



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

MANABÍ

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE
MANABÍ**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**COEFICIENTE DEL CULTIVO DE PASTO INIAP-811 PARA PERIODO SECO
EN EL SITIO GARRAPATA DEL CANTÓN CHONE**

PREVIO AL TÍTULO:

INGENIERO HIDRÁULICO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS
NATURALES**

AUTOR:

IVAN ANDRÉS SANTOS MERO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. JESÚS ENRIQUE CHAVARRIA PARRAGA. M. Sc.

SEPTIEMBRE 2022

CHONE – MANABÍ - ECUADOR

Certificación

Ing. Jesús Chavarría Párraga, M. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

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

Ing. Jesús Chavarría Párraga, M. Sc.

CI.:130827219-2

Aprobación del tribunal

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

(f) _____

Ing. Jesús Chavarría Párraga, M. Sc.

130827219-2

PRIMER LECTOR

(f) _____

Ing. Fabián Espinales Cedeño, Mg.

130659765-7

SEGUNDO LECTOR

(f) _____

Ing. Juan Fernando Quiroz Alonzo, M. Sc.

131017949-2

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 sustento que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad de los autores, quien declara bajo juramento que ninguna sección de esta tesis infringe los derechos de autor de nadie.

FECHA: _____

Ivan Andrés Santos Mero

Dirección: Chone, Ciudadela “La Floresta”

E-mail: isantos4492@pucesm.edu.ec

Celular: 0979245700

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.

Ivan Andrés Santos Mero

C.I.: 131513449-2

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios por todas las bendiciones recibidas a lo largo de todo este trayecto de mi vida estudiantil y así, poder hacer realidad esta anhelada meta.

Le dedico este trabajo a mi familia, por el apoyo brindado y siempre estar allí, prestos para ayudarme en lo que necesito, a mis abuelitos Antonio Giler y Regina Villava que han sido los pilares fundamentales en mi vida.

A mi tía Alexandra Giler por dedicar su vida a mi cuidado y formación académica, a mi hermana Nohelia Santos porque siempre hemos estado juntos y quiero verla cumplir sus metas al igual yo.

Este trabajo también va dedicado a dos personas que fueron muy esenciales en vida y ahora por cosas del destino no están conmigo en este mundo, pero desde el cielo siento su apoyo; primero a ese ser que transformó mi vida, mi hermano, mi alma gemela, mi pequeño Maxi (+), te amo mi niño y sé que compartes esa alegría que siento, al ingeniero Michael Caicedo (+) que más que un docente, fue un amigo y esa persona que siempre estaba con sus frases de aliento que me inspiraba para seguir adelante.

Agradecimiento

Le agradezco principalmente a Dios por ayudarme a cumplir esta meta en mi vida y por todas las bendiciones recibidas que han sido muchas, la cual me han dado paso para seguir adelante.

A mis abuelitos Antonio Giler y Regina Villalva porque sin ellos, el camino que he trascendido no sería igual, por cada uno de sus consejos y su amor brindado.

Le agradezco a mi familia, mis tías; María Elena, María Concepción, Patricia, Diana Giler y mis tíos Manuel Mero y Roddy Giler, que han sido los principales en ayudarme en cada una de mis etapas para llegar a cumplir mis metas y darme su cariño, gracias, por tanto, los quiero, a mi tía Gladys y mis tíos Luis y Reyes Giler gracias por su apoyo y cariño.

A mi tía Alexandra Giler por brindarme lo mejor de ella y por siempre haber procurado por mí y mi hermana, para que no nos falte nada y nos haya ayudado salir adelante, gracias por todo su amor.

A mi madrina Angela Giler que ha sido como una madre para mí, ayudándome con lo que he necesitado y su brindarme su cariño que es muy especial para mí, a mi prima Daniela Giler que ha sido como mi hermana que siempre ha estado allí apoyándome, a mi padrino Gary Paladines a pesar de la distancia siempre me ha dado su apoyo y gracias por todo el cariño.

A mi hermana Nohelia Santos por estar siempre conmigo y compartir muchos momentos de tristeza y felicidad, a mis primos gracias por todas esas alegrías que he pasado con ustedes, en especial Alejandra, Franklin, Bryan, Melissa y Mishell.

A mis padres Roddy Santos y Mirella Mero por darme la vida y su apoyo en los últimos años.

A mis amigos de la universidad del campus Portoviejo y en especial a los del campus Chone, fui afortunado de encontrar en mi camino, gracias por hacer de la u un hogar más, por su apoyo y cariño, donde he compartido un sinnúmero de recuerdos que siempre serán llevados en mí. En especial a Roxana Zambrano que es mi mejor amiga y Eric Mera que se ha convertido en un hermano para mí.

A Jimmy Reyes y Daniel Farías que desde el primer momento de conocerlos me brindaron su apoyo y se han convertidos en grandes amigos, como hermanos.

A mis amigos de infancia gracias por todo esos momentos de felicidad compartidos con ustedes, a mis vecinos y demás familiares que de una u otra manera he recibido alguna vez su ayuda.

A mi hermano de corazón Rafael Figueroa, que siempre ha estado para ayudarme tanto él como su familia sus padres el señor Rafael y la señora Janeth me han ayudado cuando los he necesitado y por brindarme su cariño.

A los docentes de la Pontificia Universidad Católica de la carrera de Ingeniería Hidráulica por todo el conocimiento brindado y su apoyo en el transcurso de la carrera, en especial a los docentes Michael Caicedo (+), José Alarcón, Andy Giler, Fabián Espinales, Jhon Félix, y a mi tutor de tesis el ingeniero Jesús Chavarría por su apoyo en la realización de este proyecto de titulación.

Al personal administrativo y de limpieza, ya que siempre fueron colaboradores y prestos a ayudar, en especial a la licenciada Silvana Intriago, secretaria del campus Chone, por toda su predisposición para ayudar en todo momento y su atención.

Resumen

Esta investigación cuantitativa determinó el coeficiente de cultivo (K_c) del pasto INIAP-811 en época seca, utilizando métodos directos e indirectos, dada la importancia de conocer la necesidad hídrica real para minimizar la cantidad de agua utilizada en el riego durante su cultivo. Por lo tanto, este estudio de alcance correlacional se desarrolló en el sitio Garrapata del cantón Chone entre julio y octubre de 2022, utilizando el lisímetro como método directo para medir la evapotranspiración del cultivo, y la cubeta evaporimétrica y la ecuación de Penman-Monteith como métodos indirectos para estimar la evapotranspiración referencial (E_{To}) y el K_c , el cual fue calculado en cuatro etapas promediadas de dos cortes de 50 días de duración. Los resultados obtienen un K_c de 0,85 en la etapa inicial; un K_c de 1,09 en la segunda; un K_c de 1,16 en la tercera; y un K_c de 1,03 en la cuarta etapa. Estos resultados establecen un consumo hídrico de $147,29 \text{ mm/m}^2$ para la época seca. Igualmente, los hallazgos indican que la producción del pasto en materia verde y seca para el primer corte corresponde a 30% de materia seca (MS) en una muestra de 200 gr. en tallos y hojas, y en el segundo corte corresponde a 24%. Es concluyente que los valores mostrados son bajos, lo cual denota una buena producción del pasto, y que los K_c van en relación a la necesidad hídrica, siendo la tercera etapa la más alta ya que existe mayor área foliar.

Palabras clave: evapotranspiración, lisímetro, K_c

Abstract

This quantitative research study determined crop coefficient (Kc) for *INIAP-811* grass during the dry season by using both direct and indirect methods, regarding the importance of knowing actual water requirements to reduce the amount of water used for irrigation during cultivation. Accordingly, this correlational research study was conducted at *Garrapata* Site in *Chone* from July through October 2022 by using drainage lysimeters as direct method to estimate crop evapotranspiration, as well as the evaporimeter cuvette and the Penman-Monteith equation as indirect methods to calculate reference evapotranspiration (ET_o) and Kc, which was calculated in four averaged stages of two cuttings during the 50 days of the study. The findings reveal a Kc of 0.85 for the initial stage; a Kc of 1.09 for the second stage; a Kc of 1.16 for the third stage; and a Kc of 1.03 for the fourth stage. Thus, these findings determine that water consumption for this grass corresponds to 147.29 mm/m² during the dry season. Likewise, the findings show that for the first cutting, grass production in green and dry matter corresponds to 30% of dry matter (DM) in a 200-gr sample including stems and leaves, while in the second cutting corresponds to 24%. It is conclusive that these values are low because they denote good grass production, and that the Kc values are deeply related to water needs, being the third stage the highest one since there is a greater leaf surface area.

Keywords: evapotranspiration, lysimeter, Kc

Índice de contenido

Certificación.....	ii
Aprobación del tribunal	iii
Declaración de originalidad	4
Declaración de derechos de autor	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Resumen.....	9
Abstract	10
Introducción	19
Materiales y método.....	22
Ubicación de la investigación	22
Condiciones climatológicas	23
Equipos y materiales	23
Materiales de campo	23
Materiales de oficina.....	24
Material biológico.....	24
Características del área experimental.....	24
Cultivo de pasto iniap-811	24
Métodos.....	24

Parámetros considerados en la investigación.....	24
Estimación de las variables que se consideraron en la investigación	25
Humedad del suelo.....	25
Procedimiento para determinar la humedad del suelo con el método del tensiómetro.....	25
Evapotranspiración de referencia (ET _o)	26
Método de la cubeta evaporimétrica	27
Método de Penman Monteith modificada por la FAO.....	27
Evapotranspiración de cultivo (ET _c)	28
Variables que integran un diseño agronómico para riego por aspersión	29
Precipitación efectiva (P _e)	29
Balance Hídrico	29
Agua fácilmente disponible para el cultivo	29
Lámina neta.....	30
Requerimiento de lavado	30
Lámina Total.....	30
Intervalo de riego	31
Lámina neta ajustada.....	31
Lámina total ajustada	31
Aportación del emisor.....	32
Tiempo de riego	33

Manejo del ensayo	33
Instalación y operación de los lisímetros de drenaje	33
Lisímetro de drenaje	33
Tensiómetro	34
Preparación del suelo	34
Siembra	34
Fertilización	35
Control de malezas.....	35
Cosecha.....	35
Recolección de datos de la investigación.....	35
Información obtenida de la estación meteorológica	35
Información obtenida de los lisímetros de drenaje	36
Estado de humedad del suelo	36
Propiedades hidrofísicas del suelo	36
Características del cultivo	37
Resultados y discusión	38
Factores climáticos promedio	38
Evapotranspiración de referencia (ET _o)	39
Coefficiente del cultivo del pasto INIAP-811	41
Necesidades hídricas del pasto INIAP-811.....	43

Consumo hídrico del pasto INIAP-811.....	44
Variables de producción	46
Programación de riego por aspersión en época seca para el pasto INIAP-811	47
Conclusiones.....	50
Referencias bibliográficas.....	51
Anexos	56
Anexo N°1: Tablas.....	56
Anexo N°2: Fotografías	68

Índice de ilustraciones

Ilustración 1.	Ubicación del área de investigación	22
Ilustración 2.	Evapotranspiración de referencia (ET _o) de julio a octubre 2022.	39
Ilustración 3.	K _c promedio del pasto INIAP-811 para las diferentes etapas.	41
Ilustración 4.	Consumo Hídrico del pasto INIAP-811 valores promedio por etapas	45
Ilustración 5.	Siembra del pasto	68
Ilustración 6.	Riego del pasto.....	68
Ilustración 7.	Riego del pasto.....	69
Ilustración 8.	Control de Plagas	69
Ilustración 9.	Toma de datos de drenaje	70
Ilustración 10.	Pasto en tercera etapa antes del corte.....	70
Ilustración 11.	Corte del pasto	71
Ilustración 12.	Corte para medir la producción del pasto	71
Ilustración 13.	Orden de macollas seleccionadas para el estudio del pasto INIAP-811	72
Ilustración 14.	Muestras llevadas a estufa	72
Ilustración 15.	Peso de la materia seca	73

Índice de tablas

Tabla 1.	Datos climatológicos promedios mensuales del año 2000 al 2013.....	23
Tabla 2.	Características de la parcela.....	24
Tabla 3.	Espaciamiento entre Aspersores	32
Tabla 4.	Factores climáticos promedios de julio a octubre 2022.....	38
Tabla 5.	Necesidad Hídrica del pasto INIAP-811.....	43
Tabla 6.	Consumo Hídrico del pasto INIAP-811 en época seca.....	44
Tabla 7.	Variables de producción del pasto INIAP-811 en época seca.	46
Tabla 8.	Programación de riego por aspersión en época seca para el pasto INIAP-811	
(Parte 1)	47	
Tabla 9.	Programación de riego por aspersión en época seca para el pasto INIAP-811	
(Parte 2)	48	
Tabla 10.	Datos climáticos del mes de julio 2022 de la estación M0162	56
	56
Tabla 11.	Datos climáticos del mes de agosto 2022 de la estación M0162.....	57
	57
Tabla 12.	Datos climáticos del mes de septiembre 2022 de la estación M0162.....	58
Tabla 13.	Datos climáticos del mes de octubre 2022 de la estación M0162	59
	59
Tabla 14.	Tabla general de datos diarios (Primer Corte)	60
Tabla 15.	Tabla general de datos diarios (Segundo Corte)	61
Tabla 16.	Valores obtenidos de la lectura del tensiómetro de 30 cm.....	62
Tabla 17.	Valores obtenidos de la lectura del tensiómetro de 60 cm.....	63
	63

Tabla 18.	Características del pasto INIAP-811 (Corte1)	64
Tabla 19.	Características del pasto INIAP-811 (Corte2)	64
Tabla 20.	Factor de Agotamiento.....	65
Tabla 21.	Profundidad efectiva de las raíces para distintos cultivos	65
Tabla 22.	Conductividad del Estrato de saturación del Suelo.....	66
Tabla 23.	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.	67

Índice de ecuaciones

Ecuación 1.	Método de la cubeta evaporimétrica.....	27
Ecuación 2.	Metodo de Penman Monteith.....	27
Ecuación 3.	Evapotranspiracion del cultivo (ETc).....	28
Ecuación 4.	Coefficiente de cultivo (Kc).....	28
Ecuación 5.	Precipitación efectiva para lluvias > 75 mm.....	29
Ecuación 6.	Precipitación efectiva para lluvias < 75mm.....	29
Ecuación 7.	Balance Hídrico	29
Ecuación 8.	Agua facilmente disponible para el cultivo	29
Ecuación 9.	Lámina neta	30
Ecuación 10.	Requerimiento de lavado	30
Ecuación 11.	Lámina total.....	30
Ecuación 12.	Intensidad de riego.....	31
Ecuación 13.	Lámina neta ajustada	31
Ecuación 14.	Lámina total ajustada.....	31
Ecuación 15.	Aportación del emisor.....	32
Ecuación 16.	Tiempo de riego.....	33
Ecuación 17.	Materia seca.....	38

Introducción

El agua utilizada para el riego agrícola representa el 70% del agua dulce disponible en el planeta, y Ecuador tiene una proporción muy similar. Esto justifica cualquier investigación o estrategia para optimizar el uso del agua de riego (Nieto et al., 2018).

El mayor consumo de agua se da en las actividades agrícolas, lo que genera escasez de agua debido a que el agua está contaminada con diversos herbicidas y pesticidas utilizados por los cultivos, causando problemas ambientales y afectando los acuíferos. Para mitigar estos impactos es necesario comenzar con la implementación de tecnologías que combinen técnicas y métodos cuantitativos que permitan conocer las necesidades de los cultivos en parcelas (Chavarría et al., 2020).

El riego es la actividad más importante en la agricultura debido a que el agua de lluvia no puede suplir las necesidades hídricas de los diferentes cultivos (Salguero, 2018). Además, Marín (2021) considera necesario para compensar las deficiencias de transpiración de los cultivos y la evaporación del suelo, una aplicación artificial que distribuya uniformemente el agua entre las plantas sin recibir agua en exceso que pueda causar daños y pérdidas. La programación de riego permite determinar la cantidad y el tiempo de cada riego de acuerdo con las necesidades de agua de las plantas. El uso correcto del agua puede conducir a altos rendimientos, reducir los costos de producción, el uso racional de los recursos naturales y reducir los problemas de contaminación ambiental (Chavarría et al., 2017).

Chavarría et al. (2020) mencionaron que para estimar el consumo de agua de una planta es necesario conocer el coeficiente de cultivo (K_c), el cual es un parámetro muy importante para evaluar su demanda de agua, ya que permite un óptimo control, predicción y planificación de irrigación. El coeficiente en relación de la evapotranspiración de referencia (E_{To}) y la

evapotranspiración del cultivo (ETc). Además, cree que el manejo adecuado del riego permite tener planes de riego que determinen la cantidad y el momento de cada riego de acuerdo con las necesidades de las plantas.

Para asegurar el éxito de los proyectos de riego, Plaza et al. (2004) argumentan que es necesario comprender los requisitos de agua de los cultivos que varían según la especie y la fase fenológica. Para determinar los requerimientos hídricos de los cultivos se requieren estudios de infiltración bajo diferentes condiciones climáticas y climáticas y son independientes de cada cultivo; además, los estudios de infiltración pueden determinar el coeficiente de rendimiento (Kc), que es un parámetro importante.

La ganadería en Ecuador depende de los pastos, siendo el alimento más económico disponible para el ganado y proporciona todos los nutrientes que necesitan para un buen desempeño productivo, por lo que cualquier cosa que se pueda hacer para mejorar los métodos de producción de pastos conducirá directamente a la producción (Villacis, 2019).

La provincia de Manabí tiene la mayor área de trabajo agrícola; de estas, 765.625 hectáreas corresponden a tierras de cultivo y pastos naturales, donde se concentra la mayor cantidad de ganado bovino, correspondiente a 879.592 animales, lo que representa el 21,31% del total nacional (Barén & Centeno, 2017).

Villacis (2019) se centra que la productividad ganadera depende de cuatro factores fundamentales, a saber: manejo del ganado, valores físicos y nutricionales del suelo, condiciones climáticas y alimentación; está relacionado con el tipo de forraje, es decir, la calidad y condición del pasto. Por ello, mediante la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías, tratamos de

mantener la productividad del ganado durante todo el año (invierno y verano) y mantener pastos de alta calidad que satisfagan las necesidades.

El estudio realizado investigó el pasto INIAP-811, que según INIAP (2014) fue introducido al Ecuador desde Brasil en 1950, adaptada al clima ecuatoriano, procedente de África. La altura de la planta puede alcanzar unos 3,50 metros, la parte media de la hoja tiene forma de lanza, 2-3 cm de ancho y 40-90 cm de largo, se adapta a diferentes suelos, compite con las malas hierbas, y se regenera rápidamente después del corte o pastoreo.

La condición óptima para la cosecha o el pastoreo es cuando las plantas alcanzan una altura de 1,50 a 1,70 m, ya que hay más hojas y tallos, esto también permite que se recupere bien. Si hay un excedente de alimento, se puede almacenar y alimentar a los animales en momentos críticos (INIAP, 2014).

El presente estudio tiene como finalidad determinar el coeficiente de cultivo de pasto INIAP-811 para periodo seco en el cantón Chone. Para dar el cumplimiento al objetivo general se establecieron los siguientes objetivos específicos: estimar la evapotranspiración de referencia (ET_o) con métodos indirectos para la zona de estudio; medir la cantidad de agua que consume el pasto INIAP-811 en periodos secos; definir una programación de riego para el pasto INIAP-811 en función de los resultados obtenidos y la lámina de agua aplicada.

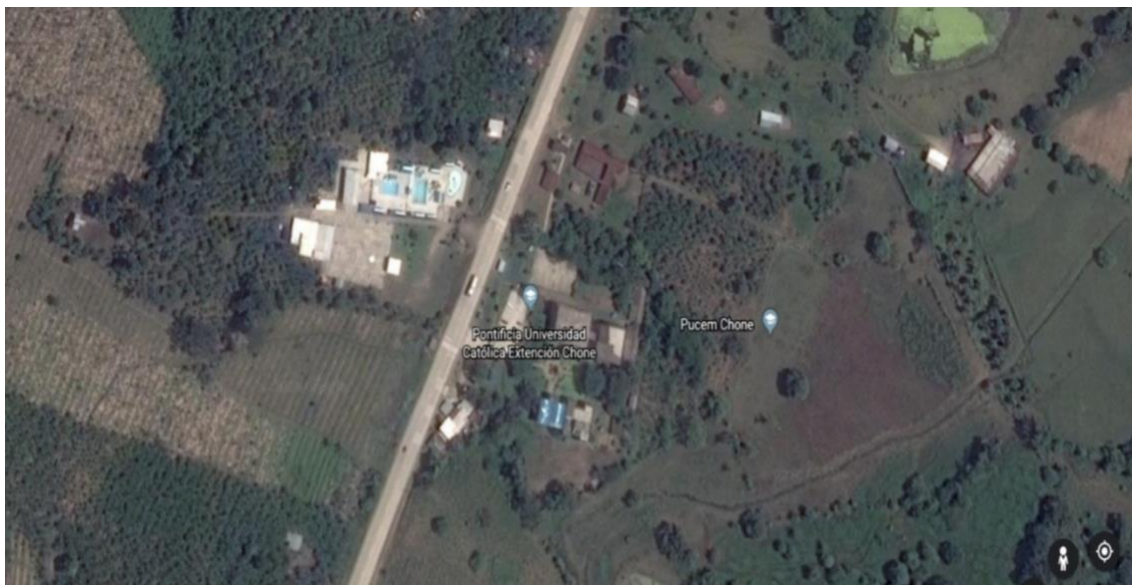
Materiales y método

Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en la finca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador campus Chone, en el sitio Garrapata, Km 11 de la Vía Chone – Quito, perteneciente a la parroquia Ricaurte del cantón Chone provincia de Manabí; durante los meses de julio a octubre del 2022.

1. Altitud: 36 msnm
2. Latitud: $-80^{\circ}02'11''$
3. Longitud: $-00^{\circ}39'51''$

Ilustración 1. Ubicación del área de investigación



Fuente: (GOOGLE EARTH, 2022)

Condiciones climatológicas

Datos meteorológicos promedios de evaporación, humedad relativa, precipitación y velocidad de viento, tomados de la estación meteorológica del INAMHI (M0162) Chone-Universidad Católica a partir del año 2000 a 2013.

Tabla 1. Datos climatológicos promedios mensuales del año 2000 al 2013.

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 (2022)

Equipos y materiales

Materiales de campo

- Lisímetro de drenaje, capacidad de 1 m³.
- Sistema de drenaje para el lisímetro
- Depósito para recolectar el agua drenada
- Probeta
- Tensiómetros de 30 y 60 cm.
- Pala
- Machete

- Flexómetro
- Celular
- Fertilizantes
- Insecticidas

Materiales de oficina

- Laptop
- Cuaderno
- Lapicero
- Regla
- Calculadora
- Software Excel

Material biológico

- Brote de Pasto INIAP-811

Características del área experimental

Cultivo de pasto iniap-811

Tabla 2. Características de la parcela

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

Métodos

Parámetros considerados en la investigación

- Humedad del suelo (método del tensiómetro)
- Evapotranspiración de referencia

- Evapotranspiración real del cultivo
- Coeficiente del cultivo
- Variables que integran un diseño agronómico para riego por aspersión

Estimación de las variables que se consideraron en la investigación

Humedad del suelo

En la investigación desarrollada se determinó la humedad del suelo mediante el método del tensiómetro, ubicados cerca del cultivo, tomando las lecturas diarias de la humedad del suelo en la parcela. Los tensiómetros utilizados fueron de 30 y 60 cm de profundidad, para tener información de la tensión que realiza el cultivo en el suelo al extraer el agua.

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

Según Villablanca et al. (2015) el tensiómetro consiste una cápsula de cerámica porosa, conectada a un indicador de vacío a través de un tubo de polimetilmetacrilato transparente lleno de agua. Las lecturas en centibares se obtienen con indicadores de succión como los manómetros, indicando la tensión con la que está retenida el agua cuando el suelo se va secando; determinando con qué velocidad el cultivo extrae el agua, para estimar la frecuencia de riego. Los tensiómetros funcionan bien en los suelos con alto contenido de agua, pero muestran falencias en suelos muy secos (Martin, 2017).

La interpretación en centibares (cb) es la siguiente (Villablanca et al., 2015):

- 0 a 10 cb: El suelo se encuentra saturado.
- 10 a 20 cb: Agua disponible para la planta sin esfuerzo.
- 30 a 60 cb: Inicio de riego.
- 70 cb o superiores: La planta sufre estrés y se acerca al marchitamiento.

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

(Chavarría, 2022):

- Se debe ubicar el tensiómetro en una posición vertical en un depósito con agua por 1 a 3 días para saturar la parte de cerámica del tensiómetro para poder eliminar cualquier burbuja de aire que se encuentre en ella.
- Verificar los datos de lectura que se obtiene en el manómetro cuando la cerámica del tensiómetro se sumerge en agua muestre 0 centibares.
- Llenar el tubo con agua destilada esterilizada, se debe evitar la formación de burbujas de aire.
- Para evitar las burbujas de aire se procede a utilizar la bomba de vacío, se lleva en la entrada del agua y se cubre con la mano para que realice la succión, comprobando si marca el manómetro, este procedimiento se realiza 3 veces.
- Sellar la tapa adecuadamente no es necesario hacer fuerza, solo hasta que llegue a su tope.
- Marcar sobre el hierro la profundidad a la cual se requiere llegar con el tensiómetro.
- Perforar con fuerza hasta la profundidad que requerimos instalar el tensiómetro en este caso de 30 y 60 cm.
- Ya realizada las perforaciones se introducen los tensiómetros, introduciendo con cuidado y tratar de instalarlo de manera recta para evitar destruir las paredes de la perforación para una mayor firmeza de los instrumentos.

Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Para calcular la evapotranspiración, basta teóricamente con medir de manera regular la humedad del suelo; si no hay pérdidas en profundidad, el agua perdida por el suelo ha sido

evapotranspirada por la parcela, de manera general existe dos tipos de métodos para calcular la evapotranspiración (Allen et al., 2006):

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

Método de la cubeta evaporimétrica

Ecuación 1. $E_t = E_p * K_p$

Donde:

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

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

K_p = Coeficiente de la cubeta.

Método de Penman Monteith modificada por la FAO

Ecuación 2. $ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34u_2)}$

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 2m de altura °C

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

e_s = Presión de vapor de saturación (KPa)

ea = Presión real del vapor (KPa)

es – ea = 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 Salguero (2018):

Ecuación 3. $ETc = Da - Dd$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm)

Da = Cantidad de agua aplicada (mm)

Dd = Cantidad de agua drenada (mm)

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:

Ecuación 4. $Kc = \frac{ETc}{Eto}$

Donde:

Kc= Coeficiente de los cultivos

ETc= Evapotranspiración real de los cultivos

ETo= Evapotranspiración de referencia

Variables que integran un diseño agronómico para riego por aspersión

Precipitación efectiva (P_e)

Ecuación 5. $P_e = 0.8P - 25$ $P > 75$ mm

Ecuación 6. $P_e = 0.6P - 10$ $P < 75$ mm

Donde:

P_e = Precipitación efectiva (mm)

P = Precipitación (mm)

Balance Hídrico

Ecuación 7. $BH = ET_c - P_e$

Donde:

BH = Balance hídrico (mm)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

P_e = Precipitación efectiva (mm)

Agua fácilmente disponible para el cultivo

Ecuación 8. $AFD = \frac{C_c - P_m}{100} * D_a * Prec$

Donde:

AFD = Agua fácilmente disponible para el cultivo (mm)

C_c = Capacidad de campo (%)

P_m = Punto de marchitez (%)

Da = Densidad aparente

Prec = Profundidad radicular del cultivo (mm)

Lámina neta

Ecuación 9. $Ln = AFD * FAC$

Donde:

Ln = Lamina neta (mm)

AFD = Agua fácilmente disponible para el cultivo (mm)

FAC = Factor de agotamiento

Requerimiento de lavado

Ecuación 10. $RI = \frac{CEa}{5(CEe - CEa)}$

Donde:

RI= Requerimiento de lavado

Cea= Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m)

CEe = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo. Se expresa en (dS/m).

Lámina Total

Ecuación 11. $Lt = \frac{Ln}{Ea*(1-RI)}$

Donde:

Lt = Lamina Total (mm)

Ln = Lamina neta (mm)

Ea = Eficiencia del sistema de riego utilizado

Rl = Requerimiento de lavado

Intervalo de riego

Ecuación 12.
$$I_R = \frac{Ln}{ET_{c \text{ diario}}}$$

Donde:

Ln = Lamina neta (mm/riego)

IR = Intervalo de riego ajustado (días)

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

Lámina neta ajustada

Ecuación 13.
$$Ln_{ajustada} = ET_{c \text{ diario}} * I_{R \text{ AJUSTADO}}$$

Donde:

Ln = lámina neta (mm/riego)

IR = Intervalo de riego ajustado (días)

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

Lámina total ajustada

Ecuación 14.
$$Lt_{ajustada} = \frac{Ln_{ajustada}}{Ea * (1 - Rl)}$$

Donde:

Lt ajustada = Lámina total ajustada (mm).

Ln ajustada= Lámina neta ajustada (mm).

Ea = Eficiencia del sistema de riego utilizado.

Rl = Requerimiento de lavado.

Aportación del emisor

Ecuación 15.
$$I_{ap} = \frac{Qa}{Ea * El}$$

Donde:

Iap = Intensidad de aplicación (mm/h).

Qa = Caudal del aspersor (l/h).

Ea = Espaciamiento entre aspersores (m)

El = Espaciamiento entre laterales (m).

Tabla 3. Espaciamiento entre 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.		

Tiempo de riego

$$\text{Ecuación 16. } Tr = \frac{Lt_{ajustada}}{Ap_{emisor}}$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego

Lt_{ajustada} = Lámina total ajustada

Ap_{emisor} = Aportación del emisor

Manejo del ensayo

Instalación y operación de los lisímetros de drenaje

El instrumento utilizado para llevar a cabo la recolección de datos es el lisímetro de drenaje y el tensiómetro:

Lisímetro de drenaje

Silicani (2015) expresa: “Lisímetro” se deriva del griego Lysis, que significa disolución o movimiento, y Metron, que significa medir, los cuales son reservorios de tierra instalados en campos, y suelen ser utilizados para determinar evaporación de suelo o la evapotranspiración de un cultivo.

La investigación se llevó a cabo con un lisímetro que tiene dimensiones de 1 m de largo, 1 m de ancho y 1 m de alto, y el cual contiene en su fondo material filtrante (arenas), y después lleva otra malla un poco más gruesa (grava gruesa y fina) y en la superficie una capa de suelo natural. Además, en el fondo existe tubería de recolección del drenaje, la cual almacena el agua

en un recipiente de recolección. La cantidad de agua drenada se medía con una probeta milimétrica.

El riego fue diario, considerando la evapotranspiración calculada en la tina de evaporación CLASE A, la cual está ubicada cerca de la estación meteorológica (M0162), que se encuentra a 15 metros de la parcela del pasto.

Tensiómetro

Utilizamos tensiómetros de 30 cm y 60 cm para tener referencia del consumo del agua de la planta al extraerla del suelo a diferentes profundidades.

Los tensiómetros indican el estado de humedad del suelo, en el caso que presenten valores mayores a 10 centibares, indican que la cantidad de agua aplicada no es suficiente para que el suelo llegue a capacidad de campo. La observación fue diaria para ambos tensiómetros de 30 y 60 cm de profundidad.

Preparación del suelo

Se inició con la limpieza de la parcela, desbastando la maleza y arreglando los lisímetros de drenaje, ya que algunas de las paredes se encontraban caídas y en malas condiciones, se procedió a repararlas y preparar el terreno para la siembra.

Siembra

La siembra se realizó con 9 sepas del pasto INIAP-811 con una misma distribución de un 1 metro entre hileras y 1 metro entre plantas, las cuales 8 se sembraron alrededor del lisímetro y 1 dentro del mismo.

Fertilización

La fertilización se realizó con “Urea” que es un fertilizante nitrogenado, que ayuda al crecimiento y a la nutrición de la planta, la fertilización se llevó a cabo durante los 15 primeros días sembrados y después se aplicó a los 15 días después del corte de igualación. Se utilizaron 10 gramos de Urea por cada planta.

Control de malezas

Se llevó un control de la maleza que rodeaba el pasto, ya que estas absorben el agua y los fertilizantes que se daba a la planta, cada que la maleza se veía en una porción grande se procedía a cortar y arrancar.

Cosecha

La cosecha del pasto INIAP-811 se realizó al cabo de 50 días, momento óptimo del corte del pasto para la alimentación del ganado.

Recolección de datos de la investigación

Información obtenida de la estación meteorológica

En la investigación desarrollada se tomaron diversos datos recolectados de la estación meteorológica del INAMHI que se encuentra ubicada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador campus Chone, en el sitio Garrapata, estos datos fueron: la precipitación, humedad relativa, temperatura máxima y mínima, evaporización, velocidad de viento y radiación solar, obteniendo valores diarios.

Información obtenida de los lisímetros de drenaje

El lisímetro tenía un recipiente de recolección del agua drenada, la cual se tomaba medida en un periodo de 24 horas, ya que en este lapso el pasto consume el agua necesaria para reponer la evaporación referencial (ET_o) y drena lo que no necesita.

Estado de humedad del suelo

El contenido de humedad del suelo es decisivo en la disponibilidad de agua para el crecimiento de las plantas, ya que las plantas absorben agua del suelo (Collaguazo, 2014).

La cantidad de agua acumulada en el suelo cambia constantemente, lo que permite distinguir tres estados:

- **Densidad aparente:** Se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g. cm⁻³). Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso. (Salazar et al., 2019).
- **Capacidad de campo:** Es el contenido de agua del suelo después de haber sido saturado y drenado durante 24 a 72 horas, la CC se refleja cuando el tensiómetro marca una lectura de 10 cb (García et al., 2018).
- **Punto de marchitez:** Es el contenido de humedad del suelo cuando el cultivo ha absorbido toda el agua disponible. Una cierta cantidad de agua existe en el suelo, pero es fuertemente retenida que no la puede extraer el cultivo (García et al., 2018).

Propiedades hidrofísicas del suelo

Las propiedades hidrofísicas del suelo en el sitio Garrapata fueron las siguientes:

Capacidad de Campo	23,25 %
Punto de marchitez permanente	11,63 %
Densidad aparente	1,01 gr/cm ³
Conductividad eléctrica del agua de riego (CEa)	0,42 dS/m
Conductividad del estrato de saturación de suelo (CEe)	3,2 dS/m

Nota: Fuente (Reyes, 2021)

Características del cultivo

El pasto INIAP-811 ya cuenta con ciertas características, que se pueden encontrar en la página del INIAP, el fin de esta investigación fue comparar esas características y consumo hídrico. Además, las características a mencionar se llevaron a cabo de 100 días donde se realizó dos cortes del pasto de 50 días cada uno, para ver su actividad y si cambian las características, por lo cual, los resultados final son un promedio en general y son las siguientes:

- **Altura de la planta a la cosecha.** – La altura se determinó a los 50 días después del ejercicio los cortes de uniformidad, se logró tomar la altura con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde la base del tallo hasta el final de la hoja más larga de la macolla. Cabe mencionar que estos valores son de 3 macollas diferentes del pasto y su unidad de medida es en metros.
- **Número de tallos por macollo.** – El número de tallos por macollo se determinó una vez realizado el corte, se contabilizó de 3 macollas diferentes, relacionando así la capacidad de rebrote que tiene el pasto.
- **Número de hojas por tallo.** – Se contabilizó las hojas por tallo de las 3 macollas diferentes, se contó las hojas que forman cada tallo que se contabilizó de cada macolla.

- **Área foliar.** – El área foliar está relacionada en el crecimiento vegetal, captación de luz, transpiración y respuesta al riego y a la fertilización. La determinación del área foliar generalmente se realiza por métodos directos, donde las hojas extraídas se analizan con la ayuda de un medidor de área electrónico (Casierra et al., 2008).

Para medir el área foliar del pasto, separó por completo la hoja del tallo de cada planta para luego obtener el área foliar de cada hoja a través de un programa llamado "PETIOLE", el cual mediante las fotografías identifica el área de una hoja de cultivos en cm². Este procedimiento se realizó hoja a hoja hasta obtener el área foliar de cada macolla.

- **Rendimiento de materia seca.** - Se evaluó en el momento de cada cosecha es decir a los 50 días de cada corte, tomando una muestra de 100 gr por planta de pasto en hojas y tallos que representa la materia verde, la cual se picó y se almacenó en una bolsa de papel para que no pierda su humedad. Luego se pesó e introdujo en la estufa a una temperatura de 65°C por 72 horas para secar y obtener la materia seca del pasto. Una vez cumplido el tiempo se tomó el peso y con los valores obtenidos se estableció el porcentaje de materia seca en el pasto utilizando la siguiente formula:

$$\text{Ecuación 17. } MS = \frac{PS*100}{PH}$$

Donde:

MS= Materia seca expresada en porcentaje

PS= Peso seco de la muestra expresado en gr.

PH= Peso húmedo de la muestra expresado en gr.

Resultados y discusión

Factores climáticos promedio

Tabla 4. Factores climáticos promedios de julio a octubre 2022

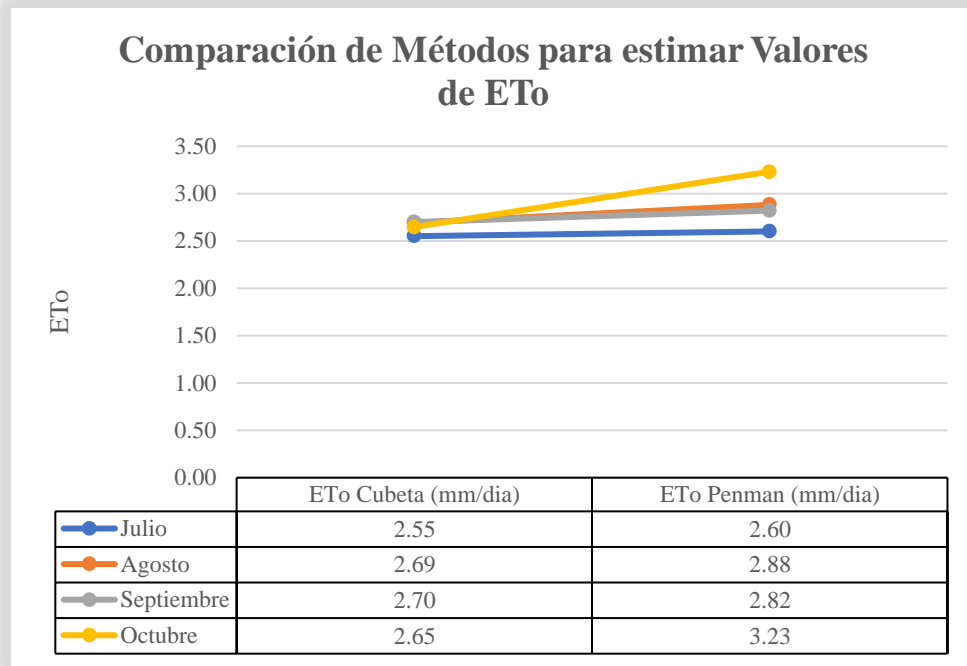
Mes	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	HR (%)	VV (m/s)	Evap. (mm/día)	Heliofanía (horas)	ETo cubeta (mm/día)	ETo Penman (mm/día)
Julio	27.34	19.66	88	0.92	3.08	1.96	2.62	2.58
Agosto	27.93	19.87	86	0.94	2.91	2.50	2.47	2.69
Septiembre	29.30	19.49	85.40	1.04	3.18	2.21	2.70	2.92
Octubre	29.14	19.14	85.66	1.05	3.08	3.23	2.62	3.28

Fuente: (INAMHI,2022)

La tabla 4 se detallan los valores de la evapotranspiración de referencia (ETo) calculados por el método de la cubeta evaporimétrica y el de Penman Monteih modificado por la FAO, que van desde 2,47 a 3,28 mm/día. El mes donde existió mayor diferencia entre los métodos fue en octubre con una diferencia de 0,66 mm/día, debido al aumento de la temperatura máxima y a la velocidad del viento. datos climáticos promediados de los meses de julio a octubre del 2022, periodo establecido para la investigación. La temperatura máxima fue de 27,34 a 29,30 °C, la temperatura mínima estuvo valores entre 19,14 a 19,87 °C, la humedad relativa fue de 85,40 a 88%, la velocidad del viento vario entre 0,92 a 1,05 m/seg., el comportamiento de la evaporación medida en la cubeta evaporimétrica clase A, fue de 2,91 a 3,18 mm/día y la heliofanía (horas sol) estuvo valores entre 1,96 a 3,23 horas sol.

Evapotranspiración de referencia (ETo)

Ilustración 2. Evapotranspiración de referencia (ETo) de julio a octubre 2022.



En la Ilustración 2, se realizó la comparación de los resultados obtenidos de la evaporación de referencia (ETo) para los métodos aplicados en la investigación. En el mes de julio se obtuvo 2,60 mm/día por el método de Penman Monteith modificado por la FAO y 2,55 mm/día por el método de la cubeta evaporimétrica, en el mes de agosto se reportó 2,88 mm/día por Penman Monteith modificado por la FAO y 2,69 mm/día por la cubeta evaporimétrica, en el mes de septiembre presentó un valor de 2,82 mm/día por Penman Monteith modificado por la FAO y 2,70 mm/día por la cubeta evaporimétrica y por último, para el mes de octubre se obtuvo 3,23 mm/día de ETo por Penman modificado por la FAO y 2,65 mm/día de ETo por el método de la cubeta evaporimétrica.

El mes donde existió mayor diferencia fue en octubre, de 0,59 mm/día entre cada método y esto se debe principalmente a la temperatura máxima que fue una de las más elevadas de 29,14 °C y la velocidad del viento que fue la más alta entre todos los meses con 1,05 m/seg, estas

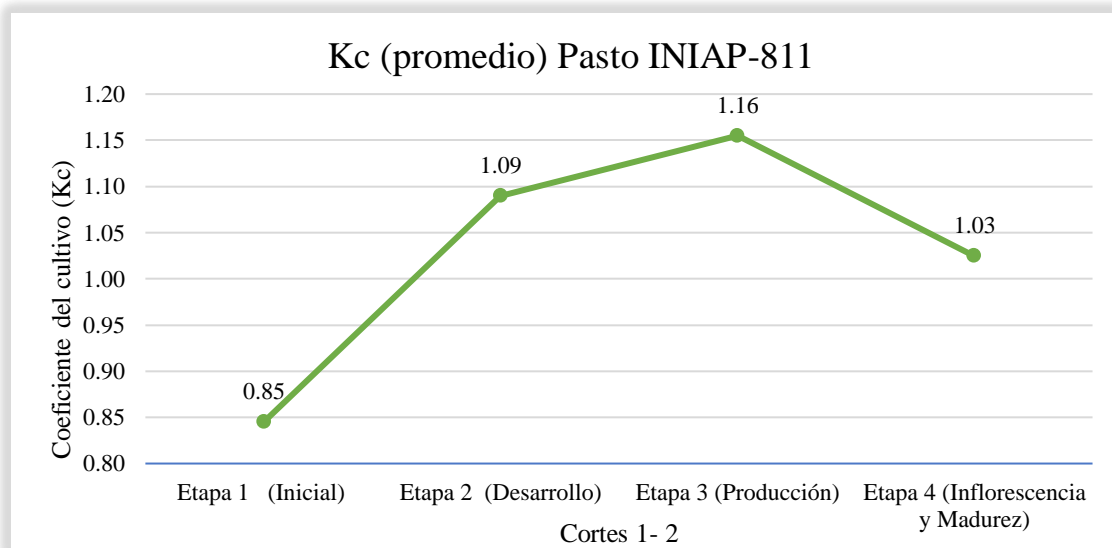
variables afectan directamente en los resultados de los métodos aplicados generando imprecisiones y diferencias entre ambos.

En la investigación realizada por San Lucas (2021) en el mismo sector, durante los meses de octubre y noviembre, tuvo una diferencia de 0,64 mm/día entre cada método, concluyendo que esta diferencia entre ambos se debe principalmente a que la temperatura máxima que incidió en la estimación de la ETo ya que en el mes de noviembre la temperatura fue de 32.25 °C.

Según Tarazona et al. (2021), menciona que el método de la cubeta evaporimétrica refleja falencias en las predicciones de la evapotranspiración del cultivo a partir de la evaporación de agua al aire libre, además, señala que para lograr mayor precisión se utiliza el método de Penman Monteith, ya que presenta mayor precisión en el pronóstico de ETo, pero es difícil aplicarlo en localidades donde existen ausencia de datos meteorológicos.

Coefficiente del cultivo del pasto INIAP-811

Ilustración 3. Kc promedio del pasto INIAP-811 para las diferentes etapas.



La ilustración 3 muestra los valores del Kc del pasto INIAP-811 en época seca, los cuales van aumentando en cada fase fenológica, este crecimiento se debe a que en cada fase va aumentando el porcentaje de área foliar, por lo tanto, para cumplir con las funciones fisiológicas, el cultivo requiere mayor cantidad de agua. En la primera etapa (Inicial), el valor del coeficiente de cultivo (Kc) promedio fue de 0,85; esta etapa tiene un periodo de 9 días. En la segunda etapa (Desarrollo), se registró un Kc de 1,09 para un periodo de 15 días. Para la tercera etapa (Producción), tuvo un Kc de 1,16 para un periodo de 11 días y en la cuarta etapa, la última del cultivo, presenta un Kc de 1.03 para un periodo de 15 días.

En la primera etapa (Inicial) la vegetación verde cubre alrededor del 10 % del suelo, en la segunda etapa (Desarrollo) comienza cuando el pasto cubre más del 10% del suelo hasta alcanzar el nivel óptimo de cobertura, la tercer etapa (Producción) comprende desde la cobertura completa hasta el inicio de la maduración y la última etapa (Inflorescencia y maduración) comprende el periodo de tiempo de la floración hasta la madurez y cosecha (Servin, 2015).

Allen et al. (2006) señala que los valores del Kc tienden a aumentar en cada etapa, hasta alcanzar el punto óptimo de desarrollo y allí comienza a disminuir, lo que sucede en la última etapa de inflorescencia y madurez, ya que pierde hojas y aumenta la materia muerta.

La curva de variación del Kc hace referencia a todo el ciclo vegetativo del cultivo, desde que es cultivado hasta su cosecha, influenciado por las condiciones climáticas propias del lugar, las cuales son necesarias para obtener la ETo y la ETc (Tarazona et al., 2021).

No se han encontrado investigaciones realizadas con este tipo de pasto, pero existe investigaciones de pastos con similares características en el sitio donde se realizó la investigación. A continuación, se presenta los resultados presentados por Vera & Vera (2020),

donde se determinó el coeficiente de cultivo (Kc) del pasto Cuba CT 115 en época seca, con un periodo de investigación de 60 días; la primer etapa tuvo una duración de 20 días se logró un Kc de 1.04 consiguiendo un desarrollo de sus rebrotes obteniendo una cobertura del suelo en un 20%, la segunda etapa logramos un desarrollo de un Kc de 1.16 con una duración de 22 días en la cual se muestra un 75% de cobertura del suelo con un crecimiento y ensanchamiento de hoja y tallo, por último también se determinó la última etapa que se determinó un Kc de 0.91 con una duración de 18 días dando una cobertura del suelo en un 95%. Este compartimiento del Kc se debió a que se utilizaron 10 días más que el presentado, y en ese tiempo el pasto tiene mayor cantidad de materia muerta por la maduración y disminuye el coeficiente de cultivo en la última etapa.

Necesidades hídricas del pasto INIAP-811

Tabla 5. Necesidad Hídrica del pasto INIAP-811

ETAPAS	DÍAS	PERIODO		Eto cubeta (prom)	Kc cubeta (prom)	ETc (mm/día) (prom)	ETc (mm/etapa)	
		FECHA DESDE	FECHA HASTA					
I	9	9/10/2022	9/18/2022	3.07	0.92	2.78	25.05	25.05
II	12	9/19/2022	9/30/2022	2.39	0.96	2.24	26.85	37.69
	3	10/1/2022	10/3/2022	2.83	1.21	3.61	10.84	
III	11	10/4/2022	10/14/2022	2.92	1.27	3.65	40.13	40.13
IV	15	10/15/2022	10/29/2022	2.41	1.33	3.11	46.67	46.67
TOTAL	50					TOTAL	149.54	

En la Tabla 5 se da a conocer las necesidades hídricas que tuvo el pasto desde el mes de septiembre hasta el mes de octubre, se escogió estos dos meses debido a que existe una mayor evapotranspiración (ETo) en dichos meses. En la primera etapa con una duración de 9 días, tuvo una ETc promediado de 2,78 mm/día y el consumo hídrico fue de 25,05 mm/etapa. En la segunda etapa con una duración de 15 días, los cuales 12 días representaron al mes de septiembre

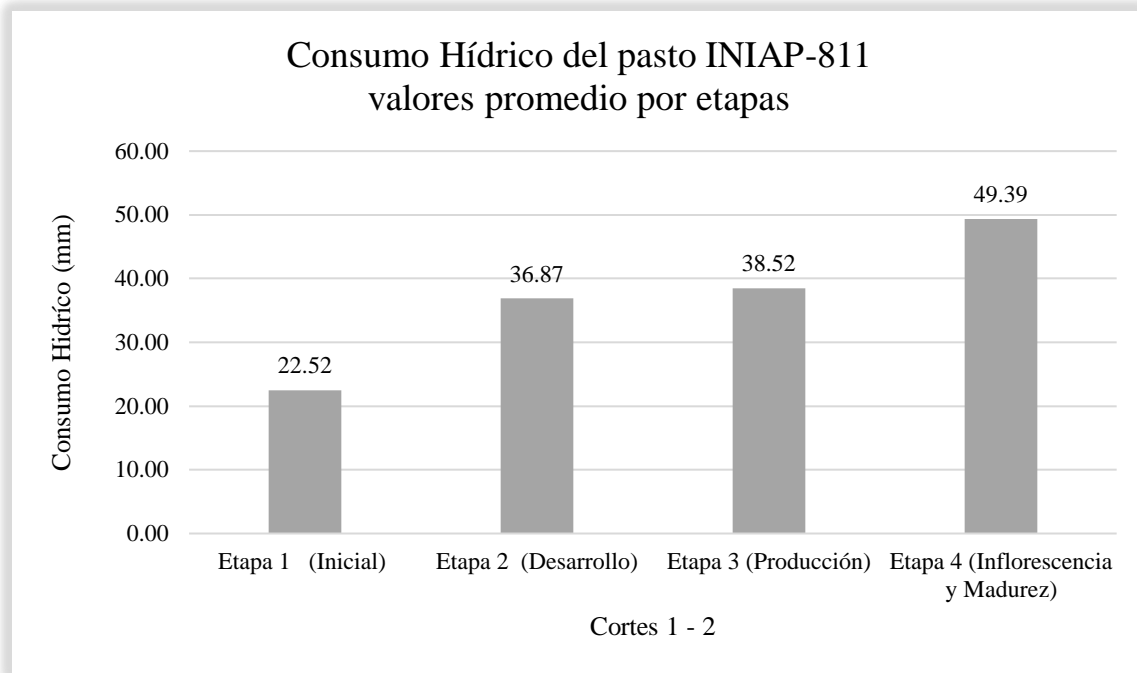
y 3 días al mes de octubre, se observó un ETc de 2,24 mm/día para el mes de septiembre y 3,61 mm/día para el mes de octubre respectivamente, y se evidenció un consumo hídrico de 37,69 mm/etapa, en la tercera etapa con una duración de 11 días, el ETc fue de 3,65 mm/día y su consumo hídrico fue de 40,13 mm/etapa y en la última etapa se obtuvo un ETc de 3,11 mm/día y el consumo hídrico fue de 46,67 mm/etapa . Al sumar el consumo hídrico de todas las etapas el pasto INIAP-811 tuvo una necesidad hídrica de 149,54 mm para periodos de época seca.

Consumo hídrico del pasto INIAP-811

Tabla 6. Consumo Hídrico del pasto INIAP-811 en época seca.

Consumo Hídrico del pasto INIAP-811 (Época seca)					
Periodo de siembra	Etapa 1 (Inicial)	Etapa 2 (Desarrollo)	Etapa 3 (Producción)	Etapa 4 (Inflorescencia y Madurez)	Total de consumo promedio en las etapas
Corte 1 (mm)	20.18	36.05	38.59	53.24	
Corte 2 (mm)	24.85	37.69	38.45	45.53	
Valores promedio	22.52	36.87	38.52	49.39	147.29

Ilustración 4. Consumo Hídrico del pasto INIAP-811 valores promedio por etapas



En la tabla 6 se determinó el consumo hídrico por cada etapa, se realizó un promedio total de los valores obtenidos de cada corte en la investigación. En la etapa inicial se obtuvo un consumo hídrico de 22, 52 mm/m², en la etapa de desarrollo se evidenció un consumo hídrico de 36,87 mm/m², en la tercera etapa de producción se registró un consumo hídrico de 38,52 mm/m² y en la última etapa de inflorescencia y madurez se obtuvo un consumo hídrico de 49.39 mm/m². Se realizó una sumatoria total para determinar el consumo hídrico total, lo cual dio como resultado 147,29 mm/m² para el pasto INIAP-811 para la época seca. En la Ilustración 4 se muestra el consumo hídrico del pasto en cada etapa, se evidenció que aumenta en cada fase debido al crecimiento del área foliar y en la cuarta etapa que representa a la etapa de inflorescencia y madurez, existió mayor consumo, esto debido a que el pasto tiene mayor forraje y con la presencia de las flores aumentan las necesidades hídricas, tomando en cuenta que también está pasando por el estado de madurez.

VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Tabla 7. Variables de producción del pasto INIAP-811

PASTO INIAP-811			
Datos promedios			
Cortes	1	2	Promedio
Altura de la planta (m)	2.03	1.93	1.98
Materia húmeda (gr/m²)	2962	4143.33	3552.8
Materia muerta (gr)	133.33	76.67	105.0
Número de tallos	58	62	60
Peso de tallos (gr)	1718	3861.67	2790.0
Número de hojas	492	436	464
Peso de hojas (gr)	1110.67	2978.33	2044.5
Área foliar hojas(cm²)	78690.52	191065.77	134878.1
Materia seca (m²)	30%	20%	25%

En la tabla 7 se presenta los resultados obtenidos de las características del pasto INIAP-811, el cual son valores promediados de 3 macollas (1 ubicada en el centro del lisímetro y las otras 2 a los lados del lisímetro) (Ver Ilustración 13), durante los 2 cortes realizados. Las macollas seleccionadas del pasto INIAP-811 tuvieron una altura promedio de alrededor 1,98 metros, un número de 464 hojas en promedio por macolla, con un peso de 2044,5 gr., se obtuvo 58 tallos en promedio por macolla, con un peso de 2790 gr., obteniendo un rendimiento de materia húmeda promedio de 3552,8 gr. y una materia muerta de 105 gr., el área foliar fue de 134878,1 cm² por macolla.

Además, para poder determinar el rendimiento de materia seca, se tomaron muestras de 100 gr. de hojas y de tallos, se llevó a a estufa durante 72 horas a una temperatura de 65 °C, resultando así en un 30% de materia seca de las hojas y tallos para el primer corte, y para el segundo se determinó un 20% de materia seca de hojas y tallos en el segundo corte, se realizó un

promedio de ambos corte y se determinó un 25% de metria seca seca, lo cuál refleja que el pasto INIAP-881 tiene mayor cantidad de materia húmeda.

En la investigación realizada por Vera & Vera (2020), se presenta características únicas el cual son valores promediados de 3 parcelas que se escogieron de la siguiente manera, la primer macolla es la que está ubicada en el lisímetro de drenaje la segunda y tercera lo escogimos de acuerdo al grado de crecimiento del mismo es decir se escogieron los dos macollas más frondosos, el pasto Cuba CT 115 contó con una altura promedio de alrededor 2.70 metros por cada hoja, 48 tallos por cultivo, alrededor de 7 hojas por cada tallo, presentando un material verde de 2078 gr por macolla, el rendimiento de material seco fue de 12.48 gr. El área foliar fue de 16528.7533 cm².

Programación de riego por aspersión en época seca para el pasto INIAP-811

Tabla 8. Programación de riego por aspersión en época seca para el pasto INIAP-811 (Parte 1)

MESES	ETo	Kc	ETc (mm/día)	P (mm)	Pe (mm)	
					MES	DÍA
JULIO	2.55	0.83	2.12	0.68	0.54	0.06
		1.10	2.81			
AGOSTO	2.69	1.10	2.96	0.19	0.15	0.0049
		1.15	3.09			
		1.02	2.75			
SEPTIEMBRE	2.70	1.02	2.75	0.08	0.07	0.0022
		0.86	2.32			
		1.09	2.94			
OCTUBRE	2.65	1.09	2.88	0.17	0.14	0.0048
		1.16	3.06			
		1.03	2.73			

Ecuación 18. Programación de riego por aspersión en época seca para el pasto INIAP-811 (Parte 2)

RAD (mm)	LN (mm)	RL	LT (mm)	NN (mm/día)	SE RIEGA O NO SE RIEGA	FR (días)	LN ajustada (mm)	LT ajustada (mm)	Iap (mm/hora)	Tr (horas)
70.42	21.13	0.06	29.96	1.6	SE RIEGA	19.06	7.86	11.18	4	3
				2.3	SE RIEGA	13.26	11.30	16.07		4
				2.8		10.67	14.04	19.97		5
				2.9		10.18	14.71	20.93		6
				2.6		11.56	12.96	18.44		5
				2.69	SE RIEGA	11.16	13.43	19.10		5
				2.3		13.29	11.27	16.03		4
				2.9		10.42	14.37	20.44		5
				2.7	SE RIEGA	10.91	13.73	19.53		5
				2.9		10.27	14.59	20.75		5
				2.6		11.58	12.94	18.40		5

El pasto se riega mediante el sistema por aspersión, por lo consiguiente, para determinar la programación de riego por aspersión es muy importante conocer y considerar las características del emisor, las cuales son: un 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 m., en función de las características del aspersor y la intensidad de aplicación del agua al pasto INIAP-811, fue de 4 lt/h/m². La necesidad neta del pasto varía desde los 2,03 a 2,12 mm/día, el tiempo de riego varía de 3 a 6 horas, considerando las difentes etapas del cultivo. 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.

La lámina total de riego ajustada promedio; para el primer corte (22 de julio al 9 de septiembre) en la primer etapa (Inicial) constituida de 9 días , arrojó un valor de 11,18 mm, la segunda etapa (Desarrollo) de 15 días se obtuvo como resultado una lámina total ajustada de 18,02 mm, la tercera etapa (Producción) se estableció una lámina total de riego ajustada de 20,93 mm y para la última etapa de Inflorescencia y Madurez se reportó un lámina total de riego ajustada de 18,77 mm. Para el segundo corte (10 de septiembre al 29 de octubre), la primer etapa arrojó un valor de 16,03 mm, la segunda etapa obtuvo como resultado una lámina total ajustada de 19,99 mm, la tercera etapa se estableció una lámina total de riego ajustada de 20,75 mm y para la última etapa se reportó un lámina total de riego ajustada de 18,40 mm.

En la investigación de Vera & Vera (2020), lámina total de riego ajustada para la primer etapa del cultivo en los 20 días fue de 11.26 mm, para los 11 días restantes del mes de agosto se logro una lámina total ajustada de 13.30 mm. Posteriormente para el mes de septiembre los primeros 11 días se obtuvo una lámina total ajustada de 14.47 mm, y los últimos 18 días se consiguió una lámina total ajustada de 18.60 mm. Es importante destacar que con estos datos que alcanzamos en la investigación podemos determinar diferentes tiempos de riego, para el mes de agosto conseguimos los primeros 20 días un tiempo de 2.97 h, para los 11 días restante del mes fue 3.51 h, y finalmente para el mes de septiembre alcanzamos los primeros 11 días un tiempo de 3.82 h, y los 18 días faltantes se adquiero un tiempo de riego de 4.91 h del mismo mes.

Conclusiones

La evapotranspiración de referencia (E_{To}) que se obtuvo durante los meses julio, agosto, septiembre y octubre, calculada por los métodos de Penman Monteith – FAO y la cubeta evaporimétrica los cuales dieron resultados que van de 2,55 a 3,23 mm/día. El mes donde existió mayor diferencia entre los métodos fue en octubre con una diferencia de 0,59 mm/día, debido al aumento de la temperatura máxima y a la velocidad del viento que incide en los resultados.

El coeficiente de cultivo (K_c) está en relación con la evapotranspiración del cultivo (E_{Tc}) y la evapotranspiración de referencia (E_{To}). Los resultados promediados obtenidos fueron; para la etapa inicial un valor de 0,85 en la segunda etapa de desarrollo fue de 1,09 en la tercera etapa de producción se determinó un K_c de 1,16 y para la última etapa de inflorescencia y madurez se obtuvo un K_c de 1,03. Estos valores tuvieron un crecimiento en cada etapa, debido a que aumenta el crecimiento foliar y, por ende, las necesidades hídricas del pasto.

El consumo hídrico total para época seca fue de 147,49 mm/m². El consumo hídrico fue creciendo en cada etapa; en la etapa inicial fue de 25,05 mm/m², en la segunda etapa de desarrollo de 37,69 mm/m², en la tercera etapa de producción de 40,13 mm/m² y en la última etapa de inflorescencia y desarrollo fue de 46,67 mm/m².

La programación de riego establecida para la investigación se determinó mediante el riego por aspersión donde se obtuvo los siguientes valores, la frecuencia de riego para el pasto INIAP-811 fue de 5 días, con tiempos de riego de 3 a 6 horas para cada una de sus etapas y con una intensidad de aplicación de 4 mm/h.

Referencias bibliográficas

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Obtenido de Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación: <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm?fbclid=IwAR0YtwHUsNvVtkGmZ>
- Barén, J., & Centeno, L. (2017). *Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río Carrizal*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/649/1/TA70.pdf>
- Casierra, F., Peña, G., & Peña, J. (2008). *Estimación indirecta del área foliar en Fragaria vesca L., Physalis peruviana L., Acca sellowiana (Berg.) Burret, Rubus glaucus L., Passiflora mollissima (Kunth) L. H. Bailey Y Ficus carica L.* Obtenido de Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, Vol.11 No.1: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000100012
- Chavarría, J. (2022). *Guía para la Instalación del Tensiómetro*. Chone.
- Chavarría, J., Pilaloa, W., González, C., & Párraga, L. (2017). *Restricción del riego en la producción de biomasa del pasto Pennisetum sp.* Obtenido de Ciencia y Tecnología, 10(2), 83-87: <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.212>
- Chavarría, J., Ramirez, J., Zambrano, J., Bravo, R., & Párraga, L. (2020). *Coeficiente del cultivo de Vigna unguiculata L. Walp. para períodos secos y lluviosos en el valle del río Chone*. Obtenido de La Técnica; Revista de las Agrociencias: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/2839/3148>

- Collaguazo, G. (2014). *Necesidades hídricas de pasturas con manejo convencional en la zona de influencia del canal de riego Cayambe-Pedro Moncayo*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana de Quito:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6225/1/UPS-YT00282.pdf>
- García, M., Puppo, L., Hayashi, R., & Morales, P. (2018). *Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo*. Obtenido de Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y Aguas:
<http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/Metodologia%20para%20determinar%20los%20parametros%20hidricos%20de%20un%20suelo%20a%20campo.pdf>
- GOOGLE EARTH. (2022). *Ubicación geográfica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí (PUCEM) Campus Chone*. Obtenido de
<https://earth.google.com/web/@-0.63099404,-%2080.03701319,32.01283979a,477.53869495d,35y,0h,0t,0r>
- INAMHI. (2022). *Datos de red de estaciones Meteorológicas e Hidrológicas*. Obtenido de
<https://inamhi.wixsite.com/inamhi/novedades>
- INIAP. (2014). *Pasto elefante INIAP 811*. Obtenido de
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/pastot/3elefante.pdf>
- Marín, N. (2021). *Efectos de la lámina de riego en el rendimiento del pasto Buffer (Cenchrus ciliaris L.) en Río Verde, provincia de Santa Elena*. Obtenido de Universidad Estatal Península de Santa Elena: Facultad de Ciencias Agrarias:
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6371/1/UPSE-TIA-2021-0093.pdf>

- Martin, E. (2017). *Métodos para Medir la Humedad del Suelo para la Programación del Riego ¿Cuándo?* Obtenido de College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona: <https://extension.arizona.edu/pubs/m%C3%A9todos-para-medir-la-humedad-del-suelo-para-la-programaci%C3%B3n-del-riego-%C2%BFcu%C3%A1ndo>
- Nieto, C., Pazmiño, E., Rosero, S., & Quishpe, B. (2018). *Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria, con base en el requerimiento hídrico de cultivos y el área regada, en dos localidades de la Sierra ecuatoriana*. Obtenido de Universidad de Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6724757>
- Plaza, F., Vélez, M., Arévalo, G., & Álvarez, F. (2004). *Determinación del requerimiento hídrico de cuatro pastos mediante el uso de lisímetros bajo condiciones de El Zamorano, Honduras*. Obtenido de Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2144>
- Reyes, J. (2021). Estimación del consumo hídrico del pasto king grass morado sometido a cosechas sucesivas. (*Tesina de titulación no publicada*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Chone.
- Salazar, C., Gonzáles, J., Corrales, D., Lacayo, J., Carrillo, K., & Montero, H. (2019). *Comparación de dos métodos para la determinación de la densidad aparente del suelo*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Comparaci%C3%B3n-De-M%C3%A9todos-De-Determinaci%C3%B3n-En/24451436.html>

- Salguero, D. (2018). *Evaluación de tres métodos para determinar el requerimiento hídrico, del cultivo de Maíz (Zea mays. L.) var INIAP 102, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10351/1/13T0867.pdf>
- San Lucas, J. (2021). *Relación del consumo hídrico y la productividad del pasto Tanzania en época seca. (Tesina de titulación no publicada)*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí, Chone.
- Servin, M. (2015). *Sistema para programar y calendarizar el riego de Iso cultivos en tiempo real*. Obtenido de Colegio de Postgraduados:
http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2600/Servin_Palestina_M_MC_Hidrociencias_2015.pdf?sequence=1
- 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
- Tarazona, N., Chavarría, J., & Moreira, J. (2021). *Necesidades hídricas del cultivo de maíz blanco utilizando el lisímetro de drenaje*. Obtenido de Revista de Ciencias Agropecuarias “ALLPA”: Vol. 4 (Núm. 8):
<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/download/348/559>
- Vera, B., & Vera, A. (2020). *Estimación de las necesidades hídricas de los cultivos de pasto king grass morado (Pennisetum purpureum y Pennisetum typhoides) y pasto Cuba CT 115 (Pennisetum sp) a partir de la curva de coeficiente de los cultivos utilizando el lisímetro*

de drenaje. (*Tesina de titulación no publicada*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí, Chone.

Villablanca, A., Cajias, E., & Allende, M. (2015). *Uso e instalación de tensiómetros [En línea]*.

Obtenido de Arica: Informativo INIA Ururi. no. 101:

<https://hdl.handle.net/20.500.14001/4575>

Villacis, J. (2019). *Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado*

bovino. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo:

[http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6878/E-UTB-FACIAG-MVZ-](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6878/E-UTB-FACIAG-MVZ-000019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[000019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6878/E-UTB-FACIAG-MVZ-000019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Anexos

Anexo N°1: Tablas.

Tabla 9. Datos climáticos del mes de julio 2022 de la estación M0162

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	57.024
02/07/22	0	0	29.20	20.00	88	1.33	114.912
03/07/22	0	0	26.20	19.40	86	0.66	57.024
04/07/22	1.8	1.44	26.20	19.20	88	0.66	57.024
05/07/22	0	0	30.40	19.00	88	0.66	57.024
06/07/22	0	0	27.00	20.00	91	0.66	57.024
07/07/22	0	0	26.00	19.40	92	0.66	57.024
08/07/22	0	0	27.00	20.20	89	0.66	57.024
09/07/22	0	0	30.40	19.00	86	1.33	114.912
10/07/22	0.2	0.16		19.20	93	0.66	57.024
11/07/22	0.1	0.08	29.40	20.00	90		
12/07/22	0.3	0.24	25.80	19.40	92	0.66	57.024
13/07/22	0.7	0.56	26.00	19.00	95	0.66	57.024
14/07/22	0.1	0.08	30.20	19.20	87	3	259.2
15/07/22	0.1	0.08	29.80	19.40	89	0.66	57.024
16/07/22	0.2	0.16	30.00	19.40	93	1.33	114.912
17/07/22	0	0	27.00	20.00	87	0.66	57.024
18/07/22	0	0	28.00	20.00	92	0.66	57.024
19/07/22	0.2	0.16	30.80	19.40	87	1.33	114.912
20/07/22	0	0	32.00	19.40	81	1.33	114.912
21/07/22	0	0	26.80	20.00	87	0.66	57.024
22/07/22	0	0	29.80	19.40	89	1.33	114.912
23/07/22	0	0	26.40	19.40	86	1.33	114.912
24/07/22	0.2	0.16	28.00	20.00	86	1.33	114.912
25/07/22	0	0	30.20	20.00	81	1.33	114.912
26/07/22	4.2	3.36	31.00	20.00	93	0.66	57.024
27/07/22	7.6	6.08	27.20	20.00	88	0.66	57.024
28/07/22	0.2	0.16	28.40	20.00	89	0.66	57.024
29/07/22	2.6	2.08	26.80	20.00	92	0.66	57.024
30/07/22	2.6	2.08	0.00	19.20	93	0	0
31/07/22	0	0	28.00	20.80	85	0.66	57.024
PROMEDIO	0.68	0.54	27.34	19.66	88	0.917	79.23

Tabla 10. Datos climáticos del mes de agosto 2022 de la estación M0162

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	172.8
02/08/22	0	0	28.80	19.40	84	1.33	114.912
03/08/22	0	0	25.80	20.00	85	0	0
04/08/22	0	0	27.40	20.20	86	1.33	114.912
05/08/22	0	0	26.00	20.00	89	0	0
06/08/22	0	0	30.60	20.00	89	1.33	114.912
07/08/22	0	0	30.00	20.40	89	1.33	114.912
08/08/22	0.8	0.64	26.20	19.40	97	0.66	57.024
09/08/22	0.1	0.08	27.00	19.40	88	0.66	57.024
10/08/22	0	0	27.40	20.40	88	1.33	114.912
11/08/22	0	0	31.80	20.00	85	1.33	114.912
12/08/22	0	0	27.20	20.40	87	1.33	114.912
13/08/22	0	0	27.40	20.20	90	1.33	114.912
14/08/22	0	0	29.80	19.20	85	1.33	114.912
15/08/22	0	0	33.40	19.40	79	0.66	57.024
16/08/22	0	0	28.00	20.20	88	0.66	57.024
17/08/22	2.3	1.84	25.00	20.00	89	0.66	57.024
18/08/22	1.9	1.52	27.00	19.40	92	0.66	57.024
19/08/22	0	0	32.00	19.40	82	0.66	57.024
20/08/22	0	0	32.00	19.60	85	0.66	57.024
21/08/22	0	0	32.40	20.00	81	0.66	57.024
22/08/22	0	0	28.00	20.20	88	0.66	57.024
23/08/22	0.3	0.24	26.80	19.40	88	0.66	57.024
24/08/22	0.1	0.08	28.00	20.00	82	2	172.8
25/08/22	0	0	29.80	19.40	76	0.66	57.024
26/08/22	0	0	29.20	20.00	84	0.66	57.024
27/08/22	0	0	31.80	20.20	82	1.33	114.912
28/08/22	0	0	31.80	20.40	83	1.33	114.912
29/08/22	0	0	30.20	20.40	84	0.66	57.024
30/08/22	0.3	0.24	28.20	20.00	87	0.66	57.024
31/08/22	0	0	0.00	20.00	89	0.66	57.024
PROMEDIO	0.19	0.15	27.93	19.87	86.06	0.94	81.36

Tabla 11. Datos climáticos del mes de septiembre 2022 de la estación M0162

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 12. Datos climáticos del mes de octubre 2022 de la estación M0162

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 13. Tabla general de datos diarios (Primer Corte)

DIAS	CORTE	ETAPA	FECHA	PP (mm)	PEF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)	LISIMETRO (PASTO)			Eyp (mm/día)	Kp	Eto cubeta (mm/día)	Eto Penman (mm/día)	KC CUBETA	KC PENMAN	KC CUBETA	KC PENMAN	Consumo Hídrico (CUBETA)	Consumo Hídrico (PENMAN)	INSOLACIÓN HORAS	TOTAL CONSUMO (CUBETA)	TOTAL CONSUMO (PENMAN)	
											R (mm)	AD (mm)	Etc (mm)														
50	PRIMER CORTE	ETAPA 1	22/07/22	0	0.000	29.80	19.40	89	1.33	114.912	2.5	0	2.500	1.5	0.85	1.3	3.4	1.96						3.7			
			23/07/22	0	0.000	26.40	19.40	86	1.33	114.912	4	1.75	2.250	3	0.85	2.6	2.2	0.88	1.02				2.25	2.25	0		
			24/07/22	0.2	0.160	28.00	20.00	86	1.33	114.912	3.25	2	1.410	2.25	0.85	1.9	2.6	0.74	0.54				1.41	1.41	0.7		
			25/07/22	0	0.000	30.20	20.00	81	1.33	114.912	4.25	2	2.250	3.25	0.85	2.8	2.6	0.81	0.87				2.25	2.25	4.7		
			26/07/22	4.2	3.360	31.00	20.00	93	0.66	57.024	5	3.75	4.610	4	0.85	3.4	4	1.36	1.15				4.61	4.61	6.3	18.67	23.98
			27/07/22	7.6	6.080	27.20	20.00	88	0.66	57.024	6	4.8	7.280	5	0.85	4.3	2.4	1.71	3.03				3.51	7.28	1.3		
			28/07/22	0.2	0.160	28.40	20.00	89	0.66	57.024	3.25	1.75	1.660	2.25	0.85	1.9	2.7	0.87	0.61				1.66	1.66	2.8		
			29/07/22	2.60	2.080	26.80	20.00	92	0.66	57.024	3	1.9	3.180	2	0.85	1.7	3	1.87	1.06				1.40	3.18	0.2		
			30/07/22	2.60	2.080	0.00	19.20	93	0	0	3.75	1.7	4.130	2.25	0.85	1.9	1.5	2.16	2.75				1.58	1.54	0.4		
			31/07/22	0	0.000	28.00	20.80	85	0.66	57.024	4	1.25	2.750	3	0.85	2.6	2.4	1.08	1.15				2.75	2.75	1.2		
		01/08/22	0.1	0.080	26.80	19.00	87	2	172.8	3.75	1.71	2.120	2.75	0.85	2.3	2.7	0.91	0.79				2.12	2.12	0.5			
		02/08/22	0	0.000	28.80	19.40	84	1.33	114.912	4	1.07	2.930	3	0.85	2.6	2.9	1.15	1.01				2.93	2.93	1.8			
		03/08/22	0	0.000	25.80	20.00	85	0	0	3.75	1.38	2.370	2.75	0.85	2.3	1.9	1.01	1.25				2.37	2.37	0.3			
		04/08/22	0	0.000	27.40	20.20	86	1.33	114.912	3	1.76	1.240	2	0.85	1.7	2.6	0.73	0.48				1.24	1.24	1			
		05/08/22	0	0.000	26.00	20.00	89	0	0	2.75	1.12	1.630	1.75	0.85	1.5	1.8	1.10	0.91				1.63	1.63	0			
		06/08/22	0	0.000	30.60	20.00	89	1.33	114.912	3.4	1.13	2.270	2.4	0.85	2.0	3.3	1.11	0.69				2.27	2.27	3.2			
		07/08/22	0	0.000	30.00	20.40	89	1.33	114.912	3.75	1.07	2.680	2.75	0.85	2.3	2.9	1.15	0.92				2.68	2.68	1.5	36.05	35.25	
		08/08/22	0.80	0.640	26.20	19.40	97	0.66	57.024	3.5	1.21	2.930	2.5	0.85	2.1	2	1.38	1.47				2.93	2.93	0			
		09/08/22	0.10	0.080	27.00	19.40	88	0.66	57.024	3	1.67	1.410	2	0.85	1.7	2.4	0.83	0.59				1.41	1.41	1.5			
		10/08/22	0	0.000	27.40	20.40	88	1.33	114.912	3.25	1.3	1.950	2.25	0.85	1.9	2.5	1.02	0.78				1.95	1.95	0.6			
		11/08/22	0.00	0.000	31.80	20.00	85	1.33	114.912	4	1.7	2.300	3.5	0.85	3.0	3.6	0.77	0.64				2.30	2.30	3.9			
		12/08/22	0	0.000	27.20	20.40	87	1.33	114.912	5	1.68	3.320	4	0.85	3.4	2.4	0.98	1.38				3.32	3.32	0			
		13/08/22	0	0.000	27.40	20.20	90	1.33	114.912	4	1.5	2.500	3	0.85	2.6	2.4	0.98	1.04				2.50	2.50	0			
		14/08/22	0	0.000	29.80	19.20	85	1.33	114.912	4.25	0.6	3.650	3.25	0.85	2.8	3.2	1.32	1.14				3.65	2.85	2.6			
		15/08/22	0	0.000	33.40	19.40	79	0.66	57.024	3.75	0.62	3.130	2.75	0.85	2.3	4.4	1.34	0.71				3.13	3.13	0.2			
		16/08/22	0	0.000	28.00	20.20	88	0.66	57.024	6.25	1	5.250	5.25	0.85	4.5	2.7	1.18	1.94				5.25	5.25	2.3			
		17/08/22	2.30	1.840	25.00	20.00	89	0.66	57.024	4	1.85	3.990	3	0.85	2.6	3.4	1.56	1.17				3.99	3.99	0			
		18/08/22	1.9	1.520	27.00	19.40	92	0.66	57.024	3	1.8	2.720	3	0.85	2.6	2.5	1.07	1.09				2.11	2.23	1.7			
		19/08/22	0	0.000	32.00	19.40	82	0.66	57.024	2.5	1.9	0.600	1.5	0.85	1.3	4	0.47	0.15				1.05	3.56	7.6			
		20/08/22	0	0.000	32.00	19.60	85	0.66	57.024	5.75	0.9	4.850	4.75	0.85	4.0	4.3	1.20	1.13				4.85	4.85	8.6	36.75	36.67	
		21/08/22	0	0.000	32.40	20.00	81	0.66	57.024	5.5	2.1	3.400	4.5	0.85	3.8	4.4	0.89	0.77				3.16	3.92	8.8			
		22/08/22	0	0.000	28.00	20.20	88	0.66	57.024	6	2.42	3.580	5	0.85	4.3	2.2	0.84	1.63				3.58	3.58	2.8			
		23/08/22	0.3	0.240	26.80	19.40	88	0.66	57.024	3.25	1.67	1.820	2.25	0.85	1.9	1.9	0.95	0.96				1.58	1.69	1.1			
		24/08/22	0.1	0.080	28.00	20.00	82	2	172.8	3	1.3	1.780	2	0.85	1.7	2.5	1.05	0.71				1.78	1.78	0.2			
		25/08/22	0	0.000	29.80	19.40	76	0.66	57.024	3.5	0.81	2.690	2.5	0.85	2.1	2.2	1.27	1.22				2.69	2.69	2			
		26/08/22	0	0.000	29.20	20.00	84	0.66	57.024	4.25	0.66	3.590	3.25	0.85	2.8	3	1.30	1.20				3.59	3.59	0.3			
		27/08/22	0	0.000	31.80	20.20	82	1.33	114.912	3.75	0.74	3.010	2.75	0.85	2.3	3.1	1.29	0.97				3.01	3.01	4.2			
		28/08/22	0	0.000	31.80	20.40	83	1.33	114.912	6	0.44	5.560	5	0.85	4.3	4.3	1.31	1.29				5.56	5.56	6.6			
		29/08/22	0	0.000	30.20	20.40	84	0.66	57.024	7.25	0.44	6.810	6.25	0.85	5.3	5.1	1.28	1.34				6.81	6.81	3.3			
		30/08/22	0.3	0.240	28.20	20.00	87	0.66	57.024	5	1.72	3.520	4	0.85	3.4	1.9	1.04	1.85				3.52	3.52	0.7			
		31/08/22	0	0.000	0.00	20.00	89	0.66	57.024	3.5	2.1	1.400	2.5	0.85	2.1	0.8	0.66	1.75				1.40	1.40	1.2			
		01/09/22	0	0.000	31.20	20.00	85	0.66	57.024	4.5	0.69	3.810	3.5	0.85	3.0	3.3	1.28	1.15				3.81	3.81	1.5			
		02/09/22	0	0.000	28.00	19.40	83	1.33	114.912	5.25	0.97	4.280	4.25	0.85	3.6	2.7	1.18	1.59				4.28	4.28	3.5			
		03/09/22	0	0.000	25.20	20.20	87	1.33	114.912	5	0.94	4.060	4	0.85	3.4	1.9	1.19	2.14				4.06	4.06	0			
		04/09/22	0	0.000	30.80	19.40	86	1.33	114.912	3.5	0.42	3.080	2.5	0.85	2.1	3.1	1.45	0.99				3.08	3.08	5.5			
		05/09/22	0	0.000	38.80	20.00	87	1.33	114.912	3.75	1.55	2.200	2.75	0.85	2.3	3	0.94	0.73				2.20	2.20	4.9			
		06/09/22	0	0.000	31.00	20.40	88	0.66	57.024	5	1	4.000	4	0.85	3.4	3.1	1.18	1.29				4.00	4.00	3.9			
		07/09/22	0.2	0.160	25.00	20.00	92	0	0	4.75	1.95	2.960	3.75	0.85	3.2	1.4	0.93	2.11				2.63	2.96	0.1			
		08/09/22	0	0.000	28.40	19.40	87	0.66	57.024	2	1.5	0.500	1	0.85	0.9	1.8	0.59	0.28				0.70	1.60	0			
		09/09/22	0	0.000	34.00	19.20	81	1.33	114.912	4.25	0.44	3.810	3.25	0.85	2.8	4	1.38	0.95				3.81	3.81	9.2			
			PROMEDIO	0.47	0.376	27.88	19.9	86.52	0.93	80.25			3.11		2.6	2.8						2.53					

Tabla 14. Tabla general de datos diarios (Segundo Corte)

DIAS	CORTE	ETAPA	FECHA	PP (mm)	PEF (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	vv(km/d)	LISIMETRO (PASTO)			Esp (mm/día)	Kp	Eto cubeta (mm/día)	Eto Penman	KC CUBETA	KC PENMAN	KC CUBETA	KC PENMAN	Consumo Hídrico (CUBETA)	Consumo Hídrico (PENMAN)	INSOLACIÓN HORAS	TOTAL CONSUMO (CUBETA)	TOTAL CONSUMO (PENMAN)
											R (mm)	AD (mm)	Etc (mm)													
50	SEGUNDO CORTE	ETAPA 2	10/09/22	0	0.000	28.60	19.00	87	1.33	114.912	6.75	3.25	3.500	5.75	0.85	4.9	3	0.72	1.17			3.50		3.7	23.42	21.09
			11/09/22	0	0.000	30.20	20.20	83	2	172.8	4	1.5	2.500	3	0.85	2.6	2.6	0.98	0.96			2.50	2.50	0		
			12/09/22	0	0.000	30.00	19.20	75	0.66	57.024	5.75	1.65	4.100	4.75	0.85	4.0	4	1.02	1.03			4.10	4.10	0.7		
			13/09/22	0	0.000	30.20	19.20	86	1.33	114.912	4.5	2.5	2.000	3.5	0.85	3.0	2.8	0.67	0.71			2.00	2.00	4.7		
			14/09/22	0	0.000	26.40	19.80	86	0.66	57.024	4.5	2.25	2.250	3.5	0.85	3.0	2.2	0.76	1.02			2.25	2.25	6.3		
			15/09/22	0	0.000	28.20	19.00	84	0.66	57.024	3.75	1.28	2.470	2.75	0.85	2.3	2.6	1.06	0.95			2.01	2.47	1.3		
			16/09/22	0	0.000	31.00	19.20	89	2	172.8	3	1.25	1.750	2	0.85	1.7	1.6	1.03	1.09			1.75	1.75	2.8		
			17/09/22	0.00	0.000	31.20	19.20	86	1.33	114.912	4.25	1.51	2.740	3.25	0.85	2.8	2.7	0.99	1.01			2.38	2.74	0.2		
			18/09/22	1.30	1.040	25.40	20.20	87	0.66	57.024	5	2.3	3.740	4	0.85	3.4	3.6	1.10	1.04			2.93	3.28	0.4		
			19/09/22	0	0.000	29.00	19.20	84	1.33	114.912	3	1.65	1.350	2	0.85	1.7	2.8	0.79	0.48			1.35	1.35	1.2		
		20/09/22	0	0.000	28.00	20.00	81	1.33	114.912	4	2.4	1.600	3	0.85	2.6	2.8	0.63	0.57			1.60	1.60	0.5			
		21/09/22	0	0.000	29.00	19.20	86	1.33	114.912	4.25	1.74	2.510	3.25	0.85	2.8	3.7	0.91	0.68			2.51	2.51	1.8			
		22/09/22	0	0.000	29.80	19.20	84	0.66	57.024	4.25	2.72	1.530	3.25	0.85	2.8	2.7	0.55	0.57			1.53	1.53	0.3			
		23/09/22	0	0.000	28.80	19.20	86	0.66	57.024	4.25	1.9	2.350	3.25	0.85	2.8	2.3	0.85	1.02			2.35	2.35	1			
		24/09/22	0	0.000	27.10	20.00	87	1.33	114.912	3.5	2.34	1.160	2.5	0.85	2.1	2.8	0.55	0.41			1.16	1.16	0			
		25/09/22	0	0.000	29.00	19.40	83	0.66	57.024	3.75	1.85	1.900	2.75	0.85	2.3	2.7	0.81	0.70			1.90	1.90	3.2			
		26/09/22	0.3	0.240	26.00	19.00	85	0.66	57.024	4	1.8	2.440	3	0.85	2.6	2.2	0.96	1.11			2.44	2.44	1.5			
		27/09/22	0.50	0.400	29.00	19.00	87	1.33	114.912	2.75	0.65	2.500	1.75	0.85	1.5	3.3	1.68	0.76			2.50	2.50	0			
		28/09/22	0.00	0.000	26.80	19.20	87	1.33	114.912	3.75	0.77	2.980	2.75	0.85	2.3	3.1	1.27	0.96			2.98	2.98	1.5			
		29/09/22	0	0.000	30.20	19.20	89	0.66	57.024	3.75	0.78	2.970	2.75	0.85	2.3	3.4	1.27	0.87			2.97	2.97	0.6			
		30/09/22	0.20	0.160	32.80	19.20	84	0.66	57.024	4.5	1.1	3.560	3.5	0.85	3.0	3.4	1.20	1.05			3.56	3.56	3.9			
		01/10/22	0	0.000	31.80	19.00	81	1.33	114.912	6.75	0.11	6.640	5.75	0.85	4.9	4.9	1.36	1.36			6.64	6.64	0			
		02/10/22	0	0.000	27.00	20.20	86	0.66	57.024	3	1.8	1.200	2	0.85	1.7	2.4	0.71	0.50			1.20	1.20	0			
		03/10/22	0	0.000	30.00	20.00	84	0.66	57.024	3.25	0.25	3.000	2.25	0.85	1.9	2.9	1.57	1.03			3.00	2.64	2.6			
		04/10/22	0	0.000	32.00	19.20	97	0.66	57.024	4.75	0.38	4.370	3.75	0.85	3.2	3.4	1.37	1.29			4.37	4.37	9.2			
		05/10/22	0	0.000	32.80	19.00	84	2	172.8	5.75	0.62	5.130	4.75	0.85	4.0	5.6	1.27	0.92			5.13	5.13	2.3			
		06/10/22	0.00	0.000	28.00	19.00	81	0.66	57.024	5	0.68	4.320	4	0.85	3.4	3.4	1.27	1.27			4.32	4.32	1.2			
		07/10/22	0	0.000	29.80	19.00	80	0.66	57.024	4.5	0.75	3.750	3.5	0.85	3.0	3.3	1.26	1.14			2.56	3.00	1.7			
		08/10/22	0	0.000	30.60	19.00	88	1.33	114.912	4.75	1.41	3.340	3.75	0.85	3.2	3.1	1.05	1.08			2.74	2.82	7.6			
		09/10/22	0	0.000	28.40	20.00	86	2	172.8	4.5	1.45	3.050	3.5	0.85	3.0	2.8	1.03	1.09			3.05	3.05	8.6			
		10/10/22	0.4	0.320	30.40	19.00	89	0.66	57.024	3.5	0.93	2.890	2.5	0.85	2.1	4	1.36	0.72			1.83	3.64	8.8			
		11/10/22	0.2	0.160	26.40	19.00	85	1.33	114.912	4	0.44	3.720	3	0.85	2.6	3.2	1.46	1.16			3.72	3.72	2.8			
		12/10/22	0	0.000	28.00	19.00	89	0.66	57.024	3.5	1.09	2.410	2.5	0.85	2.1	2	1.13	1.21			1.83	1.82	1.1			
		13/10/22	0.2	0.160	32.20	19.00	86	2	172.8	3.25	0.39	3.020	2.25	0.85	1.9	4.9	1.58	0.62			3.02	3.02	0.2			
		14/10/22	0	0.000	31.40	20.00	86	1.33	114.912	5.25	1.12	4.130	4.25	0.85	3.6	4.2	1.14	0.98			4.13	4.13	2			
		15/10/22	0	0.000	27.20	19.60	83	1.33	114.912	5	1.38	3.620	4	0.85	3.4	2.7	1.06	1.34			3.62	3.62	0.3			
		16/10/22	0.3	0.240	32.20	19.40	86	2	172.8	4.75	0.85	4.140	3.75	0.85	3.2	4.4	1.30	0.94			4.14	4.14	4.2			
		17/10/22	0	0.000	25.80	19.20	85	0.66	57.024	5.75	0.3	5.450	4.75	0.85	4.0	2.2	1.35	2.48			5.45	5.45	2.48			
		18/10/22	0.6	0.480	25.00	19.00	90	0	0	2.275	1.5	1.255	1.275	0.85	1.1	1.9	1.16	0.66			1.26	1.26	3.3			
		19/10/22	0.6	0.480	27.00	19.00	87	0.66	57.024	2.25	0.6	2.130	1.25	0.85	1.1	2.8	2.00	0.76			2.13	2.13	0.7			
		20/10/22	0.6	0.480	31.00	19.00	87	1.33	114.912	3	1.8	1.680	2	0.85	1.7	3.3	0.99	0.51			1.68	1.68	1.2			
		21/10/22	0	0.000	27.20	19.00	83	0.66	57.024	4	0.78	3.220	3	0.85	2.6	2.3	1.26	1.40			3.22	3.22	3.5			
		22/10/22	0	0.000	32.80	19.00	89	1.33	114.912	5.25	1.15	4.100	4.25	0.85	3.6	4.5	1.13	0.91			4.10	4.10	3.5			
		23/10/22	0.6	0.480	27.00	19.00	88	0.66	57.024	4	1.48	3.000	3	0.85	2.6	2.2	1.18	1.36			3.00	3.00	0			
		24/10/22	0	0.000	26.80	19.20	86	1.33	114.912	2.5	1.21	1.290	1.5	0.85	1.3	2.6	1.01	0.50			1.29	1.29	5.5			
		25/10/22	0.3	0.240	26.20	19.00	84	0.66	57.024	2.75	0.11	2.880	1.75	0.85	1.5	2.2	1.94	1.31			2.88	2.88	4.9			
		26/10/22	0.7	0.560	29.00	18.00	83	1.33	114.912	3.5	0.11	3.950	2.5	0.85	2.1	3.4	1.86	1.16			3.95	3.95	3.9			
		27/10/22	0.5	0.400	27.40	18.00	85	1.33	114.912	4	0.52	3.880	3	0.85	2.6	3.2	1.52	1.21			2.20	3.88	0			
		28/10/22	0	0.000	32.00	19.00	80	0.66	57.024	3.5	1.43	2.070	2.5	0.85	2.1	3	0.97	0.69			1.83	2.73	0			
		29/10/22	0	0.000	29.80	19.20	86	0.66	57.024	5	1	4.000	4	0.85	3.4	2.9	1.18	1.38			4.00	4.00	9.2			
PROMEDIO	0.15	0.117	29.038	19.2	85.4	1.06	91.77				3.13	0.85	2.7	3.1						4.00	4.00	2.53				

Tabla 15. Valores obtenidos de la lectura del tensiómetro de 30 cm

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

Tabla 16. Valores obtenidos de la lectura del tensiómetro de 60 cm

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

Tabla 17. Características del pasto INIAP-811 (Corte1)

PRIMER CORTE				
Datos generales				Promedio de las tres muestras
Muestras	1	2	3	
Altura de la planta (m)	1.9	2	2.2	2.03
Materia húmeda TOTAL (gr/m ²)	3830	4470	587	2962.33
Materia muerta (gr)	60	200	140	133.33
Número de tallos	66	69	39	58
Peso de tallos (gr)	2300	2610	245	1718
Número de hojas	544	609	323	492
Peso de hojas (gr)	1470	1660	202	1110.67
Área foliar hojas(cm ²)	123249.676	111369.49	1452.38	78690.52
Datos de muestras para la estufa				Promedio
Muestra húmeda de hojas (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de hojas (gr)	28	26	28	27.33
Área foliar de muestra (cm ²)	4757.8	4023.2	686.5	3155.83
Muestra húmeda de tallos (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de tallos (gr)	36	30	32	32.67
Materia Seca TOTAL (gr)	64.00	56.00	60.00	60
Materia Húmeda TOTAL (gr)	200	200	200	200
Porcentaje de materia seca	32%	28%	30%	30%

Tabla 18. Características del pasto INIAP-811 (Corte2)

SEGUNDO CORTE				
Datos generales				Promedio de las tres muestras
Muestras	1	2	3	
Altura de la planta (m)	1.86	2.1	1.84	1.93
Materia húmeda TOTAL (gr/m ²)	5355	3935	3140	4143.33
Materia muerta (gr)	85	95	50	76.67
Número de tallos	135	117	101	117.67
Peso de tallos (gr)	3330	2320	1900	2516.67
Número de hojas	918	783	673	791.33
Peso de hojas (gr)	1940	1520	1190	1550
Área foliar hojas(cm ²)	423407	299603	310406	344472
Datos de muestras para la estufa				Promedio
Muestra húmeda de hojas (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de hojas (gr)	24	26	24	24.67
Área foliar de muestra (cm ²)	10147	8800.6	10147	9698.20
Muestra húmeda de tallos (gr)	100	100	100	100
Muestra seca de tallos (gr)	18	14	14	15.33
Materia Seca TOTAL (gr)	42.00	40.00	38.00	40
Materia Húmeda TOTAL (gr)	200	200	200	200
Porcentaje de materia seca	21%	20%	19%	20%

Tabla 19. Factor de Agotamiento

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 20. Profundidad efectiva de las raíces para distintos cultivos

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
Cacahuete.....	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 21. 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>	Aguacate	1,3	1,8	2,5	3,7	6
	Albaricoquero	1,6	2	2,6	3,7	5,8
	Almendro	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

Tabla 22. 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.

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 N°2: Fotografías

Ilustración 5. Siembra del pasto



Ilustración 6. Riego del pasto



Ilustración 7. Riego del pasto



Ilustración 8. Control de Plagas



Ilustración 9. Toma de datos de drenaje



Ilustración 10. Pasto en tercera etapa antes del corte



Ilustración 11. Corte del pasto



Ilustración 12. Corte para medir la producción del pasto



Ilustración 13. Orden de macollas seleccionadas para el estudio del pasto INIAP-811



Ilustración 14. Muestras llevadas a estufa



Ilustración 15. Peso de la materia seca

