PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR,

SEDE DE MANABI

CARRERA DE INGENERIA HIDRÁULICA

TRABAJO DE TITULACION:

INFLUENCIA DE DOS VOLUMENES DE AGUA POR DEBAJO DE LA EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO SOBRE CORTES SUCESIVOS DE PASTO MOMBAZA (*Panicum máximum* cv. Momboza).

PREVIO AL TITULO:

INGENIERO HIDRÁULICO

AUTOR:

DANILO BLADIMIR MUÑOZ ORQUERA

TUTOR DE TESIS:

ING. JESÚS E. CHAVARRÍA PÁRRAGA, M. Sc

MANABI – ECUADOR

Junio 2022

CERTIFICACIÓN

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

En mi calidad de director de tesis certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la carrera Ingeniería Hidráulica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí, cumpliendo los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M. Sc.

C.I: 130827219-2

APROVACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica, sede Manabí.

(f)_____ (f)_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M. Sc. Ing. Fabian Rodrigo Espinales Cedeño, Mg.

Primer lector Segundo Lector

(f)_____

Ing. Andy Giler Ormaza M. Sc.

Tercer Lector

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Este manuscrito no tiene ningún tipo de material que fue aceptado para la obtención de un título universitario en otra organización, excepto a modo de soporte que fue debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del creador, quien manifiesta bajo juramento que ni una parte de esta tesis infringe los derechos de creador de nadie.

Lugar y Fecha: Chone, 8 de Marzo 2022

_____

Danilo Bladimir Muñoz Orquera.

Dirección: Flavio Alfaro, Maranatha calle 29 de abril entre Ejercito

E-mail: he-507@pucem.edu.ec

Teléfono: 052353-436

Celular: 0999476411

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a repartir este manuscrito de indagación en medios físicos y electrónicos con el propósito de impulsar la divulgación de mis resultados a la sociedad científica y a la sociedad generalmente.

Adicionalmente autorizo la utilización de los contenidos de esta indagación como bibliografía para objetivos académicos, por cualquier medio o método, citando como fuente de información al creador de este trabajo.

_____

Danilo Bladimir Muñoz Orquera.

C.I: 1723978571

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico primordialmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para seguir en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres Alfredo Muñoz y Maribel Orquera por darme su amor, trabajo y sacrificio en estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y ser quien soy. Es un honor y un privilegio de ser su hijo, y son los mejores padres.

AGRADECIMIENTO

Me van a faltar páginas para agradecer a todas esas personas que se involucraron en la realización de este trabajo, no obstante, merecen un reconocimiento especial mi madre Maribel Orquera y mi padre Alfredo Muñoz que con su esfuerzo y dedicación me colaboraron a terminar mi carrera universitaria y me brindaron la ayuda suficiente para no decaer una vez que todo parecía difícil e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanas que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que quien soy y de lo cual les puedo enseñar. Ojalá cualquier día yo me convierta en su apoyo para que logren continuar avanzando en su camino.

Del mismo modo, quisiera agradecer a mi Director de Tesis, Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M. Sc. por su orientación y corrección, por permitirme terminar este trabajo. A los Maestros que me han visto crecer como persona, y debido a sus conocimientos hoy puedo sentirme feliz y contento.

RESUMEN

Esta investigación cuantitativa determinó la influencia de dos volúmenes de agua por debajo de la (ETc) sobre cortes sucesivos de pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Mombaza), para obtener un buen manejo hídrico. Por ello, en esta investigación experimental que se ejecutó en la finca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Campus Chone, entre noviembre y diciembre de 2021, el pasto fue sometido a láminas de riego del 100 y 80% del valor diario de ETc, evaluando variables como altura de planta, rendimiento de materia verde y seca, relación hoja-tallo y área foliar. Se definieron las variables climatológicas para estimar el consumo hídrico diario en ambos cortes. Los resultados muestran que, en el primer corte, los tratamientos son iguales estadísticamente para la variable producción; mientras que, la lámina del 100% es la mejor en la variable de comportamiento. En el segundo corte, el tratamiento del 100% de lámina de riego es el mejor en las variables de producción y comportamiento. Los valores de temperaturas máxima y mínimas para ambos cortes son 27 y 20.8 ºC. Los valores promedio ETo para noviembre y diciembre corresponde a 2.6 mm y 2.46 mm respetivamente. El consumo hídrico total en el primer corte es 2.15 mm, y en el segundo corte 1.94 mm. En conclusión, los volúmenes de agua aplicados, considerando las necesidades reales del cultivo y por debajo de él, influyen en el comportamiento productivo del pasto a partir del segundo corte enfatizando el rendimiento de materia verde y materia seca.

Palabras clave: productividad, evapotranspiración, variables climatológicas, consumo hídrico

Abstract

This quantitative research study determined the influence of two volumes of water below crop evapotranspiration (ETc) values on successive cuts of Mombasa grass (*Panicum maximum* cv. Mombasa), in order to ensure good water management. Consequently, in this research study that was carried out at the farm of Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, Chone Campus, from November through December 2021, this grass was under irrigation sheets at 100% and 80% of ETc, by evaluating variables such as plant height, green and dry matter yield, leaf-stem ratio and foliar area. Climate variables were determined to calculate daily water consumption in both cuts. The findings reveal that both treatments are statistically equal considering the variable of production in the first cut, while the irrigation sheet at 100% is better in the variable of behaviour. The irrigation sheet at 100% is better regarding the variables of production and behaviour in the second cut. The maximum and minimum temperature values for both cuts correspond to 27 °C and 20.8 °C. The average values of reference crop evapotranspiration (ETo) are 2.6 mm and 2.46 mm in November and December respectively. Total water consumption is 2.15 mm in the first cut and 1.94 mm in the second one. In conclusion, the volumes of water used in this study, as per the real crop water need and below it, do influence the productive behaviour of the grass from the second cut, emphasizing green and dry matter yield.

Keywords: productivity, evapotranspiration, climate variables, water consumption

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACION I

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL. II

DECLARACION DE ORIGINALIDAD III

DERECHOS DE AUTOR..... IV

DEDICATORIA V

AGRADECIIENTOS..... VI

RESUMEN..... VII

ABSTRACT..... VIII

INDICE DE TABLAS XIII

INDICE DE FIGURAS..... XIV

INTRODUCCIÓN 1

MATERIASLES Y METODOS 5

Localización. 5

Ubicación geográfica en coordenadas UTM 6

Datos climatológicos 6

MATERIALES Y EQUIPOS 6

Materiales de campo. 6

Materiales de oficina 7

Materiales biológicos 7

CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL. 7

Cultivo del pasto Mombaza *(Panimum maximum cv. Mombaza* 7

METODOS 7

Variables consideradas en la investigación 7

ESTIMACION DE VARIABLES CONSIDERADAS EN LA INVESTIGACION 7

Humedad del suelo. 7

Procedimiento para la determinación de la humedad del suelo por medición de deformaciones……8

Evapotranspiración de referencia (ETo)……10

Método de Pemman Monteith modificado por la FAO 10

VARIABLES QUE INTEGRAN UN DISEÑO AGRONOMICO PARA RIEGO POR ASPERSION 11

Precipitación efectiva "P*e"* 11

Balance Hídrico. 12

Agua fácilmente disponible para el cultivo 12

Lamina neta 12

Requerimiento de lavado. 12

Lamina Total 13

Intervalo de riego. 13

Lámina neta ajusta 13

Lámina total ajustada 14

Intensidad de aplicación de agua (L/h). 14

Tiempo de riego 14

MANEJO DEL ENSAYO 15

Preparación de área de investigación. 15

Recolección de sustrato. 15

Llenado de fundas 15

Siembra 15

Fertilización.....15

Control de maleza 16

Cosecha 16

Riego. 16

Toma de datos en el área de estudio. 16

VARIABLES A EVALUAR EN LA INVESTIGACION.....16

- Altura de la planta 16
- Numero de tallo por macolla.....16
- Numero de hojas por tallo. 17
- Área foliar. 17
- Rendimiento de materia verde.....17
- Rendimiento de materia seca.....17
- Método Tukey. 18

RESULTADOS Y DISCUSIÓN……18

- Variables Analizadas Estadísticamente..... 18
- Variables de Producción. 18
- Variables de Comportamiento..... 20

- Programacion de riego. 22

CONCLUSIONES 24

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....25

ANEXOS 28

Anexos: Fotografías 28

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Datos climatológicos promedios del 2000 al 2013……..……. 6

Tabla 2: especificaciones técnicas del área de cultivo pasto Mombaza……7

Tabla 3: relación lectura de tensiómetro condiciones de humedad de suelo…10

Tabla 4: Promedio de las Variables de Producción primer ensayo……18

Tabla 5: Promedio de las Variables de Producción segundo ensayo……19

Tabla 6: Promedio de las Variables de comportamiento primer ensayo…… 20

Tabla 7: Promedio de las Variables de comportamiento segundo ensayo……21

Tabla 8: Programación de riego pasto Mombaza (Panicum máximum cv. Mombaza) ……22

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Localización de la PUCESM..... 5

Figura 2: Fundas casi lista para ser distribuido a su debida distancia. 28

Figura 3:Terreno y fundas listas para siembra de la macolla del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza) …… 29

Figura4: Terminando de sembrar..... 30

Figura 5: Preparando tensiómetro..... 31

Figura 6: Tensiómetro instalado 32

Figura 7: Se le está colocando abono al pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza)..... 33

Figura 8: Crecimiento de la macolla del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza)..... 34

Figura 9: Cosecha del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv Momboza) 35

Figura 10: Madures del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza). 35

Figura 11: Toma de altura de la planta 36

Figura 12: Realización del corte a 30cm del suelo. 37

Figura 13: Peso de la muestra. 38

Figura 14: Retirando las hojas del pasto. 39

Figura 15: Calculo del índice del área foliar..... 40

Figura 16: Llenando registro de los resultados, cálculo del índice del área foliar.…40

Figura 17: Preparando las muestras para dejarlas en la estufa..... 41

Figura 18: Ingreso de las muestras en la estufa……42

INTRODUCCION

La utilización de los recursos hídricos para la agrícola es un tema central en cualquier discusión sobre la disponibilidad de agua y la estabilidad alimentaria. Alrededor del 70% de la escorrentía mundial se utiliza en la agricultura, y las actividades agrícolas están en una mayor parte de los “recursos hídricos" gracias a la transpiración de los cultivos. El riego agrícola se distribuye con un 20% de la superficie cultivada total y el 40% aportar a la producción mundial total de alimentos (Cuello, 2012).

Los datos proyectados demuestran que todo el mundo se ira a sobrepasar los 10 000 millones de habitantes para el 2050 y, ya sea en zonas rurales o urbanas, será fundamental satisfacer los requisitos principales de las fibras de alimentos para la población. También se estima que el rendimiento agrícola tendrá que aumentar el 70% en el año 2050 y, debido al aumento de los ingresos en gran parte de todo el planeta en su desarrollo, habrá un crecimiento en los consumos de alimentos y calorías más complejos (Veenhuizen, s.f).

Debido a que los riego en la agricultura son, alrededor de, dos ocasiones más rentables por una unidad de tierra, y obtiene un importante efecto de amortiguación con el aumento del cambio climática y permite la diversificación segura de cultivos, sin duda en algunos riego seguiría la clave para la igualdad de los alimentaria y nutricional en el mundo (Villalibos, 2017).

A nivel internacional, el suministro y la gestión del agua es un componente importante para aumentar la producción agrícola y garantizar una producción predecible. Los recursos hídricos juegan un papel importante en el aprovechamiento del potencial del suelo y permite especies mejoradas de plantas y animales que aprovechan al máximo otros componentes productivos para aumentar los rendimientos. (Santiago, 2012).

(Echeverría, 2015) Nos da su criterio del rol central de la innovación en la sostenibilidad del recurso hídrico no podía ser de otra forma. El 40% de los alimentos que se generan en el planeta se cultivan en sistemas de riego con agua dulce, y cada vez se hace más evidente que sin una administración inteligente de este recurso se agravarán los inconvenientes de abastecimiento.

Actualmente en nuestra región (Ecuador) se muestran sitios en las que el agua subterránea es el primordial recurso alcanzable para lograr dar a las distintas poblaciones o para las diversas ocupaciones que hacen dichas poblaciones como son los sistemas de riegos agrícolas para los cultivos, por lo que muestra ser un recurso importante que brindan una solidez alimenticia y índole imprescindible para desempeño de los múltiples ecosistemas. La fertilización y el riego, asociados a otras prácticas de cultivo, son factores importantes que permiten que las plantas forrajeras tropicales manifiesten su potencial productivo en determinadas condiciones de suelo y clima (Arévalo, 2013)

Los estudios realizados en las regiones tropicales del Ecuador nos sugieren que los resultados de las medidas de los volúmenes de la superficie que poseen 0,96 m2 y está sembrado de 9 árboles. Aquí el agua de riego se midió, y se determinó la humedad y el drenaje que es de 48 horas para crear evapotranspiración (ETo) con los rendimientos (kc) desde la interacción ETc/ETo. Y con los balances hídricos (ETc) se diferencian las proporción de los recursos hidráulicos que aporta para los sistemas de riego y la proporción hídrica extraída del tubo de medición , teniendo presente los cambios de humedad del suelo (Diaz, 2018).

De acuerdo con (Chasles, 2011), los estudios realizados en Ecuador sobre la cantidad de transpiración (ETo) y transpiración (ETc) de cultivos acumulada de los dos meses, expresada en profundidad de agua, son 104,8 y 120,5 mm, respectivamente, de evapotranspiración. Durante el mismo período de tiempo, la evaporación medida por el aparato volumétrico (ETo)

fue 119,8 mm y la evapotranspiración se registró por la ecuación empírica del autor Thornthwaite fue de 130,6 y 131,5 mm, respectivamente.

Las tasas de drenaje son altas, considerando que la tasa de drenaje para cultivos de pastoreo es del 63 % y del 40 al 60 % para mezclas en jardineras. Esto puede deberse a que los suelos dominan la mayor parte del tiempo en la capacidad del campo y la cantidad de agua drenada en el tubo de medición mantiene un caudal constante (Leon, 2018).

Se realizó un análisis para evaluar la efectividad del recurso hídrico del riego para los cultivares. La diferencia de ($P < 0,05$) solo se encontró en un corte del ciclo menstrual, marcado en 4.638 y 4.263 kg/ha para Gigante y Júpiter. No se encontró interacción entre los riego y variedades ($P > 0.05$). El régimen de riego no tuvo efecto sobre los niveles de proteína bruta y el rendimiento de proteína bruta en la dieta. RGS reduce el suministro de agua en un 44% en comparación con las inundaciones. En la misma dirección, la eficiencia del recurso hídrico de riego en la producción de pescado seco y proteína alimenticia aumentó en un 49,2 % a 50,9 %, respectivamente. (Diaz, 2018).

En Ecuador el desempeño del recurso está al mando de la secretaria del Agua, por medio del Proyecto Nacional de Desempeño del Agua para Riego y Drenaje, delego a los Gobiernos Provinciales para que lleven a cabo los correctos lineamientos en el conveniente uso del recurso hídrico. Uno de los cultivos más elaborados en la zona de la ganadería es el pasto mombaza debido a que esta calificación para una buena producción de biomasa es de enorme ayuda para esta práctica agrícola (SECRETARIA DE RIEGO Y DRENAJE, 2019).

La biografía del pasto. Mombaza, nos indican que la mayoría de las especies de los cultivos de pastoreo P. máximum requirieren un máximo de suelo para mantener una fertilidad media a alta. Su comportamiento es similar a una autobiografía. Sin embargo, se ha demostrado que Tanzania tiene más éxito en la aplicación de fósforo al suelo. En cuanto al

requerimiento hídrico, necesita una precipitación anual de más de 1300 mm. Se adapta a un rango de altitud de 0 a 1100 metros sobre el nivel del mar y temperaturas de 20 a 35 grados centígrados. (Amaya, 2020).

En nuestro Ecuador las actividades ganaderas tienen un papel fundamental, y es conocido que la ingesta de alimentos del ganado prácticamente es alrededor del pasto, que es un alimento natural y económico que crece en el campo. La evaluación de los datos agrícolas para los pastizales inoculados con micorrizas orgánicas y la comparación con los pastos no trasplantados es importante ya que se han recopilado datos para saber si el uso de los hongos antes mencionados es beneficioso para mejorar el rendimiento agronómico en pastorales tropicales (Panchana, 2015).

Estos pastizales tienen característica morfológicas y fisiológicas propias que proporcionan a las habituaciones específicas para el desarrollo y su cualidad. Sin embargo, los cambios morfológicos en productividad y calidad que ocurren cuando se presentan cambios en la atmosféricos, donde el clima, y el calentamiento (calidad y cantidad), la precipitación y la distribución son los factores de sus componentes para determinan sus condiciones tropicales. (Augusto, 2021).

Por atraparte, el componente climático más variable en el sector tropical es la precipitación y su repartición en todo el año, lo que incide marcadamente sobre la producción anual y estacional de su biomasa forrajera. No obstante, cualquier estudio del impacto de la disponibilidad de humedad sobre el incremento de los pastos, no debería aislarse del tipo de suelo y del potencial genético de las plantas, puesto que entre estas últimas hay enorme variabilidad en relación con su tolerancia al estrés de sequía (Vargas, 2014)

La falta de los recursos hídricos es el componente que nos muestra la igualdad entre la precipitación o riego y la transpiración. Debido a que dichos componentes tienen la posibilidad

de hacer que disminuya de manera significativa el desarrollo y la cualidad de los pastos, por lo cual la mayor parte de dichos pastizales pertenecen a las gramíneas y una de las propiedades clave que poseen es el gran potencial de aumento y producción de biomas que poseen la suerte de poder minimizar la huella del clima que siente la agricultura y regenerar suelos pobres por medio de la absorción de carbono; además, ayuda a mantener el control de la erosión hídrica (ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE, S.F).

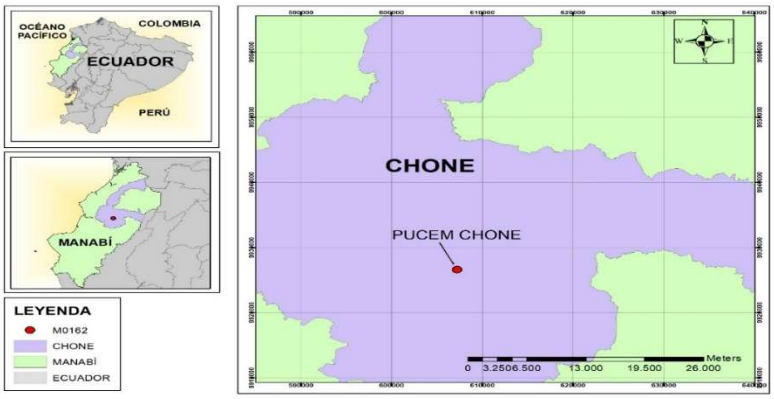
Con estos antecedentes la presente investigación busca determinar la influencia de dos volúmenes de agua por debajo de la evapotranspiración del cultivo sobre cortes sucesivos de pasto mombaza *(Panicum máximum* cv. Momboza). Para cumplir dicho objetivo se realizan los siguientes procedimientos: Establecer la productividad hídrica del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza) en función a la producción de materia verde y seca. Estimar la productividad hídrica del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza) considerando el comportamiento de la planta. Realizar una programación de riego para el pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Mamboza) considerando la que tiene el mejor comportamiento de la planta y la producción de materia verde y materia seca.

MATERIALES Y METODOS

Localización.

Esta investigación se realizó en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí campus Chone (PUCEM)

Imagen 1: Localización de la estación (PUCEM)



Dirección web: (GOOGLE EARTH, s.f.)

Las coordenadas geográficas UTM.

- Altitud: 36 msnm
- Latitud: -0.66417
- Longitud: -80.036389

Los datos obtenidos por la estación meteorológica del INAMHI ubicado en la PUCEM.

Datos climatológicos.

Tabla 1: Datos climatológicos promedios del 2000 al 2013 H0235.

	EVAPORACION	HUMEDAD RELATIVA	PRECIPITACION	VELOCIDAD DEL VIENTO
MES	mm/día	%	mm/mes	m/s
ENERO	3.31	91	191.17	2.19
FEBRERO	3.293	92	304.43	2.3
MARZO	3.706	91	244.93	2.4
ABRIL	3.877	91	148.4	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	3.77	89	8.3	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

Fuente: (INAMHI, 2019)

MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales de Campo

Pala, Pico, Machete, Bolsa plástica, Tensiómetro, Probeta, Recipiente plástico, Flexómetro, Fertilizante, Tanque, Fundas de papel, Gramera, Fundas de basura, Celular, Manguera, Tijeras.

Materiales de oficina

Microsoft Exel 365 MSO (16.0.14326.20164) 64 bits, Software petiole versión 4.0.2, Microsoft Word 365 MSO (16.0.14326.20164) 64 bits.

Materiales Biológico

- Semillas del pasto Mombaza *(Panimum maximum cv. Mombaza).*

CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL.

Cultivo del pasto Mombaza *(Panimum maximum cv. Mombaza).*

Tabla 2: Detalles de la ubicación del área de estudio.

Ancho de la parcela	3m
Largo de parcela	3m
Área de parcela	$9m^2$
Números de plantas en la parcela	9u

METODOS

Variables consideradas en la investigación.

- Humedad del Suelo (Método del tensiómetro)
- Evapotranspiración de referencia
- Evapotranspiración real del cultivo
- Coeficientes de los cultivos

ESTIMACION DE VARIABLES CONSIDERADAS EN LA INVESTIGACION.

Humedad del suelo.

En esta investigación se presentada unas de las principales necesidades es la humedad del suelo, por lo siguiente se obtuvieron los resultados por medio de lecturas diarias de los

tensiómetros qué fueron colocados en la parcela a una distancia cercana del cultivo.

También por las características de este cultivo se colocaron tensiómetros de 15cm de profundidad para así tener conocimiento de la cantidad de agua que se debía regar día a día.

Procedimiento para la determinación de la humedad del suelo por medio de los tensiómetros.

Para que los tensiómetros funcionen de la mejor manera, primero debemos prepararlos antes de colocarlos en el sitio de estudio. El agua debe ser tratada antes de entrar al esfigmomanómetro, preferiblemente agua destilada, si no tenemos agua destilada, podemos usar agua hervida para enfriar. El agua contiene aire disuelto, por lo que cuando se destila o hierve, pierde estas partículas de aire en la atmósfera, dejando el agua libre de aire o gas que puede interferir con el índice de vacío.

Principalmente se propone añadir un acondicionador al agua hervida para prevenir el incremento de algas y bacterias. Esta operación debería desarrollarse anterior a meter el agua en el tensiómetro se debería adicionar un centímetro cúbico de colorante a un litro de agua. Se retira la tapa del esfigmomanómetro y la tapa de plástico del vaso de espuma de poliestireno, y el esfigmomanómetro se llena con agua tratada sin necesidad de cerrar la tapa. El esfigmomanómetro debería remojarse en agua limpia a lo largo de 2 o 3 días antecedente de la instalación.

Repita este proceso 2-3 veces para remover todo el viento del dispositivo. Tienen la posibilidad de aparecer enormes burbujas de viento en el fondo del tubo de plástico. Esto sugiere que la taza de porcelana o su conexión al tubo no está lo suficientemente apretada. Si aparecen burbujas en el indicador vacío, la conexión entre el indicador y el tubo no está apretada.

Para probar el indicador de vacío, deje que la pantalla elimine el viento gradualmente hasta que el medidor muestre un costo de vacío elevado, después coloque la taza de porcelana en el agua. La instalación del tensiómetro debería hacerse de arriba hacia debajo empujando de manera directa a partir de la tapa del tanque de reserva; Se debería tener mucho cuidado de no presurizar o alejar la pantalla del indicador.

El tanque de almacenamiento se llena con solución de campo o agua destilada o hervida para remover las burbujas de viento que se observan en los tubos y tanques de plástico. La sustracción idónea de estas burbujas asegurará que tengamos una mejor sensibilidad y exactitud de las lecturas del esfigmomanómetro.

En suelos arenosos o climas cálidos que usen sistemas de riego por goteo, los indicadores tienen que tomarse 3 días a la semana. Para plantas que son riego por goteo o plantas propensos a las raíces poco profundas, la tensión debería medirse diariamente. Dependiendo del procedimiento de riego de las plantas, se debería instalar un tensiómetro, si se riega por procedimiento de aspersión y las plantas se cultivan en hileras, se tienen que poner en la hilera.

Si es en el procedimiento de ranura, debería posicionarse en la espiga de la ranura. Para el riego local, principalmente se colocan en los sitios soleadas de la planta, a una distancia de 30 centímetros a 5 centímetros del goteo y de 60 centímetros a 90 centímetros del micro aspersor.

Para suelos mal drenados, el riego debería detenerse cerca de los 30, para evadir la probabilidad de encharcamiento del suelo. Las lecturas comenzarán a incrementar mientras el agua llamativa se filtre en el suelo y las raíces comiencen a sustraer humedad del suelo. Los peligros tienen que detenerse o minimizarse hasta que se rectifique la condición, tan rápido como el agua de riego toca la punta de cerámica porosa, las

lecturas del medidor empiezan a descender, una vez que el costo del medidor es 0 a 15 en medidores más cortos, se debería apagar el riego (Chavarría, 2011).

Tabla 3: Relación lectura de tensiómetro – condiciones de humedad de suelo.

LECTURA DE TENSIÓMETRO EN CENTIBALES (CB)	CONDICIONES HUMANAS 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

Fuente: (Briceño, Álvarez, & Barahona, 2012)

Método de Penman Monteith Modificada por la FAO

$$ET_o = \frac{0{,}408 \times \Delta \times (Rn - G) + \gamma \times \frac{900}{(T+273)} \times U_2 \times (es - ea)}{\Delta + \gamma \times (1 + 0{,}34 \times U_2)}$$

(Díaz, 2006)

- ✓ ETo= evapotranspiración de referencia (mm/día)
- ✓ Ra = radiación solar neta (MJ/m²*día)
- ✓ G = flujo de calor para el suelo (MJ/ m²*día)
- ✓ T = promedio diario de la temperatura del aire medido a 2 m de altura (°C)
- ✓ U2 = velocidad del viento medido a 2 m de altura (m/s)
- ✓ es = representa la presión de vapor del aire saturado con agua

- ✓ (kPa) ea = representa la presión de vapor actual (kPa)
- ✓ es –ea= es el déficit de saturación de vapor de agua
- ✓ Δ= inclinación de la curva de presión de vapor en función de la temperatura del aire (kPa/°C)
- ✓ γ = constante psicométrica (kPa/°C)

VARIABLES QUE INTEGRAN UN DISEÑO AGRONOMICO PARA RIEGO POR ASPERSION.

El diseño agronómico se realizará para el cultivo del pasto Mombaza *(Panimum maximum cv.* Mombaza*),* considerando los valores de ETc y Kc obtenidos mediante el lisímetro de drenaje.

Calculado la constante de cultivo, la cual ayuda a definir las etapas fenológicas o etapas de cultivo se procedió a calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc), según las modificaciones de FAO (2006), por lo tanto, se aplica la **siguiente ecuación:**

$$\boldsymbol{ETc = K_c * ETo}$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Kc: Coeficiente del cultivo (adimensional).

ETo: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

Precipitación efectiva "P*e*"

$$\mathbf{P}e = 0.8P - 25 \qquad P > 75 \text{ mm}$$

$$\mathbf{P}e = 0.6P - 10 \qquad P < 75\text{mm}$$

Donde:

Pe= Precipitación efectiva (mm).

P= Precipitación (mm)

Balance Hídrico.

$$\mathbf{BH = ETc - P_e}$$

Donde:

BH: Balance hídrico (mm)

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Pe: Precipitación efectiva (mm).

Agua fácilmente disponible para el cultivo.

$$\boldsymbol{AFC = \frac{Cc-Pm}{100} * Da * Prec}$$

Donde:

AFD: Agua fácilmente disponible para el cultivo (mm).

Cc: Capacidad de campo (%).

Pm: Punto de marchitez (%).

Da: Densidad aparente.

Prec: Profundidad radicular del cultivo (mm).

Lamina neta.

$$\boldsymbol{Ln = AFD * FAC} \quad (10)$$

Donde:

Ln: Lamina neta (mm).

AFD: Agua fácilmente disponible para el cultivo (mm).

FAC= Factor de Agotamiento.

Requerimiento de lavado.

$$\boldsymbol{Rl = \frac{CEa}{5(CEe - CEa)}}$$

Donde:

Rl: Requerimiento de lavado**.**

CEa: Conductividad eléctrica del agua de riego (dS * m^{-1})

CEe: Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (dS*m^{-1})

Lamina Total.

$$\boldsymbol{Lt = \frac{Ln}{Ea * (1 - RL)}}$$

Donde:

Lt= Lamina Total (mm).

Ln= Lamina Neta (mm).

Ea= Eficiencia del sistema de riego utilizado.

Rl= Requerimiento del lavado.

Intervalo de Riego.

$$\boldsymbol{Ir = \frac{Ln}{ETc\ diarios}}$$

Donde:

Ir= Intervalo de Riego (mm).

Ln= Lamina Neta (mm).

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

Lamina Neta Ajustada.

$$\mathbf{Ln_{ajustada} = ETc_{diarios} * Ir_{ajustado}}$$

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.

$$\boldsymbol{Lt\ ajustada\ = \frac{Ln\ ajustada}{Ea * (1 - Rl)}}$$

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

$$\boldsymbol{IAPL\ = \frac{Q\ del\ aspersor}{Ea * El}}$$

IAPL = Intensidad de Aplicación de agua (mm/h)

Q del aspersor = Caudal del aspersor (L/h)

Ea = Espaciamiento por aspersores (m)

El = Espaciamiento laterales (m)

Tiempo de Riego.

$$\boldsymbol{Tr\ = \frac{Lt\ ajustada}{IAPL}}$$

Donde:

Tr= Tiempo de riego.

Lt ajustada = Lamina Total Ajustada (mm).

IAPL = Intensidad de Aplicación de agua

MANEJO DEL ENSAYO.

Esta investigación se realizó en la zona la cual ya estaba previamente preparada para poder llevar a cabo los análisis del ensayo.

Preparación de área de investigación.

Para realizar el estudio se realizó el mantenimiento correspondiente a la zona de estudio, limpieza de maleza alrededor de la parcela, revisión del ambiente donde se realizaría el experimento, y posterior cercado de la parcela para evitar la entrada de animales. puede causar daños.

Recolección de sustrato.

Se obtuvo la recolección de sustrato de la finca PUCEM, con una profundidad de 20 cm, para obtener las capas internas del suelo sin mucha materia orgánica.

Llenado de fundas.

Una vez recogido el sustrato necesario, procedemos a rellenar las bolsas, dejando un espacio de 5 cm libre. Para que esta actividad se realice para que el cultivo se adapte más rápidamente con la ayuda del sustrato en las bolsas.

Siembra.

Se cortaron macollas del pasto para trasplantarlos a las bolsas plásticas y las muestras se espaciaron a un metro de distancia, las hileras a un metro de distancia sobre las plantas a un metro de distancia, quedando 45 muestras para el estudio.

Fertilización.

Este estudio se realizó con 40 gr de Urea por cada planta, para una mejor nutrición del pasto se aplica una vez por cada corte, también se aplicó abono foliar y así mejora la

nutrición de las hojas donde se aplicó dos veces.

Control de maleza.

Se realizó pasando un periodo de 8 días, de esta manera, controlamos que la parcela donde se encuentra el cultivo no se vea afectada en su desarrollo.

Cosecha.

En ambos cortes, la cosecha se realizó justo cuando se presentaba la aparición de la espiga en un 10% de lote de investigación. Este es el momento óptimo para que el rumiante consuma el pasto. Cada corte se realiza a una altura de 30 cm del suelo.

Riego.

Esta actividad se realizó manualmente mediante una probeta, midiendo el volumen exacto introducido en el cultivo, y se realizó durante la investigación. La cantidad de agua, aplicada fue dependiente de la ETo según el método de Penman Monteith modificado por la FAO estimada diariamente. Usando un tensiómetro de 15 cm, se controló la humedad del suelo antes del riego.

Toma de datos en el área de estudio.

Se recolectaron datos climáticos durante 24 horas para estimar la evapotranspiración de referencia del cultivo (ETo).

VARIABLES PARA EVALUAR EN LA INVESTIGACION.

- **Altura de la planta.**

La altura de planta se determinó al momento del corte del pasto, como referencia se utilizó las medidas de las hojas, desde la base hasta la hoja más larga de la macolla, mediante un flexómetro. Este proceso se realizó sobre las nueve plantas de referencia de la investigación.

- **Numero de tallo por macolla.**

El número de tallos se tomaron directamente de las nueve plantas de referencia, que se cuentan para determinar el rebrote de cada macolla después del corte de igualación.

- **Numero de hojas por tallo.**

Se contó el número de hojas por tallo en las nueve muestras de cada porcentaje analizado.

- **Área foliar.**

Esta medida numérica que se determinó separando las hojas del tallo, esta medida se expresa en cm^2 Se realizó mediante una aplicación informática llamado PETIOLE, el cual mide el área de las hojas que tiene las especies vegetales.

- **Rendimiento de materia verde.**

Se realiza al momento de la cosecha de cada planta de referencia, donde se separan la hoja, el tallo y los elementos muertos. Se pesa en una balanza para obtener el valor de biomasa en kilogramos.

- **Rendimiento de materia seca.**

Este rendimiento se evaluó al momento de la cosecha, tomando pequeñas muestras de tallos y hojas, las cuales almacenaron en bolsas de papel para evitar la pérdida de humedad cuando se coloquen en un horno a 60°C durante 48 horas. Transcurrido el tiempo de espera se toma la muestra y luego se pesa para obtener el porcentaje de materia seca según la siguiente fórmula.

$$\textbf{\textit{Ecuación 1}}: \boldsymbol{MS = \frac{PS * 100}{PH}}$$

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.

Método Tukey.

Se determinó el uso del método Tukey para las comparaciones de medias individuales que provienen de un análisis de varianza, comparando cada uno de los tratamientos diferentes dirigido a igual número de muestras que disciernen si los resultados adquiridos son significativamente distintos o no.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables Analizadas Estadísticamente.

Variables de Producción

Tabla 4: Variables de Producción primer corte.

VARIABLE RESPUESTA	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	P-VALOR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
% de materia seca	100% 80%	26,75 a 26,75 a	0,9999	8,18%
rendimiento de materia verde	100% 80%	4200 a 3450 a	0,0808	16,12%
Rendimiento de materia seca	100% 80%	1196,88 a 877,5 a	0,0699	21,99%
Índice de área foliar	100% 80%	9058,2 a 8861,48 a	0,5172	4,09%
Eficiencia del uso del agua materia seca	100% 80%	0,11 a 0,12 a	0,1717	13,37%
Eficiencia del uso del agua materia verde	100% 80%	0,03 a 0,03 a	0,7859	12,28%

Los datos que se presentan en la tabla Nº4 son las variables de producción considerados en el estudio del primer corte, se presentaron las variables de porcentaje de materia seca, rendimiento de la materia verde, rendimiento de materia seca, índice de área foliar, eficiencia del uso del agua materia seca, eficiencia del uso de agua de materia verde del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza), no existió una diferencia estadística significativa entre los

tratamientos en análisis, esto significa que son equivalentes entre sí, y el coeficiente de variación vario entre 21.99 y 4.09%.

Tabla 5: Variables de Producción segundo corte.

VARIABLE RESPUESTA	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	P-VALOR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
% de materia seca	100%	28 a	0,9081	5,56%
	80%	27,86 a		
Rendimiento de materia verde	100%	2900 a	0,0116	21,09%
	80%	2087,5 b		
Rendimiento de materia seca	100%	811,5 a	0,0099	22,60%
	80%	568,5 b		
Índice de área foliar	100%	7127,33 a	0,3898	13,59%
	80%	7849,93 a		
Eficiencia del uso del agua materia seca	100%	0,1671 a	0,1761	13,31%
	80%	0,1907 a		
Eficiencia del uso del agua materia verde	100%	0,04679 a	0,2554	11,81%
	80%	0,05176 a		

Los datos que se presentan en la tabla Nº5 son las variables de producción considerados en el estudio del segundo corte, para las variables de porcentaje de materia seca, índice de área foliar, Eficiencia del uso del agua materia seca, Eficiencia del uso del agua materia verde del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza), no existió una diferencia estadística significativa entre los tratamientos en el análisis, esto significa que son equivalentes entre sí, y el coeficiente de variación vario entre 13.55 y 5.56%.

Del mismo modo, en la variable rendimiento en materia verde se localizó que, si hay diferencias significativas entre los tratamientos en análisis, según la investigación de varianza llevado a cabo, el tratamiento 100% mostro el mayor rendimiento de materia verde con 2900 kg. 〖ha〗^ (-1) y el del tratamiento 80% consiguió el menor rendimiento de materia verde

con 2087,5 kg. 〖ha〗^ (-1). El coeficiente de variación que presentó esta variable ha sido 21.09%.

(Rodrigues, 2009) Nos sugiere que los estudios estadísticos los demuestran que hay diferencia gran significativa en donde los explica que esto nace por efecto de la edad de cosecha (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas) sobre los valores conseguidos para la variable producción de MS. (Guerrero, 2017)además los sugiere que el aumento de la lámina de riego se incrementa la cantidad de la materia seca en donde sigue una tención lineal. (Alencar, 2017) los expresan que los volúmenes de agua si influyen en la producción de materia seca ya que las láminas de agua aplicadas pueden ser mínimas y por ende hacen que la planta tienda a crear más materia seca y menos área foliar.

El estudio estadístico, para la variable rendimiento de materia seca del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza) señaló que, si existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esto significa que hay alteraciones entre los ensayos. Dando que el tratamiento del 100% es el más alto con un valor de 811,5 kg y el del 80% fue el menor rendimiento de 568,5.kg El coeficiente de alteración que presentó esta variable ha sido 22.60%.

Variables de Comportamiento

Tabla 6: Variable de comportamiento primer corte.

VARIABLE RESPUESTA	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	P-VALOR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Altura de la planta	100% 80%	119,75 a 83 b	0,0002	20,21%
Número de tallos por macolla	100% 80%	24,75 a 14,5 b	0,02	35,40%
Número de hojas por tallo	100% 80%	3,25 b 5 -a	0,0106	27%
Relación hoja/tallo	100% 80%	1,08 b 1,33 a	0,0146	14,10%

Numero de hojas por macolla	100% 80%	81 a 82,25 a	0,8353	9%

Los datos que se presentan en la tabla Nº6, se detallan las variables de comportamiento del cultivo, en donde la altura de la planta, el número de tallos por macolla, y el número de hoja por tallo, relación hoja / tallos del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza) da como consecuencia que los tratamientos tienen una alteración enormemente significativa, en donde también se demuestra, que el coeficiente de variación vario entre 27 y 14.10%.

Al final, según la exploración estadístico para la variable número de hojas por macolla no se localizó diferencias significativas entre los tratamientos en análisis. El tratamiento del 100% se obtuvo un promedio de 81 y en el tratamiento del 80% se presentó un valor de 82.25. El coeficiente de alteración que presente esta variable es 9 %.

Tabla 7: Variables de comportamiento segundo corte.

VARIABLE RESPUESTA	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	P-VALOR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Altura de la planta	100% 80%	113,75 a 95 b	0,0025	10,69%
Número de tallos por macolla	100% 80%	2,5 a 2,5 a	0,9999	26%
Número de hojas por tallo	100% 80%	2,25 a 3 – a	0,1682	23%
Relación hoja/tallo	100% 80%	1,273 b 1,955 a	0,0163	25,33%
Numero de hojas por macolla	100% 80%	73,75 a 56,25 b	0,0012	16%

Los datos que se presentan en la tabla Nº7, se detallan las variables de comportamiento del cultivo, en donde la altura de las plantas, relación hoja /tallo y el número de hojas por macolla del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza) da como consecuencia que los

tratamientos tienen una alta diferencia significativa, y el coeficiente de variación vario entre 25.33 y 10.69%.

Para la variable número de tallos por macolla en los tratamientos de 100% y 80%, en el que se presentó que no hubo diferencias significativas, según los resultados de tallos por macolla el de 100% del tratamiento se presentó el valor de 2.5 igual que el tratamiento del 80% El coeficiente de alteración que presenta esta variable es 26%.

De igual manera, en la variable número de hojas por tallo se localizó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos de los análisis, según la exploración de varianza llevado a cabo, en donde, el tratamiento del 100% se presenta el más grande resultado con un de 2.25 y el tratamiento del 80% obtuvo un valor de 3. El coeficiente de alteración que presente esta variable es 23%.

(Trucco, 2017) Indica que el análisis estadístico mostró que existen efectos de altura de corte, pero no de interacción altura-edad para la producción de MS; y se encontró un efecto significativo de la edad de rebrote sobre la producción de MS, (Cordero, 2018) Discutió que el efecto de la edad sobre la relación de hoja tallo del pasto mombaza, ubicado en el norte de Yucatán, México, encontró que la tasa de envejecimiento disminuyó.

Programación de riego

Tabla 8: Programación de riego pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Mombaza)

Meses	ETo	ETc (mm/día)	RAD (mm)	RL (mm)	FRA (días)	LTA (mm)	IAPL (mm/horas)	TR (horas)
Diciembre	2,46	3,1	70,72	0,06	9,71	21,98	3,79	5,8

En la tabla 8 se muestra resultados conseguidos de la programación de riego del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Mombaza) en donde se analizó para los días de rebrote del pasto antes del consumo o rumia, para lo cual se utilizaron datos de las plantas, el agua, el suelo y las particularidades del método de riego que se utilizó en el pasto Mombaza (*Panicum*

máximum cv. Mombaza) en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en donde se hiso la toma de datos y la investigación climatológico logrados de la estación meteorológica del mismo establecimiento.

Los valores obtenido del ETo ha sido tomado diariamente en donde se obtuvo el promedio del mes de Diciembre para lograr tener el resultado del ETc el cual ha sido de 3.10 mm/día, La reserva de agua disponible en el suelo para el pasto a lo extenso del ensayo se obtuvo un costo de 70,72 mm, se especificó una frecuencia de riego en el ensayo de 5 días, igualmente los valores de lámina total ajustada que se obtuvieron a diario en todo el ensayo mantuvieron una variación de 21.98 mm Y al final el tiempo de riego obtenidos a diario ha sido de 5.8 horas.

Con una correcta programación del riego se puede conseguir, un ahorro fundamental en el agua, se reducen precios por ahorro de energía y mano de obra, se minimiza estrés hídrico y maximizan rendimientos, así como la calidad, productividad e ingresos (Vera, 2017).

CONCLUSIONES

- Los volúmenes de agua aplicados considerando las necesidades reales del cultivo y por debajo de él, influyen en el comportamiento productivo del pasto a partir del segundo corte enfatizando el rendimiento de materia verde y materia seca.
- El comportamiento vegetativo del pasto esta influenciado por los volúmenes de agua aplicados considerando las necesidades reales del cultivo y por debajo de él enfatizando la altura de planta y relación hoja/tallo.
- La programación del riego teniendo en cuenta 100% ETc representa un mayor aporte de agua a la planta, y así mismo la convierte en los parámetros de producción del pasto Mombaza (*Panimum máximum* cv. Mombaza).

Bibliografía

Alencar, C. (2017). *Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a*. Obtenido de https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/793

Amaya, J. (2020). *Establecimiento de Parcelas Demostrativas de Especies Potenciales de Pastoreo en el*. Obtenido de https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/5465/1/EstablecimientodeparcelasdemostrativasdeespeciespotencialesdepastoreoenelmunicipiodeSanJuandel%20Cesardepartamentodel aGuajira.pdf

Arévalo, J. (8 de agosto de 2013). *Uso eficiente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero*. Obtenido de Uso eficiente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sxF4hx65FhHtkf7SyqVYZnw/?lang=es

Augusto, R. (31 de septiembre de 2021). *Producción y composición química de megathyrsus máximus cultivares tanzania y mombasa bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano*. Obtenido de Producción y composición química de megathyrsus máximus cultivares tanzania y mombasa bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano: ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/777

Briceño, M., Álvarez, F., & Barahona, U. (2012). *Riego y Drenaje*. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1338/1/01.pdf

Chasles, F. (Febrero de 2011). *Evapotranspiración*. Obtenido de Evapotranspiración: https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf

Chavarría, J. (2011). *Guía de instalación y calibración de un tensiómetro. Calceta, Manabí, Ecuador.* Obtenido de Guía de instalación y calibración de un tensiómetro. Calceta, Manabí, Ecuador.: http://revcolfis.org/ojs/index.php/rcf/article/download/430226/pdf

Cordero, J. (2018). *"Evaluación de la producción y valor nutricional del pasto Mombaza (Panicum maximun c.v) en diferentes edades y alturas de corte en la zona de Babahoyo"*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fdspace.utb.edu.ec%2Fbitstream%2Fhandle%2F49000%2F5177%2FTE-UTB-FACIAG-ING%2520AGROP-000022.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=1294828

Cuello, A. (2012). *El agua en la agricultura. Agroecosistemas y ecosistema en la economía rural andalusí*. Obtenido de http://vinculosdehistoria.com/index.php/vinculos/article/view/5

Diaz, D. (diciembre de 2018). *EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA DE PASTURAS*. Obtenido de EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA DE PASTURAS: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_tesis_diaz_lucas_2019.pdf

Díaz, J. (2006). *La fórmula de Penman-Monteith FAO 1998*. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/721/72103103.pdf

Echeverría, H. (2015). *El rol central de la innovación en la sostenibilidad del recurso*. Obtenido de http://www.fia.cl/aguas-arriba-el-rol-central-de-la-innovacion-en-la-sostenibilidad-del-recurso-hidrico/

ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE. (S.F). *Evapotranspiración del cultivo*. Obtenido de Evapotranspiración del cultivo: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2Fx0490s%2Fx0490s.pdf&clen=4515467

GOOGLE EARTH. (s.f.). *Ubicación del lugar de estudio*. Obtenido de https://www.google.com/intl/es/earth/

Guerrero, M. (2017). *Evaluación del rendimiento de materia seca y sus componentes*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.scielo.org.mx%2Fpdf%2Frmcp%2Fv9n3%2F2448-6698-rmcp-9-03-486.pdf&clen=718826&chunk=true

INAMHI. (2019). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de https://www.gob.ec/inamhi

Leon, R. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador*. Obtenido de Pastos y Forrajes del Ecuador: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019

Panchana, D. (2015). *"ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE*. Obtenido de BIOMASA EN EL PASTO MOMBAZA (Panicum maximum cv.): https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2209/1/UPSE-TIA-2015-001.pdf

Rodrigues, M. (2009). *Rendimiento y valor nutricional del pasto Panicum Maximun cv. mombaza a diferentes edades y alturas de corte.* Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepositoriotec.tec.ac.cr%2Fbitstream%2Fhandle%2F2238%2F3946%2FRendimiento%2520y%2520valor%2520nutricional%2520del%2520pasto%2520Panicum%2520maximun%2520CV%2520mombaza%252

Santiago, S. (12 de diciembre de 2012). *Evapotranspiración de referencia estimada con Fao-Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Hargreaves y RNA*. Obtenido de Evapotranspiración de referencia estimada con Fao-Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Hargreaves y RNA: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000800005

SECRETARIA DE RIEGO Y DRENAJE. (2019). *Plan Nacional de Riego y Drenaje*. Obtenido de https://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/docs/8_plan_nacional_de_riego_y_drenaje.pdf

Trucco, R. (2017). *Determinación de la relación hoja tallo y del contenido de carbohidratos en alfalfa (medicago sativa l.).* Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fbibliotecavirtual.unl.edu.ar%3A8443%2Fbitstream%2Fhandle%2F11185%2F2205%2FRI54.pdf&clen=437803

Vargas, C. (21 de marzo de 2014). *El crecimiento del pasto Panicum maximum vc Mombaza*. Obtenido de El crecimiento del pasto Panicum maximum vc Mombaza: https://www.redalyc.org/pdf/636/63632727007.pdf

Veenhuizen, R. (s.f). *Uso Sostenible del Agua en la Agricultura Urbana*. Obtenido de Uso Sostenible del Agua en la Agricultura Urbana: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.actaf.co.cu%2Frevistas%2Frevista_au_1-18%2FAU20%2F1_editorial.pdf&clen=584667&chunk=true

Vera, C. (2017). *El riego, la Importancia de su Programación y los Parámetros de Humedad en el Suelo*. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/El-riego-la-importancia-de-su-programacion-y-los-parametros-de-humedad-en-el-suelo

Villalibos, V. (2017). *El agua para la agricultura de las America*. Obtenido de El agua para la agricultura de las America: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepositorio.iica.int%2Fbitstream%2Fhandle%2F11324%2F6148%2FBVE17109367e.pdf%3Bjsessionid%3D3E07D1A38B6BF8231A5D1974A66C0D21%3Fsequence%3D1&clen=2068316

ANEXO

Figura 2: Fundas casi lista para ser distribuida a su debida distancia



Figura 3: Terreno y fundas listas para la siembra de la macolla del pasto



Figura 4: Terminando de sembrar las macollas



Figura 5: Preparación del tensiómetro



Figura 6: Tensiómetro instalado



Figura 7: Se le está colocando abono al pasto Monbaza (*Panicum máximum* cv. Momboza).



Figura 8: Crecimiento de las macollas del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza).



Figura 9: Cosecha del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza).



Figura 10: Madures del pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv. Momboza).



Figura 11: Toma de altura de la planta



Figura 12: Realización de corte a 30 cm del suelo



Figura 13: Peso de la muestra



Figura 14: Retirando las hojas del tallo



Figura 15: Cálculo del Índice del Área Foliar.



Figura 16: llenando registro de los resultado, cálculo del Índice del Área Foliar.



Figura 17: Preparando las muestra para dejarlas en la estufa



Figura 18: Ingreso de las muestra en la estufa

