



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

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

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**INFLUENCIA DE DIFERENTES PROGRAMACIONES DE RIEGO
SOBRE CORTES SUCESIVOS DE PASTO KING GRASS MORADO**

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERO HIDRAULICO

AUTOR:

FARÍAS COBEÑA JEAN DANIEL

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. JESÚS ENRIQUE CHAVARRÍA PÁRRAGA, 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 Ramón Alrcón 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. _____

Farías Cobeña Jean Daniel

Dirección: Vía Chone-Quito Km 5. Ciudadela María Isabel

E-mail: jfarias1625@pucesm.edu.ec

Celular: 0995789822

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. _____
Farías Cobeña Jean Daniel
C.I.131451625

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mi hermana por estar siempre presentes, acompañándome y brindándome ese apoyo moral a lo largo de esta etapa.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Gratitud eterna a mis padres Benito Farías y Nancy Cobeña por ser los pilares fundamental en mi formación personal y profesional; a mi hermana por estar conmigo, aconsejándome y acompañarme en todo momento; a mi abuela Rita Santos cariñosamente “Mamita Yiya” por estar pendiente de mí, cuidándome y motivándome en cada paso que doy.

Extiendo este agradecimiento a docentes que ayudaron en mi formación profesional, de manera en particular a la licenciada Kethy Vera, y a los ingenieros John Félix Mera, Michael Caicedo Toro (+) y Jesús Chavarría Párraga.

Agradezco de manera muy especial a Nohemí Hidalgo por brindarme su apoyo, compañía y sus frases de aliento y cariño cuando más las necesitaba.

A mis amigos incondicionales Kevin Reyes y Jimmy Reyes por ser los que me acompañaron a cada momento en esta etapa de formación educativa y personal.

Resumen

En esta investigación experimental, se sometió al pasto King Grass Morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) a cosechas sucesivas, considerando la influencia de diferentes programaciones de riego, donde el uso eficiente del agua es primordial para su conservación. Por tanto, en la finca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Campus Chone, el pasto fue sometido a láminas de riego en porcentajes del 100%, 90%, 80%, 70% y 60% del valor diario de evapotranspiración del cultivo (ETc), desde octubre de 2020 a enero de 2021. Se efectuaron dos cortes sucesivos cada 45 días, para evaluar el estrés hídrico mediante la termografía; se cuantificó la productividad considerando la materia verde y seca obtenida; y se midieron las características vegetativas y productivas, controlando el movimiento del agua en el suelo con tensiómetros agrícolas. Los resultados señalan que las láminas de riego del 100% al 60% no sufren estrés hídrico, pero la del 60% muestra las mayores referencias térmicas. Los resultados también indican que las láminas de riego debajo del 80% disminuyen su producción de materia seca y materia verde, mientras que los tensiómetros muestran un comportamiento decreciente respecto al movimiento del agua en el suelo, desde el tratamiento del 100% al del 60%. Se concluye que a medida que disminuyen los porcentajes de láminas de riego, decrecen las características vegetativas y productivas del pasto, pero con láminas iguales o mayores al 80% estos cambios no son tan significativos.

Palabras clave: agua, estrés hídrico, productividad del pasto, humedad del suelo

Abstract

In this experimental research study, King Grass Purple cut grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) was subjected to successive harvests, by regarding the influence of different irrigation schedules, and how essential efficient use of water is for its conservation. Therefore, in the farm of Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Chone Campus, this grass was subjected to different irrigation sheets at 100%, 90%, 80%, 70% and 60% of daily values of crop evapotranspiration (ET_c), from October 2020 through January 2021. There were made two successive cuts every 45 days to assess water stress by thermography; productivity was estimated considering green matter and dry matter obtained; and vegetative and productive characteristics were measured by controlling water movement in the soil using tensiometers. The findings show that the irrigation sheets from 100% to 60% do not experience water stress, but the one at 60% shows the highest thermal references. The findings also reveal that the irrigation sheets below 80% decrease their dry matter and green matter production, while the tensiometers show a decreasing behavior regarding water movement in the soil, from the treatment at 100% through the one at 60%. In conclusion, as the percentages of the irrigation sheets decrease, the vegetative and productive characteristics of this grass decrease too; however, with the irrigation sheets greater than or equal to 80%, these changes are not significant.

Keywords: water, water stress, pasture productivity, soil moisture

Índice

Certificación de la tesis	i
Aprobación del tribunal	ii
Declaración de originalidad.....	iii
Declaración de derecho del autor	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice de tabla.....	12
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
Materiales de oficina.....	21

Características del campo experimental.....	22
Métodos.....	22
Variables que se consideraron en la investigación	22
Estimación de las variables que abarca el ensayo.....	22
Estrés hídrico	22
Toma de datos en el área experimental.....	24
Procesos para recolectar la temperatura del pasto King Grass Morado mediante el termómetro de luz infrarroja.....	24
Humedad del suelo.....	24
Proceso para instalar y medir la humedad del suelo a través del tensiómetro agrícola	25
Evapotranspiración de referencia (ET _o)	27
Método de Penman Monteith modificado por la FAO	27
Diseño agronómico para el riego	28
Evapotranspiración del cultivo ET _c	28
Método Tukey	28
Recolección del sustrato	28
Llenado de fundas plásticas	29
Siembra	29
Riego	29

Fertilización	29
Control de malezas.....	29
Control de plagas	30
Cosecha	30
Volúmenes de agua de las diferentes programaciones de riego	30
Toma de datos en el área experimental.....	30
Variables para evaluar.....	30
Rendimiento de materia verde (MV)	30
Rendimiento de materia seca (MS).....	31
Altura de planta.....	31
Número de tallos por macollo.....	31
Área foliar	32
Resultados y discusión	33
Conclusiones.....	43
Bibliografía.....	44
Anexos	47

Índice de Tabla

Tabla 1: Datos climatológicos promedios mensuales del año 2000 al 2013.	20
Tabla 2: Medidas de la parcela.	22
Tabla 3: Relación lectura de tensiómetro – condiciones de humedad de suelo.	26
Tabla 4 Análisis estadístico de resultados de temperaturas antes y después del riego en el corte 1.	33
Tabla 5: Análisis estadístico de resultados de temperaturas antes y después del riego en el corte 2.	34
Tabla 6: Lectura de los tensiómetros promedio antes del riego en los dos cortes (PSI – CBR).	38
Tabla 7: Altura promedio por planta al final de ambos cortes sucesivos (cm)	38
Tabla 8: Número de tallos y área foliar promedio por planta al final de ambos cortes sucesivos.	38
Tabla 9: Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 1, antes del riego (09H00 am)	47
Tabla 10: Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 1, después del riego (10H00 am).	48
Tabla 11: Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 2, antes del riego (09H00 am).	49
Tabla 12: Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 2, después del riego (10H00 am).	50
Tabla 13: Lectura de los tensiómetros en CBR o PSI durante el corte 1, antes del riego (09H00 am).	51

Tabla 14: Lectura de los tensiómetros en CBR o PSI durante el corte 2, antes del riego (09H00 am).	52
Tabla 15: Resultados de material húmedo y seco de pasto King Gras Morado durante el Corte 1	53
Tabla 16: Resultados de material húmedo y seco de pasto King Gras Morado durante el Corte 2	53
Tabla 17: Resultados de altura del pasto King Gras Morado durante el Corte 1	54
Tabla 18: Resultados de altura del pasto King Gras Morado durante el Corte 2	55

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación de la zona de análisis de la investigación	19
Figura 2: Resultados promedio de producción de Materia Verde	36
Figura 3: Resultados promedio de producción de Materia Seca	37
Figura 4: Instalación de tensiómetros de los diferentes tratamientos	56
Figura 5: Corte de igualación	56
Figura 6: Localización del área de estudio de la tesis	57
Figura 7: Control de alturas en los diferentes tratamientos	57
Figura 8: Monitoreo del área experimental	58
Figura 9: Cosecha del pasto King Grass Morado 45 días después desde su corte de igualación	58
Figura 10: Procesamiento del pasto King Grass Morado para obtener las características a evaluar dentro de la presente investigación	59
Figura 11: Colación de muestra de tallos y hojas en la estufa.....	59

Índice de Fórmulas

Fórmula 1: Método de Penman Monteith modificada por la FAO	27
Fórmula 2: Evapotranspiración del cultivo ETc.....	28
Formula 3: Rendimiento de materia seca_.....	31
Fórmula 4: Área Foliar	32

Introducción

Es fundamental para vivir el agua en el planeta. El ciclo hidrológico consiste en la conservación del agua y es el punto clave para poder realizar la agricultura y tener una producción predecible. Es fundamental para efectuar diferentes actividades para las personas, animales y plantas permitiendo adquirir mejores beneficios (Food and Agricultura Organization [FAO], 2002).

La población mundial ha aumentado en el último siglo cuatro veces más, esto ha incrementado el cuidado sobre el patrimonio natural debido a que la demanda mundial se ha incrementado con respecto a su proceso regenerativo (Galli et al, 2012).

La utilización excesiva de los patrimonios naturales es más aceptada actualmente, pero esto ha provoca un desgaste ambiental y marginación colectiva. Se tiene que remplazar este modelo por uno que garantice una economía sostenible, bienestar social, comunitario y equitativo, disminuyendo los riesgos ambientales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP], 2011).

Se han usado enormes cantidades de agua durante siglos en actividades cotidianas como productivas, pero la urgencia de las circunstancias ha provocado que las personas reaccionen; hoy en los diversos medios de vida y áreas económicas la sustentabilidad y la eficiencia son conceptos que se han incorporado con mayor ahínco. El uso eficiente del agua en actividades agrícolas es primordial para su conservación. El 40% de víveres producidos a escala mundial se los hacen con el uso de sistemas de riego, y es indudable que el suministro será más escaso si no se crea una correcta administración (Echeverría, 2015).

En la ganadería los pastos de corte son una opción para dotar al ganado en pastoreo, de manera particular en el verano cuando en las praderas disminuye a más del 50% de su producción (Cortes y Olarte, 2018).

Los resultados en Ecuador con respecto al uso del patrimonio natural no son confortantes, debido a que se palpa una ineficiencia de agua, desgaste del suelo y otros recursos. En Manabí con respecto al patrimonio natural se observa el deterioro en las diversas cuencas hidrográficas que oscilan hasta 77 tn/ha/año, donde 75% del suelo está sometido a una fuerte erosión. Según Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí [PHIMA] (2009), se observa en las cuencas del cantón Chone una tasa de erosión de 17 tn/ha/año.

Según Herrera (2005), el pasto King Grass Morado se usa con mayor recurrencia como planta forrajera en Latinoamérica y Cuba, ya que posee un alto potencial energético y productivo, esencialmente en épocas secas. Según los agricultores de Cuba, es prescindible poseer los elementos necesarios que garanticen el uso eficiente del agua en el riego, con afán de optimizar el uso de energía (Espinoza, Argenti, Gil, Leòn, y Perdomo, 2001).

El coeficiente de cultivo (kc) trae consigo un estudio de las características morfológicas del pasto y por lo consiguiente la determinación de la Evapotranspiración del cultivo (ETc), todos estos factores están establecido a la indagación meteorológica, cumpliendo con las fases como son la etapa inicial, de desarrollo, de mediados de temporada y de finales de temporada. La evapotranspiración de referencia presenta los diferentes puntos como son la cobertura del suelo, superficie foliar y altura del cultivo (Carrazón Alocén, 2018).

En la programación de riego, la humedad del suelo se deduce a través del potencial hídrico (tensiómetro), este método está dirigido al discernimiento del estado hídrico del cultivo,

el cual se efectúa mediante un balance entre lo que la planta absorbe del suelo y lo que le entrega a la atmosfera. Este método se emplea para ver cómo se mueve el recurso hídrico en la capa de tierra, mostrando las diferentes condiciones climáticas tales como: precipitación efectiva, características física e hidráulicas del suelo y desarrollo del cultivo (FAO, 2008).

El estrés hídrico mide el comportamiento de la planta con respecto al movimiento del agua desde el suelo hacia el follaje, debido a que no todos los especímenes poseen una igual condición de estrés. La tolerancia y capacidad de movimiento del agua es un medio por el cual la planta afronta situaciones desfavorables (Carrasco, 2019).

Esta investigación posee una gran importancia en la zona de estudios debido a que la mayoría de los productores en la zona manabita se dedican a la ganadería. Por tal motivo la investigación pretende determinar la influencia de las diferentes programaciones de riego sobre cortes sucesivos de pasto King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*). Para dar cumplimiento al objetivo general se va a desarrollar los siguientes objetivos específicos: evaluar la influencia del estrés hídrico en el crecimiento del pasto King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) en los diferentes cortes sucesivos; estimar la influencia del estrés hídrico en el comportamiento productivo de materia seca y de biomasa en los diferentes cortes sucesivos del pasto King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*); analizar el comportamiento de los tensiómetros en relación con las diferentes programaciones de riego y características vegetativas y productivas del pasto King Grass Morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*).

Materiales y Métodos

Tipo de Investigación

La investigación fue de carácter aplicado, donde se confrontó lo teórico con lo práctico in situ de forma 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.

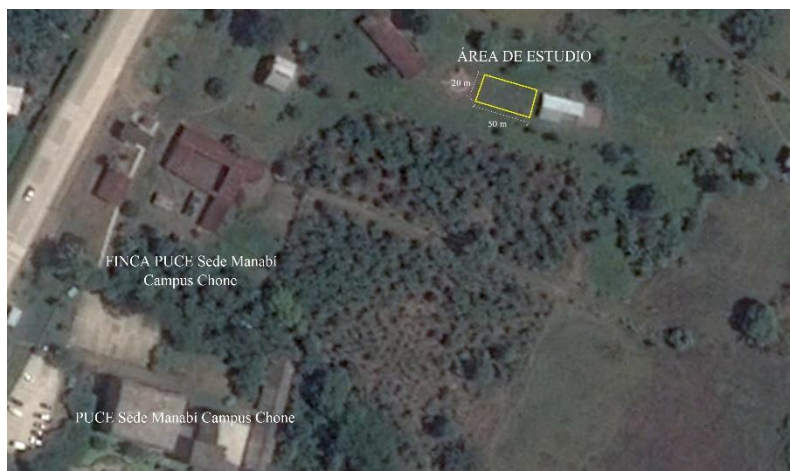
Características del Lugar

Localización

El ensayo se desarrolló en la finca de la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí (PUCEM) Campus Chone”, Km 11 de la Vía Chone – Quito (ver figura 1), perteneciente a la parroquia Ricaurte del cantón Chone provincia de Manabí; durante los meses de octubre del 2020 a enero del 2021.

Figura 1

Ubicación de la zona de análisis de la investigación



Nota. Fuente: Google Earth, 2020.

Ubicación Geográfica

Altitud: 36 msnm

Datum: WGS 1984 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: INAMHI, 2017.

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

Número de parcelas	5
Ancho de la parcela	3 m
Largo de parcela	3 m
Área de parcela	9 m ²
Números de plantas en la parcela	9 u

Métodos

Variables que se Consideraron en la Investigación

Evapotranspiración de referencia.

Evapotranspiración estimada del cultivo.

Coeficientes del cultivo.

Movimiento de agua en el Suelo (Método del tensiómetro).

Estimación de las Variables que Abarca el Ensayo.

Estrés Hídrico

Se abordó en la presente investigación la estimación del estrés hídrico del cultivo a través de la metodología del termómetro de luz infrarrojo, donde en campo se recopiló diariamente las

temperaturas presentadas en las hojas de tres especímenes por cada lámina de agua aplicada al pasto King Grass Morado.

Durante los dos cortes sucesivos cada 45 días que comprendieron tres etapas de 15 días cada una, se recopilaron las temperaturas diarias durante la época seca que abarcó el primer corte (15 de octubre al 30 de noviembre del 2020) y durante la época lluviosa que abarcó el segundo corte (01 de diciembre del 2020 al 14 de enero del 2021), valorando de esta forma las necesidades hídricas y temperaturas diarias del pasto King Grass Morado antes y después del riego logrando recopilar los niveles de estrés.

Se analizaron 15 plantas de pasto King Grass Morado fragmentados en 3 especímenes por cada lámina de agua aplicada, donde cada lámina respondía a porcentajes del 100%, 90%, 80%, 70% y 60% de la ET_c respectivamente. Relacionando los factores agua, suelo, planta y clima se pudo analizar el comportamiento ante cada lámina de riego en estudio.

Para la toma de las temperaturas diarias se estableció como horario antes del riego a las 09H00 am y después del riego a las 10H00 am. Se calculó el valor de ET_o diario del 100% como base para posteriormente a las demás láminas colocarles los porcentajes que se encuentran dentro de este estudio.

Una vez recopilada la información se efectuó un promedio de los valores diarios con las temperaturas de las hojas por cada etapa, para posteriormente efectuar una diferencia con los valores de referencia promedios de la estación automática por cada porcentaje de las láminas de agua.

Toma de Datos en el Área Experimental

En las plantas de pasto King Grass Morado se evaluó su conducta en relación con el rendimiento de biomasa seca y verde; y de valores de temperatura recopilados a partir del termómetro de luz infrarroja.

Procesos para Recolectar la Temperatura del Pasto King Grass Morado Mediante el Termómetro de Luz Infrarroja

La limpieza correcta del sensor de luz infrarroja fue la clave para una correcta lectura, esta limpieza no se la puede efectuar mediante el tacto o soplo, ya que esto conduciría que el rayo infrarrojo no llegue hacia la planta.

Antes de tomar la lectura se recomienda esperar que el aparato se encuentre en temperatura ambiente, para lo cual solo es necesario esperar unos minutos antes de utilizarlo en la toma de datos.

Se oprime el gatillo del termómetro.

Se apunta a la hoja en la que queremos conocer la temperatura.

Se visualiza en la pantalla del termómetro la temperatura de la hoja en °C y se anota en una bitácora.

Humedad del Suelo

Se estableció la humedad del suelo empleando tensiómetros, recopilando las lecturas diarias de los especímenes por cada lámina de agua aplicada; se emplearon tensiómetros de 15

cm de profundidad para que se pueda efectuar una correcta lectura de la presión del suelo, debido a que el pasto King Grass Morado no presenta características de raíces tan profundas.

Proceso para Instalar y Medir la Humedad del Suelo a Través del Tensiómetro Agrícola

Para llenar el tubo plástico y el tanque de reserva del tensiómetro se debe emplear agua destilada o hervida. El agua cruda posee gases disueltos que generan burbujas dentro del tubo plástico, misma que imposibilitan una correcta lectura en el lector de vacío.

Se le agregó un colorante amarillo al agua para reducir el crecimiento de las algas. Para hacer la composición que se colocó dentro del tensiómetro se mezcló un litro de agua con un centímetro cúbico de acondicionador.

Se retiró la tapa del tensiómetro y la cubierta plástica en la copa de cerámica porosa, y se llenó el aparato con el agua previamente preparada sin colocarle la tapa. Es muy importante mantener el tensiómetro bajo agua limpia durante dos o tres días previo a ser instalado.

Cuando el tensiómetro se encontró lleno en su totalidad, con una bomba de vacío manual se retiraron las burbujas de aire que suelen quedar dentro del aparato por efectos del vaciado del agua. Se ubicó la ventosa de la bomba de vacío en la copa del tensiómetro y se bombeó con fuerza hasta que el manómetro marcó una lectura entre 80- 85 centibares.

Es importante destacar que, al momento de realizar el bombeo con la bomba de vacío la punta de la cerámica debe estar sumergida en el suelo. Para no averiar el manómetro se abre la válvula de escape de la ventosa de la bomba antes de retirarla.

Es común ver burbujas desde la base del tensiómetro, esto nos indica que no está bien ajustado. Si estas burbujas se divisan sobre lector de vacío se debe ajustar con cuidado la unión entre el manómetro y la base plástica del tensiómetro.

Para instalar el tensiómetro en el suelo se ajustó de arriba hacia abajo colocándolo desde la tapa sin tocar al manómetro durante este proceso, ya que podría dañar dicha pieza. Se dejó una separación de 2,5 cm entre el suelo y el manómetro para que el diagrama de medidor de succión pueda expandirse y contraerse. Cuando se instaló las lecturas al inicio descienden, pero entre unos 3 y 5 minutos deberá marcar 0 CBR si es que el suelo está saturado. Es meritorio destacar que después de la instalación se necesita un día para que el agua del tensiómetro tenga un equilibrio con el suelo que lo rodea.

Se depositó un pequeño volumen de tierra en el perímetro del tubo plástico del tensiómetro y se presionó para impedir que el agua circule alrededor de las paredes del tensiómetro. Para sacar el tensiómetro del suelo se giró para holgarlo, se sujetó del tubo principal y se jaló hacia arriba.

Durante la mañana es el tiempo más propicio para tomar las lecturas del tensiómetro, debido a que el recurso hídrico se traslada en el terreno considerablemente en dirección a la planta, porque se encuentra en estado de equilibrio (ver tabla 3); estas lecturas se deben tomar diariamente en un mismo horario; las frecuencias de la toma de lecturas es un factor dependiente del tipo de cultivo, suelo, clima, y método de riego (Chavarría, 2011).

Tabla 3

Relación lectura de tensiómetro – condiciones de humedad de suelo

Lectura de tensiómetro en centibales (CBR o PSI)	Condiciones Húmedas del Suelo
0 a 10	Saturado por riego reciente
10 a 25	Capacidad de campo
25 a 50	Humedad intermedia, buena disponibilidad de agua
50 a 80	Debería regarse

Nota. Fuente: Briceño, Álvarez, y Barahona, 2012.

Evapotranspiración de Referencia (ET_o)

La Evapotranspiración de referencia fue considerada a partir del método indirecto de Penman Monteith modificado por la FAO.

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

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + y \frac{900}{T + 273} U^2 (e_s - e_a)}{\Delta + y(1 + 0,34 * u_2)}$$

Fórmula 1: Método de Penman Monteith modificada por la FAO

Donde:

ET_o= evapotranspiración de referencia (mm/día)

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

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

T= promedio diario de la temperatura del aire medio a 2 m de la altura (°C)

U₂= velocidad del viento medio a 2 m de la altura (m/s-1).

e_s = presión de vapor de saturación (KPa)

e_a = presión real de vapor (KPa)

e_s – e_a = déficit de presión de vapor (KPa)

Δ = pendiente de curva de presión de vapor en función a temperatura del aire (K Pa/°C)

γ = constante psicométrica (K Pa/°C)

Diseño Agronómico para el Riego

Para el pasto King Grass Morado, se consideró un diseño agronómico que toma como componente el valor Kc y ETc recopilados de los lisímetros de drenaje.

Evapotranspiración del Cultivo ETc (FAO, 2008)

$$ET_c = K_c \cdot ET_o$$

Fórmula 2: Evapotranspiración del cultivo Etc

Donde:

ETc = evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Kc = coeficiente de los cultivos (adimensional)

ETo = evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

Método Tukey

El método Tukey se empleó en los balances de medias individuales de los análisis de varianza, comparando los distintos tratamientos en una misma cantidad de muestras que difieren, con el fin de corroborar si los resultados obtenidos son significativos uno de otros o no.

Recolección del Sustrato

Para la recolección del sustrato de suelo se excavó 20 cm para poder recolectarlo sin la presencia de materia orgánica, debido a que generalmente se encuentran a esta profundidad antes mencionada.

Llenado de Fundas Plásticas

Con el suelo recolectado se llenaron 45 fundas con las siguientes características: 27 cm de alto con 95 cm a la redonda y 8 cm de borde libre con un volumen de agua equivalente a 0,008 litros.

Siembra

Se empleo la cepa del pasto King Grass morado con distanciamientos de 1 m entre hileras y sobre hileras.

Riego

Se regó de manera manual diariamente en función a las condiciones de evapotranspiración de la zona y el consumo biológico del cultivo del día anterior al riego, considerando los diferentes tratamientos en estudio.

Fertilización

Se consideró para su fertilización las necesidades nutricionales del pasto King Grass Morado aplicando en cada funda 25 gr de urea disuelta, y abono foliar PRONTO en las hojas de cada espécimen al final de la primera y segunda etapa del cultivo en ambos cortes.

Control de Malezas

Se ejecutó un control manual de la maleza para reducir efectos que alteraran la integridad del ensayo.

Control de Plagas

Se empleo Clorpirifos en cantidad de 50 ml por cada bomba de 20 lt cuando empezaron a aparecer los primeros síntomas de enfermedades que afectaban en el desarrollo del cultivo.

Cosecha

Al término del día 45 en la última etapa de desarrollo fenológico del pasto se desarrolló el corte de igualación.

Volúmenes de Agua de las Diferentes Programaciones de Riego

Se basó en función de la evapotranspiración de referencia ETo de la comunidad Garrapata y del Kc del cultivo en sus diversas etapas.

Toma de Datos en el Área Experimental

Se levantó información cada 24 horas en el lugar experimental para conocer los datos de evapotranspiración de referencia y del cultivo, la temperatura mediante el termómetro infrarrojo y la humedad del suelo mediante los tensiómetros.

Variables para Evaluar

Rendimiento de Materia Verde (MV)

En la cosecha del pasto King Grass Morado en el día 45 desde su corte de igualación, seleccionando tres plantas por cada lámina de agua del valor de evapotranspiración en estudio (100%, 90%, 80%, 70% y 60%), se fragmentó cada plantas en hojas, tallos y material muerto. Para controlar el peso de la biomasa se empleó una gramera digital y se obtuvo su peso en gramos (gr).

Rendimiento de Materia Seca (MS)

En la cosecha del pasto King Grass Morado en el día 45 desde su corte de igualación, se seleccionó una muestra de 100 gr de hojas y tallos fragmentados en pedazos que quepan en una bolsa de papel para que no pierda la humedad, donde posteriormente se colocó en la estufa a una temperatura de 60-105 °C por 48 horas para eliminar la humedad presentes en la muestra y conocer el valor de la materia seca. Con estos resultados se calculó el porcentaje de materia en la muestra empleando la siguiente fórmula:

$$MS = \frac{PS * 100}{PH}$$

Fórmula 3: Rendimiento de materia seca

Donde:

MS= Materia seca expresada en porcentaje

PS= Peso seco de la ejemplar en gr.

PH= Peso húmedo de la ejemplar en gr.

Altura de Planta

Desde el corte de igualación en el día 45, con la ayuda de un flexómetro se midió el porte del pasto desde el tronco hasta la hoja bandera. Los resultado de altura recopilado del pasto en cada unidad experimental se expresó en m.

Número de Tallos por Macollo

Se contabilizaron los tallos por cada funda de planta seleccionada como unidad experimental en cada porcentaje de lámina de agua a aplicar, para vincular su capacidad de rebrote después de ser sometidos a varios cortes sucesivos.

Área Foliar

Para la obtención del área foliar de las hojas primero se separaron los macollos del tallo de cada una de las plantas, posteriormente se fragmentó cada hoja en tres partes iguales y se las colocó en una hoja blanca con una superficie firme estable como base. Mediante una aplicación llamada Petiole que mide el área de las hojas mediante el uso de la cámara fotográfica del teléfono, se tomaron las medidas de cada hoja por tallo presente en la funda; finalmente se sumaron todos los valores para obtener el valor total de cada espécimen de pasto.

AF = suma del área que conforma una planta.

Fórmula 4: Área Foliar

Resultados y Discusión

En el primer corte, para la variable estrés hídrico evaluada antes el riego, como se muestra en la tabla 4, el estudio de varianza estableció que no existe diferencias estadísticas con respecto a las muestras ($P < 0,05$), lo cual significa que en el primer corte el pasto no sufrió de estrés hídrico en sus diferentes etapas de crecimiento. Presentando un coeficiente de variación que fluctúa entre 6,69 a 15,97%. La evaluación del estrés hídrico después el riego mostró la existencia de discrepancias estadísticas altas entre las muestras en estudio ($P < 0,05$) y la evaluación de Tukey señala un 5% de posibilidad de error entre dos rangos de igualdad estadísticos. La lámina del 60% de la ETc, prevalece con el más alto promedio con 3,32°C en la primer etapa, 3,43°C en la segunda etapa y 2,24°C en la tercera etapa, mientras que el promedio menor lo consiguió la lámina de riego del 90% de la evapotranspiración del cultivo (ETc) con 1,33°C en la primer etapa, la lámina de riego del 70% de la evapotranspiración del cultivo (ETc) con 1,42°C en la segunda etapa y la lámina de riego del 70% de la evapotranspiración del cultivo (ETc) con 0,53°C. El coeficiente de variación reportado en esta variable esta entre 15,50 a 21%.

Tabla 4

Análisis estadístico de resultados de temperaturas antes y después del riego en el corte 1

		Antes del riego						Después del riego					
		P1	P2	P3	P4	P5	CV	P1	P2	P3	P2	P1	CV
		100%	90%	80%	70%	60%	(%)	100%	90%	80%	70%	60%	(%)
ETAPA 1	Media	2,51	2,21	2,23	2,14	2,39	6,69	Media	1,80	1,33	1,92	1,66	3,32
		A	A	A	A	A			B	B	B	B	A
ETAPA 2	Media	3,04	2,93	2,56	2,87	3,06	15,97	Media	1,54	1,83	1,45	1,42	3,43
		A	A	A	A	A			B	B	B	B	A
ETAPA 3	Media	2,86	2,96	2,88	2,95	2,85	9,12	Media	0,94	0,73	0,79	0,53	2,24
		A	A	A	A	A			B	B	B	B	A

Nota. Las abreviaturas “P” sobre el porcentaje indican “parcela”, y el número después de letra “P”, indican el número de la parcela.

En el segundo corte, para la variable estrés hídrico evaluada antes del riego, como se muestra en la tabla 5, el estudio de la varianza determinó la existencia de discrepancias estadísticas relevantes entre los tratamientos ($P < 0,05$) y la evaluación de Tukey señala un 5% de posibilidad de error establecidos entre dos y tres rangos con similitud estadística. la lámina de riego del 70% de la evapotranspiración del cultivo (ETc), prevalece con el más alto promedio con $2,51^{\circ}\text{C}$ en la primer etapa, $2,50^{\circ}\text{C}$ en la segunda etapa y $1,38^{\circ}\text{C}$ en la tercera etapa, mientras que el promedio menor lo consiguió la lámina de riego del 90% de la evapotranspiración del cultivo (ETc) con $2,05^{\circ}\text{C}$ en la primer etapa, $1,88^{\circ}\text{C}$ en la segunda etapa y $0,81^{\circ}\text{C}$ en la tercera etapa. Presentando un coeficiente de variación que fluctúa entre 6,46 a 15,12%.

La evaluación del estrés hídrico después el riego mostró la existencia de discrepancias estadísticas altas entre los ensayos para la segunda etapa de crecimiento del pasto ($P < 0,05$) y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error establecidos entre dos rangos de igualdad estadísticos. El tratamiento lámina de riego al 90% de la ETc, prevalece con el mayor promedio con $0,91^{\circ}\text{C}$. y el tratamiento lámina de riego al 60% de la ETc mostró el menor promedio con $0,05^{\circ}\text{C}$. El coeficiente de variación reportado en esta variable esta entre 23,14 a 48,31%. Mientras que en la primera y tercera etapa de crecimiento del pasto los tratamientos son iguales entre sí.

Tabla 5

Análisis estadístico de resultados de temperaturas antes y después del riego en el corte 2

		Antes del riego						Después del riego							
		P1	P2	P3	P4	P5	CV			P1	P2	P3	P2	P1	CV
		100%	90%	80%	70%	60%	(%)			100%	90%	80%	70%	60%	(%)
ETAPA 1	Media	2,15	2,05	2,12	2,51	2,27	6,46	Media	0,86	0,66	0,72	0,85	1,00	23,14	
	AB	B	B	A	AB	A		A	A	A					
ETAPA 2	Media	2,26	1,88	2,34	2,50	2,49	8,69	Media	0,41	0,61	0,36	0,18	0,05	48,31	
	AB	B	AB	A	A	AB		A	AB	B	B				
ETAPA 3	Media	0,84	0,81	1,27	1,38	1,27	15,12	Media	0,54	0,75	0,69	0,76	0,61	24,76	
	BC	C	AB	A	AB	A		A	A	A	A				

Nota. Las abreviaturas “P” sobre el porcentaje indican “parcela”, y el número después de letra “P”, indican el número de la parcela.

Cuando la planta transpira no existe estrés hídrico. Al comparar la relación diferencial entre las temperaturas ambiental (T_a) con las temperaturas del cultivo (T_c), y obtener una respuesta oscilante entre 1 a 4 °C, es nulo el estrés del cultivo. Según lo que indican Jackson, Idos, Reginito, y Pintor (1981), cuando el cultivo posee estrés hídrico los estomas se cierran disminuyendo la transpiración e incrementando la temperatura de la hoja. Bajo los resultados analizados y apoyándonos en lo antes mencionado, en la presente investigación no se observó una tendencia de estrés hídrico marcante, pero si existieron cierta tendencia de estrés durante el corte uno con la lámina del 60% antes y después del riego.

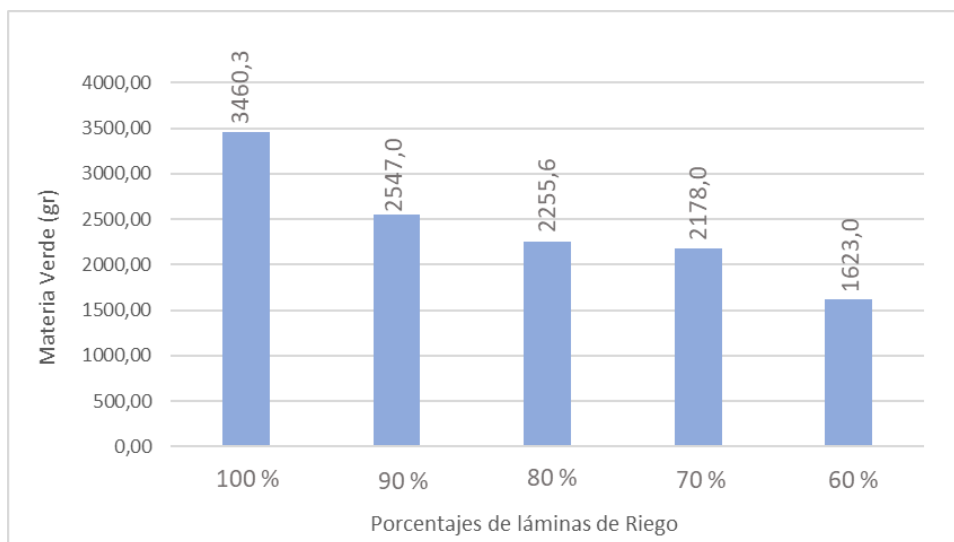
De los dos cortes sucesivos efectuados cada 45 días al pasto King Grass Morado en correlación con las láminas de agua aplicadas del valor de evapotranspiración diario (ET_o) en lo que cabe en base a la generación de materia verde como se observa en la figura 2, al aplicar una lámina del 100% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 3 460,33 gr; al aplicar una lámina del 90% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 2 547,00 gr; al aplicar una lámina del 80% del valor

de ETo diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 2 255,67; al aplicar una lámina del 70% del valor de ETo diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 2 178,00 gr; al aplicar una lámina del 60% del valor de ETo diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 1623,00 gr.

El tratamiento del 100% mostro un mejor comportamiento en lo que cabe en base a la generación de materia, resultado que concuerda según lo que indica (Chavarría, Pílalo, González, y Párraga, 2017) quienes manifiestan que la productividad de la biomasa fresca del pasto King Grass morado estuvo predominado por el aumento de las láminas de riego de 120% a 80%, así pudiendo lograr una idónea aportación de agua al pasto y para así poder cumplir sus funciones fisiológicas adecuadas. Logrando obtener una mayor producción debido a una considerable lámina de riego en comparación con los demás ensayos.

Figura 2

Resultados promedio de producción de Materia Verde en ambos cortes

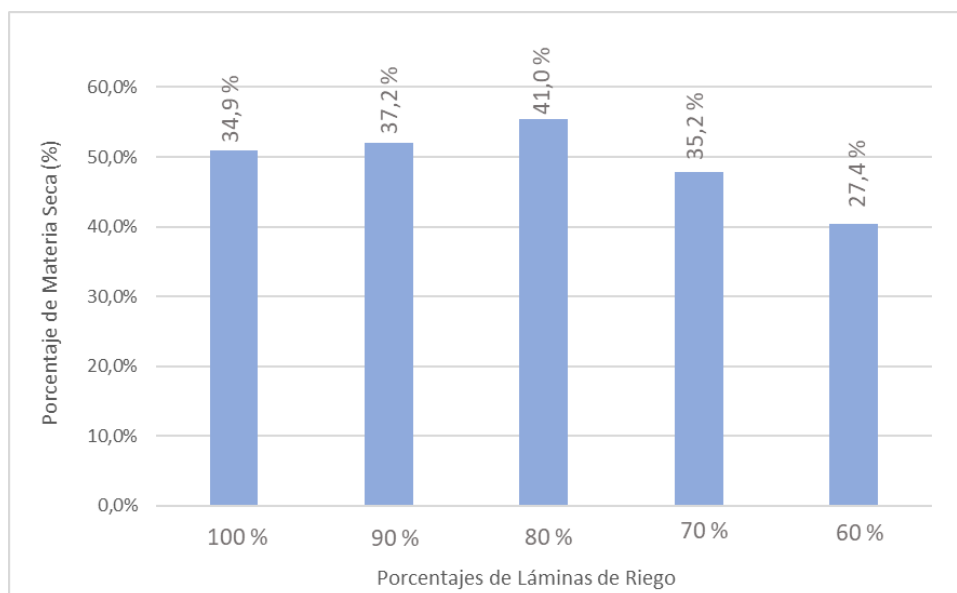


De los dos cortes sucesivos efectuados cada 45 días al pasto King Grass Morado en correlación con las láminas de agua aplicadas del valor de evapotranspiración diario (ET_o) en lo que abarca la generación de materia seca como se observa en la figura 3, al aplicar una lámina del 100% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 34,9% ; al aplicar una lámina del 90% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 37,2% ; al aplicar una lámina del 80% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 41,0% ; al aplicar una lámina del 70% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 35,2% ; al aplicar una lámina del 60% del valor de ET_o diario se obtuvo una producción en promedio en los dos cortes de 27,4%.

El tratamiento del 80% mostro un mayor comportamiento en lo que abarca la generación de materia seca con un valor del 40,1% de su valor de producción, estos resultados concuerdan con lo que manifiestan Machado (1996) Alencar (2007) y Oliveira (2007) donde señalan que las cantidades de aguas aplicadas en los cultivos pueden generar una mayor producción de materia seca y menor área foliar debido a que las láminas de agua a colocarse pueden ser pequeñas para suplir las demandas hídricas de estos.

Figura 3

Resultados promedio de producción de Materia Seca en ambos cortes

**Tabla 6**

Lectura de los tensiómetros promedio antes del riego en los dos cortes (PSI – CBR)

	100%	90%	80%	70%	60%
Etapas I	10	15	19	20	22
Etapas II	17	18	23	25	26
Etapas III	6	10	16	21	22

Tabla 7

Altura promedio por planta al final de ambos cortes sucesivos (cm)

	100%	90%	80%	70%	60%
Etapas I	39,8	37,4	30,0	31,0	30,4
Etapas II	61,9	53,8	50,2	47,6	45,6
Etapas III	109,6	96,1	94,4	84,5	76,6

Tabla 8

Número de tallos y área foliar promedio por planta al final de ambos cortes sucesivos

	Número de Tallos	Área Foliar (cm ²)
100%	36	4618
90%	31	3758
80%	31	2981
70%	31	2389
60%	26	1307

Con la lámina de agua aplicada del 100% del valor de ETo diario durante la etapa I que comprendió desde el día 1 al 15 se obtuvo una lectura en rangos de 0 y 10 CBR con un promedio de 10 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba en un estado de saturación leve por riego reciente; durante la etapa II que comprendió desde el día 16 al 30 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 17 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; finalmente en la etapa III que comprendió desde el día 31 al 45 se obtuvo una lectura en rangos de 0 y 10 CBR con un promedio de 6 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba en un estado de saturación leve por riego reciente.

El comportamiento vegetativo y productivo aplicando el 100% de lámina de agua en función al valor de evapotranspiración diaria (ETo), con resultados promedio en los dos cortes sucesivos cada 45 días por planta que representó 36 tallos con alturas oscilantes en 109,6 cm y una área foliar de 4 628 cm².

Con la lámina de agua aplicada del 90% del valor de ETo diario durante la etapa I que comprendió desde el día 1 al 15 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 15 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; durante la etapa II que comprendió desde el día 16 al 30 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR

con un promedio de 18 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; finalmente en la etapa III que comprendió desde el día 31 al 45 se obtuvo una lectura en rangos de 0 y 10 CBR con un promedio de 10 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba en un estado saturado por riego reciente.

El comportamiento vegetativo y productivo aplicando el 90% de lámina de agua en función al valor de evapotranspiración diaria (ET_o), con resultados promedio en los dos cortes sucesivos cada 45 días por planta que representó 31 tallos con alturas oscilantes en 96,1 cm y una área foliar de 3 758cm².

Con la lámina de agua aplicada del 80% del valor de ET_o diario durante la etapa I que comprendió desde el día 1 al 15 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 19 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; durante la etapa II que comprendió desde el día 16 al 30 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 23 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; finalmente en la etapa III que comprendió desde el día 31 al 45 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 16 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo.

El comportamiento vegetativo y productivo aplicando el 80% de lámina de agua en función al valor de evapotranspiración diaria (ET_o), con resultados promedio en los dos cortes sucesivos cada 45 días por planta que representó 31 tallos con alturas oscilantes en 94,4 cm y una área foliar de 2 981cm².

Con la lámina de agua aplicada del 70% del valor de ET_o diario durante la etapa I que comprendió desde el día 1 al 15 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un

promedio de 20 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; durante la etapa II que comprendió desde el día 16 al 30 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 25 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; finalmente en la etapa III que comprendió desde el día 31 al 45 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 21 CBR, lo que significó que el terreno se encontraba a capacidad de campo.

El comportamiento vegetativo y productivo aplicando el 70% de lámina de agua en función al valor de evapotranspiración diaria (ET_o), con resultados promedio en los dos cortes sucesivos cada 45 días por planta que representó 31 tallos con alturas oscilantes en 84,5 cm y una área foliar de 2 389cm².

Con la lámina de agua aplicada del 60% del valor de ET_o diario durante la etapa I que comprendió desde el día 1 al 15 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 22 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba a capacidad de campo; durante la etapa II que comprendió desde el día 16 al 30 se obtuvo una lectura en rangos de 25 y 50 CBR con un promedio de 26 CBR, lo que significó que el suelo se encontraba en una humedad intermedia con buena disponibilidad de agua; finalmente en la etapa III que comprendió desde el día 31 al 45 se obtuvo una lectura en rangos de 10 y 25 CBR con un promedio de 22 CBR, lo que significó que el terreno se encontraba a capacidad de campo.

El comportamiento vegetativo y productivo aplicando el 60% de lámina de agua en función al valor de evapotranspiración diaria (ET_o), con resultados promedio en los dos cortes sucesivos cada 45 días por planta que representó 26 tallos con alturas oscilantes en 76,6 cm y una área foliar de 1 307 cm².

De los dos cortes sucesivos efectuados cada 45 días al pasto King Grass Morado antes del riego, en correlación con las láminas de agua aplicadas del valor de evapotranspiración diario (ET_o), se puede destacar que el tratamiento del 100% mostró un mejor comportamiento vegetativo y productivo con resultados promedio de 36 tallos por planta con alturas oscilantes en 109,6 cm y una área foliar de 4 628 cm².

Las relaciones de lecturas en los tensiómetro según lo que manifiestan Briceño, Álvarez, y Barahona (2012), mostraron una condición de humedad alta y fácilmente disponible para el cultivo cuando se aplicaron láminas de agua en un rango del 80% al 100% de la necesidad hídrica de la planta. Cuando se aplicaron láminas de agua por debajo del 70% existió un bajo margen de humedad disponible para el cultivo.

Conclusiones

Del aporte hídrico aplicado al pasto King Grass Morado en láminas del 100%, 90%, 80%, 70% del valor diario de la evapotranspiración del cultivo (ETc), no presentó estrés hídrico según las referencias térmicas; es meritorio mencionar que el área de estudio se vio influenciada por las condiciones ambientales cuando se efectuó el ensayo. La lámina del 60% no llegó a sufrir estrés hídrico, pero sí mostró las mayores referencias térmica.

El tratamiento del 100% mostró un mejor comportamiento en lo que abarca la generación de biomasa (materia verde). Lo que acontece con la generación de materia seca el tratamiento del 80% presentó una producción más eficiente a pesar de que tuvo un volumen de agua por debajo de necesidad de la planta.

Los tensiómetros mostraron un comportamiento decreciente en lo que respecta al movimiento del agua en el suelo desde el tratamiento del 100% al del 60%; esta conducta repercutió de manera significativa en el desarrollo de sus características vegetativas y productivas del pasto King Grass Morado al final de cada etapa.

Bibliografía

- Alencar, C. (2007). *Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região Leste de Minas Gerais*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 121f.
- Briceño, M., Álvarez, F., y Barahona, U. (2012). *Manual Técnico de Riego con Énfasis en Riego por Goteo*. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América. Honduras: Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 122p.
- Carrasco, J. (4 de marzo de 2019). *e -prints complutense*. E -prints Complutense web site.
<https://eprints.ucm.es/51331/1/jimena%20carrasco%20sanchez.pdf>
- Carrazón, J. (2018). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*.
<http://www.fao.org/3/a-at787s.pdf>
- Chavarría, J. (2011). *Guía de instalación y calibración de un tensiómetro*. Calceta, Manabí, Ecuador.
- Chavarría, J., Pilaloe, W., Gonzáles, C., y Párraga, L. (2017). *Restricción del riego en la producción de biomasa del pasto Pennisetum sp*, 5. Dialnet.
- Cortes, D., y Olarte, O. (2018). *Pasto de corte King Grass morado (Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias*. (Vol. 2). Colombia.: Working papers; ECAPMA.

Echeverría, H. (2015). *El rol central de la innovación en la sostenibilidad del recurso hídrico*.

Chile: Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura de Chile - FIA.

Espinoza, F., Argenti, J., Gil, L., Leòn, L., y Perdomo, E. (2001). *Evaluación del Pato King Grass en asociación con leguminosas forrajeas*". Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP).

Food and Agricultura Organization [FAO]. (2002). *El agua y la agricultura*.

<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>

Galli, A., Wiedmann, T., Ervin, E., Knoblauch, D., Ewing, B., y Giljum, S. (2012). *Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a "Footprint Family" of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet*. 100 -112. Ecological Indicators.

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>

Herrera, R. (2005). *Evaluación de gramíneas, Contribución del Instituto de Ciencia Animal*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 39(3).

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

Jackson, R., Idso, S., Reginato, R., y Pinter, P. (12 de Marzo de 1981). *American Geophysical Union*. Obtenido de <https://doi.org/10.1029/WR017i004p01133>

Machado, R. (1996). *Dinámica de algunos indicadores morfológicos y estructurales de Andrólogo Gayanus CIAT-621 bajo condiciones de manejo intensivo*. Efecto de la época y el año. *Pastos y Forrajes* 19:121–127

Oliveira, J. (2007). *Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no Estado do Tocantins*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 121f.

Pennsylvania Health Information Management Association [PHIMA]. (2009). *"Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí"*.
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea40s/ch03.htm>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP]. (2011). *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Matinos Environment Programme. Nairobi.

Anexos

Tabla 9

Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 1, antes del riego (09H00 am)

Etapa	Día N°	Fecha	100%	90%	80%	70%	60%	Estación Automática
Primera Etapa	1	16/10/2020	28,3	29,0	27,9	27,5	28,1	24,5
	2	17/10/2020	25,2	24,3	25,0	24,9	25,3	22,8
	3	18/10/2020	26,5	25,2	25,8	26,0	26,3	24,6
	4	19/10/2020	30,2	30,6	30,5	29,3	31,0	26,2
	5	20/10/2020	27,8	27,0	26,9	28,1	28,7	24,7
	6	21/10/2020	28,2	27,5	27,3	26,3	26,8	24,8
	7	22/10/2020	26,4	25,8	25,9	25,3	25,2	24,6
	8	23/10/2020	23,0	22,8	22,8	22,7	22,9	22,3
	9	24/10/2020	26,2	26,3	26,1	26,0	26,0	22,3
	10	25/10/2020	26,6	26,1	25,8	26,0	26,5	23,1
	11	26/10/2020	24,3	24,0	24,2	23,4	23,8	23,4
	12	27/10/2020	23,7	24,2	23,9	24,0	24,2	23,2
	13	28/10/2020	26,8	27,0	26,9	27,6	27,1	27,0
	14	29/10/2020	28,0	27,8	28,0	27,9	27,5	25,9
	15	30/10/2020	31,3	30,5	31,2	31,9	31,3	25,4
Segunda Etapa	16	31/10/2020	26,6	26,9	27,1	27,9	27,4	24,7
	17	1/11/2020	30,9	31,0	29,8	29,7	30,6	25,1
	18	2/11/2020	27,5	29,8	28,0	27,8	26,9	24,9
	19	3/11/2020	29,0	29,2	28,2	28,1	28,0	24,7
	20	4/11/2020	27,3	27,6	26,9	26,8	27,3	24,2
	21	5/11/2020	24,4	24,5	24,2	26,0	24,5	23,9
	22	6/11/2020	26,1	25,5	25,9	26,3	25,8	24,7
	23	7/11/2020	28,1	27,9	27,3	27,1	27,6	26,1
	24	8/11/2020	30,8	29,7	29,7	29,9	29,0	24,5
	25	9/11/2020	28,0	27,1	27,4	27,7	26,8	25,0
	26	10/11/2020	28,0	27,1	27,4	27,7	26,8	25,0
	27	11/11/2020	27,6	26,6	26,0	26,5	26,2	25,5
	28	12/11/2020	26,8	26,1	26,3	26,7	25,8	24,5
	29	13/11/2020	28,6	28,3	28,9	29,5	29,6	24,5
	30	14/11/2020	27,7	28,6	27,3	27,2	27,4	24,5
Tercer Etapa	31	15/11/2020	28,6	29,2	28,8	29,0	27,6	24,5
	32	16/11/2020	26,3	26,0	26,5	26,2	26,5	25,0
	33	17/11/2020	29,4	28,7	28,1	28,6	29,2	25,0
	34	18/11/2020	27,3	28,0	27,3	27,9	26,7	25,0
	35	19/11/2020	24,9	25,0	24,6	24,3	24,9	25,0
	36	20/11/2020	29,3	30,5	30,5	30,7	30,5	25,0
	37	21/11/2020	26,9	26,2	26,6	27,0	27,0	24,5
	38	22/11/2020	26,9	26,2	26,6	27,0	27,0	22,5
	39	23/11/2020	25,0	25,2	25,1	25,5	25,4	23,0
	40	24/11/2020	30,4	31,4	30,4	30,8	30,0	24,4
	41	25/11/2020	29,0	29,3	29,3	28,8	30,0	25,4
	42	26/11/2020	29,0	29,3	29,3	28,8	30,0	24,8
	43	27/11/2020	25,2	25,5	26,0	25,3	26,1	23,7
	44	28/11/2020	25,1	25,0	25,3	25,3	24,5	24,0
	45	29/11/2020	26,0	25,7	26,0	25,9	25,7	24,3

Tabla 10

Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 1, después del riego

(10H00 am)

Etapa	Día N°	Fecha	100%	90%	80%	70%	60%	Estación Automática
Primera Etapa	1	16/10/2020	28,7	28,3	27,9	29,4	29,7	25,5
	2	17/10/2020	26,2	26,3	26,4	26,1	26,9	24,3
	3	18/10/2020	27,4	25,8	27,3	26,4	27,4	26,2
	4	19/10/2020	30,9	29,1	31,6	30,3	34,4	27,5
	5	20/10/2020	28,3	27,3	27,5	28,6	28,5	26,1
	6	21/10/2020	27,6	26,2	26,3	27,5	26,8	25,5
	7	22/10/2020	27,7	27,6	28,3	26,4	30,1	26,3
	8	23/10/2020	23,8	24,1	24,4	23,7	23,8	23,0
	9	24/10/2020	26,2	25,3	25,6	25,0	27,1	23,0
	10	25/10/2020	26,1	25,5	25,9	26,0	27,7	23,1
	11	26/10/2020	24,4	25,0	24,3	24,7	24,9	23,7
	12	27/10/2020	24,1	24,8	24,0	24,3	24,7	23,2
	13	28/10/2020	27,8	31,0	31,2	30,4	34,6	29,5
	14	29/10/2020	29,0	26,2	28,3	27,4	32,2	26,7
	15	30/10/2020	30,9	29,8	31,7	30,7	33,1	28,5
Segunda Etapa	16	31/10/2020	25,8	25,4	25,6	24,8	27,0	26,0
	17	1/11/2020	27,8	28,0	28,5	28,3	29,1	27,6
	18	2/11/2020	25,6	28,8	26,3	26,9	28,3	25,8
	19	3/11/2020	28,9	28,7	29,0	27,8	30,3	27,0
	20	4/11/2020	25,7	26,2	26,1	26,2	26,9	25,4
	21	5/11/2020	23,7	25,1	24,9	25,6	27,2	25,5
	22	6/11/2020	26,1	26,6	25,5	25,0	28,1	27,3
	23	7/11/2020	26,7	26,2	26,0	25,6	27,3	25,0
	24	8/11/2020	29,5	29,7	29,7	29,8	31,2	25,1
	25	9/11/2020	28,7	28,9	27,9	27,6	29,8	25,0
	26	10/11/2020	28,7	28,9	27,9	27,6	29,8	25,0
	27	11/11/2020	27,7	27,1	28,1	29,3	32,0	25,0
	28	12/11/2020	29,6	29,8	28,8	28,7	31,1	25,5
	29	13/11/2020	27,9	28,5	27,5	27,5	30,8	26,0
	30	14/11/2020	27,0	25,7	26,1	26,9	28,7	25,0
Tercer Etapa	31	15/11/2020	30,8	29,8	28,5	25,8	30,6	25,0
	32	16/11/2020	27,5	27,6	26,9	26,2	30,5	25,0
	33	17/11/2020	28,1	26,9	28,1	27,2	33,1	25,0
	34	18/11/2020	26,8	26,0	25,7	25,4	27,6	25,0
	35	19/11/2020	24,6	24,7	24,7	24,9	24,8	25,0
	36	20/11/2020	27,9	27,8	28,6	29,2	30,8	25,0
	37	21/11/2020	24,7	25,3	25,2	25,7	26,4	25,0
	38	22/11/2020	24,7	25,3	25,2	25,7	26,4	25,0
	39	23/11/2020	24,9	25,0	25,1	25,3	26,2	25,0
	40	24/11/2020	27,8	27,4	28,6	27,8	29,8	26,2
	41	25/11/2020	26,7	26,0	26,1	25,4	26,2	27,2
	42	26/11/2020	26,7	26,0	26,1	25,4	26,2	25,5
	43	27/11/2020	24,0	24,3	23,6	24,2	24,2	25,6
	44	28/11/2020	23,6	23,3	23,7	24,2	23,7	24,7
	45	29/11/2020	25,0	24,7	24,6	24,5	25,4	25,1

Tabla 11

Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 2, antes del riego

(09H00 am)

Etapas	Día N°	Fecha	100%	90%	80%	70%	60%	Estación Automática
Primera Etapa	1	1/12/2020	35,7	33,8	33,7	34,7	33,3	25,3
	2	2/12/2020	26,3	26,5	27,0	27,1	26,6	25,2
	3	3/12/2020	25,1	24,7	25,0	25,4	25,1	24,0
	4	4/12/2020	27,1	28,2	27,4	27,3	27,1	24,3
	5	5/12/2020	24,6	24,7	24,5	24,7	24,6	25,0
	6	6/12/2020	26,0	25,2	26,1	26,2	26,2	26,5
	7	7/12/2020	25,5	25,3	25,1	25,4	25,8	25,0
	8	8/12/2020	28,5	28,9	27,4	27,4	28,1	24,0
	9	9/12/2020	24,8	25,1	25,2	26,0	25,4	24,4
	10	10/12/2020	26,9	26,6	26,9	28,3	26,9	22,8
	11	11/12/2020	23,6	23,7	23,7	24,3	24,7	23,7
	12	12/12/2020	25,6	25,1	26,2	26,1	26,3	23,5
	13	13/12/2020	27,2	27,3	27,6	27,6	27,2	25,0
	14	14/12/2020	24,7	25,0	24,7	25,3	25,1	22,7
	15	15/12/2020	25,7	25,9	26,3	27,0	26,7	23,8
Segunda Etapa	16	16/12/2020	25,1	25,1	25,9	26,2	26,8	24,0
	17	17/12/2020	25,5	25,0	25,2	25,6	25,3	22,3
	18	18/12/2020	25,6	25,7	25,7	25,7	24,7	24,4
	19	19/12/2020	22,5	22,5	23,9	24,9	24,4	21,9
	20	20/12/2020	29,7	27,7	27,4	27,2	27,8	24,0
	21	21/12/2020	27,5	27,4	27,6	27,3	27,7	24,1
	22	22/12/2020	28,8	28,5	28,1	28,2	28,1	25,1
	23	23/12/2020	29,2	28,8	29,3	29,5	29,5	24,8
	24	24/12/2020	27,2	27,4	27,1	27,7	27,8	24,0
	25	25/12/2020	26,3	24,7	27,0	27,3	27,1	25,0
	26	26/12/2020	25,6	25,1	26,2	26,1	26,3	25,2
	27	27/12/2020	27,4	27,3	26,9	26,5	26,5	24,1
	28	28/12/2020	25,1	24,6	25,0	25,4	25,1	23,7
	29	29/12/2020	25,1	25,1	25,9	26,2	26,8	24,6
	30	30/12/2020	26,3	26,5	27,0	27,1	26,6	26,0
Tercer Etapa	31	31/12/2020	24,5	24,3	25,9	26,2	26,8	24,0
	32	1/1/2021	24,8	25,1	25,2	26,0	25,4	23,7
	33	2/1/2021	25,8	25,5	25,8	26,0	24,8	24,3
	34	3/1/2021	24,3	24,8	25,8	26,0	24,2	24,2
	35	4/1/2021	24,7	24,6	25,8	25,2	25,5	24,5
	36	5/1/2021	25,2	24,9	24,6	25,7	26,0	24,5
	37	6/1/2021	26,3	26,5	27,0	25,3	26,1	25,1
	38	7/1/2021	25,2	24,9	25,7	25,1	25,8	25,1
	39	8/1/2021	26,0	25,2	26,1	26,2	26,2	25,0
	40	9/1/2021	24,6	24,7	24,5	24,7	24,6	23,1
	41	10/1/2021	24,6	24,5	25,0	25,4	25,1	24,7
	42	11/1/2021	24,6	24,5	25,0	25,4	25,1	23,1
	43	12/1/2021	25,1	24,6	24,9	25,4	25,1	23,9
	44	13/1/2021	26,4	27,7	27,4	27,2	27,8	26,0
	45	14/1/2021	24,8	25,1	25,2	26,0	25,4	23,8

Tabla 12

*Lectura termométrica en °C del pasto King Gras Morado durante el Corte 2, después del riego
(10H00 am)*

Etapas	Día N°	Fecha	100%	90%	80%	70%	60%	Estación Automática
Primera Etapa	1	1/12/2020	31,9	30,7	30,3	31,2	32,4	26,8
	2	2/12/2020	24,7	25,1	26,0	26,1	25,2	25,9
	3	3/12/2020	25,2	23,7	23,6	24,1	24,2	24,8
	4	4/12/2020	26,2	26,8	26,5	26,6	26,3	25,1
	5	5/12/2020	24,0	24,1	23,5	23,8	23,5	24,0
	6	6/12/2020	27,7	25,7	27,4	26,2	27,1	26,5
	7	7/12/2020	24,1	25,0	24,5	24,3	24,8	25,0
	8	8/12/2020	27,4	27,9	26,5	26,4	26,2	25,9
	9	9/12/2020	24,2	24,4	24,2	24,2	24,3	24,6
	10	10/12/2020	25,1	25,7	25,6	26,3	26,2	23,3
	11	11/12/2020	23,3	23,5	23,3	23,6	23,9	23,8
	12	12/12/2020	27,2	25,9	27,1	26,7	27,2	24,3
	13	13/12/2020	26,5	26,3	26,2	26,4	26,8	26,5
	14	14/12/2020	24,6	24,3	24,1	24,7	24,7	23,1
	15	15/12/2020	24,7	24,8	25,9	26,0	26,2	24,4
Segunda Etapa	16	16/12/2020	24,7	24,5	25,3	25,8	25,7	24,8
	17	17/12/2020	24,3	24,7	24,4	24,3	24,2	23,7
	18	18/12/2020	24,3	24,5	24,3	24,6	26,6	25,6
	19	19/12/2020	22,3	22,6	22,1	25,1	25,0	22,3
	20	20/12/2020	26,9	26,7	26,6	26,6	27,2	24,9
	21	21/12/2020	26,4	26,3	27,3	25,7	25,5	25,4
	22	22/12/2020	26,9	26,6	26,1	26,5	25,7	26,5
	23	23/12/2020	26,8	26,8	26,7	26,9	26,3	26,6
	24	24/12/2020	25,1	25,3	25,0	25,6	26,0	24,9
	25	25/12/2020	24,7	23,7	26,0	26,6	26,3	26,6
	26	26/12/2020	27,2	25,9	27,1	26,7	27,2	27,4
	27	27/12/2020	25,3	25,5	24,7	24,6	24,9	27,4
	28	28/12/2020	25,2	23,7	23,5	24,1	24,2	24,4
	29	29/12/2020	24,7	24,5	25,3	25,8	25,7	27,6
	30	30/12/2020	24,7	25,1	26,0	26,1	25,2	27,6
Tercer Etapa	31	31/12/2020	24,7	24,5	25,3	25,8	25,7	24,9
	32	1/1/2021	24,2	24,4	24,2	24,2	24,3	24,4
	33	2/1/2021	24,3	25,8	24,7	25,8	24,2	24,8
	34	3/1/2021	25,2	25,5	24,7	24,6	24,7	25,7
	35	4/1/2021	26,0	25,8	26,3	24,8	25,9	26,8
	36	5/1/2021	25,3	25,2	25,8	24,9	25,6	26,8
	37	6/1/2021	24,7	25,1	26,0	26,6	26,3	26,7
	38	7/1/2021	26,3	26,1	26,0	25,5	26,3	26,5
	39	8/1/2021	27,6	25,7	27,3	26,2	26,4	27,9
	40	9/1/2021	24,0	24,1	23,5	23,8	23,5	23,7
	41	10/1/2021	24,0	23,6	23,5	24,1	23,6	25,9
	42	11/1/2021	24,0	23,6	23,5	24,1	23,6	23,7
	43	12/1/2021	25,1	23,8	23,6	24,0	24,2	25,3
	44	13/1/2021	26,9	26,7	26,6	26,6	27,2	27,0
	45	14/1/2021	25,2	25,4	25,2	24,2	25,6	26,5

Tabla 13

Lectura de los tensiómetros en CBR o PSI durante el corte 1, antes del riego (09H00 am)

Etapas	Día N°	Fecha	100%	90%	80%	70%	60%
Primera Etapa	1	16/10/2020	0	0	0	0	0
	2	17/10/2020	0	0	0	0	0
	3	18/10/2020	40	28	32	10	26
	4	19/10/2020	2	18	32	40	38
	5	20/10/2020	28	36	36	48	40
	6	21/10/2020	22	8	40	40	38
	7	22/10/2020	11	17	26	16	40
	8	23/10/2020	14	30	28	36	40
	9	24/10/2020	12	40	36	38	46
	10	25/10/2020	18	20	32	26	38
	11	26/10/2020	25	40	38	40	44
	12	27/10/2020	20	36	36	40	44
	13	28/10/2020	20	24	32	26	20
	14	29/10/2020	22	22	18	20	18
	15	30/10/2020	24	36	20	34	38
Segunda Etapa	16	31/10/2020	24	22	27	32	40
	17	1/11/2020	22	26	18	32	38
	18	2/11/2020	20	12	32	28	42
	19	3/11/2020	24	22	30	20	30
	20	4/11/2020	26	28	32	34	38
	21	5/11/2020	26	28	30	38	42
	22	6/11/2020	20	22	26	32	30
	23	7/11/2020	28	18	27	16	8
	24	8/11/2020	28	18	27	16	8
	25	9/11/2020	18	14	12	16	24
	26	10/11/2020	10	30	32	28	22
	27	11/11/2020	10	14	20	24	22
	28	12/11/2020	18	24	20	26	18
	29	13/11/2020	18	12	24	30	18
	30	14/11/2020	12	16	26	30	19
Tercer Etapa	31	15/11/2020	12	11	20	25	15
	32	16/11/2020	4	5	12	16	18
	33	17/11/2020	2	10	12	20	20
	34	18/11/2020	2	6	12	20	22
	35	19/11/2020	10	12	18	30	32
	36	20/11/2020	2	10	22	26	12
	37	21/11/2020	5	12	20	22	18
	38	22/11/2020	2	6	14	20	22
	39	23/11/2020	8	12	11	15	14
	40	24/11/2020	10	12	15	26	38
	41	25/11/2020	4	14	22	24	28
	42	26/11/2020	10	12	22	28	20
	43	27/11/2020	12	14	22	26	24
	44	28/11/2020	10	15	26	30	28
	45	29/11/2020	6	18	22	30	32

Tabla 14

Lectura de los tensiómetros en CBR o PSI durante el corte 2, antes del riego (09H00 am)

Etapas	Día N°	Fecha	100%	90%	80%	70%	60%
Primera Etapa	1	1/12/2020	10	16	20	20	25
	2	2/12/2020	20	22	26	30	40
	3	3/12/2020	4	10	20	22	20
	4	4/12/2020	2	12	20	22	26
	5	5/12/2020	0	14	18	17	20
	6	6/12/2020	2	2	12	18	20
	7	7/12/2020	0	0	12	18	10
	8	8/12/2020	0	0	0	0	0
	9	9/12/2020	0	0	0	0	0
	10	10/12/2020	0	0	0	0	0
	11	11/12/2020	0	0	0	0	0
	12	12/12/2020	0	0	0	0	0
	13	13/12/2020	0	0	0	0	0
	14	14/12/2020	0	0	0	0	0
	15	15/12/2020	4	26	30	38	35
Segunda Etapa	16	16/12/2020	10	12	20	22	20
	17	17/12/2020	14	18	20	18	16
	18	18/12/2020	10	16	18	20	18
	19	19/12/2020	6	12	16	14	20
	20	20/12/2020	12	10	14	18	16
	21	21/12/2020	23	24	17	30	32
	22	22/12/2020	18	16	22	26	25
	23	23/12/2020	20	22	26	30	28
	24	24/12/2020	8	10	16	16	18
	25	25/12/2020	18	20	23	33	44
	26	26/12/2020	0	14	18	24	28
	27	27/12/2020	12	14	28	28	24
	28	28/12/2020	10	12	18	22	20
	29	29/12/2020	10	16	16	28	26
	30	30/12/2020	20	22	26	30	40
Tercer Etapa	31	31/12/2020	10	16	16	26	28
	32	1/1/2021	2	13	20	22	28
	33	2/1/2021	0	4	10	14	20
	34	3/1/2021	10	12	16	16	20
	35	4/1/2021	6	8	16	18	24
	36	5/1/2021	10	14	18	16	12
	37	6/1/2021	14	16	20	22	24
	38	7/1/2021	10	16	20	20	25
	39	8/1/2021	4	10	12	16	18
	40	9/1/2021	6	8	20	20	24
	41	10/1/2021	0	4	8	18	24
	42	11/1/2021	2	4	12	16	20
	43	12/1/2021	0	8	8	16	22
	44	13/1/2021	0	4	8	12	16
	45	14/1/2021	0	4	8	12	20

Tabla 15

Resultados de material húmedo y seco de pasto King Gras Morado durante el Corte 1

	100%	90%	80%	70%	60%
Materia Húmeda TOTAL (gr)	204,0	203,0	200,3	205,7	182,3
Materia Seca TOTAL (gr)	71,3	75,5	82,1	72,4	50,4
%MS	34,9	37,2	41,0	35,2	27,4
MV(GR)	422,3	428,3	332,7	311,0	195,0

Tabla 16

Resultados de material húmedo y seco de pasto King Gras Morado durante el Corte 2

	100%	90%	80%	70%	60%
Materia Húmeda TOTAL (gr)	203,67	206,67	204,33	205,00	204,33
Materia Seca TOTAL (gr)	32,56	30,64	29,47	25,69	26,56
%MS	15,98	14,82	14,43	12,54	13,00
MV(GR)	3038,00	2118,67	1923,00	1867,00	1428,00

Tabla 17*Resultados de altura de la planta de pasto King Gras Morado durante el Corte 1*

Tratamiento	N° Planta	Altura de Planta 15 días (cm)	Altura de Planta 30 días (cm)	Altura de Planta 45 días (cm)
100%	1	26,5	37,7	53,5
	2	28,5	41,0	54,0
	3	26,0	31,0	54,0
	4	18,5	26,3	52,0
	5	25,0	34,0	57,7
	6	20,5	32,0	55,0
	7	23,6	23,0	51,5
	8	24,8	27,3	57,8
	9	24,1	33,5	56,0
90%	1	20,5	24,0	53,5
	2	23,5	30,0	53,0
	3	22,2	25,0	53,2
	4	23,8	27,0	56,7
	5	20,7	31,0	48,6
	6	21,6	29,0	46,6
	7	27,0	27,8	54,5
	8	23,5	31,5	42,0
	9	26,0	28,5	55,0
80%	1	17,7	21,6	51,0
	2	23,1	31,5	43,0
	3	30,5	29,8	52,0
	4	21,2	26,0	48,0
	5	18,5	27,3	43,0
	6	19,5	28,8	43,0
	7	15,1	20,2	53,0
	8	15,4	23,3	37,6
	9	17,8	21,5	50,0
70%	1	21,3	24,2	43,0
	2	20,6	19,0	47,0
	3	14,0	22,5	41,5
	4	17,0	20,2	43,5
	5	14,3	20,8	52,0
	6	13,5	24,0	46,0
	7	18,7	27,0	39,0
	8	15,0	22,5	40,0
	9	18,1	24,0	43,0
60%	1	15,0	20,5	39,4
	2	20,5	23,5	36,0
	3	15,0	23,5	40,5
	4	15,0	15,8	40,0
	5	18,0	22,0	43,5
	6	15,0	26,0	38,5
	7	15,0	20,2	40,0
	8	15,6	21,8	44,0
	9	15,4	25,0	38,0

Tabla 18*Resultados de altura de la planta de pasto King Gras Morado durante el Corte 2*

Tratamiento	N° Planta	Altura de Planta 15 días (cm)	Altura de Planta 30 días (cm)	Altura de Planta 45 días (cm)
100%	1	49,0	94,5	175,0
	2	62,0	99,0	156,0
	3	59,0	0,0	-
	4	63,0	90,0	167,0
	5	57,5	91,0	165,0
	6	65,0	0,0	-
	7	49,5	88,5	172,0
	8	27,0	88,8	152,0
	9	67,0	0,0	-
90%	1	68,0	87,0	135,0
	2	66,0	76,2	137,0
	3	53,0	75,7	147,0
	4	47,0	79,0	141,0
	5	59,0	87,4	139,5
	6	39,0	80,4	139,0
	7	57,0	82,0	145,0
	8	27,0	74,5	127,0
	9	48,5	72,5	157,0
80%	1	55,0	77,6	137,5
	2	29,5	81,0	136,4
	3	36,5	85,3	154,0
	4	39,0	71,2	147,0
	5	44,0	71,0	155,0
	6	46,0	71,1	139,5
	7	37,0	73,2	151,0
	8	35,0	72,5	132,0
	9	39,5	71,5	126,0
70%	1	55,0	73,7	117,0
	2	26,0	76,7	132,2
	3	43,0	77,0	131,0
	4	54,0	73,5	127,0
	5	59,0	74,5	124,5
	6	38,0	68,1	124,0
	7	51,0	66,0	127,0
	8	46,0	73,7	126,0
	9	34,0	69,1	118,0
60%	1	54,0	63,0	125,0
	2	51,0	60,0	121,5
	3	37,0	63,0	122,5
	4	38,5	70,7	111,0
	5	39,0	68,0	111,0
	6	35,5	67,0	104,0
	7	44,0	72,6	105,0
	8	56,0	79,0	111,0
	9	47,0	79,0	108,2

Figura 4

Llenada de fundas para siembras de pasto King Grass Morado



Figura 5

Instalación de tensiómetros de los diferentes tratamientos



Figura 6

Corte de igualación

**Figura 7**

Control de alturas en los diferentes tratamientos



Figura 8

Monitoreo del área experimental

**Figura 9**

Cosecha del Pasto King Grass Morado 45 días después desde su corte de igualación



Ilustración 10

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



Figura 11

Colación de muestra de tallos y hojas en la estufa para eliminar la humedad

