



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

MANABÍ

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

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**ESTIMACIÓN DE LA NECESIDAD HÍDRICA DEL PASTO CUBA OM-22 EN
ÉPOCA SECA EN EL SITIO GARRAPATA DEL CANTÓN CHONE.**

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERIO HIDRÁULICO

AUTOR:

ERIC ELÍAS MERA LOOR

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. JESÚS ENRIQUE CHAVARRÍA PARRAGA. M Sc.

JUNIO 2022

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

Certificación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular

Ing. Jesús 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 integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí:

(F)_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga. M.Sc.

Primer Lector

130827219-2

(F)_____

Ing. Fabián Rodrigo Espinales Cedeño. M.Sc.

Segundo Lector

130659765-7

(F)_____

Ing. Juan Fernando Quiroz Alonzo. M.Sc.

Tercer Lector

131017949-2

Declaración de originalidad

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

Autor:

F. _____

Eric Elías Mera Loor

Dirección: Chone, Sitio Badeal vía Boyacá, km 4

E-mail: emera2865@pucesm.edu.ec

Celular: 0963040946 - 0978941231

Declaración de Derecho del Autor

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

Autor:

F. _____
Eric Elías Mera Loor
C.I:1312432865

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada en memoria de mi padre Elías Genaro Mera Vera, que desde pequeño me enseñó a que todo en la vida se puede, que con esfuerzo, perseverancia y constancia se logra cumplir con las metas propuestas.

A mi madre Martina Marisol Loor Gorozabel que, con su paciencia, su amor y su esfuerzo me ha podido permitir cumplir esta meta que tanto anhelábamos, a mi querida hermana Catalina, mi cuñado y mis sobrinos, que siempre me brindaron su apoyo emocional e incondicional en mi hogar para que este trabajo sea posible.

Además, quiero dedicar este trabajo a toda mi familia, amigos y a esas personas que de una manera u otro estuvieron ahí presentes, compartiendo sus alegrías, sus conocimientos y sus experiencias en esta etapa profesional.

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a Dios y a mi madre Martina Marisol loor Gorozabel que fue la primera persona que me enseñó a ser una persona de bien para la sociedad, solamente le puedo decir gracias por todo el apoyo que me ha dado y gracias, por ser la primera persona en creer en mí.

Agradezco infinitamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por haberme aceptado en su prestigioso campus, a sus directivos, profesores a su organización en general, gracias por brindarme el conocimiento necesario para esta nueva etapa profesional.

Agradezco también a mi tutor de tesis el Ing. Jesús Chavarría Párraga, M. Sc por haberme brindado todo su conocimiento científico para la realización de esta tesis, así como también haber tenido la paciencia durante todo el proceso y desarrollo de esta.

Para finalizar agradecer a cada uno de mis compañeros de clases, en especial a Iván Santos y Anthony Muñoz que gracias a su amistad y compañerismo han aportado a seguir adelante con mi carrera profesional.

Índice

Certificación del Tutor del Trabajo de Integración Curricular	2
Acta de Aprobación del Tribunal.....	3
Declaración de originalidad	4
Declaración de Derecho del Autor.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
Resumen.....	16
Abstract.....	17
Introducción	18
Materiales y métodos	21
Tipo de investigación	21
Características del lugar	21
Ubicación del estudio.....	21
Ubicación geográfica	22
Condiciones climatológicas	22
Equipos y materiales	23
Materiales de campo	23
Materiales de oficina.....	23
Características del área a experimentar.....	24

Población y Muestra	24
Técnica e instrumento para recolectar datos	24
Técnica de recolección de datos	24
Instrumento de recolección de datos	24
Métodos.....	25
Variables que se consideraron en la investigación	25
Estimación de las variables que se consideran en la investigación	26
Humedad del suelo.....	26
Procedimiento para determinar la humedad del suelo con el método del tensiómetro	26
Evaporación de referencia (ETo)	29
Método de la cubeta evaporimétrica	29
Método de Penman Monteith modificado por la FAO (2020).....	29
Variables que componen un diseño agronómico para el riego por aspersión.....	30
Evapotranspiración del cultivo (ETc)	30
Coeficiente del cultivo (Kc).....	30
Información de los parámetros utilizados en el diseño agronómico	31
Coeficiente del cultivo ETc	31
Precipitación efectiva “Pe”	32
Reserva de agua disponible “Rad”	32
Balance Hídrico “BH”	32
Lámina neta “Ln”	33

Requerimiento de lavado “ R_L ”	33
Lámina Total “ L_t ”	33
Necesidad neta de riego “ N_n ”	34
Frecuencia de riego “ F_R ”	34
Lámina neta ajustada “ $L_{n_{aj}}$ ”	34
Lámina total ajustada “ $L_{t_{aj}}$ ”	35
Intensidad de aplicación de agua “ I_{ap} ”	35
Tiempo de riego “ T_r ”	36
Manejo del ensayo	37
Instalación y operación de los lisímetros de drenajes	37
Preparación del suelo	38
Siembra	38
Fertilización	38
Control de malezas	38
Cosecha	39
Recolección de datos de la investigación	39
Información obtenida de la estación meteorológica	39
Información obtenida de los lisímetros de drenajes	39
Características del cultivo	39
Resultados y discusión	42
Factores climáticos promediados	42
Evapotranspiración de referencia (E_{To})	43

Coefficiente del cultivo (Kc) pasto Cuba OM-22	44
Necesidad hídrica del pasto Cuba OM-22	47
Variable de producción	50
Conclusiones	54
Bibliografía	55
Anexos.....	58
Anexos N°1: Tablas.....	58
Anexo N° 2	70
Anexo N°3: Fotografías.....	71

Índice de Tablas

Tabla 1.	Datos climatológicos promedio del 2000 al 2013	22
Tabla 2.	Área experimental de lisímetro de drenaje (<i>cultivo de pasto Cuba Om-22</i>) ...	25
Tabla 3.	Tomas de Datos de muestra del suelo.	31
Tabla 4.	Espaciamiento de aspersores.	36
Tabla 5.	Datos climatológicos promedio de los meses de julio – octubre del 2022.....	42
Tabla 6.	Coefficiente del cultivo (Kc) pasto Cuba OM-22 (época seca).....	44
Tabla 7.	Necesidad hídrica del pasto Cuba OM-22 (época seca).....	47
Tabla 8.	Consumo hídrico promedio, pasto Cuba OM-22 (época seca).....	48
Tabla 9.	Característica del pasto Cuba OM-22 en época seca.....	50
Tabla 10.	Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en época seca 1 .	51
Tabla 11.	Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en época seca 2 .	51
Tabla 12.	Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en época seca 3 .	52
Tabla 13.	Valores climatológicos presentados por el mes de julio.....	58
Tabla 14.	Valores climatológicos presentados por el mes de agosto	59
Tabla 15.	Valores climatológicos presentados por el mes de septiembre	60
Tabla 16.	Valores climatológicos presentados por el mes de octubre.....	61
Tabla 17.	Valores de tensiómetros de 30 cm y de 60 cm (septiembre a octubre)	62
Tabla 18.	Tabla general datos diarios (primer corte).....	63
Tabla 19.	Tabla general datos diarios (segundo corte).....	64
Tabla 20.	Característica del pasto Cuba OM-22 (primer corte)	65

Tabla 21. Característica del pasto Cuba OM-22 (segundo corte).....	66
Tabla 22. Fracción de agotamiento para distintos cultivos.....	67
Tabla 23. Profundidad efectiva de las raíces	68
Tabla 24. Conductividad del estrato de saturación del suelo.....	69

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1.	Metodo de la cubeta	29
Ecuación 2.	Metodo de Penman Monteith.....	29
Ecuación 3.	Evapotranspiracion del cultivo (ETc).....	30
Ecuación 4.	Coeficiente de cultivo formula de Garay (Kc)	30
Ecuación 5.	Coeficiente de cultivo ETc	31
Ecuación 6.	Precipitación efectiva $P > 75$ mm	32
Ecuación 7.	Precipitacion efectiva $P < 75$ mm	32
Ecuación 8.	Reserva de agua disponible (Rad).....	32
Ecuación 9.	Balance hídrico.....	32
Ecuación 10.	Lamina neta (Ln).....	33
Ecuación 11.	Requerimiento de lavado (Rl)	33
Ecuación 12.	Lamina Total (Lt).....	33
Ecuación 13.	Necesidad neta de riego (Nn).....	34
Ecuación 14.	Frecuencia de riego (Fr)	34
Ecuación 15.	Lámina neta ajustada (Lnaj).....	34
Ecuación 16.	Lámina total ajustada (Ltaj)	35
Ecuación 17.	Intensidad de aplicación (Iap)	35
Ecuación 18.	Tiempo de riego (Tr)	36
Ecuación 19.	Materia seca expresada en porcentaje (Ms)	41

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación del terreno en donde se realizó la investigación, PUCEM Chone.	21
Figura 2: Evapotranspiración de referencia de los meses de julio – octubre del 2022 (primer y segundo corte).....	43
Figura 3: Coeficiente del cultivo (Kc) promedio por etapa, pasto Cuba OM-22.....	45
Figura 4: Consumo Hídrico, pasto Cuba OM-22 promediado por etapas.....	49
Figura 5: Limpieza del lugar de estudio y del lisímetro de drenaje	71
Figura 6: Siembra del pasto Cuba OM- 22	71
Figura 7: Mantenimiento de los lisímetros de drenajes	72
Figura 8: Desarrollo vegetativo del pasto Cuba OM-22	72
Figura 9: Corte de igualación para la toma de datos.	73
Figura 10: Control de malezas y control de plagas del pasto Cuba OM-22	73
Figura 11: Riego diario del pasto Cuba OM-22 después del corte de igualación con la probeta indicada... ..	74
Figura 12: Lectura de tensiómetros.....	74
Figura 13: Primer corte durante los primeros 50 días	75
Figura 14: Segundo corte durante los últimos 50 días	75
Figura 15: Contabilización de tallos, hojas, peso de materia muerta.....	76
Figura 16: Muestras pesadas y sometidas a la estufa.....	76
Figura 17: Peso de las muestras una vez que salieron de la estufa del laboratorio.....	77

Resumen

Esta investigación cuantitativa estimó los requerimientos de agua del pasto Cuba OM-22 utilizando métodos directos e indirectos, dada su importancia a fin de obtener las condiciones óptimas en la producción y crecimiento de todo tipo de cultivo. Por esto, este estudio de alcance correlacional se desarrolló entre junio y septiembre de 2022 en el sitio Garrapata del cantón Chone, utilizando el lisímetro como método directo para medir la evapotranspiración del cultivo, y métodos indirectos para estimar la evapotranspiración referencial (ET_o) y el coeficiente de cultivo (K_c). Además, se obtuvieron datos sobre la cantidad de agua drenada en dos cortes de pasto con 50 días de duración; se calculó el K_c en tres etapas promediadas utilizando el método de la cubeta; y se estimó el porcentaje de materia seca (MS) en cada corte. Los resultados con el método de la cubeta revelan un K_c de 1,06 en la etapa inicial; un K_c de 1,13 en la segunda; y un K_c de 1,27 en la tercera. Estos hallazgos indican que, en los 50 días de cada corte, las necesidades hídricas del pasto corresponden a 154,62 mm/m². Además, el porcentaje de MS en el primer corte corresponde a un 28% en muestras de 100 gr, y en el segundo corte corresponde a un 24%. Se concluye que a medida que la planta va creciendo, su K_c va aumentando gradualmente también, y que los porcentajes de MS mostrados son bajos, lo cual denota una buena producción.

Palabras claves: agua, consumo, necesidad hídrica, lisímetro

Abstract

This quantitative research study determined the crop water requirements of Cuba OM-22 grass using direct and indirect methods, as regards the importance of creating favourable conditions for good crop production and growth. Therefore, this correlational research study was conducted from June to September 2022 at *Garrapata* Hamlet, in Chone Canton by using the lysimeter as a direct method to determine the values of crop evapotranspiration, and indirect methods to determine the values of reference crop evapotranspiration (ET_o) and crop coefficient (K_c). Also, data on drained water in two grass cuttings for 50 days were collected; K_c values were measured in three average stages using the cuvette method; and the percentage of dry matter (DM) in each cutting was found. The results from the cuvette reveal that the K_c value is 1.06 in the initial stage; the K_c value is 1.13 in the second stage; and the K_c value is 1.27 in the third stage. These findings mean that, for the 50 days of each grass cutting, the crop water requirements correspond to 154.62 mm/m². Likewise, DM percentages correspond to 28% in samples of 100 gr in the first cutting, and to 24% in the second one. It is concluded that as the plant grows, its K_c gradually increases too, and that the DM percentages are low, which denotes good crop production.

Keywords: water, consumption, water requirements, lysimeter

Introducción

BANCO MUNDIAL (2017). en su artículo: el Agua en la Agricultura, busca determinar cuáles son las necesidades hídricas en las actividades agrícolas, como también conocer sus usos, ya que en promedio la agricultura ocupa un 70% del agua que se extrae en el mundo. Se espera que a futuro la competencia por el recurso hídrico aumente considerablemente sobre zonas productoras, por consiguiente, se precisa una mejora de la eficiencia del agua en cuyas zonas el estrés hídrico es muy elevado.

Por ende, el uso eficiente del agua en la agricultura es un tema central que cada vez, busca cultivos de menor exigencia hídrica en la agricultura, por tal razón, que se debe reconsiderar seriamente la gestión del agua en el sector agrícola y ganadero, determinando así los requerimientos hídricos necesarios, que la planta necesita (Ceres, 2021).

Así como lo menciona Chavarría et al. (2020) en su investigación para determinar el “Coeficiente del cultivo de *Vigna unguiculata* L. Walp. para períodos secos y lluviosos en el valle del río Chone” permite conocer el uso del agua que se le da a la agricultura y la cantidad que consumen las plantas es de suma importancia, para ello, en su investigación, el uso de la lisimetría de drenaje es esencial para determinar parámetros tales como la evapotranspiración (ET_o), el coeficiente de cultivo (ET_c).

Consecuentemente, en cuya investigación se pudo determinar el coeficiente de cultivo (K_c) para las 4 etapa fenológica, arrojando así, 4 valores de K_c para el periodo seco y 4 valores de K_c para el periodo lluvioso, también, se pudo determinar las necesidades hídricas del cultivo para ambos periodos durante 85 días que duro el ciclo del cultivo, todo esto dependió mucho de las condiciones climáticas que existen en el lugar Chavarría et al. (2020).

Reyes (2021). para una variedad de pasto, en su trabajo de titulación, “Estimación del consumo hídrico del pasto king-grass morado sometido a cosechas sucesivas”. La metodología utilizada le permitió evaluar variables de producción y consumo de agua de la planta, rendimiento de materia verde y materia seca, así como la obtención de datos aplicando métodos de campo como: tensiómetro y lisímetro, además de aplicar ecuaciones tales como: el 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 dos cortes.

Su investigación se basó en diferentes tratamientos con láminas del 100%, 90%, 80%, 70%, y 60% de la evapotranspiración del cultivo (ET_c), los resultados le indicaron que con una lámina del 100% genera un mayor consumo de agua en relación con el pasto. Además, en la producción de materia seca, no existen diferencias significativas entre un corte y el otro, pero, a diferencia de la materia verde si existen diferencias significativas en cuanto a la lámina aplicada del 100% (Reyes, 2021).

En el Ecuador para el sector ganadero los pastos son la base fundamental para la alimentación y engorde del ganado, por lo que en nuestro medio existen extensas áreas de pastos con distintas especies, pero las más comunes que se utilizan para la alimentación son: Pasto King Grass Morado y Pasto Cuba y otras como: Gramíneas, Pasto Ovillo. Todas estas especies requieren de un ecosistema en la que se involucre el tipo de suelo, clima, microorganismos factibilidad de agua (Bonifaz, 2018).

Siendo Manabí una de las provincias del Ecuador con mayor demanda en superficie agropecuaria en producción de rumiantes, y teniendo como principal fuente de alimento el pasto, se ha optado por integrar al entorno una fuente que se adapte a las diferentes limitantes que se presentan, tales como: la falta de forrajes, los cambios climáticos (húmedos y secos) y la demanda de agua que este necesita en temporadas de sequías (Dueñas & Burgos, 2021).

INTA (2020), en su programa de apoyo a la cadena de valor ganadera, afirma que el pasto Cuba OM-22 es una variedad mejorada de alta calidad, que se caracteriza por su rápido crecimiento (1.7 a 2 m de altura), recomendado para sectores secos e intermedios. Cumpliendo así con una baja demanda hídrica en sectores que carecen de este recurso.

En investigaciones anteriormente con diferentes variedades de pastos, han dado resultados con distintas variaciones de consumo de agua, ya que todo pasto tiene características y necesidades diferentes. Además, se ha dado a conocer el coeficiente de cultivo para estimar la cantidad de agua que consume una planta, este coeficiente está en función de la evapotranspiración de referencia (ET_o) y la evapotranspiración del cultivo (ET_c), pero muy poco se conoce, sobre del pasto Cuba OM-22 (Huaman, 2005).

Es por ello, que, en la investigación propuesta, se estimó el consumo hídrico del pasto Cuba OM-22 mediante el uso de lisímetros de drenaje, mismo que permitirá planificar el uso del agua en la zona de influencia. Además, se estimó la evapotranspiración de referencia (ET_o) con métodos indirectos para la zona de estudio, se midió la cantidad de agua que consume el pasto Cuba OM-22 en periodos secos y por último se definió una programación de riego para el pasto Cuba OM-22 en función de los resultados obtenido y la lámina de agua aplicada.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

El tipo de investigación fue de forma aplicada debido a que se adaptó la parte práctica con la teórica en el sitio, de manera experimental.

La investigación se enfocó en métodos cuantitativos, ya que al momento de determinar la necesidad hídrica del pasto se correlacionaron datos estadísticos en diferentes cortes y fechas, también dicha investigación se realizó explicativamente, porque se determinaron las necesidades hídricas del pasto, y se demostró su coeficiente de cultivo.

Características del lugar

Ubicación del estudio

Esta investigación se la realizó en la finca de la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí (PUCEM) Campus Chone”, Km 11 de la Vía Chone Quito, ya que, para la toma de datos, practicas, e instrumentación, la universidad cuenta con las instalaciones necesarias para la investigación.

Figura 1: Ubicación del terreno en donde se realizó la investigación, PUCEM Chone.



Nota: Fuente: Google Earth (2020)

Ubicación geográfica

- Altitud: 36 msnm
- Zona 17 m
- Coordenada Este 607224.32 m E
- Coordenada Norte 9930264.32 m S

Condiciones climatológicas

Tabla 1. Datos climatológicos promedio del 2000 al 2013

Mes	Evaporación mm/día	Humedad relativa (%)	Precipitación mm/mes	Velocidad del viento 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	2.72
Diciembre	3.375	89	6.27	2.22

Nota: Fuente: (INAMHI, 2017)

Equipos y materiales

Materiales de campo

- Sepas de pasto Cuba OM-22
- Sistemas de drenajes para los lisímetros.
- Depósitos para recolectar el agua drenada.
- Depósitos para aplicar agua a los cultivos.
- Agua
- Probetas de 1000 ml
- Palas
- Machetes
- Saco
- Tacho
- Tensiómetro de 30cm y de 60cm
- Manguera
- Flexómetro de 3 m
- Plaguicidas

Materiales de oficina

- Lapiceros
- Cuadernos
- Calculadora
- Computadora
- Excel

Características del área a experimentar

Cultivo de Pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*).

Población y Muestra

El área en la cual se realizó la investigación consto de 9 m cuadrados, con un largo y ancho de 3 m. La población se conformó de 9 especímenes de pasto Cuba OM-22 dividido en 8 brotes que rodean el lisímetro y una en la parte central que será la muestra dentro del lisímetro

Técnica e instrumento para recolectar datos

Técnica de recolección de datos

Para la recolección de los datos se realizó de manera observatoria, en el campus Chone la Universidad Católica del Ecuador cerca de la estación meteorológica, en donde se encuentran instalados los lisímetros, además se aplicaron métodos matemáticos para obtener resultados de drenajes, riego y evaporación referencial. Diariamente se requería de una hoja de campo para registrar los datos obtenidos, para así poder alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento principal que se utilizó para la investigación fue el lisímetro de drenaje, mismo que tiene dimensiones de 1 m de largo, 1 m de ancho y 1 m de alto, el cual contiene en su fondo una malla de orificios pequeños, material filtrante, y después lleva otra malla un poco más gruesa que separa las capas de material filtrante (grava gruesa y fina) y las capas de suelo; en el fondo, fuera del lisímetro va una la tubería de drenaje y al final de ella está un recipiente que recolecto el agua drenada. (Olmedo, et al. (s.f.))

Tabla 2. Área experimental de lisímetro de drenaje (*cultivo de pasto Cuba Om-22*)

Ancho de la parcela	1m
Largo de la parcela	1m
Área de la parcela	1m ²
Número de plantas de la parcela	1 u

Silicani (2015) menciona a Quaqlia L. (2005), el cual expresa que la palabra “Lisímetro” se deriva del griego Lysis, que es disolución o movimiento, y Metron, que significa medir, son pequeños reservorios de tierra instalados en campos que representan un ambiente específico, y pueden ser utilizados para determinar evaporación de suelo descubierto o evapotranspiración de un cultivo.

Otro autor citado por Silicani (2015), como es Madeiros A. (2002), menciona que: “Según Aboukhaled et al. (1982), los lisímetros son grandes “contenedores” llenos de suelo (o incluso un bloque de suelo), ubicado en el campo, para representar el medio ambiente local, en superficie con vegetación o suelo desnudo, para la determinación de evapotranspiración de un cultivo en crecimiento, cobertura vegetal de referencia, o de un suelo sin vegetación.”

Métodos

Variables que se consideraron en la investigación

- Humedad del suelo (método del tensiómetro).
- Evapotranspiración de referencia.
- Evapotranspiración real del cultivo.
- Coeficiente de los cultivos (Collaguazo, 2014).

Estimación de las variables que se consideran en la investigación

Humedad del suelo

Para poder determinar la humedad del suelo en dicha investigación, se instalaron dos tensiómetros agrícolas, de 30 cm y de 60 cm de profundidad en el suelo, debido a las características singulares de las raíces de las plantas, ubicados dentro del lisímetro de drenaje cerca de la planta. Estos permitieron monitorear la humedad con la que se encuentra la zona de estudio, midiendo así la presión que ejerce las raíces de las plantas para extraer el agua de los poros del suelo, Enciso et al. (2018). Y que, además permitió saber en qué estado se encontraba el suelo, a valores alto significaban que el suelo estaba seco y la planta podría sufrir más estrés hídrico, mientras que a valores bajos significaba que el suelo se encuentra a capacidad de campo.

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

Al momento de colocar el tensiómetro se consideró en cuenta varios aspectos, para tener el correcto funcionamiento, primero se debió de preparar el tensiómetro antes de colocarlo en el cultivo. Se nos recomendó que si estos han sido utilizados anteriormente se los deben limpiar completamente con abundante agua. El primer paso que se hizo fue tratar el agua con el que se llenó el tensiómetro ya que el agua introducida debe de contener la menor cantidad de partículas de aire, porque dicho problema pudo interferir con la lectura de los indicadores. Para ello se puede hervir el agua o preferible utilizar (agua destilada) para que la toma de datos que se refleje sea de mayor precisión y de la verdadera presión que ejerce el suelo.

Es sugerible que, al agua hervida o destilada en cualquiera de los dos casos, se debe de añadir un a condicionante que pueda prevenir el desarrollo de algas o de bacterias, esto se lo puede realizar colocando 1 cm³ (un centímetro cubico) de acondicionador o de colorante a 1lt (un litro de agua).

Otro punto importante para tomar en cuenta antes de la instalación es de mantener el tensiómetro en agua limpia por unos dos o tres días y al momento de su instalación procurar que

este en la misma agua limpia. Cuando el agua esté tratada y el tensiómetro adaptado al agua, se debe colocar al tubo del tensiómetro la solución.

Una vez que se llenó el sistema, con una bomba de vacío se procedió a succionar el reservorio para así poder remover el aire que estaba atrapado en la copa de cerámica y en el tubo de plástico del tensiómetro, esta succión se la realizó hasta que el manómetro nos marcó una lectura superior a los 70 – 80 centibares, es recomendable realizar este procedimiento de dos a tres veces para asegurarse de que no quede ninguna burbuja de aire.

Cuando se comprobó que el tubo estaba totalmente sin ninguna burbuja de aire, se procedió a llenarlo por completo y a sellarlo con la tapa, misma que contiene un tapón de neopreno en su interior, al momento de cerrarlo se recomienda que no se enrosque demasiado fuerte, porque puede generar daños al neopreno del tapón, solamente se lo enrosca con una ligera presión.

Para la colocación del tensiómetro en la planta se consideró tener en cuenta de qué tipo de riego se esté utilizando, por ejemplo, si es para un riego localizado como lo es en el caso de los frutales los tensiómetros se ubican en un lugar donde puedan recibir luz solar y a unos 30 a 45 centímetros de los emisores de goteo, para los micro aspersores se los sitúa a una distancia de 60 a 90 centímetros, para riegos por surcos se coloca el tensiómetro del lado interior del envés del surco. Para riegos por aspersión, los tensiómetros se emplean dentro de los cultivos sembrados por hileras. En el caso de los pastos como son cultivos densos no es tan importante el lugar en donde se coloquen siempre y cuando estos estén cerca de las raíces de la planta y alejados del sistema de riego. Para el caso de esta investigación el tensiómetro se lo ubica cerca de las raíces del pasto con un espaciado aproximado de 30 centímetros entre los tensiómetros de 30 y de 60 centímetro de profundidad, en una sola dirección.

Cuando se introdujo el tensiómetro al suelo, se procuró de asegurar de que el mismo quede totalmente preciso en el suelo, para ello se nos recomendó utilizar un tubo galvanizado con las mismas dimensiones del tubo del tensiómetro, de aproximadamente 1,25 cm de diámetro,

este tubo galvanizado se lo introdujo en donde se colocó el tensiómetro. Una vez introducido se procedió a retirarlo cuidadosamente sin perturbar el suelo perforado y sin que entre ningún tipo de suciedad al orificio.

Una vez realizado el orificio en el suelo, con el tubo galvanizado, se procedió a introducir el tensiómetro en el orificio, haciendo presión de arriba hacia abajo cuidadosamente, como sugerencia, no se debe hacer presión sobre el indicador ya que se puede averiar, lo que se debe hacer es dar presión sobre la tapa hasta que este se introduzca en su totalidad, recomendando dejar una separación de 2,5 cm entre el suelo y el indicador. A nivel de la tierra a las orillas del tubo del tensiómetro se colocó un poco de tierra para poder evitar que se filtre agua por las paredes del tubo.

Para la toma de datos de los tensiómetros, fue preferible realizarlo por las mañanas, porque el consumo de agua que la planta realiza es muy bajo, estas lecturas siempre se llevaron a cabo a la misma hora cada día, también estas tomas de datos dependieron mucho de factores tales como: Los climatológicos el tipo de suelo y el método de riego como se lo mencionó anteriormente.

Para comprender mejor las diferentes lecturas de los tensiómetros se pueden deducir que cuando marca de 2 – 10 centibares (cerca de lo saturado): significa que el suelo se encontraba en un estado saturado, que por ende en los próximos días se mantendrá así, y que en el suelo existe un nivel freático. Cuando marcaba de 10 - 20 centibares (capacidad de campo): nos señala que el suelo se encontraba en condiciones para seguir regándolo, para que el cultivo no pierda sus nutrientes. De 30 – 60 centibares (intervalo de riego): cuando se den estas lecturas, por lo general en el suelo circulan partículas de aire, así como de agua, es decir que el suelo se encuentra un poco seco, pero que a su vez contiene un porcentaje de agua, en el caso de esta investigación a partir de 30 – 60 centibares no se dieron estos valores. De 60 – 70 centibares (seco): indica que el suelo pudo haber encontrado en un estado seco y que la planta está sufriendo un estrés hídrico. Por último, de 80 centibares (tensión rompe): esta lectura muestra que el tensiómetro está en su

punto límite y que se encuentra a una gran presión por el suelo demasiado seco. (Chavarría, 2011)

Evaporación de referencia (ET_o)

Para poder medir la evapotranspiración de referencia del cultivo, se pudo determinar mediante métodos indirectos como son:

- El método de la cubeta evaporimétrica
- Y el método de Penman Monteith

Método de la cubeta evaporimétrica

$$\text{Ecuación 1. } ET_o = E_p * K_p$$

Donde:

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

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

K_p = Coeficiente de la cubeta, que depende del tipo de cubeta, clima y del medio que rodea la cubeta.

Método de Penman Monteith modificado por la FAO (2020).

Ecuación 2.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

ET_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 2 m de altura °C.

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

e_a = Presión de vapor saturada (KPa).

$e_s - e_a$ = Presión de vapor actual (KPa).

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

γ = Constante psicométrica (KPa/°C).

Variables que componen un diseño agronómico para el riego por aspersión

Para el diseño agronómico del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*), se tomarón en cuenta los respectivos valores de K_c y ET_o .

Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La evapotranspiración del cultivo (ETc) se calculó por medio del método del lisímetro de drenaje, mediante la siguiente ecuación descrita por (Garay, 2009).

$$\text{Ecuación 3.} \quad \mathbf{ETc = R - D}$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

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

D = Agua drenada durante el periodo de análisis.

Coefficiente del cultivo (Kc)

Para la presente investigación se realizó el acomodo de los valores de K_c para todas las etapas de crecimiento de los cultivos por medio de la fórmula de (Garay, 2009).

$$\text{Ecuación 4.} \quad \mathbf{Kc = \frac{ETc}{ETo}}$$

Donde:

Kc = Coeficiente de los cultivos.

ETc = Evapotranspiración real de los cultivos (mm/día).

ETo = Evapotranspiración de referencia (mm/día).

Información de los parámetros utilizados en el diseño agronómico

Tabla 3. Tomas de Datos de muestra del suelo.

Capacidad de Campo	23,25 %
Punto de marchitez permanente	11,63 %
Densidad aparente	1,01 gr/cm ³

Nota: Fuente: (Andrade & Zambrano, 2015)

Pasto Cuba OM – 22.

Agua (Ver Tabla 14).

- Conductividad eléctrica del agua de riego (CEa)= 0,42 ds/m.
- Conductividad del estrato de saturación de suelo (CEe)= 3,2 ds/m.

Suelo (Andrade & Zambrano, 2015) (Ver Tabla 3)

- Capacidad de campo= 23,25 %
- Punto de marchitez permanente= 11,63 %
- Densidad aparente= 1.01 gr/cm³

Planta (Ver Tabla 12)

- Profundidad efectiva de raíces= 60 cm
- Fracción de agotamiento= 0.3

Emisor de riego (Senninger, 2018)

- Diámetro mojado = 25,63 m
- Caudal = 1051 l/h
- Método aspersion

Coefficiente del cultivo ETC

$$\text{Ecuación 5. } ETC = K_c * ETO$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Kc = Coeficiente del cultivo (adimensional).

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

Precipitación efectiva “Pe”

$$\text{Ecuación 6.} \quad \mathbf{Pe = 0.8P - 25} \quad \mathbf{P > 75 \text{ mm}}$$

$$\text{Ecuación 7.} \quad \mathbf{Pe = 0.6P - 10} \quad \mathbf{P < 75 \text{ mm}}$$

Donde:

Pe = Precipitación efectiva (mm).

P = Precipitación (mm).

Reserva de agua disponible “Rad”

$$\text{Ecuación 8.} \quad \mathbf{Rad = \frac{Cc - Pm}{100} * Da * Pr}$$

Donde:

Rad = Reserva de agua disponible (mm).

Cc = Capacidad de campo (%).

Pm = Punto de marchitez (%).

Da = Densidad aparente (gr/cm³).

Pr = Profundidad de las raíces (mm).

Balance Hídrico “BH”

$$\text{Ecuación 9.} \quad \mathbf{BH = ETc - Pe}$$

Donde:

BH = Balance hídrico (mm).

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Pe = Precipitación efectiva (mm).

Lámina neta “Ln”

$$\text{Ecuación 10. } \mathbf{Ln} = \mathbf{Rad} * \mathbf{FAC}$$

Donde:

Ln = Lámina neta (mm).

Rad = Reserva de agua disponible (mm).

FAC = Factor de agotamiento.

Requerimiento de lavado “RL”

$$\text{Ecuación 11. } \mathbf{RL} = \frac{\mathbf{CEa}}{5 \mathbf{CEe} - \mathbf{CEa}}$$

Donde:

RL = Requerimiento de lavado.

CEa = Conductividad eléctrica del agua de riego (ds/m)

CEe = Conductividad eléctrica de extracto de suelo.

Lámina Total “Lt”

$$\text{Ecuación 12. } \mathbf{Lt} = \frac{\mathbf{Ln}}{\mathbf{Ea} * (1 - \mathbf{RL})}$$

Donde:

Lt = Lámina Total (mm).

Ln = Lámina neta (mm).

Ea = Eficiencia del sistema de riego utilizado.

RI = Requerimiento de lavado.

Necesidad neta de riego “Nn”

$$\text{Ecuación 13. } Nn = ETc - Pe$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Pe = Precipitación efectiva (mm).

Frecuencia de riego “FR”

$$\text{Ecuación 14. } FR = \frac{Ln}{ETc \text{ diario}}$$

Donde:

Ln = Lámina neta (mm/riego).

FR = Frecuencia de riego (días).

ET_{c diario} = Evapotranspiración diaria del cultivo (mm/ días).

Lámina neta ajustada “Ln_{aj}”

$$\text{Ecuación 15. } Ln_{aj} = ETc \text{ diario} * I_{R \text{ AJUSTADO}}$$

Donde:

Ln_{aj} = Lámina neta ajustada (mm/riego).

FR = Frecuencia de riego (días).

ET_{c diario} = Evapotranspiración diaria del cultivo (mm/días).

Lámina total ajustada “ L_{taj} ”

$$\text{Ecuación 16. } L_{taj} = \frac{L_{naj}}{Ea*(1-RI)}$$

Donde:

L_{taj} = Lámina total ajustada (mm).

L_{naj} = Lámina neta ajustada (mm).

Ea = Eficiencia del sistema de riego utilizado.

RI = Requerimiento de lavado.

Intensidad de aplicación de agua “ I_{ap} ”

$$\text{Ecuación 17. } I_{ap} = \frac{Qa}{Ea*El}$$

Donde:

I_{ap} = Intensidad de aplicación (mm/h).

Qa = Caudal del aspersor (l/h).

Ea = Espaciamiento entre aspersores (m)

El = Espaciamiento entre laterales (m).

Tabla 4. Espaciamiento de aspersores.

Espaciamiento de aspersores según la velocidad del viento		
V. del viento (m/s)	Distancia cuadrada	Distancia triangular
< 1,8	0,65 * D	0,75 * D
2	0,60 * D	0,70 * D
3,5	0,50 * D	0,60 * D
> 3,5	0,30 * D	0,30 * D
D = Diámetro mojado del aspersor.		

Nota: Fuente: (Chavarría, 2021)

Tiempo de riego “Tr”

Ecuación 18.
$$Tr = \frac{Lt_{aj}}{Iap}$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego.

Lt_{aj} = Lámina total ajustada.

Iap = Intensidad de aplicación (mm/h).

Manejo del ensayo

Instalación y operación de los lisímetros de drenajes

Al momento de instalar los lisímetros por lo general se excava un pozo cuyas dimensiones comprendan a las de las dimensiones de la caja del lisímetro que son de 1 m de largo, 1 m de ancho y 1 m de alto, ya que el instrumento debe de ir introducido en el suelo. En la presente investigación estos lisímetros ya se encontraban implantados en la zona de estudio debido a que ya se han realizado investigaciones previas con diferentes tipos de pastos, otro punto importante es que estos lisímetros se los rellenos de suelo perteneciente al mismo lugar y que además en su fondo se colocó un recipiente para que pueda drenar el agua que se le añade a la planta. (Salazar, 2020).

Una vez que las cepas del pasto se sembraron y se desarrollaron por completo en el lisímetro, se procedió a realizar el corte de igualación, y consecutivamente a tomar los datos diarios en los mismos, la reposición del agua se efectuó diariamente dependiendo mucho de la lámina de agua que se evaporaba en la cubeta evaporimétrica (Estación Meteorológica M0162) ubicada en los predios de la Universidad (PUCESM) a 10 metros de los ensayos con los lisímetros.

Además, en los mismos lisímetros se pudo observar el comportamiento de la humedad del suelo gracias a los tensiómetros, por ejemplo, si se tomaba lecturas de más de 30 centibares significaba que la lámina de agua no era suficiente y que probablemente la planta este sufriendo un estrés hídrico, estas observaciones se las realizaba tanto para el tensiómetro de 30 cm, así como el tensiómetro de 60 cm.

Preparación del suelo

El suelo que estuvo en el lisímetro se trató de no realizar muchas perturbaciones, por motivo de que para las pruebas de ensayo se requiere un tipo de suelo con las mismas condiciones del lugar, únicamente se procedió a eliminar la maleza que se encontraba en el lugar. (Clavijo, 2016).

Siembra

Para la siembra del pasto Cuba OM-22 se la realizó de forma manual, en forma de hileras, primeramente, se siembra la planta central en el lisímetro, luego se siembran 8 especímenes más (simétricamente) alrededor del lisímetro, esto para que se armonice la planta central, con una distancia de 1 m desde la planta central. (Clavijo, 2016).

Fertilización

Para que el ensayo cumpliera con un desarrollo vegetativo adecuado como en cualquier cultivo en la actualidad, se utilizaron fertilizantes comunes de la zona, tales como: la urea que apporto con el crecimiento de la planta ayudando así al aumento del área foliar. La urea contiene un 46% de Nitrógeno esencial para la planta. Para la aplicación de la urea se lo hizo de manera manual aplicando 100g a cada una de las plantas. Además, se aplicó un abono completo compuesto nutricionalmente de (N, Ca, Mg, S) ayudando esencialmente a la nutrición del pasto a diferencia de la urea el abono completo se lo aplico con la ayuda de una bomba de fumigación. Esto se lo realizó a los 15 días después del corte de igualación y después del primer corte así mismo a los 15 días. (Gonzalez, 2019).

Control de malezas

Uno de los factores que pueden retrasar el crecimiento y la producción del pasto Cuba OM-22 son las malezas, en esta investigación se procuró realizar un mantenimiento adecuado

semanalmente, realizándolo de una forma manual, utilizando herramientas tales como machetes y tijeras de podar. (Agroproductividad, 2019).

Cosecha

La cosecha del pasto Cuba OM- 22 se la realizo a los 50 días, después del corte de igualación porque en este tiempo el pasto está en su producción máxima para la alimentación del ganado.

Recolección de datos de la investigación

Información obtenida de la estación meteorológica

Toda la información hidrometeorológica que fue requerida para realizar estos estudios fue gracias a la estación que se encuentra ubicada en la finca de la Universidad Católica del campus Chone, los datos que se tomaron en cuenta, para el estudio fueron: Precipitación, temperaturas mínimas y máximas, humedad relativa, horas sol, evaporación, velocidad de viento. Estos datos se encuentran anotados en una hoja de anotación del INAMHI que posteriormente serán subidos a su página web.

Información obtenida de los lisímetros de drenajes

Generalmente los datos que se recolectaron en los lisímetros fueron diariamente tales como: el drenaje que es una cierta cantidad de agua que no necesita la planta, y la humedad del suelo mediante los tensiómetros. Todos estos datos, se los realizaba en un periodo de 24 horas, durante todo el proceso de la investigación.

Características del cultivo

Altura de la planta de cosecha

Para determinar la altura del pasto Cuba OM-22, se la realizo durante los 50 días después del corte de igualación (primer corte) y luego se realizó una segunda medición a los 100 días

(segundo corte), el procedimiento para realizar dicha medición fue sencillo, con la ayuda de un flexómetro se procedió a medir desde base de la planta hasta el final de la hoja, cabe recalcar que para el primero y para el segundo corte se midieron 3 macollas diferentes. (Pineda, 2017)

Número de tallos por macollo

Una vez que se realizó el primer y segundo corte se procedió a contabilizar los tallos que conforman el macollo, este proceso se lo realiza para cada una de las 3 macollas que se tomaron de muestra, para que de esta manera se pueda relacionar la capacidad de rebrote que tiene el pasto. (Pineda, 2017)

Número de hojas por tallo

Se la determinó contabilizando el número de hojas totales que va a tener cada tallo, de las 3 macollas que se tomaron de muestra. Este dato al igual que los demás datos característicos del pasto se lo realiza en cada corte. (Pineda, 2017)

Área foliar

Para la determinación del área foliar de las hojas se lo pudo conseguir al separar los componentes morfológicos (tallos y hojas) definido en la variable relación hoja/tallo. Para ello se fotografiaron las hojas con una cámara fotográfica de alta definición y una vez obtenidas las imágenes estas se analizaron mediante el software (PETIOLE). Luego se sumaron todas las áreas de las hojas encontradas por cada planta y se lo expreso en cm^2

Rendimiento de materia verde y seca

El rendimiento de la materia verde y seca se determinó en la época de la cosecha es decir en el primer y segundo corte a los 50 días, para ello solo se utilizaron las 3 macollas de muestras de las 9 existentes, la primera es la que se encuentra sembrada en el lisímetro y las otras dos son las que se encuentran alrededor del mismo. Una vez que se escogió las tres macollas se separaron

sus elementos tales como: sus hojas, tallo, material muerto. Además, se pesó toda su biomasa (tallos, hojas, material muerto), en una balanza con unidades de Kg.

Cuando se seleccionó las muestras y se pesó su biomasa, se tomó una muestra de tallo y de hojas de 100g, se las almacenó en una funda de papel para que su humedad no se pierda, luego de eso se ingresó cada una de las muestras a la estufa del laboratorio a una temperatura de 60°C durante 72 horas, para que no quede nada de humedad en las muestras. Por último, se procedió a sacar las muestras de la estufa y se las volvió a pesar para así poder determinar la materia seca mediante la siguiente formula:

$$\text{Ecuación 19. } MS = \frac{PS*100}{PH}$$

MS= Materia seca expresada en porcentaje

PS= Peso seco de la muestra expresado en g.

PH= Peso húmedo de la muestra expresado en g.

Parámetros estadísticos

Para analizar los resultados obtenidos se utilizaron métodos estadísticos tales como el análisis descriptivo ya que se realizaron cortes del pasto cada 50 días para poder evaluar su consumo hídrico en sus diferentes etapas, procesando así datos climatológicos y en biomasa bajo diferente tratamiento con láminas, realizando así varios análisis estadísticos de las variables de producción de materia verde y seca.

Resultados y discusión

Factores climáticos promediados

Tabla 5. Datos climatológicos promedio de los meses de julio – octubre del 2022

Mes	Temp. Max	Temp. Min(°c)	HR (%)	VV (m/s)	Evap. Cubeta (mm/día)	Insolación (horas)	ETo cubeta (mm/día)	ETo Penman (mm/día)
Julio	27,34	19,66	88	0,92	3,08	1,96	2,62	2,69
Agosto	28,89	19,87	86	0,94	2,94	2,50	2,50	2,92
Septiembre	29,30	19,49	85	1,04	3,21	2,73	2,73	3,16
Octubre	29,14	19,14	86	1,05	3,08	3,12	2,62	3,28

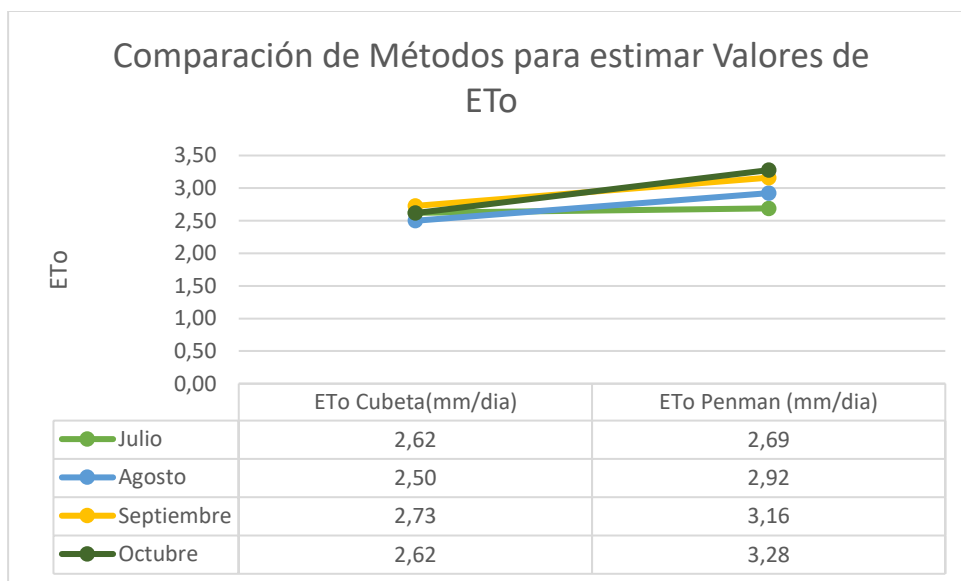
Fuente: INAMHI

En la tabla 5 se puede evidenciar los datos meteorológicos promediados de cada mes, en la que se realizó la investigación. Datos como, la evapotranspiración de referencia (ETo) por el método de la cubeta evaporimétrica y por el método de Penman Monteith también fueron promediados por cada mes. Por ejemplo, para el mes de julio a agosto se mantuvieron valores casi similares en cuanto a temperaturas, las temperaturas máximas y mínimas para julio fueron de 27,34 °C a 19,66 °C con una humedad relativa del 88 %, además se presentaron velocidades de viento de 0,92 m/s, evaporación de la cubeta de 3,08 mm/día, insolación de 1,96 horas al día, ETo por el método de la cubeta de 2,62 mm/día y por último se presentó la ETo por método de Penman Monteith de 2,58 mm/día para ese mes. Mientras que para el mes de agosto sus temperaturas máximas y mínimas fueron de 28,89 °C y 19,87 °C, humedad relativa del 86 %, velocidad de viento de 0,94 m/s, evaporación de la cubeta de 2,94 mm/día, insolación de 2,50 horas al día, ETo por el método de la cubeta de 2,50 mm/día y ETo por el método de Penman de 2,92 mm/día.

Como se puede observar en los valores de temperatura para el mes de septiembre a octubre aumentaron, debido a que existieron más horas sol en el lugar de estudio y por ende el consumo en la cubeta evaporimétrica va a ser mayor que en los demás meses, cabe mencionar que estos valores meteorológicos se promediaron debido a que las características climatológicas son diferentes cada día.

Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Figura 2: Evapotranspiración de referencia de los meses de julio – octubre del 2022 (primer y segundo corte)



En la figura 2 se observan los resultados obtenidos de las evapotranspiraciones para los diferentes métodos indirectos. Para el mes de julio, por el método de la cubeta se obtuvo una ET_o de 2,62 mm/día y 2,69 mm/día para Penman Monteith con variaciones no mayores a 0,07 mm/día (muy bajo), para los valores del mes de agosto estuvieron en un rango de 2,50 mm/día por el método de la cubeta y de 2,92 mm/día por Penman Monteith con una variación no mayor a los 0,42 mm/día, para el mes de septiembre por el método de la cubeta se obtuvo una ET_o de 2,73 mm/día y una ET_o de 3,16 mm/día por el método de Penman Monteith con una variación de 0,43 mm/día, y por último para el mes de octubre se obtuvo una ET_o por el método de la cubeta

de 2,62 mm/día y 3,28 mm/día para Penman Monteith con una variación mayor que los meses anteriores de 0,66 mm/día esto debe a la variabilidad climática de la zona de estudio.

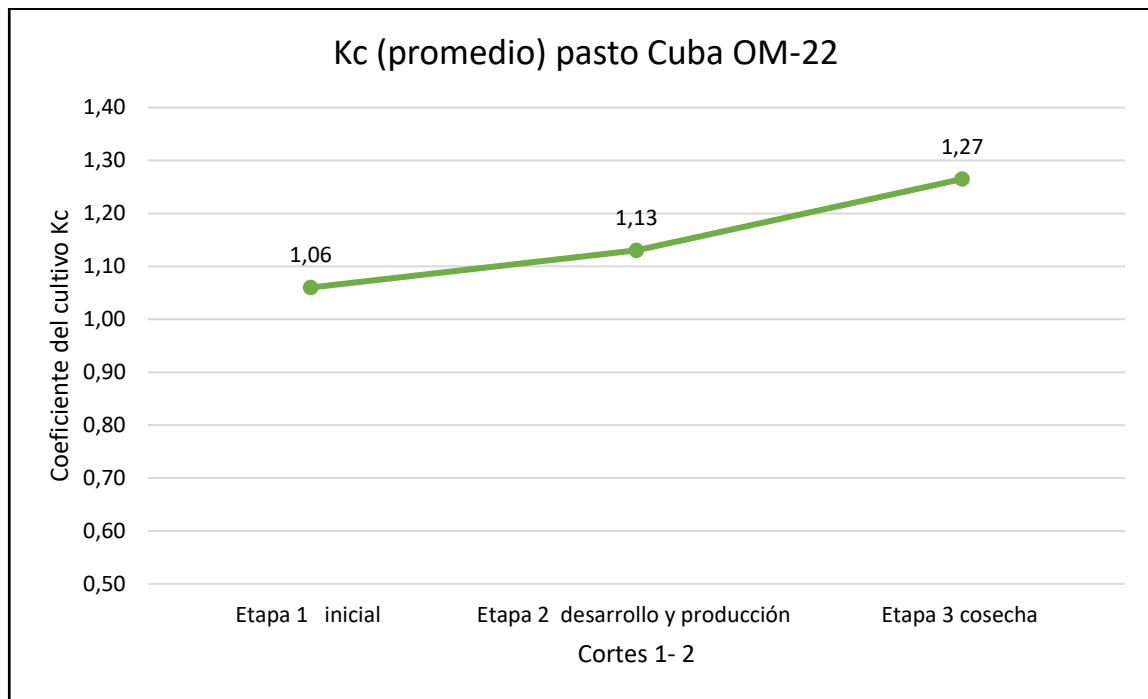
Como lo menciona Vera & Vera (2020) en su investigación de “Estimación hídrica de los cultivos de pasto Cuba CT 115 y pasto King grass morado en época seca” obtuvieron resultados en la comparación de métodos para calcular la ETo de 2,3 mm/día por el método de Penman y de 2,62 mm/día por el método de la cubeta en el mes de agosto. Mientras que para el mes de septiembre obtuvieron ETo de 2,72 mm/día por el método de Penman y de 2,85 mm/día por el método de la cubeta, comparando estos resultados obtenidos en esta investigación. Se pudo determinar que, estos valores consultados, se asemejan a los valores determinados en esta investigación. Consecuentemente, son valores aceptables para cualquier estimación.

Coefficiente del cultivo (Kc) pasto Cuba OM-22

Tabla 6. Coeficiente del cultivo (Kc) pasto Cuba OM-22 (época seca)

Coeficiente del cultivo (Kc) pasto Cuba OM-22 (promedio)			
Periodo de siembra	Etapa 1 inicial	Etapa 2 desarrollo y producción	Etapa 3 cosecha
(Kc) corte 1 (50 días)	1,05	1,09	1,22
(Kc) corte 2 (50 días)	1,07	1,17	1,31
Valores promedio	1,06	1,13	1,27

Figura 3: Coeficiente del cultivo (Kc) promedio por etapa, pasto Cuba OM-22






En la tabla 6 se puede observar que para cada etapa el valor de (Kc) va en aumento, por ejemplo, en su etapa inicial se expresan valores de Kc entre 1,06 promedio, en su etapa de desarrollo y producción los valores de Kc aumentaron a 1,13 y en su etapa de cosecha se dieron valores de Kc de 1,27 debido a que cuando la planta va desarrollando su área foliar, los valores de Kc van en aumento.

Como se observa en la figura 3 el comportamiento del coeficiente de cultivo (Kc) del pasto Cuba OM-22 en época seca es muy variable, en cada una de sus etapas, por ejemplo, la gráfica nos muestra que el Kc va de forma ascendente, esto quiere decir que la planta en sus primeros días requirió una menor cantidad de agua, a consecuencia de tener menos forraje y a la falta de desarrollo de la misma, y al finalizar su etapa se observó que el consumo hídrico fue en mayor cantidad, por el desarrollo productivo que obtuvo la planta. Si observamos en su etapa inicial, se presentó un Kc de 1,06 promedio en ambos cortes, en su segunda etapa de desarrollo y producción, se reflejó un Kc de 1,13 (prom.) y por último en la etapa de cosecha se obtuvo un Kc de 1.27 promedio para ambos cortes.

A diferencia de las investigaciones presentada por, Vera y Vera (2020) en la “determinación del coeficiente de cultivo para el pasto Cuba CT 115 en época seca”, muestra valores ascendentes con valores de 1,04 en su primera etapa, 1,16 en la segunda etapa y de 0,91 en la última etapa, de esta forma se puede corroborar que los valores obtenidos en esta investigación se asemejándose mucho estos resultados.

Necesidad hídrica del pasto Cuba OM-22

Tabla 7. Necesidad hídrica del pasto Cuba OM-22 (época seca)

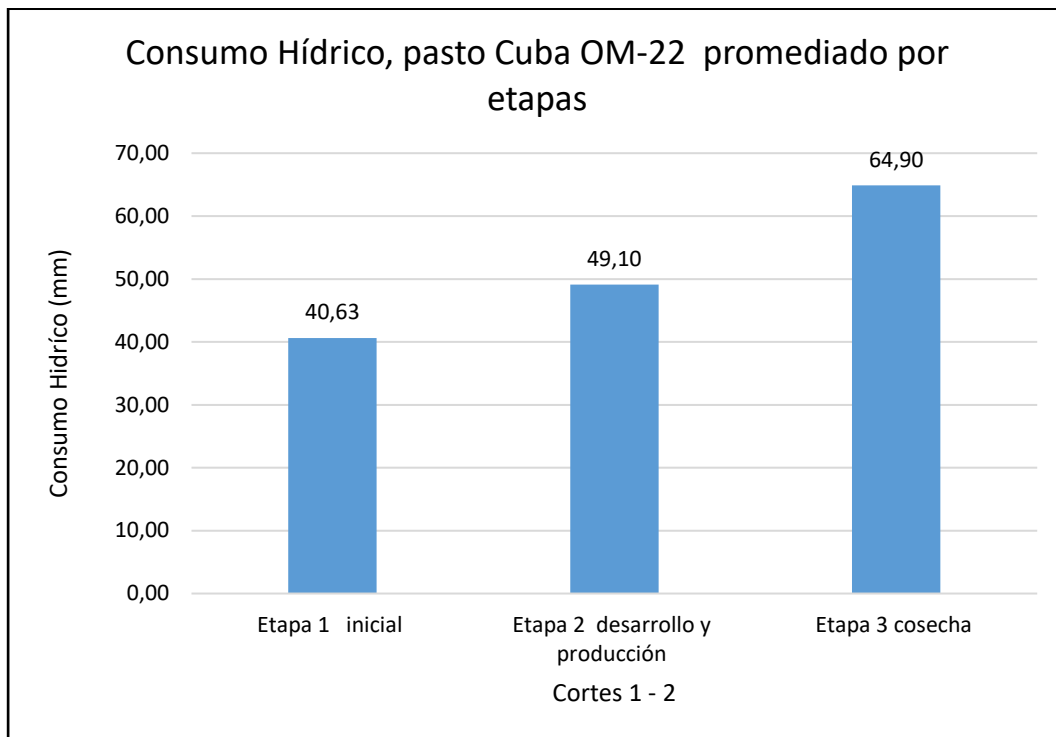
ETAPAS	DÍAS	PERIODO		ET _o cubeta (prom)	K _c cubeta	ET _c (mm/día) (prom)	ET _c (mm/etapa)		Desarrollo vegetativo
		FECHA DESDE	FECHA HASTA						
I	15	10/9/2022	24/9/2022	2,73	1,06	2,9	43,41	43,41	
II	6	25/9/2022	30/9/2022	2,73	1,13	3,1	18,51	45,15	
	9	1/10/2022	9/10/2022	2,62	1,13	3,0	26,65		
III	20	10/10/2022	29/10/2022	2,62	1,27	3,3	59,5	66,55	
TOTAL	50						155,11		

En la tabla 7 se puede observar las necesidades hídricas que presenta el pasto Cuba OM-22 en época seca, durante sus diferentes etapas, desde el mes de septiembre hasta el mes de octubre, se escogió estos dos meses debido a que existe una mayor evapotranspiración (ET_o) en dichos meses, para así poder determinar la necesidad hídrica en época seca, para la primera etapa con una duración de 15 días requirió una necesidad hídrica promediada de 2,9 mm/día, con un consumo de 43,41 mm/etapa, en los siguientes 15 días que es la segunda etapa se requirió una necesidad hídrica de 3 mm/día (prom.) y un consumo por etapa de 40,15 mm/etapa, por último en la tercera etapa se determinó un necesidad hídrica de 3,3 mm/día en 20 días, con un consumo total de 59,5 mm/etapa.

Tabla 8. Consumo hídrico promedio, pasto Cuba OM-22 (época seca)

Consumo hídrico, pasto Cuba OM-22 (época seca)				
Periodo de siembra	Etapa 1 inicial	Etapa 2 desarrollo y producción	Etapa 3 cosecha	
Corte 1 (mm)	33	40,75	70,29	Total, de consumo promedio (ambas etapas)
Corte 2 (mm)	48,25	57,44	59,5	
Valores promedio (mm)	40,63	49,10	64,90	154,62

Figura 4: Consumo Hídrico, pasto Cuba OM-22 promediado por etapas.



En la tabla 8 se determinó el consumo hídrico por cada etapa, se procedió a promediar los valores de cada corte, para precisar un valor en general en toda la producción. Además, en la figura 4 se puede observar el comportamiento de consumo hídrico de la planta, dándonos como resultado un total de 40,63 mm. en la etapa inicial, posteriormente en la etapa de desarrollo y producción se fijó un valor de 49,10 mm. Y por último en su etapa final de cosecha, se observa que hubo un mayor consumo hídrico debido a que la planta está en su estado de madurez y requiere una mayor cantidad de agua dando como resultado un valor de 64,90 mm. Sumando todos estos valores se pudo establecer que en toda su producción la planta requirió un total de 154,62 mm por cada metro cuadrado. Vera & Vera (2020) mencionan que, en su investigación el pasto Cuba CT 115 bajo las mismas condiciones climáticas de los meses de agosto y septiembre obtuvieron resultados totales de consumo hídrico de 202,40 mm en todas sus etapas, mostrando así, que, aunque son especímenes parecidos su consumo hídrico es totalmente diferente ya que el pasto Cuba OM-22 requiere una menor cantidad de agua en relación con el pasto Cuba CT 115.

Variable de producción

Tabla 9. Característica del pasto Cuba OM-22 en época seca

Pasto Cuba OM-22			
Datos promedios			
Cortes	1	2	promedio
Altura de la planta (m)	1,8	2,3	2,1
Materia húmeda TOTAL (gr/m ²)	3943	7028	5485,8
Materia muerta (gr)	146,67	188,33	167,5
Número de tallos	45	62	54
Peso de tallos (gr)	2090,00	3861,67	2975,8
Número de hojas	339	436	388
Peso de hojas (gr)	1706,67	2978,33	2342,5
Área foliar hojas(cm ²)	106966,87	191065,77	149016,3

Para el desarrollo de cada una de estas variables fue esencial llevar una adecuada aplicación de agua al pasto. En la tabla 9 se muestran los datos de productividad del pasto en época seca. En el primer corte y segundo corte se escogieron tres muestras incluyendo el de la parte central del lisímetro y dos muestras alrededor del mismo, así se determinaron los datos generales promedios tales como: La altura de la planta que esta entre 2,1 m, su peso total es de 5485,8 gr, materia muerta entre 167,5 gr, número y peso de tallos de 54 unidades y de 2975,8 gr, número y peso de hojas de 388 unidades con un peso de 2342,5 gr y con un área foliar de 149016,3 cm².

Además, para poder determinar el rendimiento de materia seca y de materia verde se tomaron muestras de 100 gr de hojas y de tallos, resultando así en un 28% de materia seca de las hojas y un 32% de materia seca de los tallos para el primer corte, y para el segundo se determinó un 24% de materia seca de las hojas y un 13% de materia seca de los tallos, deduciendo así de esta forma que para el segundo corte se pudo aprovechar mejor el rendimiento de materia verde en relación de la seca.

Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en épocas seca

Cultivo de pasto Cuba OM- 22

Tabla 10. Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en época seca 1

MESES	Eto	Kc	Etc (mm/día)	P (mm)
JULIO	2,62	1,06	2,78	0,68
AGOSTO	2,50	1,06	2,65	0,19
		1,13	2,82	
		1,27	3,17	
SEPTIEMBRE	2,73	1,27	3,46	0,08
		1,06	2,89	
		1,13	3,08	
OCTUBRE	2,62	1,13	2,96	0,17
		1,27	3,32	

Tabla 11. Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en época seca 2

Pe (mm)		RAD (mm)	LN (mm)	RL	LT (mm)
MES	DÍA				
0,54	0,06	70,42	21,13	0,06	29,96
0,15	0,00				
0,06	0,00				
0,136	0,00				

Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en épocas seca

Tabla 12. Diseño agronómico para un sistema de riego por aspersión en época seca 3

NN (mm/día)	SE RIEGA O NO SE RIEGA	FR (días)	LN ajustada (mm)	LT ajustada (mm)	Iap (mm/hora)	Tr (horas)	
2,2	SE RIEGA	13,41	11,17	15,89	4	4	
2,5	SE RIEGA	12,00	12,49	17,76		5	
2,7		11,21	13,36	19,00		5	
3,0		9,92	15,11	21,49		6	
3,40	SE RIEGA	8,81	17,00	24,17		6	
2,8		10,60	14,13	20,10		5	
3,0		9,93	15,09	21,46		6	
2,8		10,62	14,10	20,06		5	
3,2	SE RIEGA	9,40	15,94	22,66			6

Para el diseño agronómico de riego por aspersión es muy importante conocer y considerar las características del emisor, las cuales están estructuradas de la siguiente manera: aspersor de impacto, con su respectivo caudal de 1050 l/h, su diámetro mojado de 25,63 m y el espaciamiento entre laterales de 16,66 con ello se pudo definir que en función de las características del aspersor y la intensidad de aplicación del agua al pasto Cuba OM-22 fueron de 4 lt/h/m², por ello se ajusta el tiempo de riego en función a la frecuencia de riego ajustada que es 5 días. Considerando que los datos de la conductividad eléctrica del agua utilizada en la programación son de 0.37 ds/m. logrando un requerimiento de lavado de 0.06 (Reyes, 2021).

Se estableció que la lámina total de riego ajustada para los 15 días del desarrollo del cultivo, arrojó un valor de 16,83 mm (promedio), los 15 días siguientes se obtuvo como resultado una lámina total ajustada de 19 mm, por lo consiguiente para los últimos 20 días ante la finalización del primer corte se estableció una lámina total de riego ajustada de 22,83 mm

(promedio). Para el segundo corte, la lámina total de riego ajustada para los 15 primeros días dio un valor de 20,10 mm, los siguientes 15 días se obtuvo una lámina total ajustada de 20,76 mm (promedio), y para los últimos 20 días antes de la finalización del segundo corte se estableció una lámina total de riego ajustada de 22,66 mm. Además, se obtuvo una intensidad de aplicación de 4 mm/h. En la investigación fue importante considerar los diferentes tiempos de riego, en el primer corte los 15 días iniciales se estableció un tiempo de 5 h (promedio), para los otros 15 días se estableció un tiempo de 5 h y finalmente para los 20 días restantes obtuvimos un tiempo de 6 h (promedio), en el segundo corte los tiempos de riego fueron de 5 h para los primeros 15 días, 6 h (promedio) para los siguientes 15 días y por último para los 20 días restantes obtuvimos un tiempo de riego 6 h.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en esta investigación fueron comparados con la investigación de los autores Vera y Vera (2020). ya que su frecuencia de riego ajustada fue de tres días, su lámina total ajustada para los primeros 20 días fue de 11.51 mm, para los 11 días restante del mes de agosto se lograron una lámina total ajustada de 12.86 mm, de igual forma para los primeros 11 días de mes septiembre determinaron una lámina total ajustada de 13.98 mm, para los 18 días posteriores se logró una lámina total ajustada de 10.94 mm. En cuanto los tiempos de riego para los 20 días del mes de agosto fue 3 h, por lo consiguiente los 11 días se obtuvo 3 h, de igual forma para los 11 días de mes de septiembre obtuvieron un tiempo de riego de 4 h, y para los 18 días carente del mismo mes determinaron un tiempo de riego de 2.89 h. Obteniendo así resultados completamente distintos unos de otros debido a que los pastos tienen una necesidad hídrica diferente.

Conclusiones

Para conocer la evapotranspiración de referencia de la zona de estudio, fue necesario comprender que métodos indirectos son los más apropiados para el cálculo de la ETo, donde el método de Penman Moteith y de la cubeta evaporimétrica fueron los más precisos, arrojando valores de 2,62 mm/día a 2,69 mm/día, con variaciones no mayores a 0,07 mm/día. Además, se dio a conocer valores similares en los siguientes tres meses estudiados para el pasto, indicando así que el método de Penman Moteith y de la cubeta evaporimétrica fueron los apropiados para el cálculo de la ETo de esta investigación.

El consumo hídrico real del pasto dependió mucho de la determinación del coeficiente de cultivo (Kc) que está en relación con la evapotranspiración real (Etc) y la evapotranspiración de referencia (ETo), por parte de la planta se determinó un Kc en época seca de 1,06 en su etapa inicial, en la segunda etapa, se obtuvo un Kc de 1,13 y por último en la etapa final se determinó un Kc de 1.27 promedio para ambos cortes, en cada una de sus etapas, sin embargo, se pudo observar que a medida que la planta va creciendo su Kc va aumentando gradualmente, debido al aumento del área foliar que presentó el pasto Cuba OM-22.

Gracias a la programación de riego realizada en la presente investigación se pudo determinar que la frecuencia de riego para el pasto Cuba OM-22 fue de 5 días, con tiempos de riego de 5 horas para cada una de sus etapas y con una intensidad de aplicación de 4 (mm/h). Esto ayudara a ahorrar costos de energía, recursos naturales y a su vez se obtendrán mayores parámetros de producción ya que la planta no sufrirá ningún estrés hídrico.

Bibliografía

- Agroproductividad. (8 de agosto de 2019). *Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM.22 en el tropico seco*. Obtenido de file:///D:/Mis%20Documentos/Downloads/109-154-PB.pdf
- Andrade, M., & Zambrano, E. (31 de Julio de 2015). *Implementación de tres laminas de riego para el pasto camrun en la finca zambrano*. Chone: PUCEM.
- Bonifaz, N. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador. *Siembra y producción de pastura*.
- Ceres, G. (23 de agosto de 2021). *El uso eficiente del agua en la agricultura*. Obtenido de <https://idp.cimmyt.org/el-uso-eficiente-del-agua-en-la-agricultura/#:~:text=Algunas%20recomendaciones%20para%20poder%20sembrar,superficial%20con%20bombeo%20en%20corrientes>
- Chavarría, J. (2011). *Guía de instalación y calibración de un tensiómetro*. Calceta, Manabí, Ecuador.
- Chavarría, J., Ramírez, J., Zambrano, J., Bravo, R., & Parraga, L. (02 de septiembre de 2020). *Coeficiente del cultivo de Vigna unguiculata L. Walp. para períodos secos y lluviosos en el valle del río Chone*. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/2839/3148>
- Clavijo, O. (24 de julio de 2016). *Manual de forraje Pennisetum sp. Cuba OM-22*. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3592/manual_produccion_forraje.pdf?sequence=1
- Collaguazo, G. (febrero de 2014). *Necesidades hídricas de pasturas con manejo convencional en la zona de influencia de canal de riego Cayambe-Pedro Moncayo*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6225/1/UPS-YT00282.pdf>
- Dueñas, L., & Burgos, M. (noviembre de 2021). *Influencia de la edad de corte y aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22 (Pennisetum purpureum x P. glaucum)*. Obtenido de <http://190.15.136.145/handle/42000/1544>

- EARTH, G. (2020). *Ubicación geográfica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabi (PUCEM) Campus Chone*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-0.63099404,-80.03701319,32.01283979a,477.53869495d,35y,0h,0t>,
- Enciso, J., Poter, D., & Péries, X. (7 de febrero de 2018). *Uso de sensores de humedad del suelo para eficientizar el riego*. Obtenido de <http://riograndewater.org/media/1080/e-618s-irrigation-monitoring-with-soil-water-sensors-spanish-version.pdf>
- Food and Agricultura Organization [FAO]. (11 de mayo de 2020). *Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s02.pdf>
- Garay, O. (2009). Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos. 3-19.
- Gonzalez, K. (23 de mayo de 2019). *Importancia de fertilizar*. Obtenido de <https://zoovetesmpasion.com/pastos-y-forrajes/importancia-de-fertilizar>
- Huaman, F. (diciembre de 2005). *Estimación del requerimiento hídrico de cuatro pastos mediante el uso de lisímetros bajo condiciones de el Zamorano, Homduras*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5212/1/CPA-2005-T029.pdf>
- INAMHI. (2017). *Datos climatológicos promedio del 2000 al 2013. Pucem - Chone*.
- INTA. (11 de septiembre de 2020). *Nueva variedad de pasto INTA cuba OM-22*. Obtenido de https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2020/09/FOLLETO-NUEVA-VARIEDAD-DE-PASTO-INTA-CUBA-OM-22-ORDENADO-Y-COMPLETO_compressed-1.pdf
- MUNDIAL, B. (12 de julio de 2017). *El agua en la agricultura - Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture#1>
- Olmedo, G., Vallone, R., & Tozzi, F. (s.f.). *Diseño y construcción de un lisímetro de pesada para la medición de evapotranspiración real*. Obtenido de <https://www.ina.gob.ar/cra/riego/fertirriego/pdf/Olmedo.pdf>

- Pineda, O. (31 de mayo de 2017). *El clon forrajero cubano OM-22*. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/clon-forrajero-cubano-22-t40140.htm>
- Reyes, J. (marzo de 2021). *Estimación del consumo hídrico del pasto king grass morado sometido a cosechas*. Obtenido de (Tesina de titulación no publicada). Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí, Chone.
- Salazar, F. (17 de febrero de 2020). *Diseño, instalación y calibración de bloque de siete lisímetros de drenaje para ajuste de coeficiente de cultivos (Kc)*. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14319>
- Senninger. (2018). Productos para riego de cobertura total. 15 - 17.
- Silicani, M. (2015). *Diseño, construcción y operación de un lisímetro de bajo costo*. Obtenido de Universidad Nacional de Cuyo: https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/8217/11746_8217.pdf-PDFA.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Vera, G., & Vera, A. (2020). *Estimación de las necesidades hídricas de los cultivos de pasto king grass morado y pasto cuba ct 115 [Tesis de ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador campus Chone]*. Repositorio Institucional.

Anexos

Anexos N°1: Tablas.

Tabla 13. Valores climatológicos presentados por el mes de julio

JULIO							
FECHA	PP (mm)	P. EF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)
01/07/22	0	0	26,20	20,00	79	0,66	57,0
02/07/22	0	0	29,20	20,00	88	1,33	114,9
03/07/22	0	0	26,20	19,40	86	0,66	57,0
04/07/22	1,8	1,44	26,20	19,20	88	0,66	57,0
05/07/22	0	0	30,40	19,00	88	0,66	57,0
06/07/22	0	0	27,00	20,00	91	0,66	57,0
07/07/22	0	0	26,00	19,40	92	0,66	57,0
08/07/22	0	0	27,00	20,20	89	0,66	57,0
09/07/22	0	0	30,40	19,00	86	1,33	114,9
10/07/22	0,2	0,16		19,2	93	0,66	57,0
11/07/22	0,1	0,08	29,4	20	90		0,0
12/07/22	0,3	0,24	25,8	19,4	92	0,66	57,0
13/07/22	0,7	0,56	26	19	95	0,66	57,0
14/07/22	0,1	0,08	30,2	19,2	87	3	259,2
15/07/22	0,1	0,08	29,8	19,4	89	0,66	57,0
16/07/22	0,2	0,16	30	19,4	93	1,33	114,9
17/07/22	0	0	27	20	87	0,66	57,0
18/07/22	0	0	28	20	92	0,66	57,0
19/07/22	0,2	0,16	30,8	19,4	87	1,33	114,9
20/07/22	0	0	32	19,4	81	1,33	114,9
21/07/22	0	0	26,8	20	87	0,66	57,0
22/07/22	0	0	29,8	19,4	89	1,33	114,9
23/07/22	0	0	26,4	19,4	86	1,33	114,9
24/07/22	0,2	0,16	28	20	86	1,33	114,9
25/07/22	0	0	30,2	20	81	1,33	114,9
26/07/22	4,2	3,36	31	20	93	0,66	57,0
27/07/22	7,6	6,08	27,2	20	88	0,66	57,0
28/07/22	0,2	0,16	28,4	20	89	0,66	57,0
29/07/22	2,6	2,08	26,8	20	92	0,66	57,0
30/07/22	2,6	2,08	0	19,2	93	0	0,0
31/07/22	0	0	28	20,8	85	0,66	57,0
PROMEDIO	0,68	0,54	27,34	19,66	88	0,92	76,67

Tabla 14. Valores climatológicos presentados por el mes de agosto

AGOSTO							
FECHA	PP (mm)	P. EF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)
01/08/22	0,1	0,08	26,80	19,00	87	2	172,80
02/08/22	0	0	28,80	19,40	84	1,33	114,91
03/08/22	0	0	25,80	20,00	85	0	0,00
04/08/22	0	0	27,40	20,20	86	1,33	114,91
05/08/22	0	0	26,00	20,00	89	0	0,00
06/08/22	0	0	30,60	20,00	89	1,33	114,91
07/08/22	0	0	30,00	20,40	89	1,33	114,91
08/08/22	0,8	0,64	26,20	19,40	97	0,66	57,02
09/08/22	0,1	0,08	27,00	19,40	88	0,66	57,02
10/08/22	0	0	27,40	20,40	88	1,33	114,91
11/08/22	0	0	31,80	20,00	85	1,33	114,91
12/08/22	0	0	27,20	20,40	87	1,33	114,91
13/08/22	0	0	27,40	20,20	90	1,33	114,91
14/08/22	0	0	29,80	19,20	85	1,33	114,91
15/08/22	0	0	33,40	19,40	79	0,66	57,02
16/08/22	0	0	28,00	20,20	88	0,66	57,02
17/08/22	2,3	1,84	25,00	20,00	89	0,66	57,02
18/08/22	1,9	1,52	27,00	19,40	92	0,66	57,02
19/08/22	0	0	32,00	19,40	82	0,66	57,02
20/08/22	0	0	32,00	19,60	85	0,66	57,02
21/08/22	0	0	32,40	20,00	81	0,66	57,02
22/08/22	0	0	28,00	20,20	88	0,66	57,02
23/08/22	0,3	0,24	26,80	19,40	88	0,66	57,02
24/08/22	0,1	0,08	28,00	20,00	82	2	172,80
25/08/22	0	0	29,80	19,40	76	0,66	57,02
26/08/22	0	0	29,20	20,00	84	0,66	57,02
27/08/22	0	0	31,80	20,20	82	1,33	114,91
28/08/22	0	0	31,80	20,40	83	1,33	114,91
29/08/22	0	0	30,20	20,40	84	0,66	57,02
30/08/22	0,3	0,24	28,20	20,00	87	0,66	57,02
31/08/22	0	0	29,70	20,00	89	0,66	57,02
PROMEDIO	0,19	0,15	28,89	19,87	86	0,94	81,36

Tabla 15. Valores climatológicos presentados por el mes de septiembre

SEPTIEMBRE							
FECHA	PP (mm)	P.EF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)
01/09/22	0	0	31,20	20,00	85	0,66	57,02
02/09/22	0	0	28,00	19,40	83	1,33	114,91
03/09/22	0	0	25,20	20,20	87	1,33	114,91
04/09/22	0	0	30,80	19,40	86	1,33	114,91
05/09/22	0	0	38,80	20,00	87	1,33	114,91
06/09/22	0	0	31,00	20,40	88	0,66	57,02
07/09/22	0,2	0,16	25,00	20,00	92	0	0,00
08/09/22	0	0	28,40	19,40	87	0,66	57,02
09/09/22	0	0	34,00	19,20	81	1,33	114,91
10/09/22	0	0	28,6	19	87	1,33	114,91
11/09/22	0	0	30,2	20,2	83	2	172,80
12/09/22	0	0	30	19,2	75	0,66	57,02
13/09/22	0	0	30,2	19,2	86	1,33	114,91
14/09/22	0	0	26,4	19,8	86	0,66	57,02
15/09/22	0	0	28,2	19	84	0,66	57,02
16/09/22	0	0	31	19,2	89	2	172,80
17/09/22	0	0	31,2	19,2	86	1,33	114,91
18/09/22	1,3	1,04	25,4	20,2	87	0,66	57,02
19/09/22	0	0	29	19,2	84	1,33	114,91
20/09/22	0	0	28	20	81	1,33	114,91
21/09/22	0	0	29	19,2	86	1,33	114,91
22/09/22	0	0	29,8	19,2	84	0,66	57,02
23/09/22	0	0	28,8	19,2	86	0,66	57,02
24/09/22	0	0	27,1	20	87	1,33	114,91
25/09/22	0	0	29	19,4	83	0,66	57,02
26/09/22	0,3	0,24	26	19	85	0,66	57,02
27/09/22	0,5	0,4	29	19	87	1,33	114,91
28/09/22	0	0	26,8	19,2	87	1,33	114,91
29/09/22	0	0	30,2	19,2	89	0,66	57,02
30/09/22	0,2	0,16	32,8	19,2	84	0,66	57,02
PROMEDIO	0,08	0,07	29,30	19,49	85,40	1,04	89,86

Tabla 16. Valores climatológicos presentados por el mes de octubre

OCTUBRE							
FECHA	PP (mm)	P.EF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)
01/10/22	0	0	31,80	19,00	81	1,33	114,91
02/10/22	0	0	27,00	20,20	86	0,66	57,02
03/10/22	0	0	30,00	20,00	84	0,66	57,02
04/10/22	0	0	32,00	19,20	97	0,66	57,02
05/10/22	0	0	32,80	19,00	84	2	172,80
06/10/22	0	0	28,00	19,00	81	0,66	57,02
07/10/22	0	0	29,80	19,00	80	0,66	57,02
08/10/22	0	0	30,60	19,00	88	1,33	114,91
09/10/22	0	0	28,40	20,00	86	2	172,80
10/10/22	0,4	0,32	30,4	19	89	0,66	57,02
11/10/22	0,2	0,16	26,4	19	85	1,33	114,91
12/10/22	0	0	28	19	89	0,66	57,02
13/10/22	0,2	0,16	32,2	19	86	2	172,80
14/10/22	0	0	31,4	20	86	1,33	114,91
15/10/22	0	0	27,2	19,6	83	1,33	114,91
16/10/22	0,3	0,24	32,2	19,4	86	2	172,80
17/10/22	0	0	25,8	19,2	85	0,66	57,02
18/10/22	0,6	0,48	25	19	90	0	0,00
19/10/22	0,6	0,48	27	19	87	0,66	57,02
20/10/22	0,6	0,48	31	19	87	1,33	114,91
21/10/22	0	0	27,2	19	83	0,66	57,02
22/10/22	0	0	32,8	19	89	1,33	114,91
23/10/22	0,6	0,48	27	19	88	0,66	57,02
24/10/22	0	0	26,8	19,2	86	1,33	114,91
25/10/22	0,3	0,24	26,2	19	84	0,66	57,02
26/10/22	0,7	0,56	29	18	83	1,33	114,91
27/10/22	0,5	0,4	27,4	18	85	1,33	114,91
28/10/22	0	0	32	19	80	0,66	57,02
29/10/22	0	0	29,8	19,2	86	0,66	57,02
PROMEDIO	0,17	0,14	29,14	19,14	85,66	1,05	90,99

Tabla general datos diarios (primer corte)

Tabla 17. Valores de tensiómetros de 30 cm y de 60 cm (septiembre a octubre)

TENSÍOMETRO 30 cm			
FECHA	cbar	FECHA	cbar
3/9/2022	10	1/10/2022	4
4/9/2022	13	2/10/2022	3
5/9/2022	15	3/10/2022	3
6/9/2022	14	4/10/2022	3
7/9/2022	13	5/10/2022	5
8/9/2022	11	6/10/2022	5
9/9/2022	14	7/10/2022	9
10/9/2022	10	8/10/2022	12
11/9/2022	11	9/10/2022	10
12/9/2022	9	10/10/2022	12
13/9/2022	7	11/10/2022	9
14/9/2022	5	12/10/2022	12
15/9/2022	5	13/10/2022	6
16/9/2022	4	14/10/2022	11
17/9/2022	3	15/10/2022	15
18/9/2022	4	16/10/2022	17
19/9/2022	3	17/10/2022	21
20/9/2022	5	18/10/2022	20
21/9/2022	5	19/10/2022	17
22/9/2022	3	20/10/2022	20
23/9/2022	4	21/10/2022	25
24/9/2022	3	22/10/2022	9
25/9/2022	3	23/10/2022	15
26/9/2022	5	24/10/2022	30
27/9/2022	4	25/10/2022	22
28/9/2022	5	26/10/2022	16
29/9/2022	4	27/10/2022	11
30/9/2022	4	28/10/2022	10
		29/10/2022	10

TENSÍOMETRO 60 cm			
FECHA	cbar	FECHA	cbar
3/9/2022	6	1/10/2022	10
4/9/2022	10	2/10/2022	11
5/9/2022	10	3/10/2022	10
6/9/2022	10	4/10/2022	10
7/9/2022	10	5/10/2022	10
8/9/2022	10	6/10/2022	10
9/9/2022	10	7/10/2022	10
10/9/2022	10	8/10/2022	10
11/9/2022	9	9/10/2022	11
12/9/2022	10	10/10/2022	10
13/9/2022	10	11/10/2022	10
14/9/2022	10	12/10/2022	10
15/9/2022	9	13/10/2022	10
16/9/2022	10	14/10/2022	10
17/9/2022	10	15/10/2022	13
18/9/2022	10	16/10/2022	13
19/9/2022	10	17/10/2022	12
20/9/2022	10	18/10/2022	12
21/9/2022	10	19/10/2022	14
22/9/2022	10	20/10/2022	14
23/9/2022	10	21/10/2022	16
24/9/2022	10	22/10/2022	10
25/9/2022	10	23/10/2022	11
26/9/2022	10	24/10/2022	13
27/9/2022	10	25/10/2022	11
28/9/2022	10	26/10/2022	10
29/9/2022	10	27/10/2022	10
30/9/2022	11	28/10/2022	10
		29/10/2022	10

Tabla general datos diarios (primer corte)

Tabla 18. Tabla general datos diarios (primer corte)

DIAS	CORTE	ETAPA	FECHA	PP (mm)	P.EF (mm)	TEMP. MAX	LISIMETRO (PASTO)						Evp (mm/día)	Kp	Eto tanque (mm/día)	Eto Penman (mm/día)	KC CUBETA	KC PENMAN	KC CUBETA	KC PENMAN	Consumo Hídrico(CUBETA)	Consumo Hídrico(PENMAN)	INSOLACION HORAS	TOTAL CONSUMO(CUBETA)	TOTAL CONSUMO(PENMAN)	
							TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	w(km/d)	R (mm)	AD (mm)														Etc (mm)
50	PRIMER CORTE	ETAPA 1	22/07/22	0	0.000	29.80	19.40	89	1.33	114.9	2.5	0	2.5	1.5	0.85	1.3	0	1.96	#DIV/0!	1.05	1.09	1.33	3.7	33.00	36.36	
			23/07/22	0	0.000	26.40	19.40	86	1.33	114.9	4.5	0.007	4.49	3.5	0.85	3.0	2.3	1.51	1.95	3.11	2.50	0				
			24/07/22	0.2	0.160	28.00	20.00	86	1.33	114.9	3.25	0	3.41	2.25	0.85	1.9	2.6	1.78	1.31	2.00	3.41	0.7				
			25/07/22	0	0.000	30.20	20.00	81	1.33	114.9	4.5	0.75	3.75	2.5	0.85	2.1	3.6	1.76	1.04	2.22	3.75	4.7				
			26/07/22	4.2	3.360	31.00	20.00	93	0.66	57.0	5.5	3	5.86	3.5	0.85	3.0	3.6	1.97	1.63	3.11	3.91	6.3				
			27/07/22	7.6	6.080	27.20	20.00	88	0.66	57.0	7	2.5	10.58	5.5	0.85	4.7	2.4	2.26	4.41	4.89	2.61	1.3				
			28/07/22	0.2	0.160	28.40	20.00	89	0.66	57.0	4.25	2.7	1.71	2.25	0.85	1.9	2.7	0.89	0.63	1.71	1.71	2.8				
			29/07/22	2.60	2.080	26.80	20.00	92	0.66	57.0	4	3.5	2.58	2	0.85	1.7	2.7	1.52	0.96	1.78	2.58	0.2				
			30/07/22	2.60	2.080	27.40	19.20	93	0	0.0	4.5	2.34	4.24	3.75	0.85	3.2	1.9	1.33	2.23	4.24	2.06	0.4				
			31/07/22	0	0.000	28.00	20.80	85	0.66	57.0	4.5	3	1.50	2.5	0.85	2.1	2.4	0.71	0.63	1.50	1.50	1.2				
			01/08/22	0.1	0.080	26.80	19.00	87	2	172.8	3.75	1.15	2.68	1.75	0.85	1.5	2.7	1.80	0.99	1.56	2.68	0.5				
			02/08/22	0	0.000	28.80	19.40	84	1.33	114.9	3.75	1.23	2.52	1.75	0.85	1.5	2.9	1.09	0.87	1.56	2.52	1.8				
			03/08/22	0	0.000	25.80	20.00	85	0	0.0	4.75	1.13	3.62	2.75	0.85	2.3	1.9	1.55	1.91	2.44	2.06	0.3				
			04/08/22	0	0.000	27.40	20.20	86	1.33	114.9	3.25	1.92	1.33	1.25	0.85	1.1	2.6	1.25	0.51	1.33	2.82	1				
			05/08/22	0	0.000	26.00	20.00	89	0	0.0	3.75	1.5	2.25	1.75	0.85	1.5	1.8	1.51	1.25	1.56	2.25	0				
		06/08/22	0	0.000	30.60	20.00	89	1.33	114.9	3.4	1.4	2.00	1.4	0.85	1.2	3.3	1.68	0.61	1.30	3.72	3.2					
		07/08/22	0	0.000	30.00	20.40	89	1.33	114.9	4.75	0.83	3.92	2.75	0.85	2.3	2.9	1.68	1.35	3.92	3.92	1.5					
		08/08/22	0.80	0.640	26.20	19.40	97	0.66	57.0	4.5	1.76	3.38	2.5	0.85	2.1	2	1.59	1.69	2.32	2.25	0					
		09/08/22	0.10	0.080	27.00	19.40	88	0.66	57.0	3	2.1	0.98	1	0.85	0.9	2.4	1.15	0.41	0.98	0.98	1.5					
		10/08/22	0	0.000	27.40	20.40	88	1.33	114.9	3.5	1.56	1.94	1.5	0.85	1.3	2.5	1.52	0.78	1.39	2.82	0.6					
		11/08/22	0.00	0.000	31.80	20.00	85	1.33	114.9	4.5	1.44	3.06	2.5	0.85	2.1	3.6	1.44	0.85	3.06	3.06	3.9					
		12/08/22	0	0.000	27.20	20.40	87	1.33	114.9	6	1.86	4.14	4	0.85	3.4	2.4	1.22	1.73	4.14	4.14	0					
		13/08/22	0	0.000	27.40	20.20	90	1.33	114.9	5	3.2	1.80	3	0.85	2.6	2.4	0.71	0.75	1.80	1.80	0					
		14/08/22	0	0.000	29.80	19.20	85	1.33	114.9	4	2.53	1.47	2	0.85	1.7	3.2	0.86	0.46	1.47	3.60	2.6					
		15/08/22	0	0.000	33.40	19.40	79	0.66	57.0	4.75	2.04	2.71	2.75	0.85	2.3	4.4	1.16	0.62	2.71	4.96	9.2					
		16/08/22	0	0.000	28.00	20.20	88	0.66	57.0	7.25	2.1	5.15	5.25	0.85	4.5	2.7	1.15	1.91	5.15	5.15	2.3					
		17/08/22	2.30	1.840	25.00	20.00	89	0.66	57.0	5	3.87	2.97	3	0.85	2.6	2.1	1.16	1.41	2.97	2.97	0					
		18/08/22	1.9	1.520	27.00	19.40	92	0.66	57.0	3	2.5	2.02	3	0.85	2.6	2.5	0.79	0.81	2.02	2.02	1.7					
		19/08/22	0	0.000	32.00	19.40	82	0.66	57.0	3.5	2.6	0.90	2.5	0.85	2.1	4	0.42	0.23	2.32	4.50	7.6					
		20/08/22	0	0.000	32.00	19.60	85	0.66	57.0	5.75	0.56	5.19	4.75	0.85	4.0	4.3	1.29	1.21	5.19	5.19	8.6					
		21/08/22	0	0.000	32.40	20.00	81	0.66	57.0	5.5	4.1	1.40	4.5	0.85	3.8	4.4	0.37	0.32	4.32	4.96	8.8					
		22/08/22	0	0.000	28.00	20.20	88	0.66	57.0	6	3.2	2.80	5	0.85	4.3	2.8	0.66	1.00	4.80	2.80	2.8					
		23/08/22	0.3	0.240	26.80	19.40	88	0.66	57.0	3.25	2.28	1.21	2.25	0.85	1.9	2.4	0.63	0.50	2.16	2.71	1.1					
		24/08/22	0.1	0.080	28.00	20.00	82	2	172.8	3	0.68	2.40	2	0.85	1.7	3	1.41	0.80	2.40	3.38	0.2					
		25/08/22	0	0.000	29.80	19.40	76	0.66	57.0	3.5	0.17	3.33	2.5	0.85	2.1	2.8	1.57	1.19	3.33	3.33	2					
		26/08/22	0	0.000	29.20	20.00	84	0.66	57.0	4.25	0.64	3.61	3.25	0.85	2.8	2.4	1.31	1.50	3.61	3.61	0.3					
		27/08/22	0	0.000	31.80	20.20	82	1.33	114.9	3.75	0.26	3.49	2.75	0.85	2.3	3.8	1.49	0.92	3.49	4.29	4.2					
		28/08/22	0	0.000	31.80	20.40	83	1.33	114.9	6	0.25	5.75	5	0.85	4.3	4.3	1.35	1.34	5.75	5.75	6.6					
		29/08/22	0	0.000	30.20	20.40	84	0.66	57.0	7.25	0.96	6.29	6.25	0.85	5.3	3.1	1.18	2.03	6.29	3.50	3.3					
		30/08/22	0.3	0.240	28.20	20.00	87	0.66	57.0	5	2.06	3.18	4	0.85	3.4	2.4	0.94	1.33	3.18	3.18	0.7					
		31/08/22	0	0.000	29.70	20.00	89	0.66	57.0	3.5	1.87	1.63	2.5	0.85	2.1	2.6	0.77	0.63	1.63	2.93	1.2					
		01/09/22	0	0.000	31.20	20.00	85	0.66	57.0	4.5	1.61	2.89	3.5	0.85	3.0	3.2	0.97	0.90	2.89	2.89	3.5					
		02/09/22	0	0.000	28.00	19.40	83	1.33	114.9	5.25	1.74	3.51	4.25	0.85	3.6	3.3	0.97	1.06	4.08	3.51	3.5					
		03/09/22	0	0.000	25.20	20.20	87	1.33	114.9	5	2.4	2.60	4	0.85	3.4	2.3	0.76	1.13	2.60	2.60	0					
		04/09/22	0	0.000	30.80	19.40	86	1.33	114.9	3.5	0.8	2.70	2.5	0.85	2.1	4	1.27	0.68	2.70	4.51	5.5					
		05/09/22	0	0.000	38.80	20.00	87	1.33	114.9	3.75	1.8	1.95	2.75	0.85	2.3	4.6	0.83	0.42	1.95	5.19	4.9					
		06/09/22	0	0.000	31.00	20.40	88	0.66	57.0	5	0.75	4.25	4	0.85	3.4	3.3	1.25	1.29	4.25	4.25	3.9					
		07/09/22	0.2	0.160	25.00	20.00	92	0	0.0	4.75	3.35	1.56	3.75	0.85	3.2	1.9	0.49	0.82	3.60	2.14	0.1					
		08/09/22	0	0.000	28.40	19.40	87	0.66	57.0	3	2.42	0.58	2	0.85	1.7	2.3	0.34	0.25	1.92	2.60	0					
		09/09/22	0	0.000	34.00	19.20	81	1.33	114.9	4.25	0.64	3.61	3.25	0.85	2.8	5.1	1.31	0.71	3.61	5.75	9.2					
		PROMEDIO	0.47	0.376	29.022	19.9	86.52	0.93	80.25				3.01		2.6	2.9				2.53	63					

Tabla general datos diarios (segundo corte)

Tabla 19. Tabla general datos diarios (segundo corte)

50	SEGUNDO CORTE	ETAPA 1	10/09/22	0	0,000	28,60	19,00	87	1,33	114,912	6,75	1,5	5,25	5,75	0,85	4,9	3	1,07	1,75	1,14	1,00	5,25	3,01	1,7	48,25	45,38
			11/09/22	0	0,000	30,20	20,20	83	2	172,8	4	2,5	1,5	3	0,85	2,6	3,9	0,59	0,38			1,50	3,92	3,6		
			12/09/22	0	0,000	30,00	19,20	75	0,66	57,024	5,75	2,32	3,43	4,75	0,85	4,0	2,8	0,85	1,23			3,43	3,43	1,8		
			13/09/22	0	0,000	30,20	19,20	86	1,33	114,912	4,5	0,75	3,75	3,5	0,85	3,0	3,9	1,26	0,96			3,75	3,75	5,3		
			14/09/22	0	0,000	26,40	19,80	86	0,66	57,024	4,5	0,71	3,79	3,5	0,85	3,0	2,2	1,27	1,72			3,79	3,79	0,1		
			15/09/22	0	0,000	28,20	19,00	84	0,66	57,024	3,75	1,41	2,34	2,75	0,85	2,3	3,3	1,00	0,71			2,34	2,34	4,3		
			16/09/22	0	0,000	31,00	19,20	89	2	172,8	3	1,23	1,77	2	0,85	1,7	4,1	1,04	0,43			1,77	1,77	4,5		
			17/09/22	0	0,000	31,20	19,20	86	1,33	114,912	4,25	1,1	3,15	3,25	0,85	2,8	4,2	1,14	0,75			3,15	4,22	6,1		
			18/09/22	1,3	1,040	25,40	20,20	87	0,66	57,024	5	0,9	5,14	4	0,85	3,4	2,2	1,51	2,34			5,14	2,21	0		
			19/09/22	0	0,000	29,00	19,20	84	1,33	114,912	3	1,25	1,75	2	0,85	1,7	2,8	1,03	0,63			1,75	1,75	0,5		
			20/09/22	0	0,000	28,00	20,00	81	1,33	114,912	4	0,38	3,62	3	0,85	2,6	2,8	1,42	1,29			3,62	3,62	0,7		
			21/09/22	0	0,000	29,00	19,20	86	1,33	114,912	4,25	1	3,25	3,25	0,85	2,8	3,7	1,18	0,88			3,25	3,25	4,6		
			22/09/22	0	0,000	29,80	19,20	84	0,66	57,024	4,25	0,54	3,71	3,25	0,85	2,8	2,7	1,34	1,37			3,71	3,71	1,3		
			23/09/22	0	0,000	28,80	19,20	86	0,66	57,024	4,25	0,75	3,5	3,25	0,85	2,8	2,3	1,27	1,52			3,5	2,31	0		
			24/09/22	0	0,000	27,10	20,00	87	1,33	114,912	3,5	1,2	2,3	2,5	0,85	2,1	2,8	1,08	0,82			2,30	2,30	1,2		
		25/09/22	0	0,000	29,00	19,40	83	0,66	57,024	3,75	1,4	2,35	2,75	0,85	2,3	2,7	1,01	0,87	2,35	2,35	1,4					
		26/09/22	0,3	0,240	26,00	19,00	85	0,66	57,024	4	1,87	2,37	3	0,85	2,6	2,2	0,93	1,08	2,37	2,37	0					
		27/09/22	0,5	0,400	29,00	19,00	87	1,33	114,912	2,75	0,62	2,53	1,75	0,85	1,5	3,3	1,70	0,77	2,53	2,53	2,7					
		28/09/22	0	0,000	26,80	19,20	87	1,33	114,912	3,75	0,65	3,1	2,75	0,85	2,3	3,1	1,33	1,00	3,10	3,10	2,9					
		29/09/22	0	0,000	30,20	19,20	89	0,66	57,024	3,75	0,65	3,1	2,75	0,85	2,3	3,4	1,33	0,91	3,10	3,10	4,6					
		30/09/22	0,2	0,160	32,80	19,20	84	0,66	57,024	4,5	0,9	3,76	3,5	0,85	3,0	3,4	1,26	1,11	3,76	3,76	3,9					
		01/10/22	0	0,000	31,80	19,00	81	1,33	114,912	6,75	0,73	6,02	5,75	0,85	4,9	4,9	1,23	1,23	6,02	6,02	8,7					
		02/10/22	0	0,000	27,00	20,20	86	0,66	57,024	3	1,57	1,43	2	0,85	1,7	2,4	0,84	0,60	1,43	2,50	0,6					
		03/10/22	0	0,000	30,00	20,00	84	0,66	57,024	3,25	0,3	2,95	2,25	0,85	1,9	2,9	1,54	1,02	2,95	2,95	2					
		04/10/22	0	0,000	32,00	19,20	97	0,66	57,024	4,75	0,25	4,5	3,75	0,85	3,2	3,4	1,41	1,32	4,50	4,50	4,1					
		05/10/22	0	0,000	32,80	19,00	84	2	172,8	5,75	0,25	5,5	4,75	0,85	4,0	5,6	1,36	0,98	5,50	5,50	9,8					
		06/10/22	0	0,000	28,00	19,00	81	0,66	57,024	8,25	0,44	7,81	7,25	0,85	6,2	2,8	1,27	2,79	7,81	2,92	1,9					
		07/10/22	0	0,000	29,80	19,00	80	0,66	57,024	4,5	0,6	3,9	3,5	0,85	3,0	3,3	1,31	1,18	3,90	3,90	3,8					
		08/10/22	0	0,000	30,60	19,00	88	1,33	114,912	5,5	0,88	4,62	4,5	0,85	3,8	3,8	1,21	1,22	4,62	4,62	4,5					
		09/10/22	0	0,000	28,40	20,00	86	2	172,8	4,5	1	3,5	3,5	0,85	3,0	4,1	1,18	0,85	3,50	3,50	5,5					
		10/10/22	0,4	0,320	30,40	19,00	89	0,66	57,024	3,5	0,35	3,47	2,5	0,85	2,1	4	1,63	0,87	3,47	3,47	7,2					
		11/10/22	0,2	0,160	26,40	19,00	85	1,33	114,912	4,75	0,21	4,7	3,75	0,85	3,2	2,7	1,47	1,74	4,70	4,70	0,8					
		12/10/22	0	0,000	28,00	19,00	89	0,66	57,024	3,5	1,04	2,46	2,5	0,85	2,1	2,4	1,16	1,03	2,46	2,46	0,7					
		13/10/22	0,2	0,160	32,20	19,00	86	2	172,8	3,25	0,95	2,46	2,25	0,85	1,9	4,9	1,29	0,50	2,46	5,71	7					
		14/10/22	0	0,000	31,40	20,00	86	1,33	114,912	5,25	0,64	4,61	4,25	0,85	3,6	4,2	1,28	1,10	4,61	4,61	6,2					
		15/10/22	0	0,000	27,20	19,60	83	1,33	114,912	5	0,86	4,14	4	0,85	3,4	2,7	1,22	1,53	4,14	4,14	0,6					
		16/10/22	0,3	0,240	32,20	19,40	86	2	172,8	3,75	0,7	3,29	2,75	0,85	2,3	4,4	1,41	0,75	3,29	3,29	4,8					
		17/10/22	0	0,000	25,80	19,20	85	0,66	57,024	5,75	0,25	5,5	4,75	0,85	4,0	2,2	1,36	2,50	5,50	2,56	0					
		18/10/22	0,6	0,480	25,00	19,00	90	0	0	2,275	1,3	1,455	1,275	0,85	1,1	1,9	1,34	0,77	1,46	1,46	0					
		19/10/22	0,6	0,480	27,00	19,00	87	0,66	57,024	1,5	0,3	1,68	0,5	0,85	0,4	2,8	3,95	0,60	0,57	3,26	2,4					
		20/10/22	0,6	0,480	31,00	19,00	87	1,33	114,912	2,5	1,3	1,68	1,5	0,85	1,3	3,3	1,32	0,51	1,68	3,84	2					
		21/10/22	0	0,000	27,20	19,00	83	0,66	57,024	4	0,5	3,5	3	0,85	2,6	2,3	1,37	1,52	3,50	3,50	0					
		22/10/22	0	0,000	32,80	19,00	89	1,33	114,912	4,25	0,8	3,45	3,25	0,85	2,8	4,5	1,25	0,77	3,45	3,45	7					
		23/10/22	0,6	0,480	27,00	19,00	88	0,66	57,024	4	1	3,48	3	0,85	2,6	2,2	1,36	1,58	3,48	3,48	0					
		24/10/22	0	0,000	26,80	19,20	86	1,33	114,912	2,5	0,95	1,55	1,5	0,85	1,3	2,6	1,22	0,60	1,55	3,03	0,3					
25/10/22	0,3	0,240	26,20	19,00	84	0,66	57,024	2,75	0,9	2,09	1,75	0,85	1,5	2,2	1,41	0,95	2,01	2,09	0							
26/10/22	0,7	0,560	29,00	18,00	83	1,33	114,912	2	0,6	1,96	1	0,85	0,9	3,4	2,31	0,58	1,15	3,96	3,3							
27/10/22	0,5	0,400	27,40	18,00	85	1,33	114,912	3	0,12	3,28	2	0,85	1,7	3,2	1,93	1,03	2,30	3,28	3							
28/10/22	0	0,000	32,00	19,00	80	0,66	57,024	3,5	0,35	3,15	2,5	0,85	2,1	3	1,48	1,05	3,15	3,15	2,1							
29/10/22	0	0,000	29,80	19,20	86	0,66	57,024	5	0,25	4,75	4	0,85	3,4	2,9	1,40	1,64	4,75	4,75	2,3							
promedio	0,51	0,25	28,97	19,87	86	0,95	82,25				2,99		2,54	2,87						2,46						

Tabla 20. Característica del pasto Cuba OM-22 (primer corte)

PRIMER CORTE				
Datos generales				Promedio de las tres muestras
Muestras	1	2	3	
Altura de la planta (m)	1,75	1,76	1,88	1,80
Materia húmeda TOTAL (gr/m²)	3720	2920	5190	3943,33
Materia muerta (gr)	170	60	210	146,67
Número de tallos	45	34	56	45
Peso de tallos (gr)	2100	1540	2630	2090,00
Número de hojas	330	251	437	339
Peso de hojas (gr)	1450	1320	2350	1706,67
Área foliar hojas(cm²)	86219,8	71369,6	163311,2	106966,87
Datos de muestras para la estufa				Promedio
Muestra húmeda de hojas (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de hojas (gr)	28	28	28	28
Área foliar de muestra (cm²)	5859,6	4536,2	5405,1	5266,97
Muestra húmeda de tallos (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de tallos (gr)	24	42	30	32
Materia Seca TOTAL (gr) (Hojas secas + tallos secos)	52,00	70,00	58,00	60
Materia Húmeda TOTAL (gr)	200	200	200	200
Porcentaje de materia seca	28%	28%	28%	0,28

Tabla 21. Característica del pasto Cuba OM-22 (segundo corte)

SEGUNDO CORTE				
Datos generales				Promedio de las tres muestras
Muestras	1	2	3	
Altura de la planta (m)	2,6	2,1	2,29	2,33
Materia húmeda TOTAL (gr/m2)	7140	5900	8045	7028,33
Materia muerta (gr)	140	260	165	188,33
Número de tallos	34	79	73	62
Peso de tallos (gr)	4020	2935	4630	3861,67
Número de hojas	251	536	522	436
Peso de hojas (gr)	2980	2705	3250	2978,33
Área foliar hojas (cm²)	139550,1	211301,3	222345,9	191065,77
Datos de muestras para la estufa				Promedio
Muestra húmeda de hojas (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de hojas (gr)	26	22	24	24
Área foliar de muestra (cm²)	9197,8	6307,5	7667,1	7724,13
Muestra húmeda de tallos (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de tallos (gr)	20	10	8	13
Materia Seca TOTAL (gr) (Hojas secas + tallos secos)	46,00	32,00	32,00	37
Materia Húmeda TOTAL (gr)	200	200	200	200
Porcentaje de materia seca	26%	22%	24%	0,24

Tabla 22. Fracción de agotamiento para distintos cultivos

Cultivo	f	Cultivo	f
Alfalfa.....	0,60	Limonero.....	0,25
Aguacate.....	0,30	Maíz grano.....	0,40
Apio.....	0,15	Melón cantaloupe.....	0,20
Brécol.....	0,30	Naranja.....	0,35
Caña de azúcar.....	0,60	Patata.....	0,30
Cebolla.....	0,30	Platanera.....	0,30
Cebolla maduración.....	0,40	Prados.....	0,35
Coliflor.....	0,45	Remolacha.....	0,50
Fresa.....	0,10	Repollo.....	0,35
frutales hoja caduca.....	0,40	Gramíneas.....	0,30
Guisantes de verdeo.....	0,25	Tomate.....	0,45
Judía.....	0,50	Viñedo.....	0,55
Lechuga.....	0,35	Zanahoria.....	0,40

Tabla 23. Profundidad efectiva de las raíces

Aguacate.....	0,9 - 1,0
Alfalfa.....	0,9 - 1,2
Algodón.....	0,8 - 1,2
Almendro.....	0,9 - 1,2
Batata.....	0,6 - 0,9
Berenjena.....	0,5 - 0,6
Cacahuate.....	0,9 - 1,0
Café.....	0,9 - 1,2
Caña de azúcar.....	1,0 - 1,1
Cebada.....	0,6 - 1,0
Cebolla.....	0,4 - 0,5
Ciruelo.....	0,9 - 1,0
Cítricos.....	0,9 - 1,0
Clavel.....	0,3 - 0,4
Fresa.....	0,3 - 0,5
Fréjol.....	0,5 - 0,8
Frutales de hoja caduca.....	1,0 - 1,2
Girasol.....	0,9 - 1,0
Guisantes.....	0,6 - 0,9
Lechuga.....	0,3 - 0,4
Leguminosas grano.....	0,5 - 1,0
Maíz grano.....	0,8 - 1,2
Maíz verde.....	0,8 - 1,2
Manzano.....	0,9 - 1,0
Melocotonero.....	0,9 - 1,0
Melón.....	0,8 - 1,0
Nogal.....	1,1 - 1,2
Olivo.....	0,9 - 1,1
Palmera.....	0,8 - 0,9
Patata.....	0,4 - 0,8
Pepino.....	0,6 - 0,9
Peral.....	0,8 - 1,1
Pimiento.....	0,4 - 0,8
Piña.....	0,4 - 0,6
Plátano.....	0,9 - 1,2
Praderas.....	0,6 - 1,0
Remolacha azucarera.....	0,6 - 1,0
Soja.....	0,6 - 1,0
Sorgo para grano.....	0,8 - 0,9
Gramíneas.....	0,6 - 0,9
Tomate.....	0,4 - 1,0
Trébol.....	0,7 - 0,9
Trigo.....	0,6 - 1,2
Viñedo.....	0,8 - 0,9
Zanahoria.....	0,4 - 0,5

Tabla 24. Conductividad del estrato de saturación del suelo

<i>Disminución de rendimiento</i>		0%	10%	25%	50%	100%
<i>Cultivos extensivos</i>		Conductividad eléctrica del extracto de saturación (dS/m)				
	Algodón	7,7	9,6	13	17	27
	Arroz	3,3	3,8	5,1	7,2	11
	Cacahuete	3,2	3,5	4,1	4,9	6,6
	Caña de azúcar	1,7	3,4	5,9	10	19
	Cártamo	5,3	6,2	7,6	9,9	14,5
	Cebada	8	10	13	18	28
	Habas	1,6	2,6	4,2	6,8	12
	Maíz	1,7	2,5	3,8	5,9	10
	Remolacha azucarera	7	8,7	11	15	24
	Soja	5,5	5,5	6,3	7,5	10
	Sorgo	6,8	7,4	8,4	9,9	13
	Trigo	6	7,4	9,5	13	20
	Gramíneas		3,2			
<i>Cultivos hortícolas</i>						
	Apio	1,8	3,4	5,8	9,9	18
	Boniato	1,5	2,4	3,8	6	10,5
	Brócoli	2,8	3,9	5,5	8,2	14
	Calabaza	4,1	5,8	7,4	10	15
	Col	1,8	2,8	4,4	7	12
	Cebolla	1,2	1,8	2,8	4,3	7,4
	Espinaca	2	3,3	5,3	8,6	15
	Judía	1	1,5	2,3	3,6	6,3
	Lechuga	1,3	2,1	3,2	5,1	9
	Maíz dulce	1,7	2,5	3,8	5,9	10
	Melón	2,2	3,6	5,7	9,1	16
	Nabo	0,9	2	3,7	6,5	12
	Patata	1,7	2,5	3,8	5,9	10
	Pepino	2,5	3,3	4,4	6,3	10
	Pimiento	1,5	2,2	3,3	5,1	8,6
	Rábano	1,2	2	3,1	5	8,9
	Remolacha	4	5,1	6,8	9,6	15
	Tomate	2,5	3,5	5	7,6	13
	Zanahoria	1	1,7	2,8	4,6	8,1
<i>Frutales</i>						
	Aguate	1,3	1,8	2,5	3,7	6
	Albaricoquero	1,6	2	2,6	3,7	5,8
	Almendo	1,5	2	2,8	4,1	6,8
	Ciruelo	1,5	2,1	2,9	4,3	7,1
	Frambueso	1	1,4	2,1	3,2	5,5
	Fresa	1	1,3	1,8	2,5	4

Anexo N° 2

Cubeta clase A	Caso A			Caso B				
	Cubeta rodeada de cubierta verde baja			Cubeta con barbecho de secano				
RH media %	Baja <40	Media 40-70	Alta >70	Baja <40	Media 40-70	Alta >70		
Vientos km/día	Distancia a barlovento de la cubierta verde (en m)			Distancia a barlovento del barbecho de secano (en m)				
Débiles <175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	0,5	0,6	0,7
Moderados 175-425	0	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1.000	0,7	0,8	0,8	1.000	0,45	0,55	0,6
Fuertes 425-700	0	0,45	0,5	0,60	0	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
	1.000	0,65	0,7	0,75	1.000	0,4	0,45	0,55
Muy fuertes >700	0	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1.000	0,55	0,6	0,65	1.000	0,35	0,4	0,45

Anexo 2: Coeficiente de la cubeta evaporimétrica (Kp) clase A, para diversas localizaciones y ambiente de los tanques, valores de humedad relativa y velocidad media del viento.

Anexo N°3: Fotografías.

Figura 5: Limpieza del lugar de estudio y del lisímetro de drenaje



Figura 6: Siembra del pasto Cuba OM- 22



Figura 7: Mantenimiento de los lisímetros de drenajes



Figura 8: Desarrollo vegetativo del pasto Cuba OM-22



Figura 9: Corte de igualación para la toma de datos.



Figura 10: Control de malezas y control de plagas del pasto Cuba OM-22



Figura 11: Riego diario del pasto Cuba OM-22 después del corte de igualación con la probeta indicada



Figura 12: Lectura de tensiómetros



Figura 13: Primer corte durante los primeros 50 días



Figura 14: Segundo corte durante los últimos 50 días



Figura 15: Contabilización de tallos, hojas, peso de materia muerta



Figura 16: Muestras pesadas y sometidas a la estufa



Figura 17: Peso de las muestras una vez que salieron de la estufa del laboratorio

