



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ – CAMPUS CHONE.
CARRERA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

TRABAJO DE TITULACIÓN:
RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO HÍDRICO Y LA
PRODUCTIVIDAD DEL PASTO TANZANÍA EN EPÓCA SECA.

PREVIO AL TÍTULO:
INGENIERO HIDRÁULICO.

AUTOR:
JESÚS ANTONIO SAN LUCAS GARCÍA

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION:
ING. JESÚS CHAVARRIA PARRAGA, M. Sc.

MARZO 2021

ECUADOR-MANABI-CHONE

Certificación

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc.

Director del Trabajo de Titulación

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

Acta de Aprobación del Tribunal

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

(f) _____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M. Sc

Primer lector

(f) _____

Ing. Micheal David Caicedo Toro, Mg.

Segundo Lector

(f) _____

Ing. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño, Mg.

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.

F. _____

Jesús Antonio San Lucas García

Dirección: Chone, Avda. Sixto Durán Ballen, Cdla. Las Orquídeas

E-mail: sanlucasjesus33@gmail.com

Celular: 0998320464

Declaración de Derechos de 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.

Jesús Antonio San Lucas García.

C.I: 1310868888

Dedicatoria

Con dios podemos alcanzarlo todo y mucho más de lo que imaginamos.

El presente trabajo se lo dedicó primeramente a Dios por que sin él no lo hubiese podido cumplir, con solo el simple hecho de tenerme con vida y seguir en lo que me propongo día a día.

A mí Querida Mamá por ser una excelente madre y ser mi guía, por siempre tenerme abierto sus brazos y su corazón, por quedarse acompañándome algunos días conmigo hasta tarde haciendo deberes o cualquier trabajo que tenía que hacer. Por preguntarme siempre como estuvo mi día, si aprendí algo, si no había comido algo para prepararme así sea la hora que sea. Por ese corazón enorme que tiene para ayudar, por enseñarme que nada en la vida es bonito ni que con pedirlo uno lo tiene todo, todo en esta vida es esfuerzo, perseverancia, constancia y sacrificio; que si uno se lo propone lo puede y lo consigue.

A mi Papá que desde el cielo me derrama muchas bendiciones y sé lo orgulloso que se siente de mi por este triunfo, gracias por todo a pesar de la distancia cuando estabas con vida siempre estuviste pendiente de mi viendo que no me faltara nada y apoyándome en cada una de mis decisiones, siempre diciéndome que haga lo que me hacía feliz. No hay palabras para expresarte y decirte lo mucho que me haces falta. Siempre seré tu campeón como tu decías, este triunfo es dedicado para ti PAPA. Se que eres mi ángel guardián y desde el cielo me cuides y bendices en cada uno de mis pasos y metas.

A mis hermanas por ser unas personas esenciales en mi vida ayudándome teniendo paciencia desde pequeño y dejar que resuelva mis cosas yo solo. Por demostrarme que no hay amor más leal que el de los hermanos.

Agradecimiento

Quiero empezar agradeciéndole a papito Dios y la virgen María por anteceder en mí y bendecirme en mi camino tanto espiritual, académico, físico y demás. Por permitir tener otro triunfo más en mi vida. A mi mama por ser un pilar fundamental y siempre estar para mí. Mi papa por inculcarme que siempre debo luchar por mis sueños y decirme que debo ser buena persona, estudiante, deportista. Y mis hermanas por ser mi motor y creer en mí. A los profesores de la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR por formarme académicamente y enseñarme de la mejor manera cada una de las materias impartidas durante la carrera para poder ser un gran profesional y persona en el campo laboral y a mi director de mi trabajo de tesis por guiarme a realizar de la mejor manera mi trabajo de titulación y a enseñarme que hay que hacer las cosas de la mejor manera.

Resumen

Este estudio de cuantitativo buscó determinar la relación entre el consumo hídrico y la productividad del pasto Tanzania en época seca, con la finalidad de estimar la cantidad de biomasa producida y lograr un uso y almacenamiento óptimo del agua. Por ello, esta investigación se ejecutó desde octubre hasta noviembre de 2020, en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Campus Chone. La metodología empleada permitió evaluar variables como altura de la planta, rendimiento de materia verde y materia seca, relación hoja-tallo y área foliar; obtener datos aplicando métodos de campo como tensiómetro y lisímetro, tomando medidas cada 24 horas para estimar el consumo de agua real del pasto; y aplicar ecuaciones del método de la Cubeta y de *FAO Penman-Monteith*, a fin de establecer los valores de evapotranspiración referencial del cultivo (ET_o), y de calcular el consumo hídrico por cuatro cortes. Los resultados muestran que, la ET_o de la cubeta corresponde a 2,91 mm/día en octubre y a 3,61 mm/día en septiembre. Los valores del método de *Penman-Monteith* corresponden a 2,81 mm/día en octubre y a 2,97 mm/día en septiembre. El consumo hídrico total de los cuatro cortes es de 226,23 lt/m² mediante la cubeta, y de 192,65 lt/m² mediante *Penman-Monteith*, siendo el tercer corte el de mayor consumo hídrico con 55,22 lt/m². Se concluye entonces que, en el tercer corte existe un mayor consumo de agua debido al aumento del área foliar que presenta el pasto Tanzania.

Palabras clave: agua, consumo hídrico, evapotranspiración de referencia, productividad del pasto

Abstract

This quantitative research study aimed to determine the relationship between water consumption and productivity of Tanzania grass in the dry season, to calculate how much biomass is produced and achieve optimum use and storage of water. Accordingly, this study was carried out from October through November 2020, at Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Chone Campus. The methodology helped to evaluate variables such as plant height, green matter and dry matter yield, ratio of leaf area to stem, and leaf area; to collect data by applying field methods such as tensiometer and lysimeter taking measurements every 24 hours to estimate the real water consumption of this grass; and to apply equations such as Cuvette and FAO Penman- Monteith in order to measure the reference crop evapotranspiration (ET_o) values and calculate water consumption by four cuttings. The findings show that the ET_o values of the cuvette correspond to 2.91 mm/day in October and to 3.61 mm/day in September. The Penman-Monteith method values correspond to 2.81 mm/day in October and to 2.97 mm/day in September. The total water consumption values of the four cuttings correspond to 226.23 lt/m² by the cuvette, and to 192.65 lt/m² by the Penman-Monteith equation, being the third cutting the one with the highest water consumption corresponding to 55.22 lt/m². It is concluded that there is higher water consumption in the third cutting because of the increasing leaf area that Tanzania grass has.

Keywords: water, water consumption, reference evapotranspiration, pasture productivity

Tabla de Contenidos

Certificación	II
Acta de Aprobación del Tribunal	III
Declaración de Originalidad.....	IV
Declaración de Derechos de Autor.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento	VII
Resumen	VIII
Abstract.....	IX
Tabla de Contenidos	X
Índice de Tablas.....	XIII
Índice Figuras	XIV
Índice de Ecuaciones	XV
Introducción.....	1
Metodología de la Investigación.....	4
Área de Investigación	4
Condiciones climatológicas	4
Materiales	5
Materiales de oficina	5
Materiales de campo.....	5
Características del área experimental	6
Cultivo del pasto Tanzania	6
Métodos.....	6

Variables consideradas en la investigación	6
Estimación de las variables consideradas en la investigación	6
Humedad del suelo	6
Evapotranspiración de referencia (ETo).....	6
Precipitación Efectiva	8
Manejo del experimento.....	14
Control de Malezas.....	14
Fertilización.....	14
Control de Plagas.....	15
Lisimetría de drenaje	15
Cosecha.....	15
Riego.....	15
Variables a evaluar	15
Altura de planta	15
Rendimiento de Materia Seca.....	15
Rendimiento de Biomasa.....	16
Numero de hoja por tallo.....	16
Numero de tallos por Macollas.....	16
Relación hoja-tallo.....	16
Proporción de la Hoja (PH)	17
Proporción de Tallo (PT).....	17
Relación Hoja-Tallo (RHT).....	17
Relación Consumo Hídrico	18

Área Foliar	18
Método estadístico	18
Estadística descriptiva	18
Resultados y Discusión.....	19
Factores climáticos promedio	19
Consumo hídrico	21
Variables de producción	22
Conclusiones.....	23
Bibliografía.....	24
Anexos #1. Tablas	27
Anexos #2. Fotografías.....	35

Índice de Tablas

Tabla 1:Datos estación meteorológica INAMHI.....	4
Tabla 2:Datos climatológicos de octubre y noviembre del 2020 promediados.....	19
Tabla 3:Datos productividad del pasto Tanzania en época seca	22
Tabla 4:Datos climatológicos mes de octubre	27
Tabla 5:Datos climatológicos mes de noviembre	28
Tabla 6:Datos tensiómetro mes de octubre.....	29
Tabla 7:Datos tensiómetro mes de noviembre	30
Tabla 8:Datos lisímetro primer corte.....	31
Tabla 9:Datos Kc primer corte	31
Tabla 10:Datos Kc segundo corte.....	31
Tabla 11:Datos Kc tercer corte.....	31
Tabla 12:Datos Kc cuarto corte	32
Tabla 13:Fechas y duración del primer corte	32
Tabla 14:Fechas y duración del segundo corte.....	32
Tabla 15:Fechas y duración del tercer corte	32
Tabla 16:Fechas y duración del cuarto corte	32
Tabla 17:Datos insolación horas mes de octubre	33
Tabla 18:Datos insolación horas mes de noviembre	34

Índice Figuras

Ilustración 1: Ubicación Finca PUCEM.....	4
Ilustración 2:Evapotranspiración de referencia de los meses octubre-noviembre 2020.	20
Ilustración 3:Grafico consumo hídrico en cada uno de sus cortes	21
Ilustración 4:Visita zona de estudio.....	35
Ilustración 5:Area de estudio.....	35
Ilustración 6:Recuperación zona de estudio	36
Ilustración 7:Crecimiento del cultivo	36
Ilustración 8:Riego diario al cultivo	37
Ilustración 9:Cultivo en etapa de corte	37
Ilustración 10:Corte de igualación.....	38
Ilustración 11:Agua drenada del lisímetro.....	38
Ilustración 12:Altura de la planta.....	39
Ilustración 13:Peso tallo	39
Ilustración 14:Peso hoja.....	40
Ilustración 15:Muestras en la estufa	40
Ilustración 16:Muestras en el desecador.....	41
Ilustración 17:Peso seco de la muestra	41

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: $E_{To} = E_p \cdot K_p$	7
Ecuación 2: $E_{To} = 0.408 \Delta R_n - G + \gamma 900T + 273u^2(e_s - e_a)\Delta + \gamma(1 + 0.34u^2)$	7
Ecuación 3: $E_{Tc} = R - D$	8
Ecuación 4: $K_c = E_{Tc} E_{To}$	8
Ecuación 5: $P_e = 0.8P - 25 \quad P > 75 \text{ mm}$	8
Ecuación 6: $P_e = 0.6P - 10 \quad P < 75 \text{ mm}$	8
Ecuación 7: $M_S = P_S \cdot 100PH$	16
Ecuación 8: $R_{HT} = PHPT$	16
Ecuación 9: $PH = HMF$	17
Ecuación 10: $PT = TMF$	17
Ecuación 11: $R_{HT} = PHPT$	17

Introducción

El agua es un recurso vital y fundamental para el desarrollo, buen vivir y bienestar para todas las personas, ciudades, países, naciones o estados. Al no tener acceso a este recurso provoca problemas y demandas grandes a los productores, las organizaciones y las instituciones del sector de la agricultura (Zamora y Prieto, 2016).

Un consumo eficiente del agua en la agricultura exige optimizar distintas etapas, desde el almacenamiento hasta el uso por parte de la planta. Se debe aplicar técnicas eficientes y un buen uso del agua en la agricultura. Para así una vez que ya se le haya dado el uso correcto al agua se pueda obtener buenos resultados y beneficios del cultivo (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Alrededor del 70% del agua dulce disponible es destinada para riego agrícola. En Ecuador el porcentaje es muy parecido. Por ese se debe buscar estrategias para poder minimizar el consumo indebido de agua para el riego (Nieto, Pazmiño, Rosero y Quishpe, 2018).

El pasto guinea Tanzania es de origen de Tanzania-África (su nombre científico *Panicum maximum*). Generalmente crece entre 1 a 1.5 m, tiene crecimiento erecto, en macolla y hojas largas. Sobre el nivel del mar suele medir entre 0-1600 m. Así mismo, la temperatura esta entre 18-27°C. Por año presenta precipitaciones de 800 a 2500 y soporta sequía (Gonzalez, 2019).

Varios análisis de estudios se basan en buscar herramientas y técnicas que den un uso eficaz y sostenible del agua. Mediante procesos agrícolas como el riego se puede aportar agua a los cultivos por medio del suelo. Donde no hay un buen suelo, precipitaciones y zona seca nada mejor que el riego para poder cumplir las necesidades hídricas de la planta. Debemos tomar consciencia que el agua hay que cuidarla, es un

recurso que si no se lo utiliza de manera correcta puede ser limitado. Se debe tener en consideración al recurso hídrico ya que es limitante por su desmedido uso (Blanco Soto, 2019).

El agua empleada para riego agrícola produce impactos sobresalientes sobre la producción de cultivo ya que al aplicar lo que realmente necesita esta lo aprovecha al máximo (Quinteros et al, 2019). Uno de los retos más importantes de los seres humanos para las próximas décadas es la provisión adecuada y suficiente de alimentos, energía y agua (Andriani, 2018). El clima juega un papel importante para el crecimiento vegetal, ya que en una época favorecen en otras pueden ser limitantes para el crecimiento de los pastos (Hernández et al, 2020).

El pastoreo es el primordial recurso alimenticio en la actividad ganadera. Los resultados de este trabajo son que a 90 días de frecuencia de corte y 0.15m de altura se obtuvo una mayor producción de materia seca que fue de 1877,2 Kg MS/ha. Teniendo la mejor relación hoja-tallo la de mayor altura y frecuencia intermedia (Schnelmann et al, 2019).

Es necesario dar a conocer el tema empleado puesto que, en Ecuador, Manabí, Chone el pasto es de vital importancia para la alimentación del ganado por la alta actividad ganadera y agrícola del sector por lo tanto es fundamental saber la cantidad de biomasa producida y el uso del agua (Avilés, Sanchez y Ponce, 2020).

La presente investigación busca determinar la relación entre el consumo hídrico y la productividad del pasto Tanzania en época seca. Para el cumplimiento de este objetivo se debe determinar evapotranspiración de referencia (ET_o) con métodos indirectos para la zona de estudio; medir el consumo hídrico del pasto Tanzania (*Panicum máximum* cv. Tanzania) durante la etapa de rebrote del pasto en varios cortes sucesivos y valorar la

productividad del pasto Tanzania (*Panicum máximum* cv. Tanzania) durante la etapa de rebrote de acuerdo al consumo hídrico.

Metodología de la Investigación

Área de Investigación

La PUCEM, Campus Chone fue la zona de estudio donde se realizó la investigación.

Ilustración 1: Ubicación Finca PUCEM



Se obtuvieron datos de la estación meteorológica de la PUCEM, ubicada a una altura de 36 msnm con latitud sur de $0^{\circ} 39'51''$ y longitud oeste de $80^{\circ} 02'11''$.

Condiciones climatológicas

Se muestra la tabla de datos meteorológicos promedios de evaporación, humedad relativa, precipitación y velocidad de viento del INAMHI a partir del año 2000 a 2013.

Tabla 1. Datos estación meteorológica INAMHI

MES	EVAPORACION (mm/día)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIONES (mm/mes)	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)
ENERO	3.310	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	3.770	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 2020

Materiales

Materiales de oficina

- Lapiceros
- Cuadernos
- Calculadora
- Computadora
- Excel

Materiales de campo

- Sepas de pasto Tanzania (*Panicum máximum*)
- Agua
- Probetas
- Palas
- Machetes
- Saco
- Tacho
- Tensiómetro de 30cm
- Manguera
- Flexómetro

- Plaguicidas

Características del área experimental

Cultivo del pasto Tanzania

El cultivo del pasto consta de una parcela de 9 plantas con una longitud de 3 por 3 m.

Métodos

Variables consideradas en la investigación

- Evapotranspiración de referencia
- Humedad del suelo (método del tensiómetro)
- Evapotranspiración real del cultivo
- Coeficientes de los cultivos

Estimación de las variables consideradas en la investigación

Humedad del suelo

El método del tensiómetro permitió ver la humedad del suelo, en el área de estudio donde está el cultivo con el lisímetro de drenaje se tomó datos diarios.

En la zona donde está el cultivo se utilizó un tensiómetro con una determinada profundidad en el lisímetro de drenaje.

Evapotranspiración de referencia (ET_o)

La ET_o se calcula utilizando dos métodos indirectos que son:

- Método de la cubeta evaporimétrica
- Método de Penman Monteith modificado por la FAO

Método de la cubeta evaporimétrica. (Allen et al, 2006).

$$\text{Ecuación 1: } E_{T_o} = E_p * K_p$$

Donde:

E_{T_o} = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

E_p = Evaporación de la cubeta (mm/día).

K_p = Coeficiente de la cubeta (depende del tipo de cubeta, clima medio en la que se encuentra).

Método de Penman Monteith modificado por la FAO. (Allen et al, 2006).

$$\text{Ecuación 2: } E_{T_o} = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)}$$

Donde:

E_{T_o} = Evapotranspiración de referencia (mm/día)

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

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

T = Temperatura del aire de 2m de altura °C

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

e_s = Presión de vapor de saturación (KPa)

e_a = Presión real del vapor (KPa)

e_s - e_a = Déficit de presión de vapor (KPa)

Δ = Bajada de la curva de presión de vapor (KPa / °C)

γ = Constante psicométrica (KPa/°C)

Evapotranspiración de cultivo (ETc).

La evapotranspiración del cultivo se estimó mediante el lisímetro de drenaje a través de la ecuación descrita por Garay.

$$\text{Ecuación 3: } ETc = R - D$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

R = Agua de riego o por precipitaciones (mm).

D = Agua drenada durante el periodo de análisis.

Además, en la presente investigación se ajustó los valores para Kc de todas las etapas de crecimiento de los cultivos, a través de la formula

$$\text{Ecuación 4: } Kc = \frac{ETc}{ETo}$$

Donde:

Kc = Coeficiente de los cultivos.

ETc = Evapotranspiración real de los cultivos.

ETo = Evapotranspiración de referencia.

Precipitación Efectiva

$$\text{Ecuación 5: } Pe = 0.8P - 25 \quad P > 75 \text{ mm}$$

$$\text{Ecuación 6: } Pe = 0.6P - 10 \quad P < 75 \text{ mm}$$

Donde:

Pe = Precipitación efectiva (mm).

P = Precipitación (mm).

Método Tensiómetro

- ✚ Antes de ser instalado un tensiómetro en campo debe ser preparado antes de usarse. Se debe utilizar agua destilada, en caso de que no haya se puede usar agua hervida para llenar el tanque de reserva y tubo plástico. El agua contiene aire disuelto y cuando se destila o hierve el aire se pierde a la atmosfera quedando el agua sin aire o gases. El aire o gases disueltos en el agua cruda forman burbujas dentro del tubo plástico, las cuales interfieren con la lectura del indicador que trabaja al vacío.
- ✚ Se debe añadir acondicionador para evitar el crecimiento de bacterias y algas para poder observar el agua del tensiómetro. Para añadir este acondicionador se utiliza 1Lt (un litro de agua) de agua y aproximadamente 1 cm^3 (un centímetro cúbico) del acondicionador o el contenido de la tapita del envase de este, como se indica en la etiqueta de la botella.
- ✚ Antes de la instalación se debe mantener el tensiómetro colocado en agua limpia de dos a tres días. El tapón del tensiómetro con la superficie plástica que lo cubre se remueve. A continuación, el tensiómetro se llena con la mezcla o solución de agua sin colocar la tapa. Se llena nuevamente el tensiómetro, pero esta vez añadiendo el tanque de reserva. Una vez lleno el sistema con la bomba de vacío se emplea succión para así remover el aire en copa de cerámica y en el tubo de plástico del tensiómetro. (Sitúe la manguera de la bomba de vacío sobre el tanque de reserva y bombeo con potencia hasta que el manómetro puntée una lectura de 80 – 85 centibares, con realizar el bombeo de 5 a 6 veces velozmente es suficiente).
- ✚ Debe tener en cuenta que la punta o pico de cerámica se encuentre bajo agua o ubicada con arena humedecida mientras se realiza todo el proceso. Se libera el

vacío poco a poco haciendo uso de la válvula de escape de la ventosa y así evitamos daños en el manómetro. Este proceso lo repetimos de 2 a 3 veces para así liberar el aire completamente de la herramienta.

- ✚ Si nuestra base del tubo plástico aparecen grandes burbujas de aire es porque en la copa de cerámica o la conexión del tubo no están lo suficientemente ajustada. Si las burbujas aparecen sobre el indicador vacío, entonces la conexión entre el indicador y el tubo no está herméticamente sellada. Cualquier condición de filtración del tensiómetro de ser corregida.
- ✚ Se puede tomar como resultado pequeñas burbujas de aire disueltas en agua. El tensiómetro debe ser secado al aire libre hasta que el mismo muestre un valor de succión alto, y posteriormente se ubica nuestra copa de cerámica en el agua.
- ✚ La lectura debe bajar a cero en tiempo determinado de 3 a 5 minutos, lo que indica que la conductividad de la copa cerámica porosa es aceptable. Para retirar fácilmente el aire que queda en el tensiómetro es factible usar un tubo fino (polietileno) que pueda ingresar sin problemas en el tubo del tensiómetro.
- ✚ Una vez colmado con la solución el compartimiento de reserva y haberse removido todas las burbujas de aire, se enrosca la tapa del tensiómetro con la parte inferior del compartimiento de reserva hasta que haga contacto con el tapón de neopreno. Posteriormente se da un ligero ajuste (una cuarto de vuelta) para asegurar y evitar algún daño al tapón de neopreno. Como recordatorio evitar apretar mucho.
- ✚ Según el método de riego se instaló el tensiómetro: Para riego localizado, en el caso de frutales, los tensiómetros se ubican normalmente donde les dé luz solar del árbol y a 30 o 45 centímetros de los emisores de goteo y a 60 o 90 centímetros del micro aspersor. Cuando son árboles recién sembrados, se debe usar la

herramienta o instrumento que sea menos profundo, se ubica en la bola de las raicillas del árbol, sin prestar atención a la ubicación del emisor. De igual manera hay que tener en cuenta que los instrumentos de inspección deben estar ubicados a un trayecto de 30 y 45 centímetros del emisor y de forma radicular de los árboles. En hortalizas se ubican a una distancia de 10 centímetros después de los goteros y de la planta. Para irrigación por surcos, se sitúa el tensiómetro del lado interior del envés del surco, en cultivos sembrados de manera recta hacia surcos. Para riego por aspersión, en cultivos sembrados en hileras coloque los tensiómetros dentro de la hilera. Si el cultivo es denso como el caso de los pastos, no es importante el lugar específico con relación a las plantas. No debe colocarse cerca de los aspersores. Para riego localizado, en caso de frutas, la ubicación de los tensiómetros debe ser en partes luminosa del árbol y a 30 o 45 centímetros de los emisores de goteo y a 60 o 90 centímetros del micro aspersor. En el caso de las plantas o árboles recién sembrados, se debe usar la herramienta o instrumento que sea menos profunda en la bola de las raíces del mismo, sin prestar atención a la ubicación del emisor. De igual manera hay que tener en cuenta que los instrumentos de inspección deben estar ubicados a un trayecto de 30 y 45 centímetros del emisor y de forma radicular de los árboles. En hortalizas se ubican a una distancia de 10 centímetros después de los goteros y de la planta.

- ✚ La copa de cerámica y el suelo deben tener buen contacto. El diámetro del hoyo debe ser similar al tubo plástico de la herramienta para así introducir el tensiómetro. Usualmente se utiliza una barrera de suelo o un tubo de hierro galvanizado de 1.25 cm en su diámetro interior para hacer el hoyo solos hasta donde se desea para ubicar el tensiómetro. Diámetro exterior del tubo plástico y de la copa porosa es de 2.2 centímetros. El hoyo debe permanecer limpio y

redondo por lo cual el tubo o la barra debe ser removida cuidadosamente. Si penetra el aire presente en la copa de cerámica se debe ya que el hoyo es muy grande y hace que haya alturas altas que no son correctas. También puede deslizarse agua libre por las paredes exteriores del tubo plástico y entonces las lecturas serán muy bajas e incorrectas.

✚ Se ingresa el tensiómetro y se concuerda de arriba hacia abajo. No aplique presión en la conexión del indicador empujando o tirando de este. Presione específicamente la tapa del compartimiento hacia abajo de reserva al tiempo de situar. Es preferible dejar una distancia de 2,5 cm entre la parte inferior del indicador con la superficie para acceder a la lámina del contador de succión propagar y retraer libremente. A nivel de la tierra se ubica una pequeña cantidad de superficie alrededor del tubo y se presiona para así evitar que se filtre agua por las paredes del tubo y las del hoyo. Cuando se desee mover el tensiómetro del suelo, gire la misma para cesar la tierra. Entonces agarre el tubo principal y tire por encima. Identifique los tensiómetros por estaciones y profundidad a que se instalaron.

✚ Una vez se realice la instalación se llena el reservorio con la solución de campo experimentada exclusivamente con agua (destilada) o previamente hervida y el preservativo o colorante. Revuelva la burbuja de aire que se observa en el comportamiento de prudencia o tubo de plástico. Al realizar una buena extracción del aire permite la sensibilidad del tensiómetro y brinda una mejor precisión a leer los valores. Luego de la instalación se requiere de un día para que el agua del tensiómetro llegue a un equilibrio con la de suelo que lo rodea.

✚ Para la lectura del tensiómetro es recomendable que se lo realice en las mañanas ya que la corriente de agua en el suelo y hacia la planta es insignificante por el

estado de equilibrio. Estas lecturas deben ser tomadas siempre a la misma hora cada día, la toma de lecturas depende de varios aspectos como el cultivo, el suelo, el clima y el método de riego. Un dato importante es que a mayor sea el intervalo de riego menos frecuentes se deben hacer las lecturas a las plantas con raíces menos profundas y se deben regar por goteos, se recomiendan que los tensiómetros sean leídos diariamente. En los suelos arenosos y clima caliente donde se usan otros sistemas de riego diferente al goteo, estas lecturas deben hacerse de 2 a 3 veces por semana.

✚ Cuando los datos tomados se escriben a diario en papel gráfico, el uso del tensiómetro será más eficaz. La gráfica obtenida determinará el consumo de agua manipulado por la planta o cosecha. Se pueden hacer correlaciones sobre los factores que están afectando el uso del agua, tales como el clima, la florecida, el agrado de la fruta, etc. La grafica nos indica cuando y cuanto debemos regar. Este registro es un instrumento clave en el manejo de riego por tensiómetro y se invita generalmente que se mantenga al día.

✚ En el campo, el tensiómetro de mayor profundidad mantiene una lectura baja después de 4 días de a ver regado, probablemente esta aplicación de agua fue excesiva. Por el contrario, este tensiómetro indica alta tensión al cabo de 4 días, esto significa que el riego fue insuficiente y se debe de aumentar el mismo. Por otro lado, si el tensiómetro superficial indica alta tensión y el tensiómetro profundo indica baja presión, probablemente sea necesario hacer una aplicación de agua por día.

✚ Las diversas tomas de lecturas en el tensiómetro indican: Casi saturado (2 – 10 cbar): la superficie (suelo) persiste un casi de saturado el día en que se aplica la irrigación hasta los dos días posteriores. Si dicha lectura sigue baja, el suelo puede

estar inundado, puede haber una capa freática que la aireación en el suelo o en el tensiómetro puede estar roto. Capacidad de campo (11 – 20 cbar): En este caso se debe interrumpir el riego para evitar pérdidas debidas a la percolación y el lavado de nutrientes debajo de la zona radicular. Los suelos arenosos tendrán una capacidad de campo en el rango inferior mientras que el rango superior serán suelos arcillosos. Intervalo de riego (30 – 60 cbar): intervalo habitual para iniciar el riego. En este rango el suelo esta aireado. En general, en suelos arenosos, el riego se aplica a una lectura de 30 a 40 cbar. Por lo general, en suelos arcillosos, el riego empieza con lecturas de 40 a 50. En suelos arcillosos de regadío, normalmente se aplicará una categoría de 50 a 60. Empezando con el regadío en estos parámetros, se asevera agua aprovechable en el suelo. Seco (60 – 70 cbar): este es el intervalo indica estrés. Pero, la labranza no indica que se haya perdido o el rendimiento haya reducido. En varios casos los suelos poseen agua y está útil para la planta, sin embargo, no se alcanza el máximo rendimiento. Tensión rompe (80 cbar): este es el tope máximo de presión del tensiómetro. Lectura sobre 80 son posibles, pero, la tensión que genera destruye la columna de agua entre 80 y 85 cbar.

Manejo del experimento

Control de Malezas

El control de maleza se efectuó tres veces para que no haya la presencia de malezas en el sector del cultivo para que no sean afectados.

Fertilización

La fertilización se utilizó teniendo en cuenta la necesidad nutricional del cultivo, se investigó cuatros rebrotes en donde se aplicó 25 gr de urea y 25 gr de Yaramila por cada planta.

Control de Plagas

Se realizaron monitoreos diarios para ver la presencia de plagas y enfermedades. El cultivo no presento problemas con plagas y enfermedades.

Lisimetría de drenaje

Para obtener el drenaje de la planta se debe ingresar a la caja que consta con el lisímetro y medir en la probeta el total de agua drenada.

Cosecha

La cosecha se llevó a cabo en su etapa de rebrote, es decir a los 15 días los tres primeros cortes y el cuarto a los 14 días después de haberse realizado el corte de igualación del pasto utilizando machete para cortar el pasto a 50 cm de altura del nivel del suelo.

Riego

Las reposiciones de agua por riego en los lisímetros de drenaje se llevaron a cabo manualmente de acuerdo a la evaporación diaria de la zona en estudio. El tensiómetro sirvió como indicador para ver si el suelo esta húmedo o capacidad de campo.

Variables a evaluar

Altura de planta

Para tomar la altura de la planta se realiza antes de hacer el corte de igualación de las 3 muestras y se mide desde el suelo hasta la hoja bandera con una cinta métrica.

Rendimiento de Materia Seca

Este rendimiento se lo realizo en el momento de la cosecha, una vez dejada las muestras de hojas y tallos en la estufa por dos días se procede a introducir 3 muestras en el secador por 10 minutos para que no haya la presencia de humedad, después se toma el peso seco tanto de las hojas como el tallo.

$$\text{Ecuación 7: } MS = \frac{PS*100}{PH}$$

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.

Rendimiento de Biomasa

Una vez realizado el corte de igualación se procede a escoger las 3 muestras y separar sus hojas y tallos. Para ver la biomasa obtenida se necesitó una gramera para determinar su peso (Kg). Sus unidades fueron en Kg. Ha⁻¹.

Numero de hoja por tallo

En las muestras de las plantas se procedió a contabilizar el número de hojas que pertenecían a cada tallo y los tallos que pertenecían a cada una de las plantas de las muestras.

Numero de tallos por Macollas

Para sacar el número de tallos por macollas se cuenta el total de tallo por muestra y se lo registra para ver sus resultados en los diferentes cortes.

Relación hoja-tallo

Es la relación entre proporción de las hojas y tallos, esta relación se la obtiene a través de la fórmula:

$$\text{Ecuación 8: } RHT = \frac{PH}{PT}$$

Donde:

RHT=Relación hoja tallo, expresado en tanto por uno.

PH= Proporción de hoja, expresado en g. kg⁻¹

PT= Proporción de tallo, expresado en g. kg⁻¹

Proporción de la Hoja (PH)

Para sacar la proporción de la hoja se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Ecuación 9: } PH = H/MF$$

Donde:

PH= Proporción de hoja, expresado en g. kg⁻¹

H= Lamina foliar más lígula, expresado en g.

MF= Masa de forraje, expresado en kg.

Proporción de Tallo (PT)

Para sacar la proporción de tallos se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Ecuación 10: } PT = T/MF$$

Donde:

PT= Proporción de tallo, expresado en g. kg⁻¹.

T= Conjunto de vainas más tallos verdaderos, expresado en g.

MF= Masa de forraje expresado en kg.

Relación Hoja-Tallo (RHT)

Para sacar la relación hoja-tallo se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Ecuación 11: } RHT = PH/PT$$

Donde:

RHT=Relación hoja tallo, expresado en tanto por uno.

PH= Proporción de hoja, expresado en g. kg⁻¹

PT= Proporción de tallo, expresado en g. kg⁻¹

Relación Consumo Hídrico

Para obtener la relación del consumo hídrico se tomaron datos diarios climatológicos de la estación manual de la PUCEM de evaporación, velocidad del viento y precipitación para aplicar la dosis hídrica requerida para el cultivo, así como también observar el drenaje diario por parte del cultivo mediante la lisimetría.


Área Foliar

Para determinar el área de las hojas se debe realizar mediante la aplicación PETIOLE que nos ayuda sacando el área foliar tomando foto de cada una de las hojas.

Método estadístico

Estadística descriptiva

Mediante la estadística descriptiva se pueden presentar las muestras mediante la media.

 Media. -Es el resultado de la suma de cada valor dividido para el valor total.

En este trabajo se empleó la media aritmética para obtener la humedad relativa del aire y la temperatura del aire de la estación meteorológica de Chone ubicada en la Universidad Católica.

Resultados y Discusión

Factores climáticos promedio

La tabla 2 representa los valores de evapotranspiración de referencia tanto de cubeta evaporimétrica como de Penman Monteith modificado por la FAO de los meses de octubre y noviembre. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede comparar entre un método y otro. Los datos climatológicos del mes de octubre de temperatura máxima son de 25.43 °C, temperatura mínima de 24.11 °C, humedad relativa de 80%, velocidad de viento de 1 m/s, evaporación de la cubeta de 3.42 mm, insolación de 3.10 horas, ETo por el método de la cubeta evaporimétrica de 2.91 mm/día y ETo mediante el método de Penman Monteith FAO de 2.81 mm/día. En el mes de noviembre el dato de temperatura máxima es de 32.25 °C, temperatura mínima de 18.67 °C, humedad relativa de 75.28 %, velocidad del viento de 1 m/s, evaporación de la cubeta de 4.24 mm, insolación de 2.88 horas, ETo por el método de la cubeta evaporimétrica de 3.61 mm/día y evapotranspiración de referencia mediante el método de Penman Monteith FAO de 2.97 mm/día.

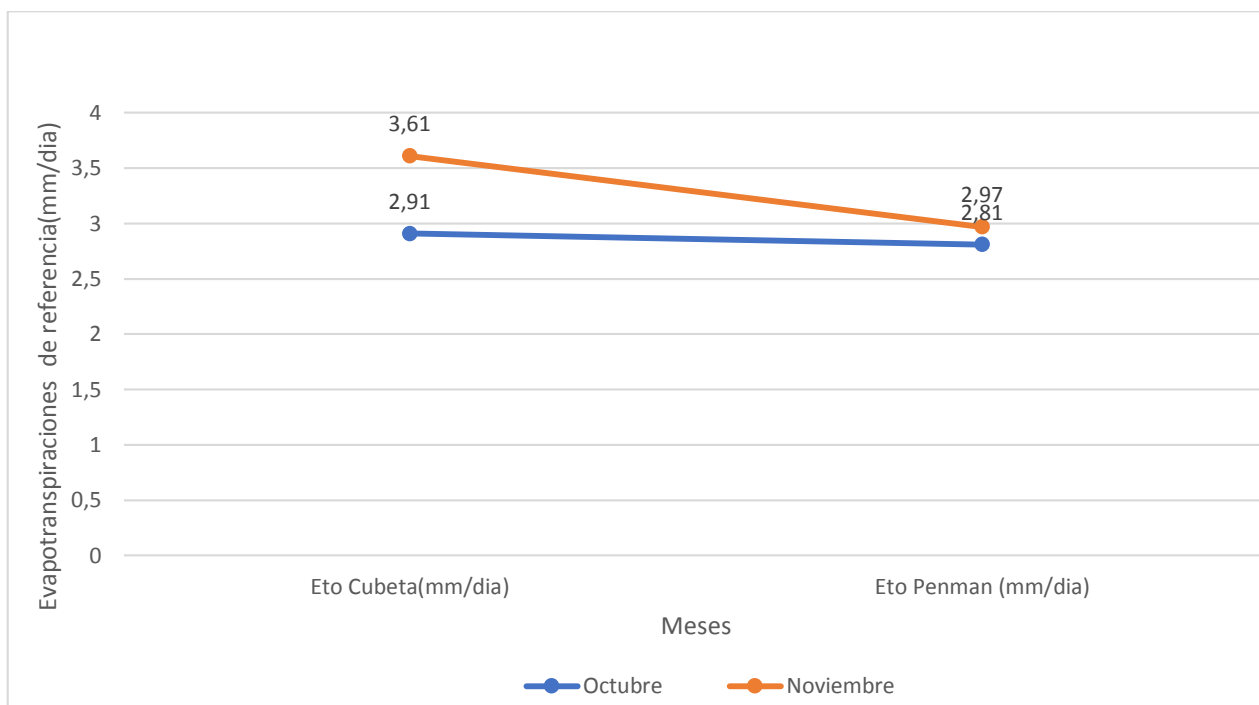
Según y Gallardo (1995) para obtener los valores de ETo se recomienda trabajar con métodos indirectos como lo son el de Penman Monteith modificado por la FAO y el de la cubeta evaporimétrica.

En el estudio realizado por Herrera (2020) los datos de temperatura máximas (27 °C) y mínimas (15 °C) hicieron que haya cambios en la producción y calidad del pasto.

Tabla 2: Datos climatológicos de octubre y noviembre del 2020 promediados

Mes	Temp. Max	Temp. Min	HR (%)	VV (m/s)	Evap. Cubeta	Insolación (horas)	Eto cubeta (mm/día)	Eto Penman (mm/día)
Octubre	25.43	24.11	80	1	3.42	3.10	2.91	2.81
Noviembre	32.25	18.67	75.28	1	4.24	2.88	3.61	2.97

Ilustración 2: Evapotranspiración de referencia de los meses octubre-noviembre 2020.



En la ilustración 2 la temperatura máxima incide en la estimación de la ETo ya que en el mes de noviembre la temperatura fue de 32.25 °C la cual influyo porque hubo una gran diferencia entre la ETo del método de la cubeta que dio 3.61 mm/día a comparación de ETo del método de Penman FAO que dio 2.97 mm/día.

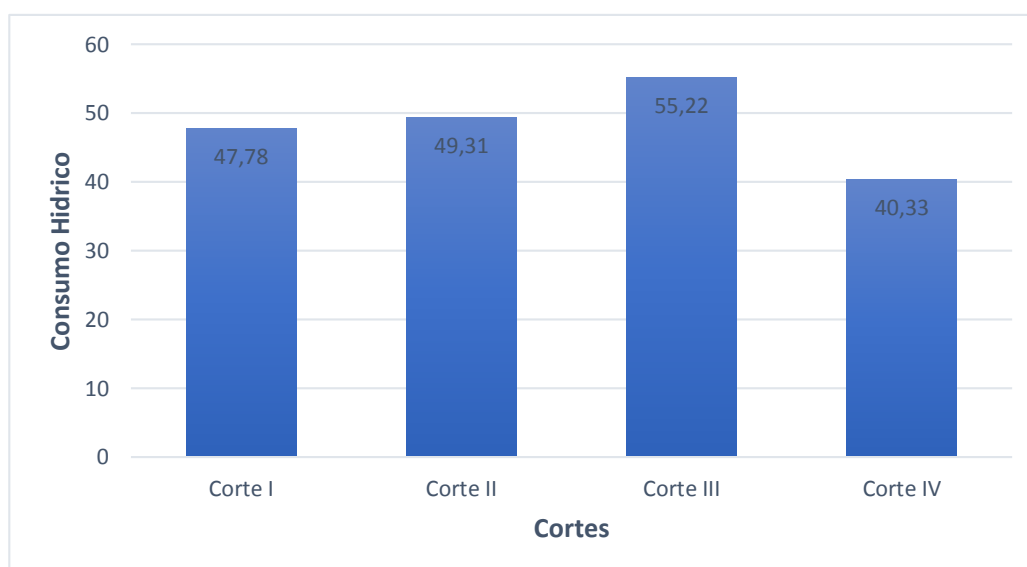
Según Diaz (2006) el método de Penman-Monteith FAO es el mejor en cuanto a la obtención de los valores de ETo ya que da valores casi iguales y minuciosos.

Consumo hídrico

En la ilustración 3 se puede observar los valores del consumo total del pasto. El primer corte es de 47.78 lt/m² el segundo corte de 49.31 lt/m² el tercer corte de 55.22 lt/m² el cuarto corte de 40.33 lt/m². Siendo el menor valor de consumo hídrico por etapa durante la investigación en el cuarto corte de 40.33 lt/m² y el mayor valor de consumo hídrico por etapa durante la investigación se obtuvo en el tercer corte sucesivo de 55.22 lt/m² debido a la presencia de mayor área de pasto.

Alves et al (2015) “el consumo de agua del cultivo de albahaca fue de 70.91 mm, 103 mm y 187 mm correspondientes a un valor medio de 1.03, 1.84 y 3.07 mm/día periodos de cultivos I, II y III”. Por lo cual para una buena aplicación de riego se debe analizar la necesidad de agua y coeficientes de cultivo.

Ilustración 3: Grafico consumo hídrico en cada uno de sus cortes



Variables de producción

La aplicación de agua fue primordial para cumplir con la necesidad hídrica del cultivo ya que aportó al pasto para desarrollar cada una de sus variables. En la tabla 3 se puede observar los datos de productividad del pasto en época seca. En el primer corte, el peso total materia verde es de 634 gr/m², porcentaje materia seca de 25.079, peso total materia seca de 159 gr/m² y consumo hídrico de 47.78 lt/m². En el segundo corte, el peso total materia verde es de 244 gr/m², porcentaje materia seca de 25.955, peso total materia seca de 63.33 gr/m² y consumo hídrico de 49.31 lt/m². En el tercer corte, el peso total materia verde es de 776 gr/m², porcentaje materia seca de 30.269, peso total materia seca de 234.89 gr/m² y consumo hídrico de 55.22 lt/m². En el cuarto corte, el peso total materia verde es de 980 gr/m² porcentaje materia seca de 22.196, peso total materia seca de 217.52 gr/m² y consumo hídrico de 40.33 lt/m². Se puede mostrar que el cuarto corte fue el mejor debido a la eficiencia hídrica de 41 ml para producir por gr de pasto, esto resultó porque hubo mayor peso total de materia verde (980 gr) y consumo hídrico (40.33 lt/m²).

Schnellmann et al (2019) obtuvieron la mayor producción de *Panicum maximum* cv Gatton panic de materia seca (1877.2 Kg MS/ha) con la menor altura (0.15 m) y mayor frecuencia de corte (90 días), también tuvo la mejor relación hoja-tallo con la mayor altura (0.30 m) y frecuencia intermedia de corte (45 días).

Tabla 3: Datos productividad del pasto Tanzania en época seca

CORTE	PESO TOTAL MATERIA VERDE (gr/m ²)	PORCENTAJE MATERIA SECA (gr/m ²)	PESO TOTAL MATERIA SECA (gr/m ²)	CONSUMO HIDRICO (lt/m ²)
I	634.00	25.08	159.00	47.78
II	244.00	25.96	63.33	49.31
III	776.00	30.27	234.89	55.22
IV	980.00	22.20	217.52	40.33

Conclusiones

La utilización de métodos indirectos sirve para saber la evapotranspiración de referencia de la zona de estudio, donde el método de Penman es el más preciso ya que muestra valores similares en los dos meses estudiados para el pasto.

El consumo real del recurso hídrico por parte de la planta se vio reflejado en cada uno de los cortes, sin embargo, en el tercer corte se obtuvo un mayor consumo debido al aumento del área foliar que presentó el pasto Tanzania.

Las variables de producción como materia verde y seca que se obtuvieron en el tercer corte del cultivo fueron las mejores ya que dio como resultado mayor cantidad de hojas, proporción de las hojas, relación hoja tallo y área foliar por lo tanto hubo mayor productividad.

Bibliografía

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*.
<http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm?fbclid=IwAR0YtwHUsNvVtkGmZn4-gTjfHI9fEZU3FJVBA4CvOFroJe5eqD-vpuEQH4>
- Alves, P., Vieira, J., Soares Da Rocha, H., Fraga Júnior, E., y Alves Soares, D. (2015). *Consumo de agua de albahaca por medio del lisímetro*.
<http://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/1788>
- Andriani, M. (2018). *Análisis y evaluación de propiedades físico hidricas de los suelos*.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/analisis_y_evaluacion_de_propiedades_fisico_hidrica_de_los_suelos.pdf#page=108
- Avilés, D., Cuétara, L., y Suarez, D. (15 de Agosto de 2020). *La actividad ganadera como elemento de bienestar en las comunidades rurales del canton Chone*.
Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554335>
- Blanco, J. (2019). *Modela y control de riego en suelos agrícolas*. Deposito de Investigación Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/91005>
- Diaz, M. (2006). *La fórmula de Penman-Monteith Fao 1998 para determinar la evapotranspiración de referencia, ETo*. *Terra Nueva Etapa*, 31-72.
- Gonzalez, K. (2019). *Ficha Técnica Pasto Guinea Tanzania*.
<https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-guinea-tanzania/>
- Hernández, M., López, S., Jarillo, J., Ortega, E., Pérez, J., Díaz P., y Crosby, M. (2020). *Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con Leucaena leucocephala y Megathyrsus maximus cv. Tanzania*.

Scielo. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242020000100053

Herrera, R. (2020). *Relación entre los elementos climáticos y el comportamiento de los pastos y forrajes en Cuba*. Ebsco.

<https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=01887890&AN=144319305&h=aUEZBeNatMOGZStsYQjc7n2EVPJCSvMSwlzklFU52h1dbULFPprf%2F1G0voooLGg3yq%2BIAhOk rVMINp8Z4tmt9w%3D%3D&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLoca>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Uso eficiente del agua en la agricultura con fines de conservación* [Archivo PDF]. Perú.

https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3127?fbclid=IwAR1mEg9S2XO8qBiK3gkBZ4Gz8RHhbYPGG5V-pyUGOjgPKx_Ov3cagwssLc

Montealegre, F., y Gallardo, C. (1995). *Determinación de la evapotranspiración real en soya y evaluación de fórmulas empíricas de evapotranspiración de referencia en palmera*. Universidad Nacional de Colombia.

https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15572/16330

Nieto, C., Pazmiño, E., Rosero, S., y Quishpe, S.. (2018). *Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria*. Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6724757>

Quinteros, J., Gómez, J., Solano, M., Llumiquinga, G., Burgos, C., y Carrera, D.

(2019). *Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglhuayco*. SIEMBRA.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7153219>

Schnelmann, L., Verdoljak, J., Bernardis, A., Martínez, J., y Castillo, S.. (2019).

Frecuencia y altura de corte en Panicum maximum cv gatton panic. Inta Digital.

<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/5630>

Zamora, J., y Prieto, D. (09 de 2016). Experiencias, debates y desafíos sobre el acceso, tratamiento y uso del agua. En I. N. Agropecuaria, *Agua de calidad con equidad*.

Inta Digital. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/1997>

Anexos #1. Tablas

Tabla 4: Datos climatológicos mes de octubre

OCTUBRE							
FECHA	PP (mm)	P.EF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)
02/10/20	0	0	25.21	23.98	77	1	86.4
03/10/20	0	0	25.64	24.24	80	1	86.4
04/10/20	0	0	23.80	22.66	86	1	86.4
05/10/20	0	0	22.04	21.12	90	1	86.4
06/10/20	1.8	1.44	25.38	23.98	83	1	86.4
07/10/20	0	0	26.46	24.70	77	1	86.4
08/10/20	0	0	23.59	22.71	83	1	86.4
09/10/20	0	0	25.39	23.95	82	1	86.4
10/10/20	3.8	3.04	23.66	22.78	95	1	86.4
11/10/20	4.7	3.76	26.76	25.26	81	1	86.4
12/10/20	0	0	27.02	25.31	77	1	86.4
13/10/20	0	0	26.91	25.24	75	1	86.4
14/10/20	2	1.6	25.67	24.26	82	1	86.4
15/10/20	0	0	25.45	24.31	85	1	86.4
16/10/20	0	0	25.88	24.66	84	1	86.4
17/10/20	0	0	24.90	23.93	87	1	86.4
18/10/20	0	0	25.57	24.39	82	1	86.4
19/10/20	0	0	26.02	24.70	76	1	86.4
20/10/20	0	0	26.48	24.82	75	1	86.4
21/10/20	0	0	26.23	24.75	75	1	86.4
22/10/20	0	0	26.34	24.81	76	1	86.4
23/10/20	1.3	1.04	19.52	18.68	70	1	86.4
24/10/20	1.1	0.88	26.29	24.88	74	1	86.4
25/10/20	0	0	25.78	24.44	78	1	86.4
26/10/20	0	0	25.30	23.92	83	1	86.4
27/10/20	0	0	24.83	23.74	85	1	86.4
28/10/20	0	0	27.34	25.73	75	1	86.4
29/10/20	0	0	26.33	24.98	78	1	86.4
30/10/20	0	0	26.69	25.18	77	1	86.4
31/10/20	0	0	26.13	24.90	80	1	86.4
PROMEDIO	0.49	0.39	25.42	24.10	80	1	86.4

Tabla 5: Datos climatológicos mes de noviembre

NOVIEMBRE							
FECHA	PP (mm)	P.EF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)
01/11/20	0	0	32,6	20,8	76	1	86.4
02/11/20	0	0	31,6	20,8	75	1	86.4
03/11/20	0	0	32,9	19,2	70	1	86.4
04/11/20	0	0	31,6	16,6	74	1	86.4
05/11/20	0	0	33.00	19,4	73	1	86.4
06/11/20	0	0	31,8	19,8	72	1	86.4
07/11/20	0	0	32.00	19,4	73	1	86.4
08/11/20	0	0	29,6	20.00	76	1	86.4
09/11/20	0	0	32,2	20,2	70	1	86.4
10/11/20	0	0	32,6	19,4	74	1	86.4
11/11/20	0	0	32,8	16.00	73	1	86.4
12/11/20	0	0	32,2	17,2	74	1	86.4
13/11/20	0	0	32,6	14,4	71	1	86.4
14/11/20	0	0	31,8	16,4	73	1	86.4
15/11/20	0	0	31,6	17,4	72	1	86.4
16/11/20	0	0	32.00	16,2	75	1	86.4
17/11/20	0	0	32.00	16,4	76	1	86.4
18/11/20	0	0	30,4	19,6	76	1	86.4
19/11/20	0	0	28,4	19,8	84	1	86.4
20/11/20	0	0	31,4	18.00	77	1	86.4
21/11/20	0	0	30,2	19.00	78	1	86.4
22/11/20	0	0	27,4	19.00	81	1	86.4
23/11/20	0	0	27,2	19,4	83	1	86.4
24/11/20	0	0	31,6	19,6	74	1	86.4
25/11/20	0	0	33,4	19,6	72	1	86.4
26/11/20	0	0	31,8	19,4	76	1	86.4
27/11/20	0	0	31,8	20,2	76	1	86.4
28/11/20	0	0	32,2	20.00	77	1	86.4
29/11/20	0	0	27,8	20,8	82	1	86.4
PROMEDIO	0	0	32.25	18.67	75	1	86.4

Tabla 6: Datos tensiómetro mes de octubre

TENSIOMETRO	
FECHA	30 cm
10/2/2020	5
10/3/2020	8
10/4/2020	7
10/5/2020	7
10/6/2020	6
10/7/2020	8
10/8/2020	6
10/9/2020	5
10/10/2020	8
10/11/2020	8
10/12/2020	7
10/13/2020	10
10/14/2020	5
10/15/2020	5
10/16/2020	6
10/17/2020	5
10/18/2020	8
10/19/2020	7
10/20/2020	6
10/21/2020	5
10/22/2020	6
10/23/2020	5
10/24/2020	5
10/25/2020	5
10/26/2020	7
10/27/2020	6
10/28/2020	9
10/29/2020	8
10/30/2020	10
10/31/2020	7

Tabla 7: Datos tensiómetro mes de noviembre

TENSIOMETRO	
FECHA	30 cm
11/1/2020	7
11/2/2020	9
11/3/2020	6
11/4/2020	6
11/5/2020	6
11/6/2020	5
11/7/2020	6
11/8/2020	6
11/9/2020	7
11/10/2020	9
11/11/2020	7
11/12/2020	7
11/13/2020	8
11/14/2020	7
11/15/2020	7
11/16/2020	9
11/17/2020	8
11/18/2020	9
11/19/2020	9
11/20/2020	9
11/21/2020	9
11/22/2020	9
11/23/2020	6
11/24/2020	10
11/25/2020	9
11/26/2020	10
11/27/2020	8
11/28/2020	9
11/29/2020	9

Tabla 8: Datos lisímetro primer corte

LECTURAS DE LISIMETRO (PASTO)		
R (mm)	AD (mm)	Etc (mm)
2.75	0.1	2.65
4.25	0.2	4.05
4	0.4	3.6
2.5	0.25	2.25
1	0.7	1.74
3	0.1	2.9
6.5	0.55	5.95
2.25	1.61	0.64
1	0.29	3.75
1	0.29	4.47
3	0.05	2.95
6.25	0	6.25
3.5	0.1	5
3	0.025	2.975
2.25	0	2.25

Tabla 9: Datos Kc primer corte

KC CUBETA	KC PENMAN
1.18	1.15

Tabla 10: Datos Kc segundo corte

KC CUBETA	KC PENMAN
1.15	1.14

Tabla 11: Datos Kc tercer corte

KC CUBETA	KC PENMAN
1.19	1.12

Tabla 12: Datos Kc cuarto corte

KC CUBETA	KC PENMAN
1.21	1.10

Tabla 13: Fechas y duración del primer corte

Duración	Etapa	Fecha
15 días	Primer corte	Del 2 al 16 de octubre

Tabla 14: Fechas y duración del segundo corte

Duración	Etapa	Fecha
15 días	Segundo corte	Del 17 al 31 de octubre

Tabla 15: Fechas y duración del tercer corte

Duración	Etapa	Fecha
15 días	Tercer corte	Del 1 al 15 de noviembre

Tabla 16: Fechas y duración del cuarto corte

Duración	Etapa	Fecha
14 días	Cuarto corte	Del 16 al 29 de noviembre

Tabla 17: Datos insolación horas mes de octubre

INSOLACION HORAS
0.38
0.42
0
0
2.47
7.95
13
14
2.5
0
8.4
0
7.2
0.55
1.04
0
1.09
3.45
5.24
4
0.67
5.55
1.05
1.21
1.22
2.14
0.17
6.34
1.21
3.36
1.52

Tabla 18: Datos insolación horas mes de noviembre

INSOLACION HORAS
5.5
2.31
5.57
4.05
4.26
4.42
2.47
0.42
5.29
3.4
2.48
4.12
8
5.27
1.22
3.12
4.27
1.08
0
5.33
0.24
0
0
1.29
3.15
1.35
0.33
2.46
2.1

Anexos #2. Fotografías

Ilustración 4: Visita zona de estudio



Ilustración 5: Area de estudio



Ilustración 6: Recuperación zona de estudio



Ilustración 7: Crecimiento del cultivo



Ilustración 8: Riego diario al cultivo



Ilustración 9: Cultivo en etapa de corte



Ilustración 10: Corte de igualación



Ilustración 11: Agua drenada del lisímetro



Ilustración 12: Altura de la planta



Ilustración 13: Peso tallo



Ilustración 14: Peso hoja



Ilustración 15: Muestras en la estufa



Ilustración 16: Muestras en el desecador



Ilustración 17: Peso seco de la muestra

