$

Donde:

Ln ajustada= Lámina Neta Ajustada (mm/riego).

ETc diarios = Evapotranspiración diaria del cultivo (mm/días).

Ir ajustado= Intervalo de Riego ajustados (días).

Lamina Total Ajustada

$$\text{Ecuación 12: } Lt \text{ ajustada} = \frac{Ln \text{ ajustada}}{Ea*(1-Rl)}$$

Donde:

Lt ajustada = Lamina Total Ajustada (mm).

Ln ajustada= Lámina Neta Ajustada (mm).

Ea= Eficiencia del sistema de riego utilizado.

Rl= Requerimiento del lavado.

Intensidad de aplicación de agua

$$\text{Ecuación 13: } Lap = \frac{Qa}{Ea*El}$$

Donde:

Lap = intensidad de aplicación expresada en mm por hora.

Qa = caudal del aspersor expresado en litros por hora.

Ea = Espaciamiento entre aspersores en metros.

El = Espaciamiento entre laterales expresado en metros.

Tiempo de Riego

$$\text{Ecuación 14: } Tr = \frac{Lt \text{ ajustada}}{Lap \text{ emisor}}$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego.

Lt ajustada = Lamina Total Ajustada (mm).

Lap emisor= Aportación del emisor.

Manejo del Ensayo***Recolección del sustrato en funda***

La extracción del suelo para la funda se llevó a cabo extrayendo una capa de suelo de 20 a 40 cm con la finalidad de obtener las primeras capas de suelos sin mayor mediación de materia orgánica que por lo general se encuentra en la capa superficial del suelo.

Esta actividad del suelo es importante para que las plantas tengan un gran aprovechamiento de nutrientes lo cual le dio un máximo potencial a su crecimiento.

Llenado de fundas plásticas

Esta actividad se realizó con la extracción del suelo y lo cual nos permitió alcanzar a llenar aproximadamente 45 unidades.

Tendremos 8 cm libres de borde de la funda que sirvió para retener el volumen o lámina de agua que se aplicó en cada riego según la investigación planteada tendremos 35 cm de alto y 35 cm de diámetro lo cual nos refleja un volumen de 25977,04 cm³.

Siembra

Luego de tener listo el suelo procederemos a la siembra donde colocáremos los tallos de forma manual, en consecuencia, nos permitió tener un rebrote uniforme de cada una de las plantas, para después proceder a cubrir la semilla con tierra (Cortes & Olarte, 2018).

La siembra se la realizo en el cultivo del pasto King Grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) con separaciones de 1 m entre hileras de 1 m por planta.

Uno de los pasos más relevantes en esta actividad es la profundidad al sembrar la cepa, lo cual conlleva a tener un terreno preparado, por lo tanto cabe mencionar que al momento de colocar la semilla del pasto a una profundidad adecuada esto nos permitió obtener un buen agarre del cultivo en la funda para un mayor producción del cultivo, dado el caso contrario que se siembre la semilla muy superficial logro presentar varios factores como la deshidratación de la semilla, el no desarrollo y agarre del cultivo en la funda, esto impidió su rebrote (Vela, 1992).

Fertilización

Se considero para su buen manejo de fertilización las necesidades nutricionales del pasto King Grass morado en cada una de las etapas de su desarrollo, aplicando 25 gr de urea diluida en cada una de las funda y abono foliar PRONTO en las hojas de cada cultivo en las dos primeras etapas del segundo corte.

Control de malezas

El control de maleza se lo ejecuto manualmente para evitar que los cultivos sean afectados por la plaga.

Control de plagas

El control de plagas se lo llevo a efecto mediante el uso de clorpirifo con una dosis de 2.0 ml por litro de agua, el cual se utilizó para curar y prevenir las plagas que pudieron haber afectado el normal proceso de desarrollo del cultivo (Rivera, 2017)

Cosecha

La cosecha del pasto fue durante la última etapa de su desarrollo fenológico, ósea al finalizar el corte de su primera y segunda etapa, en el caso del pasto King Grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) mediante la determinación de materia seca y materia viva producida por el mismo, además se midió el comportamiento de la planta considerando: la altura final de la planta al corte, el número de tallo por macolla y el número de hojas por planta.

Lo más importante que se puede mostrar al momento de realizar el corte del pasto King Grass morado es realizar esta actividad lo más cerca del suelo aproximadamente uno 5 cm.

Los diferentes estudios mostrados en esta clase de pasto nos recomiendan que los cortes en épocas de máximas lluvias se deben realizar de los 30 a 35 días y en épocas secas o de verano cada 60 días que el cultivo cumpla con su altura idónea. Otro factor que debemos tener en cuenta es qué se sugiere cortar el pasto en horarios de la tarde, debido a que el pasto ha realizado su proceso de fotosíntesis, acumulando carbohidratos solubles, donde son repartidos en hojas y tallos del pasto (Hernández & Rodríguez, 2010)

Riego

La reposición del volumen de agua se da por la necesidad real de agua del cultivo. También, las láminas de riego se aplican considerando las lecturas de hora sol, velocidad del viento y demás datos meteorológicos, las cantidades de agua aplicadas responde a los tratamientos 100, 90, 80,70, y 60% de la Etc.

Registro de datos del área de estudio

Los datos climáticos del área del ensayo se registraron cada 24 horas para así poder evaluar la evapotranspiración de referencia y del cultivo.

Variables que evaluar

Los datos evaluados en el pasto King gras morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), según las láminas de reposición por el ETo se detallan a continuación.

Rendimiento de materia verde (MV)

Se evaluó en el momento de la cosecha, es decir a los 45 días terminado su primer corte, utilizando 3 plantas con mayor forraje, en donde se separó sus componentes (hojas, tallos y material muerto). Para pesar la biomasa recolectada, se utilizó una balanza tipo gramera, la cual determinará su peso en kg.

Rendimiento de materia seca (MS)

Se evaluó en el momento de la cosecha es decir a los 45 días culminado su primer corte, tomando una muestra de 100gr por planta de pasto en hojas y tallos, la cual se picó y almaceno en una bolsa de papel para que no pierda su humedad, luego se pesó e introdujo en la estufa a

una temperatura de 80- 105°C por 24 horas para secar y obtener la materia seca del pasto, luego que salga de la estufa se comprobó el peso y con los valores obtenidos se estableció el porcentaje de materia seca en el pasto utilizando la siguiente formula.

$$\text{Ecuación 15: } MS = \frac{PS*100}{PH}$$

Donde:

MS= Materia seca expresado en porcentaje.

PS= Peso seco de la muestra expresado en g.

PH= Peso húmedo de la muestra expresado en g.

Porcentaje de material muerto (PMM).

En cada unidad de pasto, se utilizarán la planta seleccionada en la variable anterior, en la cual se registrará el número de hojas por macollo con 50% o más de la lámina foliar senescente.

$$\text{Ecuación 16: } PMM = \frac{MM}{MF}$$

Donde:

PMM= Proporción de material muerto, expresado en g. kg⁻¹

Eficiencia del uso de agua.

Se obtuvo dividiendo los valores de evapotranspiración del pasto según el régimen deficitario controlado y suministrado (consumo de agua) determinado así en m³. ha⁻¹ con la producción de materia verde y seca del pasto expresado en kg. ha⁻¹. Este dato se expresó en m³. kg⁻¹.

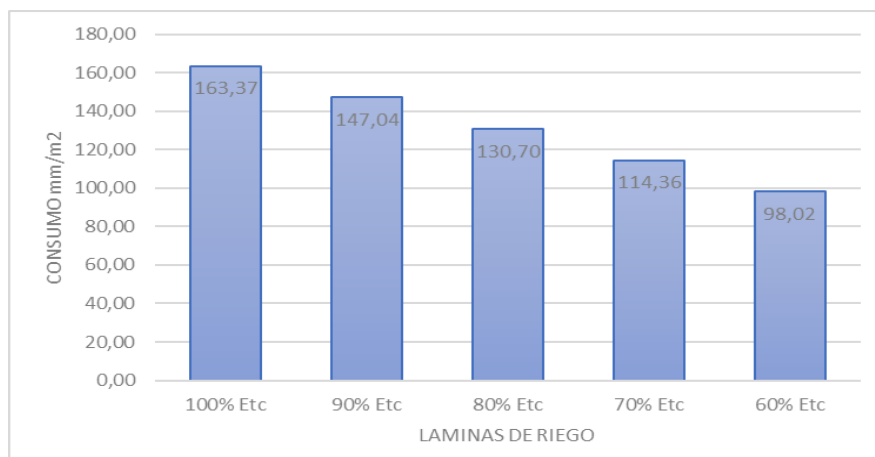
Resultados y Discusión

Variable de producción

Durante el primer corte para suplir la demanda hídrica del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), del valor de la evapotranspiración diaria del cultivo (ETc) en la lámina del 100% se utilizó 163.37 mm/m², en la lámina del 90% se utilizó 147.04 mm/m², en la lámina del 80% se utilizó 130.70 mm/m², en la lámina del 70% se utilizó 114.36 mm/m² y en la lámina del 60% se utilizó 98.02 mm/m².

Figura 2

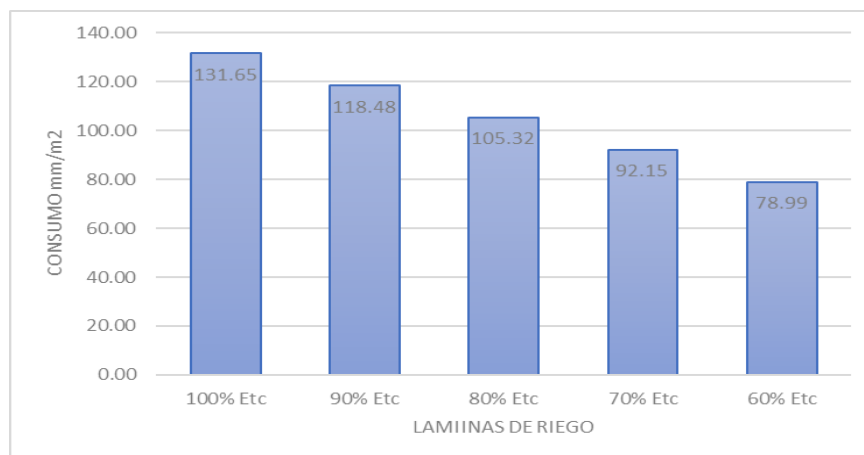
Resultado de consumo en mm/m² del primer corte de los tratamientos



Durante el segundo corte para suplir la demanda hídrica del pasto King grass morado Morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), del valor de la evapotranspiración diaria del cultivo (ETc) en la lámina del 100% se utilizó 131.65 mm/m², en la lámina del 90% se utilizó 118.48 mm/m², en la lámina del 80% se utilizó 105.32 mm/m², en la lámina del 70% se utilizó 92.15 mm/m² y en la lámina del 60% se utilizó 78.99 mm/m².

Figura 3

Resultado de consumo en mm/m^2 del segundo corte de los tratamientos.

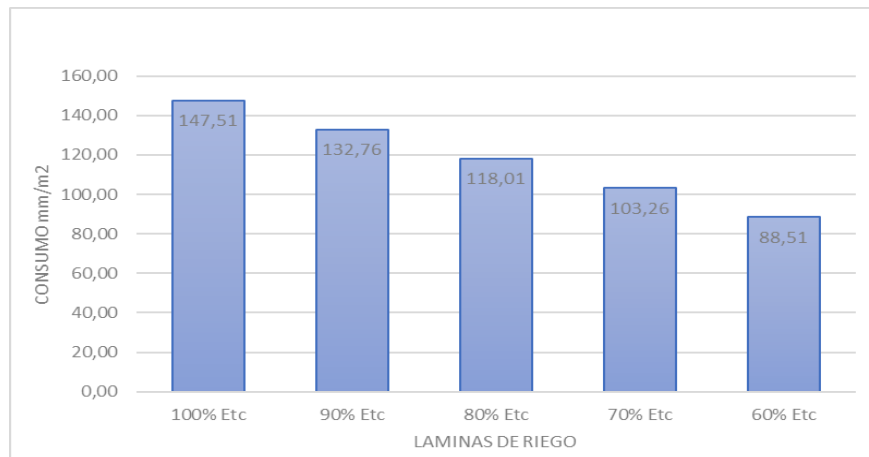


Al observar los resultados de la variable consumo hídrico entre los tratamientos de lámina del 100% y 60%, podemos deducir que en función al consumo del cultivo en sus diferentes tratamientos demuestra una diferencia en el consumo de los valores de tratamiento de lámina de 100% con un promedio de $163.37 \text{ mm}/\text{m}^2$ y la lámina de 60% un promedio de $98.02 \text{ mm}/\text{m}^2$.

La lamina del 100% durante el corte uno presento un mayor consumo hídrico en función a las condiciones climatológicas: evapotranspiración de reverencia (ETo), evapotranspiración del cultivo (ETc)

Figura 4

Resultado promedio de consumo mm/m² de los tratamientos



Teniendo como resultados los valores del consumo hídrico de los tratamientos por cada corte podemos realizar la comparativa según (Murillo, Barros, Roncallo, & Arrieta, 2014) hay una similitud en los valores 4.7, 4.6, 4.5 y 4.4 mm/día de consumo hídrico en sus laminas del 100%, 80%, 60%, y 40% contrastando con los cortes anteriores por las condiciones climatológicas.

Para la variable porcentaje de materia seca en las dos cosechas consecutivas como se muestra en la tabla 3, el análisis de varianza determinó que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0,05$) por lo tanto son iguales entre sí. El coeficiente de variación reportado en esta variable esta entre 10.04 y 18.54%.

Tabla 3*Resultado promedio de consumo mm/m2 de los tratamientos*

	%MS					CV (%)
	100% ETc	90% ETc	80% ETc	70% ETc	60% ETc	
CORTE 1	34,95 A	37,18 A	40,98 A	35,22 A	27,37 A	18,54
CORTE 2	15,98 A	14,83 A	14,43 A	12,54 A	13 A	10,04

El análisis estadístico de la variable producción de materia verde o biomasa, como se muestra en la tabla 4, reportó la existencia de variación altamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,01$) y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error estableció tres rangos de igualdad estadísticos. En el primer corte, el tratamiento lámina de riego al 90% de la ETc, prevalece con el mejor promedio con 428.33 gr, siendo estadísticamente igual a los tratamientos lámina de riego al 100, 80 y 70% de la ETc, mientras que el promedio menor lo consiguió el tratamiento lámina de riego al 60% de la ETc, con una producción de biomasa de 195 gr. Para el segundo corte, el tratamiento lámina de riego al 100% de la ETc, prevalece con el mejor promedio con 3038 gr, siendo estadísticamente igual al tratamiento lámina de riego al 90% de la ETc, mientras que el promedio menor lo consiguió el tratamiento lámina de riego al 60% de la ETc, con una producción de biomasa de 1428 gr. El coeficiente de variación reportado en esta variable esta entre 16.48 y 18.66%.

Tabla 4

Resultado promedio de consumo mm/m2 de los tratamientos.

	MV					CV (gr)
	100% ETc	90% ETc	80% ETc	70% ETc	60% ETc	
CORTE 1	422,33 A	428,33 B	332,67 B	195 B C	195 B C	16,48
CORTE 2	3038 A	2118,67 A B	1923 B C	1867 B C	1428 B C	18,66

Mientras se aplica agua el pasto es más eficiente en materia verde, aunque en el primer corte estadísticamente muestra igualdad con el 90%, mientras que en el segundo corte el tratamiento del 100% tubo mayor producción de materia verde, por lo que se puede contrastar resultados según (Chavarría, Pílalo, González, y Párraga, 2017) en los tratamientos del 80%. 100% y 120% no difirieron estadísticamente en la producción de materia seca reportando la variable entre 18.19% y 19.86%. Mientras que la producción de materia verde, se pudo evidenciar que la lámina de 120% prevalece como el mejor tratamiento, evidenciando que entre mayor lámina de agua la producción de materia verte dará como mejor tratamiento a la lámina con mayor volumen de agua.

Variable de comportamiento

La siguiente tabla 5 se muestra los valores obtenidos de la investigación, en el cual se planteó el diseño agronómico de riego por aspersion para el pasto King grass morado en época de verano en su primera etapa. Para diseñar la programación de riego se debe conocer y considerar los diferentes parámetros agronómicos e hidrofílicos del suelo en el lugar de estudio,

entre los más importantes se destaca: capacidad de campo, densidad aparente y punto de marchites.

Tabla 5

Programación de riego del Pasto King Grass Morado

MESES	Eto	Kc	Pe (mm)				RAD (mm)	LN (mm)	RL	LT (mm)
			Etc (mm/día)	P (mm)	MES	DÍA				
OCTUBRE	2.81	1.01	2.84	-	-	-				
NOVIEMBRE	2.99	1.19	3.56	-	-	-	70.72	21.22	0.06	30.10
		1.53	4.57							

NN (mm/día)						
	SE RIEGA O NO SE RIEGA	FR (dias)	LN ajustada (mm)	LT ajustada (mm)	Iap (mm/hora)	Tr (horas)
2.84	SE RIEGA	10.59	14.21	20.21		5.34
3.56	SE RIEGA	8.46	17.79	25.30	3.79	6.68
4.57		6.58	22.87	32.53		8.59

En el diseño agronómico de riego por aspersión es muy importante conocer y considerar las características del emisor las cuales están estructuradas por las siguientes: aspersor de impacto, con su respectivo caudal de 1050 l/h, su diámetro mojado de 25.63m y el espaciamiento entre laterales de 16.66, ahora si podemos definir que en función de las características del aspersor y la intensidad de aplicación del agua al pasto king grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), fueron de cinco días, por esto se ajusta el tiempo de riego

se ajusta en función a la frecuencia ajustada. Considerando que los datos de la conductividad eléctrica del agua utilizada en la programación son de 0.37 dS/m. logrando un requerimiento de lavado de 0.06.

Se estableció que la lámina total de riego ajustada para los 15 días del desarrollo del cultivo, la cual arrojó un valor de 20.21mm, los 15 días siguientes se obtuvo como resultado una lámina total ajustada de 25.30mm, por lo consiguiente para los últimos 15 días ante la finalización del primer corte se estableció una lámina total de riego ajustada de 32.52mm, por lo que se obtuvo una intensidad de aplicación de 3.79 mm/h. En la investigación es importante considerar los diferentes tiempos de riego, en el primer corte los 15 días iniciales se estableció un tiempo de 5:34 h, para los otros 15 días se estableció un tiempo de 6:68 h y finalmente para los 15 días restantes obtuvimos un tiempo de 8:89 h.

El diseño agronómico establecido con sus respectivos cálculos de la necesidad de riego del pasto King grass morado según (Murillo, Barros, Roncallo, & Arrieta, 2014), esto establece que se debe tener un manejo constante del tiempo. Es muy importante tener en cuenta aquella correlación, ya que el balance hídrico es considerar la entrada y salida del agua en un determinado terreno durante periodos de tiempo, desarrollara una metodología de programación de las necesidades de riego óptimas para el cultivo con el conocimiento de las estimaciones de suelo en la estructuración del diseño y un uso eficaz del agua en la agricultura.

Conclusiones

El mayor consumo hídrico del cultivo depende principalmente de las condiciones climáticas y la necesidad hídrica del mismo, esto ayudará al crecimiento en biomasa para un mayor rendimiento del pasto.

Si al cultivo se le aplica el 100% ETc de cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades hídricas va a presentar un porcentaje mayor de rendimiento en materia verde y materia seca considerando que este comportamiento se observó en el segundo corte.

Al aplicar una programación de riego considerando 100% ETc y todos los criterios técnicos en el diseño se es más eficiente en el uso del agua al cultivo, como resultados obtenemos mayores parámetros de producción del pasto.

Bibliografía

Alarcón, R. (2014). *King Grass production like food for the bovine livestock with sprinkling irrigation of low intensity*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.

Arias, L. (2012). *Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos Pennisetum para corte en la zona de Pichilingue provincia de Los Ríos*. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

Barrera, A., Avellaneda, J., Tapia, E., Peña, M., Molina, C., & Casanova, L. (2013). *Composición química y degradación de cuatro especies de Pennisetum*. Santo Domingo: ISSN.

Hernández, A., & Rodríguez, F. (2010). *Consumo de Pennisetum purpureum cv. King Grass a tres edades de cosecha en caprinos*. Agronomía Mesoamericana, 267-274.

Chavarría, J. (2011). *Guía de instalación y calibración de un tensiómetro*. Calceta, 1 Manabí, Ecuador.

Chavarría, J., Pilaloe, W., Gonzáles, C., & Párraga, L. (2017). *Restricción del riego en la producción de biomasa del pasto Pennisetum*. sp, 5. Dialnet.

Cortes, E., & Olarte, J. (2018). *Pasto de corte king grass morado (Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias*. RIAA, 10.

Food and Agricultura Organization [FAO]. (2002). *El agua y la agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/WorldFoodSummit/sideevents/papers/Y6899S.htm>

Food and Agricultura Organization [FAO]. (2008). *Evapotranspiración del cultivo*,8. <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>

Food and Agricultura Organization [FAO]. (2014). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>

Google Earth. (2020). *Ubicación geográfica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí (PUCEM) Campus Chone*. <https://earth.google.com/web/@-0.63099404,-80.03701319,32.01283979a,477.53869495d,35y,0h,0t,0r>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2017). *Datos climatológicos promedio del 2000 al 2012*. Pucem-Chone.

Murillo, J., Barros, A., Roncallo, B., & Arrieta, G. (2014). *Requerimientos hídricos de cuatro gramíneas de corte para uso eficiente del agua en el Caribe seco colombiano*. Corpoica, 17.

Rivera, R. (2017). *Evaluación de dos sistemas y cuatro distancias de siembra del pasto King grass morado (Pennisetum purpureum), en la zona de Babahoyo, Los Ríos* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2017).

Roncallo, B., Milena, A., & Castro, E. (2012). *Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco*. Corpoica,

Vela, F. (1992). *Dosis de fertilización y distancia de Siembra en el pasto King Grass kin grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) en el cantón Santo Domingo de los Colorados*.

Quito

Anexos

Tabla 6: Resultados de material húmedo y seco de pasto King Gras Morado durante el Corte 1.

PRIMER CORTE						
	100%			90%		
	1	2	3	1	2	3
Materia húmeda TOTAL (gr)	509	309	449	408	431	446
Materia muerta (gr)	1	1	2	2	2	3
Número de tallos	40	27	39	39	30	37
Peso de tallos (gr)	255	170	245	203	205	211
Número de hojas	306	209	323	281	230	297
Peso de hojas (gr)	253	138	202	203	224	232
Área foliar hojas(cm ²)	1819.1	992.22	1452.4	1459.6	1610.6	1668.1
Muestra húmeda de hojas (gr)	102	100	105	100	104	103
Muestra seca de hojas (gr)	20.76	21.35	22.98	19.64	24.38	16.57
Área foliar de muestra (cm ²)	814.87	705.4	686.5	719	598.21	666.51
Muestra húmeda de tallos (gr)	102	101	102	100	101	101
Muestra seca de tallos (gr)	55.73	46.66	46.4	46.69	61.78	57.58
Materia Seca TOTAL (gr)	76.49	68.01	69.38	66.33	86.16	74.15
Materia Húmeda TOTAL (gr)	204	201	207	200	205	204
	80%			70%		
	1	2	3	1	2	3
Materia húmeda TOTAL (gr)	331	358	309	320	311	302
Materia muerta (gr)	5	4	5	3	3	3
Número de tallos	36	27	41	62	20	26
Peso de tallos (gr)	153	180	135	155	139	147
Número de hojas	258	212	297	381	145	178
Peso de hojas (gr)	173	174	169	162	169	152
Área foliar hojas(cm ²)	1243.9	1251.1	1215.1	1164.8	1215.1	1092.9
Muestra húmeda de hojas (gr)	100	100	100	106	104	101
Muestra seca de hojas (gr)	30.12	24.93	25.59	20.62	22.48	16.85
Área foliar de muestra (cm ²)	647.1	575.2	719	762.14	667.23	718.28
Muestra húmeda de tallos (gr)	100	100	101	102	101	103
Muestra seca de tallos (gr)	55.8	55.02	54.78	50.64	53.4	53.33
Materia Seca TOTAL (gr)	85.92	79.95	80.37	71.26	75.88	70.18
Materia Húmeda TOTAL (gr)	200	200	201	208	205	204
	60%			40%		
	1	2	3	1	2	3
Materia húmeda TOTAL (gr)	158	212	215	97	134	50
Materia muerta (gr)	5	7	7	3	4	4
Número de tallos	30	23	28	18	33	11
Peso de tallos (gr)	74	98	98	47	61	19
Número de hojas	179	157	188	114	193	74
Peso de hojas (gr)	79	107	110	47	69	27
Área foliar hojas(cm ²)	478.85	575.2	740.57	284.72	467.35	132.3
Muestra húmeda de hojas (gr)	74	100	103	44	65	23
Muestra seca de hojas (gr)	19.99	14.61	25.99	7.96	9.34	4.62
Área foliar de muestra (cm ²)	478.85	575.2	740.57	284.72	467.35	132.3
Muestra húmeda de tallos (gr)	74	98	98	47	61	19
Muestra seca de tallos (gr)	16.21	48.35	25.94	21.74	22.39	17.81
Materia Seca TOTAL (gr)	36.20	62.96	51.93	29.70	31.73	22.43
Materia Húmeda TOTAL (gr)	148	198	201	91	126	42

Tabla 7: Resultados de material húmedo y seco de pasto King Gras Morado durante el Corte 2.

SEGUNDO CORTE						
	100%			90%		
	1	2	3	1	2	3
Materia húmeda TOTAL (gr)	2939	3186	2989	2482	2259	1615
Materia muerta (gr)	34	65	55	44	40	72
Número de tallos	32	36	40	24	26	29
Peso de tallos (gr)	1813	1975	1911	1550	1238	660
Número de hojas						
Peso de hojas (gr)	1092	1146	1023	888	981	883
Área foliar hojas(cm²)	7851.5	8239.7	7355.4	5746.2	6348.1	5713.9
Muestra húmeda de hojas (gr)	102	102	102	103	102	100
Muestra seca de hojas (gr)	17.98	17.27	21.30	18.25	17.93	17.82
Área foliar de muestra (cm²)	733.4	733.4	733.4	666.5	660.0	647.1
Muestra húmeda de tallos (gr)	100	100	105	105	104	106
Muestra seca de tallos (gr)	12.31	14.21	14.61	14.23	10.2	13.49
Materia Seca TOTAL (gr)	30.29	31.48	35.91	32.48	28.13	31.31
Materia Húmeda TOTAL (gr)	202	202	207	208	206	206
	80%			70%		
	1	2	3	1	2	3
Materia húmeda TOTAL (gr)	2227	1603	1939	2082	2092	1427
Materia muerta (gr)	43	44	32	39	49	15
Número de tallos	36	29	18	27	33	16
Peso de tallos (gr)	1302	725	1158	1322	1248	770
Número de hojas						
Peso de hojas (gr)	882	834	749	721	795	642
Área foliar hojas(cm²)	5073.3	4797.2	4308.2	3628.8	4001.2	3231.2
Muestra húmeda de hojas (gr)	102	101	102	101	102	101
Muestra seca de hojas (gr)	17.70	18.40	18.25	15.59	12.30	8.56
Área foliar de muestra (cm²)	586.7	581.0	586.7	508.3	513.4	508.3
Muestra húmeda de tallos (gr)	104	100	104	104	102	105
Muestra seca de tallos (gr)	10.04	11.32	12.7	13.61	14.62	12.4
Materia Seca TOTAL (gr)	27.74	29.72	30.95	29.20	26.92	20.96
Materia Húmeda TOTAL (gr)	206	201	206	205	204	206
	60%			40%		
	1	2	3	1	2	3
Materia húmeda TOTAL (gr)	1439	1031	1814	796	765	1413
Materia muerta (gr)	28	25	22	12	13	15
Número de tallos	23	30	20	27	25	16
Peso de tallos (gr)	907	600	1300	449	345	1089
Número de hojas						
Peso de hojas (gr)	504	406	492	335	407	309
Área foliar hojas(cm²)	2174.3	1751.5	2122.5	963.5	1170.5	888.7
Muestra húmeda de hojas (gr)	102	103	101	102	100	101
Muestra seca de hojas (gr)	12.03	13.25	12.22	13.50	16.18	15.20
Área foliar de muestra (cm²)	440.0	444.3	435.7	293.4	287.6	290.5
Muestra húmeda de tallos (gr)	101	102	104	102	100	105
Muestra seca de tallos (gr)	13.65	13.4	15.13	12.26	17.29	13.79
Materia Seca TOTAL (gr)	25.68	26.65	27.35	25.76	33.47	28.99
Materia Húmeda TOTAL (gr)	203	205	205	204	200	206

Tabla 8: Lectura de valores climáticos del pasto King Grass Morado Durante el corte 1

	N°	Fecha	Temp. Máx (°C)	Temp. Min (°C)	HR Máx (%)	HR Min (%)	Horas sol	Vel. Viento (m/s)	Precipitación (mm)
PRIMERA ETAPA	1	16/10/2020	25.45	24.31	87	82	0.55	1.33	0.90
	2	17/10/2020	25.93	23.74	86	81	1.04	0.67	0.30
	3	18/10/2020	24.91	23.93	90	85	0.00	1.33	0.00
	4	19/10/2020	25.57	24.39	84	80	1.09	1.33	0.00
	5	20/10/2020	26.02	24.78	79	73	3.45	1.33	0.00
	6	21/10/2020	26.48	24.82	78	72	5.24	1.33	0.00
	7	22/10/2020	26.23	24.75	78	72	4.00	0.67	0.00
	8	23/10/2020	25.42	24.81	79	72	5.55	2.00	0.00
	9	24/10/2020	24.34	23.33	88	83	1.05	1.33	2.40
	10	25/10/2020	23.55	23.05	84	82	1.21	1.33	0.00
	11	26/10/2020	25.78	24.47	81	72	1.22	1.33	0.00
	12	27/10/2020	25.30	23.92	86	80	2.14	0.67	0.00
	13	28/10/2020	24.83	23.74	88	83	0.17	0.67	0.00
	14	29/10/2020	27.34	25.73	78	72	6.34	2.00	0.00
	15	30/10/2020	26.33	24.98	81	75	1.21	1.33	0.00
SEGUNDA ETAPA	16	31/10/2020	26.69	25.18	80	75	3.36	0.67	0.00
	17	1/11/2020	26.13	24.88	82	78	1.52	1.33	0.00
	18	2/11/2020	26.95	25.53	77	71	5.50	1.33	0.00
	19	3/11/2020	26.29	24.88	77	71	2.31	1.33	0.00
	20	4/11/2020	26.33	24.49	78	71	5.57	1.33	0.00
	21	5/11/2020	25.43	24.05	79	73	4.05	2.00	0.00
	22	6/11/2020	25.73	24.30	76	70	4.26	1.33	0.00
	23	7/11/2020	26.33	24.91	76	70	4.42	1.33	0.00
	24	8/11/2020	26.66	24.67	77	74	2.47	2.00	0.00
	25	9/11/2020	24.49	23.60	82	78	0.42	0.67	0.00
	26	10/11/2020	25.18	24.35	79	75	5.29	1.33	0.00
	27	11/11/2020	25.20	23.73	78	73	3.40	0.67	0.00
	28	12/11/2020	22.40	20.62	92	85	4.48	0.67	0.00
	29	13/11/2020	22.40	20.62	92	85	4.12	1.33	0.00
	30	14/11/2020	27.34	25.73	78	72	8.00	1.33	0.00
TERCERA ETAPA	31	15/11/2020	26.48	24.82	78	72	5.27	1.33	0.00
	32	16/11/2020	23.55	23.05	84	82	1.22	1.33	0.00
	33	17/11/2020	26.02	24.78	79	73	3.12	1.33	0.00
	34	18/11/2020	25.73	24.30	76	70	4.27	1.33	0.00
	35	19/11/2020	25.93	23.74	86	81	1.08	2.00	0.00
	36	20/11/2020	24.91	23.93	90	85	0.00	1.33	0.00
	37	21/11/2020	26.40	24.82	78	72	5.33	2.00	0.00
	38	22/11/2020	24.83	23.74	88	83	0.24	1.33	0.00
	39	23/11/2020	24.90	23.90	90	85	0.00	1.33	0.00
	40	24/11/2020	24.29	23.66	80	77	0.00	1.33	0.00
	41	25/11/2020	25.35	24.41	79	74	1.29	1.33	0.00
	42	26/11/2020	25.98	24.83	76	70	3.15	1.33	0.00
	43	27/11/2020	25.95	24.69	75	69	1.35	1.33	0.00
	44	28/11/2020	25.79	24.76	76	71	0.33	2.00	0.00
	45	29/11/2020	29.03	24.93	76	71	2.46	1.33	0.00

Tabla 9: Lectura de valores climáticos del pasto King Grass Morado Durante el corte 2

	N°	Fecha	Temp. Máx (°C)	Temp. Min (°C)	HR Máx (%)	HR Min (%)	Horas sol	Vel. Viento (m/s)	Precipitación (mm)
PRIMERA ETAPA	1	1/12/2020	25.20	24.34	81	77	0.00	1.33	0.00
	2	2/12/2020	26.46	25.29	76	71	2.46	1.33	0.00
	3	3/12/2020	25.18	23.43	80	76	0.10	1.33	0.00
	4	4/12/2020	24.78	24.17	80	77	0.00	0.67	0.00
	5	5/12/2020	25.41	24.44	83	78	0.00	1.33	0.00
	6	6/12/2020	24.65	24.04	85	82	0.00	0.67	0.00
	7	7/12/2020	26.43	25.11	81	75	3.15	2.00	0.00
	8	8/12/2020	25.31	23.47	85	77	2.00	1.33	20.40
	9	9/12/2020	24.80	23.95	90	85	0.00	2.00	50.40
	10	10/12/2020	25.25	24.48	87	83	0.00	1.33	0.80
	11	11/12/2020	24.60	23.92	89	84	1.43	2.00	0.80
	12	12/12/2020	24.37	23.80	94	90	0.00	1.33	2.00
	13	13/12/2020	24.47	23.80	94	90	0.07	1.33	0.00
	14	14/12/2020	27.26	25.78	84	75	1.36	0.67	16.80
	15	15/12/2020	24.25	23.53	91	86	0.00	0.00	5.90
SEGUNDA ETAPA	16	16/12/2020	24.59	23.83	87	81	0.11	0.67	0.00
	17	17/12/2020	25.42	24.28	87	79	2.38	1.33	0.00
	18	18/12/2020	24.11	23.42	91	86	0.00	0.67	2.00
	19	19/12/2020	25.50	24.48	87	81	3.03	1.33	0.10
	20	20/12/2020	24.01	23.26	91	87	0.31	0.67	24.50
	21	21/12/2020	24.47	23.41	88	81	3.33	0.67	0.00
	22	22/12/2020	25.27	24.21	80	2	2.09	2.00	0.10
	23	23/12/2020	25.64	24.63	85	78	1.14	0.67	0.00
	24	24/12/2020	26.22	25.18	84	78	2.35	1.33	0.00
	25	25/12/2020	25.10	24.14	89	83	0.04	1.33	8.30
	26	26/12/2020	25.32	24.43	87	80	2.10	1.33	0.00
	27	27/12/2020	25.02	24.23	87	81	1.23	1.33	0.00
	28	28/12/2020	24.62	23.70	88	82	0.15	1.33	0.00
	29	29/12/2020	25.60	24.43	85	79	3.20	1.33	0.00
	30	30/12/2020	25.91	24.76	87	75	4.08	1.33	0.00
TERCERA ETAPA	31	31/12/2020	24.88	23.99	89	83	0.04	1.33	0.00
	32	1/1/2021	25.42	23.53	89	84	0.12	1.33	6.70
	33	2/1/2021	24.53	23.94	91	86	0.12	1.33	0.00
	34	3/1/2021	25.42	23.53	89	84	0.10	1.33	6.70
	35	4/1/2021	26.08	25.10	88	81	1.10	1.33	7.80
	36	5/1/2021	25.63	24.69	88	80	0.35	1.33	0.00
	37	6/1/2021	25.85	24.87	85	77	1.46	2.00	0.00
	38	7/1/2021	26.23	25.22	83	75	1.50	2.00	0.00
	39	8/1/2021	26.42	25.35	83	76	1.24	1.33	0.00
	40	9/1/2021	25.55	24.64	90	82	0.30	0.00	0.00
	41	10/1/2021	26.38	25.33	87	80	0.60	1.33	2.80
	42	11/1/2021	26.13	25.23	88	81	0.90	0.67	5.60
	43	12/1/2021	26.45	25.35	86	78	0.60	1.33	0.30
	44	13/1/2021	26.20	25.23	87	79	0.60	0.67	0.00
	45	14/1/2021	26.00	25.04	88	81	0.40	1.33	0.00

Figura 4: Llenada de fundas para siembras de pasto King Grass Morado.



Figura 5: Cosecha del Pasto King Grass Morado 45 días después desde su corte de igualación.



Figura 6: Montaje de tejado por exceso de precipitación del ensayo experimental.



Figura 7: Aplicación de lámina re riego al cultivo.



Figura 8: Monitoreo del área experimental.



Figura 9: Toma de muestra del cultivo.



Figura 10: Procesamiento del Pasto King Grass Morado para obtener las características a evaluar dentro de la presente investigación.



Figura 11: Procesamiento del Pasto King Grass Morado para obtener las características a evaluar dentro de la presente investigación.



Figura 12: Colación de muestra de tallos y hojas en la estufa para eliminar la humedad.

