



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

Seréis mis testigos

MANABÍ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE MANABÍ

CARRERA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

TRABAJO DE TITULACIÓN:

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA EN

EL SITIO GARRAPATA DEL CANTÓN CHONE MEDIANTE

LISIMETRÍA DE DRENAJE

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERO HIDRÁULICO

AUTOR:

KEVIN ANTONIO REYES SERRANO

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. JESÚS CHAVARRÍA PÁRRAGA, M.Sc.

ABRIL 2023

ECUADOR – MANABÍ - CHONE

Certificación de la Tesis

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc.

Tutor del plan de investigación curricular

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M. Sc.

C.I. 130827219-2

Aprobación del Tribunal

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

(F)_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, M.Sc.

Presidente del Tribunal

(F)_____

Ing. Fabián Espinales Cedeño, M.Sc.

Primer Lector

(F)_____

Ing. Juan Fernando Quiroz, M.Sc.

Segundo 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 la 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. _____
Reyes Serrano Kevin Antonio
Dirección: Vía Chone - Quito Km 8 ½
E-mail: kreyes6019@pucesm.edu.ec
Celular: 0963492795

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. _____
Reyes Serrano Kevin Antonio
C.I. 1310826019

Dedicatoria y Agradecimiento

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Agradezco a mí abuelita Medita Vergara, a mi padre Antonio Reyes y a mi madre Bruna Serrano por sus apoyos incondicionales cada etapa de mi formación personal y profesional.

A mis compañeros con los que compartimos muchas anécdotas dentro y fuera del salón de clases, especialmente al Ing. Daniel Farías.

Extiendo este agradecimiento a los docentes y personas que aportaron para la realización del presente trabajo, especialmente al Mgtr. Jesús Chavarría. Sin dejar atrás a mis formadores académicos e institución por haberme brindado sus conocimientos durante mi todo este camino.

Resumen

Esta investigación de tipo cuantitativa estimó la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante métodos directos e indirectos para comparar la similitud entre ambos, dado que al calcular de manera incorrecta la variable riego, se genera un desperdicio de agua en la agricultura. Para ello, este estudio experimental de alcance exploratorio se ejecutó desde octubre hasta diciembre de 2022 en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Campus Chone, comparando los métodos indirectos de *Penman-Monteith FAO56* y de la cubeta evaporimétrica con el método directo de lisimetría de drenaje, empleando un pasto de referencia. Los resultados mediante el método de lisimetría de drenaje muestran valores ET_o correspondientes a 2,59 mm/día en octubre; 3,29 mm/día en noviembre; y 3,05 mm/día en diciembre. El valor mínimo corresponde al obtenido mediante el método de la cubeta evaporimétrica de 1,61 mm/día en octubre, y el valor máximo corresponde al obtenido mediante el método de *Penman-Monteith FAO56* de 3,27 mm/día en diciembre. Ambos métodos difieren al compararlos con el lisímetro de drenaje, subestimando un 37,9% durante octubre respecto al método de la cubeta evaporimétrica, y sobreestimándolo un 7,2% respecto al método de *Penman-Monteith FAO56*. Asimismo, los resultados indican que el consumo hídrico mensual del pasto de referencia es de 65,53 lt/m² en octubre; 125,70 lt/m² en noviembre; y 120,75 lt/m² en diciembre. Se concluye que, al comparar los métodos indirectos con el directo se sobrestima y subestima el valor de ET_o repercutiendo en el riego de cultivos.

Palabras clave: agua, riego, consumo, métodos, balance hídrico

Abstract

This quantitative research study estimated reference evapotranspiration (ET_o) using direct and indirect methods in order to compare similarity between them, given that the incorrect calculation of the irrigation variable produces water loss in agriculture. Thus, this experimental – exploratory research study was carried out from October to December 2022 at the Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Chone Campus, by comparing the FAO 56 Penman-Monteith and pan evaporimeter indirect methods with the drainage lysimeter direct method, using grass reference. The findings from the drainage lysimeter method show ET_o values corresponding to 2.59 mm/day in October; 3.29 mm/day in November; and 3.05 mm/day in December. The minimum value corresponds to 1.61 mm/day in October obtained using the pan evaporimeter method, while the maximum value corresponds to 3.27 mm/day in December obtained using the FAO 56 Penman-Monteith method. Both methods differ when compared to the drainage lysimeter, underestimating it by 37.9% during October with respect to the pan evaporimeter method, and overestimating it by 7.2% with respect to the FAO 56 Penman-Monteith method. The findings also reveal that the monthly water consumption of the grass reference corresponds to 65.53 lt/m² in October; 125.70 liters/m² in November; and 120.75 lt/m² in December. It is established that, when comparing the indirect methods with the direct one, ET_o value is overestimated and underestimated, which affects irrigation of crops.

Keywords: water, irrigation, consumption, methods, water balance

Índice

Certificación de la tesis	ii
Aprobación del tribunal.....	iii
Declaración de originalidad.....	iv
Declaración de derecho del autor	v
Dedicatoria y agradecimiento.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice de tabla.....	12
Índice de figuras	13
Índice de fórmulas	14
Introducción.....	15
Materiales y métodos.....	18
Tipo de investigación	18
Características del lugar	18
Localización	18
Condiciones climatológicas.....	19
Equipos y materiales	20
Materiales de oficina	20
Materiales de campo.....	20
Características del campo experimental.....	21
Cultivo de pasto.....	21

	10
Parámetros considerados en la investigación	21
Estimación de las variables consideradas en la investigación.....	22
Evapotranspiración de Referencia (ET _o)	22
Método de lisímetría de drenaje (ET _o).....	22
Precipitación efectiva	22
Método de la cubeta evaporimétrica.....	23
Método de Penman Monteith modificado por la FAO.....	23
Manejo del experimento.....	24
Preparación del suelo.....	24
Siembra.....	24
Control de malezas	25
Fertilización.....	25
Riego.....	25
Recolección de datos de la investigación.....	25
Información obtenida de la estación meteorológica.....	25
Instalación y operación de los lisímetros de drenaje	26
Resultados y discusión	27
Climatología de la zona durante la investigación.....	27
Evapotranspiración de Referencia mediante métodos indirectos.....	28
Evapotranspiración de Referencia mediante el método directo	29

Conclusiones.....	32
Bibliografía.....	33

Índice de Tabla

Tabla 1: Datos climatológicos promedios mensuales desde 1990 al 2013.	19
Tabla 2: Características del lisímetro de drenaje.....	21
Tabla 3: Características de la parcela experimental.	21
Tabla 4: Datos climatológicos de octubre a diciembre del 2022 promediados.....	27
Tabla 5: Evapotranspiración de referencia mediante métodos indirectos.....	29
Tabla 6: Evapotranspiración de referencia mediante el método directo.	30
Tabla 7: Datos climatológicos desde el 16 a 31 de octubre del 2022.....	37
Tabla 8: Datos climatológicos durante el mes de noviembre del 2022.....	38
Tabla 9: Datos climatológicos durante el mes de diciembre del 2022	39
Tabla 10: Datos del lisímetro desde el 16 a 31 de octubre del 2022.....	40
Tabla 11: Datos del lisímetro durante el mes de noviembre del 2022.	41
Tabla 12: Datos del lisímetro durante el mes de diciembre del 2022	42
Tabla 13: Datos insolación desde el 16 a 31 de octubre del 2022.....	43
Tabla 14: Datos insolación durante el mes de noviembre del 2022.....	44
Tabla 15: Datos insolación durante el mes de diciembre del 2022.	45

Índice de Figuras

Figura 1: Localización de la estación meteorológica M0162 CHONE -U.CATÓLICA ...	18
Figura 2: Evapotranspiración de referencia mediante el método directo e indirectos	31
Figura 3: Consumo hídrico mensual del pasto de referencia desde octubre a diciembre....	46
Figura 4: Parcela experimental de pasto tifton al inicio de la investigación	47
Figura 5: Recolección de información metereológica en la estación M0162 CHONE.....	47
Figura 6: Recolección de información metereológica en la estación M0162 CHONE	48
Figura 7: Recolección de información metereológica en la estación M0162 CHONE	48
Figura 8: Medición de agua drenada en lisímetro de drenaje	49
Figura 9: Parcela experimental de pasto tifton al término de la investigación.....	49

Índice de Fórmulas

Fórmula 1: Evapotranspiración del cultivo mediante lisímetría de drenaje	22
Fórmula 2: Precipitación efectiva	22
Fórmula 3: Evapotranspiración del cultivo mediante cubeta evaporimétrica.....	23
Fórmula 4: Evapotranspiración del cultivo mediante Penman Monteith.....	23

Introducción

El recurso hídrico es esencial para la prospera vida de los seres vivos, países, ciudades, naciones o estados, donde un acceso limitado provoca inconvenientes de varias índoles, esencialmente en lo que respecta a la demanda de productores, organizaciones e instituciones agrícolas (Zamora y Prieto, 2016); la evapotranspiración de referencia (ET_o) es el valor de demanda evaporada en el aire, independiente del espécimen agrícola, considerándose como un parámetro que se determina a partir de datos meteorológicos (Ortiz y Chile, 2020).

La determinación de la evapotranspiración es fundamental dentro del ciclo hidrológico, donde su evaluación es esencial en el sector agrícola para conocer las necesidades del riego, y aportar en el manejo del agua dentro de una cuenca hídrica (Allen *et al.*, 2006). Esta es una variable hidrológica muy relevante, que se emplea en estudios hidrológicos, modelos de cambios climáticos, programaciones de riego, entre otros (Rivas, 2005). Según lo señalan Toro, Arteaga, Vázquez, e Ibáñez (2015), para conseguir datos reales de evapotranspiración se usan modelos empíricos, semiempíricos, fisicomatemáticos y con variables meteorológicas, donde se deben considerar la disponibilidad de datos meteorológicos para elegir un método, y la veracidad del modelo para una zona específica.

El cálculo de la evapotranspiración se lo puede hacer mediante métodos directos e indirectos, donde seleccionar un método será dependiente de los datos meteorológicos disponible y la precisión del sitio, pudiéndose destacar Blanney Criddle, Penman Monteith FAO56 y la Cubeta Evaporimétrica; los métodos directos más empleados son el lisímetro, micro lisímetro, sistemas de flujo turbulentos y el cálculo de Bowen (Torres y Vásquez, 2013; Navejas *et al.*, 2011).

Un lisímetro es un recipiente con grandes dimensiones el cual posee en su interior tierra, ya sea esta con superficie vegetal cubiertas o desnuda, ubicado en campo con el fin de imitar las condiciones del suelo en su estado natural, este método es empleado para determinar la evapotranspiración de un espécimen vegetal en crecimiento, la evaporación en un suelo con, o sin cubierta vegetal de referencia (Rodríguez y Pire, 2008).

El pasto tifton (*Cynodon dactylon* L. Pers) se emplea como pasto para heno debido a que esta gramínea tiene potencial elevado de bioenergía, pasividad a la falta de agua y plagas (Bécquer, *et al.* 2018). Siendo fundamental conocer que, dentro del tema evaluado en Ecuador, Manabí, Chone el pasto es de vital importancia para la alimentación del ganado debido a una alta actividad agrícola y ganadera en el sector, siendo necesario calcular el tamaño de la biomasa generada y el uso de volumen de agua empleado (Avilés, Cuétara y Suarez, 2020).

La evapotranspiración de cultivo y de referencia se obtienen mediante información meteorológica y del cultivo, presentados en el documento denominado Serie de Drenaje y Riego emitido por la FAO 24 «Las Necesidades de Agua de los Cultivos», denominado la orientación de «Kc ETo», en la que los cambios del clima con respecto a la necesidad hídrica de la planta están evidenciados en la ETo del cultivo referencial, y las consecuencias se integran en el Kc del espécimen vegetal (FAO, 2020).

La metodología Penman Monteith FAO56 es estandarizada para la determinación de la “evapotranspiración de referencia” (ETo), debido a que incluye parámetros del flujo de calor e intercambio de energía de la vegetación (Allen *et al.*, 2006), siendo necesario «datos de energía solar, humedad relativa, velocidad del viento y temperatura del aire»; presentando limitaciones debido a que necesita de una gran cantidad de datos, los cuales no siempre son accesibles y la ecuación tiende a ser empírica cuando se estiman estas variables. La metodología Penman

Monteith FAO56 genera sobreestimaciones recurrentes en el cálculo de la evapotranspiración, donde otras metodologías como «Blaney Criddle, el tanque de evaporación y la radiación» , muestran variabilidad en relación de la ETo del pasto referencial (FAO, 2020).

Para el sector agropecuario ecuatoriano muchas veces se carece de información sobre datos de evapotranspiración (Vega y Jara, 2009), dando como resultado una incorrecta estimación de la demanda de agua, lo que limita el manejo, diseño y planificación de este recurso, de ahí la necesidad de una correcta estimación de la ETo. El cantón Chone se encuentra en una zona de desarrollo agrícola (MAG, 2019), siendo importante determinar la necesidad hídrica del cultivo mediante la evapotranspiración de referencia; los técnicos pueden estimar la ETo, que generalmente depende de las variables climáticas y de las dificultades de medición inherentes causadas por diferentes variables.

Con estos antecedentes la presente investigación busca estimar la evapotranspiración de referencia en la comunidad Garrapata perteneciente al cantón Chone mediante lisimetría por drenaje. Para cumplir este objetivo se evaluaron los objetivos específicos que se describen: establecer la evapotranspiración de referencia utilizando métodos indirectos como cubeta evaporimétrica y Penman Monteith FAO56; comparar la evapotranspiración referencial obtenida directamente con los métodos indirectos.

Materiales y Métodos

Tipo de investigación

De tipo cuantitativa fue la investigación desarrollada.

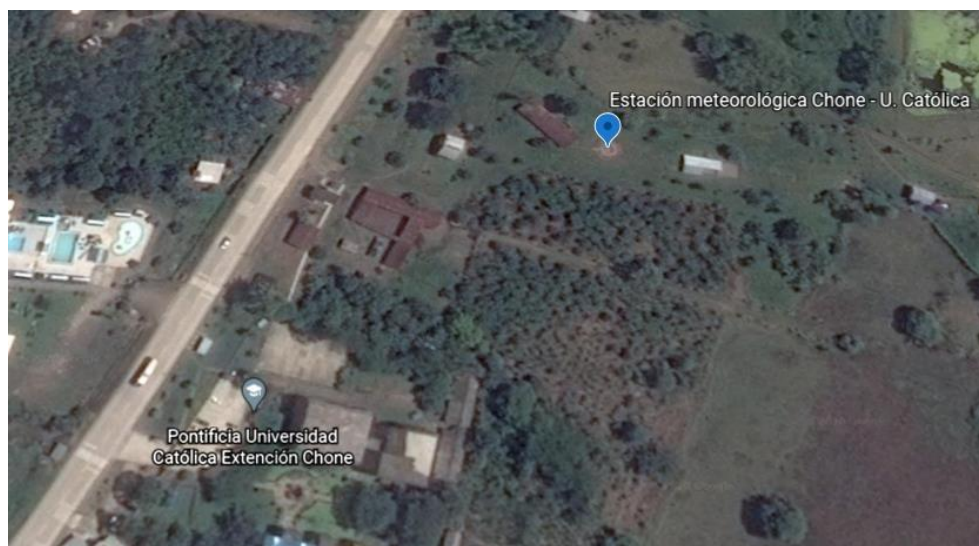
Características del lugar

Localización

El ensayo se efectuó cerca de la estación meteorológica de INAMHI MA162 localizada en la PUCE Sede Manabí Campus Chone (ver figura 1), con una altura de 36 msnm, en las coordenadas Este 607224.32 m E y sur 9930264.32 m S pertenecientes a la parroquia Ricaurte del cantón Chone, desde octubre hasta diciembre de 2022.

Figura 1

Localización de la estación metereológica del INAMHI M0162 CHONE-U.CATÓLICA



Fuente: *GOOGLE EARTH (2022)*

Condiciones climatológicas

Las condiciones climatológicas de Chone comprenden dos temporadas estacionales: época de sequías desde junio hasta noviembre, y épocas de lluvias desde de diciembre hasta mayo, con temperaturas oscilantes en 21°C a 32°C.

Tabla 1

Datos climatológicos promedios mensuales desde 1990 al 2013

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento (Km/h)	Insolación (horas)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)
Enero	22,6	31,7	86	1,6	2,7	177,9	96,5
Febrero	22,9	31,0	89	1,2	2,5	323,0	84,1
Marzo	23,0	31,8	84	1,4	4,4	245,3	110,7
Abril	22,8	31,9	87	2,5	4,5	183,1	106,4
Mayo	22,6	30,9	87	1,3	3,3	61,1	94,0
Junio	21,6	29,6	88	1,3	2,5	33,3	82,5
Julio	21,1	29,5	87	1,6	2,7	19,1	87,4
Agosto	20,8	29,9	86	2,0	3,0	11,6	106,1
Septiembre	20,9	30,4	86	2,5	3,2	9,6	111,0
Octubre	21,2	30,1	85	2,3	3,1	11,7	105,9
Noviembre	21,4	30,7	84	2,0	2,7	20,1	110,1
Diciembre	22,0	30,9	81	2,0	2,4	73,9	110,6

Fuente: INAMHI (2022)

Equipos y materiales

Materiales de oficina

Lapiceros

Cuadernos

Calculadora

Computadora

Excel

Materiales de campo

Sepas de pasto tifton

Lisímetro de drenaje, dimensiones de: largo = 1m, ancho = 1m y altura = 1m

Sistema de drenaje para el lisímetro

Depósito para recolectar el agua drenada (botella de 20 l lt)

Probeta

Pala

Machete

Flexómetro

Características del campo experimental

Cultivo de pasto

Tabla 2

Características del lisímetro de drenaje

Ancho	1 m
Largo	1 m
Profundidad	1 m
Volumen	1 m ³

Tabla 3

Características de la parcela experimental

Ancho de la parcela	2,50 m
Largo de la parcela	2,50 m
Volumen	6,25 m ²
Número de plantas de la parcela	Entre 6 y 7 hileras de 30 cm x 30 cm

Parámetros considerados en la investigación

Evapotranspiración de referencia

Climatología de la zona

Estimación de las variables

Evapotranspiración de referencia (ETo)

La ETo se calculó utilizando un método directo:

Lisímetria de drenaje.

Y dos métodos comparativos indirectos:

Cubeta evaporimétrica.

Penman Monteith FAO56.

Lisímetria de drenaje (ETo) (FAO, 2008).

La evapotranspiración directa se calculó a través de un lisímetro de drenaje mediante la ecuación indicada por Garay.

$$ETo = (R + P. \text{eft.}) - AD$$

Fórmula 1. Evapotranspiración del cultivo mediante lisímetria de drenaje

Donde:

ETo = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

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

P. eft. = precipitación efectiva (mm).

AD = Agua drenada durante el periodo de análisis (mm).

Precipitación efectiva

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

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

Fórmula 2. Precipitación efectiva

Donde:

Pe= Precipitación efectiva (mm).

P= Precipitación (mm).

Cubeta Evaporimétrica (FAO, 2008).

$$\mathbf{ETo} = E_p * K_p$$

Fórmula 3. Evapotranspiración del cultivo mediante cubeta evaporimétrica.

Donde:

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

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

Kp = Coeficiente de la cubeta (depende del tipo de cubeta, clima medio).

Penman Monteith FAO56 (FAO, 2008).

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

Fórmula 4. Evapotranspiración del cultivo mediante Penman Monteith

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)

e_a = Presión real del vapor (KPa)

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

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

y = Constante psicométrica (KPa/°C)

Manejo del experimento

Preparación del suelo

Se inició con la limpieza de la parcela, desbastando la maleza y reparando 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 efectuó con sepas del pasto tifton alrededor y dentro del lisímetro.

Control de malezas

Se llevó un control de la maleza que rodeaba el pasto una vez al mes, ya que estas absorbían el agua y los fertilizantes que se le daba a la planta.

Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo con los requerimientos de nutrientes del cultivo con 1 lb de Yeramila Complex aplicado mensualmente, y un fertilizante foliar de micronutrientes se aplicó solo una vez 30 días después de sembrar los pastos de referencia.

Riego

El agua de riego se repuso manualmente en el lisímetro de drenaje con base en la evaporación diaria tomada de la tina evaporimétrica perteneciente a la estación meteorológica M0162 Chone U. Católica cerca del área de estudio. Se utilizó un tensiómetro como indicador para ver si el suelo estaba húmedo o en capacidad de campo.

Recolección de datos de la investigación

Información obtenida de la estación meteorológica

La recopilación meteorológica se la efectuó de la estación INAMHI que se encuentra localizada en la PUCEM campus Chone, en el sitio Garrapata, considerando: «temperatura máxima y mínima, precipitación, humedad relativa, radiación solar, evaporización, y velocidad de viento», de forma diaria.

Instalación y operación de los lisímetros de drenaje

Silicani (2015) señala que la palabra “lisímetro” se desglosa del griego lysis, la primera significa disolución o movimiento y la segunda significa medición, que es un pequeño reservorio de suelo instalado en el campo que representa un ambiente específico y puede ser usado para determinar la evaporación del suelo desnudo o la evaporación de los cultivos.

El lisímetro de drenaje fue implementado para la recolección diaria de información, en la cual ya se encuentran implantado, ya que se han realizado varios estudios con este método. El instrumento tiene un tanque de recolección de drenaje y las mediciones se toman durante un período de 24 horas, debido a que el pasto de referencia plantado a una altura inicial de 10 cm consume una cierta cantidad de agua durante este período para hidratarse y drena el exceso de agua.

El lisímetro utilizado posee las siguientes características: 1 m de largo, ancho y alto, poseyendo en su fondo una malla con pequeños orificios, superficie de tipo filtrante, y una malla un más gruesa que divide las capas de material filtrante (grava fina y gruesa) de las superficies de suelo; en su fondo se localiza una tubería que sirve para denar el agua que posteriormente se deposita en un recipiente para su recolección. La cantidad drenada de agua se midió con una probeta milimétrica.

Resultados y discusión

Climatología de la zona durante la investigación

Se observa en la tabla 4 los resultados meteorológicos de forma mensual levantados de la estación de INAMHI MA-162 cercana a la parcela de investigación. Durante octubre se obtuvo una máxima temperatura igual a 26,58 °C y mínima temperatura igual a 17,88 °C, humedad relativa de 8,11%, velocidad del viento de 1,94 m/s, evaporación en cubeta 2,29 mm/día, insolación de 2,11 hora/día; durante noviembre se obtuvo una máxima temperatura igual a 30,08 °C y mínima temperatura igual a 17,67 °C, humedad relativa de 82%, velocidad del viento 1,83 m/s, evaporación en cubeta 3,57 mm/día, insolación de 2,76 hora/día; y durante diciembre se obtuvo una máxima temperatura de 30,30°C y mínima temperatura de 20,04°C, humedad relativa 83%, velocidad del viento 1,57m/s, evaporación en cubeta 3,17 mm/día, insolación de 2,48 hora/día.

Según González (2021)., la estación Chone posee una temperatura media máxima anual de 26,6 °C, una media temperatura anual mínima de 24,2 °C, una Humedad Relativa anual media de 86,6%, una velocidad del viento media de 1,30 m/s, una evaporación media diaria de 2,65 mm y horas de insolación media diaria de 3,40 horas, lo cual concuerda con los datos medios mensuales obtenidos durante la presente investigación.

Tabla 4

Datos climatológicos de octubre a diciembre del 2022 promediados

Mes	Temp. Max	Temp. Min	HR (%)	VV (m/s)	Evap. Cubeta	Insolación (horas)
Octubre	26,58	17,88	81	1,94	3,50	2,29
Noviembre	30,08	17,67	82	1,83	3,57	2,76
Diciembre	30,30	20,04	83	1,57	3,17	2,48

Evapotranspiración de referencia mediante métodos indirectos

Se observa en la tabla 5 los resultados de evapotranspiración de referencia mediante los métodos indirectos de Penman Monteith FAO56 y de la cubeta evaporimétrica desde octubre a diciembre del 2022.

Durante octubre con la cubeta evaporimétrica se obtuvo un valor de 1,61 mm/día y mediante Penman Monteith FAO56 un valor de 2,49 mm/día; durante noviembre con la cubeta evaporimétrica se obtuvo un valor de 2,85 mm/día y mediante Penman Monteith FAO56 un valor de 3,11 mm/día; y en diciembre con la cubeta evaporimétrica se obtuvo un valor de 2,53 mm/día y mediante Penman Monteith FAO56 un valor de 3,27 mm/día.

Durante octubre existió una desigualdad de 0,88 mm/día entre Penman Monteith FAO56 y la cubeta evaporimétrica, representando una diferencia porcentual del 35,4%; durante noviembre existió una desigualdad de 0,26 mm/día entre Penman Monteith FAO56 y la cubeta evaporimétrica, representando una diferencia porcentual del 8,3%; y durante diciembre existió una desigualdad de 0,74 mm/día entre Penman Monteith FAO56 y la cubeta evaporimétrica, representando una diferencia porcentual del 22,5%.

En el estudio realizado por Ortiz et al. (2018) indica que mediante Penman Monteith FAO56 se obtuvieron valores bajos a los modelos estadísticos de la cubeta evaporimétrica, en función a la información climatológica diaria empleada para obtener la ETo. Según Ortiz y Chile (2020) los métodos para calcular ETo muestran diferencias en procesos matemáticos, en cuanto al método de Penman Monteith FAO56 en discrepancia con otros métodos como la cubeta evaporimétrica, que es un modelo aerodinámico completo ya que integra todas las variables para

calcular el ETo; lo cual concuerda con los resultados obtenidos con respecto a las diferencias porcentuales entre estos métodos.

Tabla 5

Evapotranspiración de referencia mediante métodos indirectos.

Mes	ETo. Cubeta Evaporimétrica (mm/día)	Penman Monteith modificado por la FAO (mm/día)
Octubre	1,61	2,49
Noviembre	2,85	3,11
Diciembre	2,53	3,27

Evapotranspiración de referencia mediante el método directo

Se observa en la tabla 6 los resultados de evapotranspiración de referencia a través del método directo de lisímetría de drenaje, durante octubre hasta diciembre del 2022; donde el lisímetro al poseer una porción de suelo en su interior, nos permite medir el movimiento del agua considerando lo que se evapora, escurre y retiene; en conjunto con los datos meteorológicos del lugar se reduce la incertidumbre con respecto a los valores de evapotranspiración calculados.

Durante octubre el ETo fue 2,59 mm/día; durante noviembre el ETo fue 3,29 mm/día y durante diciembre el ETo fue 3,05 mm/día.

Tabla 6

Evapotranspiración de referencia mediante el método directo.

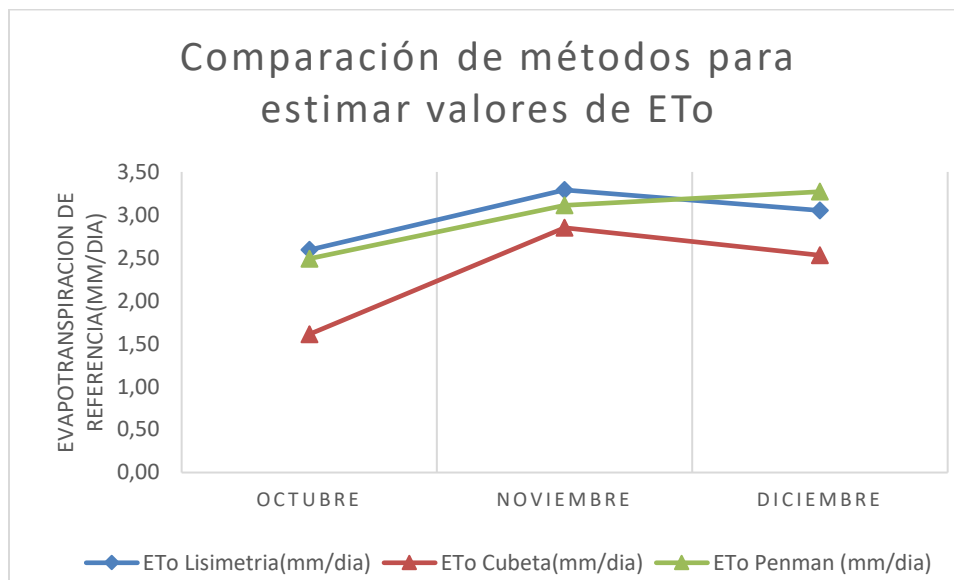
Mes	ETo. Lisímetria de drenaje (mm/día)
Octubre	2,59
Noviembre	3,29
Diciembre	3,05

Al comparar el método de evapotranspiración mediante el de la cubeta evaporimétrica con el de lisímetria de drenaje, en octubre posee una diferencia porcentual negativa del 37,9%, en noviembre una diferencia porcentual negativa del 13,1% y en diciembre una diferencia porcentual negativa del 16,8%. Comparando la metodología de evapotranspiración mediante Penman Monteith FAO56 con lisímetria de drenaje, en octubre posee una diferencia porcentual positiva del 3,9%, en noviembre una diferencia porcentual negativa del 5,3% y diciembre una diferencia porcentual positiva del 7,4%.

Según Montealegre y Gallardo (1995) para obtener los valores de ETo se recomienda trabajar con métodos indirectos como lo son el de Penman Monteith FAO56 y el de la cubeta evaporimétrica. Según Diaz (2006); Ortíz y Chile (2021) la metodología Penman Monteith FAO56 presenta mejor ajuste en cuanto a la obtención de los valores de ETo, obtenido valores cercanos a los reales, sin embargo, al cotejar los valores del método directo de lisímetria de drenaje mediante los metodos indirectos se puede visualizar que difirieren en mayor proporción el método de la cubeta evaporimétrica lo subestima en un 37,9% durante octubre, representando una lámina de 0,98 mm/día, corroborando que los resultados obtenidos no concuerdan con los criterios mencionados.

Figura 2

Evapotranspiración de referencia mediante el método directo e indirectos.



En la figura 3 en la sección de anexos se puede observar los valores del consumo mensual del pasto tifton. En octubre se repuso $65,53 \text{ lt/m}^2$, en noviembre se repuso $125,70 \text{ lt/m}^2$ y en diciembre se repuso $120,75 \text{ lt/m}^2$.

Conclusiones

Según el objetivo específico 1 que buscaba establecer la evapotranspiración de referencia (ET_o) empleando métodos indirectos como Penman Monteith FAO56 y la cubeta evaporimétrica, se concluye que mediante Penman Monteith FAO56 se obtuvieron valores de evapotranspiración de 2,49 mm/día en octubre, 3,11 mm/día en noviembre y 3,27 mm/día en diciembre; y mediante la cubeta evaporimétrica se obtuvieron valores de 1,61 mm/día en octubre, 2,85 mm/día en noviembre y 2,53 mm/día en diciembre, difiriendo entre ambas metodologías el método de la cubeta evaporimétrica con un 28,9% en el transcurso de octubre, representando una lámina de 0,88 mm/día.

Según el objetivo específico 2 que buscaba comparar la evapotranspiración de referencia obtenida mediante métodos directo con métodos indirectos, se concluye que el método directo de lisimetría de drenaje obtuvo valores de evapotranspiración de 2,59 mm/día en octubre, 3,29 mm/día en noviembre y a 3,05 mm/día en diciembre, comparándolo con el método indirecto de Penman Monteith FAO56, tiende a subestimar el valor de ET_o en un 5,5% en noviembre y lo sobreestima un 7,2% en diciembre, al igual que la metodología indirecta de la cubeta evaporimétrica quien lo subestima un 37,9% en octubre; donde el método directo de lisimetría de drenaje posee mayor veracidad al determinar la evapotranspiración de referencia (ET_o) considerando variables en campo apegadas a la realidad de la zona.

Bibliografía

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.
<http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm?fbclid=IwAR0YtwHUsNvVtkGmZn4-gTjfHIf9fEZU3FJVBA4CvOFroJe5eqD-vpuEQH4>
- Avilés, D., Cuétara, L., y Suarez, D. (15 de Agosto de 2020). La actividad ganadera como elemento de bienestar en las comunidades rurales del canton Chone. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554335>
- Bécquer, C., Ávila, U., Nápoles, A., Galdo, Y., Hernández, M., Muir, I., . . . Medinilla, F. (Junio de 2018). Scielo. Obtenido de Productividad de bermuda Tifton 85, inoculada con *Bradyrhizobium* sp. y *Trichoderma harzianum*, sometida a estrés de sequía agríc:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000300006&lng=es&nrm=iso
- Diaz, M. (2006). *La formula de Penman-Monteith Fao 1998 para determinar la evapotranspiración de referencia, ETo. Terra Nueva Etapa*, 31-72.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2008). Evapotranspiración del cultivo,8.
<http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). Evapotranspiración del cultivo (N.o 56).
<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

GOOGLE EARTH. (2022). Ubicación geográfica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí (PUCEM) Campus Chone. <https://earth.google.com/web/@-0.63099404,-80.03701319,32.01283979a,477.53869495d,35y,0h,0t,0r>

González, W. (Noviembre de 2021). *USGP*. Obtenido de Análisis de la evolución en el sector los Chonanas:

<http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/2422/1/MARQ2021008.pdf>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2022). Biblioteca INAMHI.

Obtenido de publicaciones metereológica: <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>

MAG. (2019). *Productores rurales de Chone reciben títulos de tierra*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): <https://www.agricultura.gob.ec/productores-rurales-de-chone-reciben-titulos-de-tierra/>

Montealegre, F., y Gallardo, C. (1995). Determinacion de la evapotranspiracion real en soya y evaluacion de formulas empiricas de evapotranspiracion de referencia en palmira.

Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:

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

Navejas, J., Nieto, A., Fraga, H., Rueda, E., y Ávila, N. (2011). Comparación de métodos para estimar la evapotranspiración en una zona árida citrícola del Noroeste de México.

Ortiz, R., y Chile, M. (2020). *Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco*. Obtenido de Siembra:

<http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1450/2200>

Ortiz, R., Tamayo, C., Chile, M., y Méndez, A. (2018). *Coefficiente del tanque evaporímetro Clase A para estimar la evapotranspiración de referencia para el valle de Tumbaco.*

Obtenido de Siembra: <http://oaji.net/articles/2020/8728-1595370573.pdf>

Rivas, R. (2005). Propuesta de un modelo operativo para la estimación de la evapotranspiración.

Dialnet., 142. Obtenido de:

<https://www.tdx.cat/handle/10803/10336;jsessionid=93D960549A9DF0CE64F2A5DDF41DDA70#page=1>

Rodríguez, R., y Pire, R. (2008). Evapotranspiración diaria del tomate determinada mediante un lisímetro de pesada. *Agronomía tropical*, 58(1), 73–76.

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=es

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

Torres, A., y Vásquez, R. (2013). Prospección de la estimación de la evapotranspiración de referencia, bajo las condiciones del valle de Chaca, Arica-Chile. Obtenido de Scielo:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n2/art04.pdf>

Toro, A., Arteaga, R., Vázquez, M., e Ibáñez, L. (2015). Modelos para estimar la evapotranspiración de referencia en la zona norte bananera del Urabá Antioqueño (Colombia). *Agrociencia*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/302/30243055001.pdf>

Vega , E., y Jara, J. (2009). Estimación de la evapotranspiración de referencia para dos zonas (Costa y Región Andina) del Ecuador. Obtenido de Scielo:

<https://www.scielo.br/pdf/eagri/v29n3/a06v29n3.pdf>

Zamora, J., y Prieto, D. (09 de 2016). Experiencias, debates y desafíos sobre el acceso, tratamiento y uso del agua. En I. N. Agropecuaria, Agua de calidad con equidad. Inta Digital. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/1997>

Anexos

Tabla 7

Datos climatológicos desde el 16 a 31 de octubre del 2022.

OCTUBRE						
FECHA	PP (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	Evaporación (mm/día)
16/10/22	0,00	32,20	19,40	80	3	4,75
17/10/22	0,00	25,80	19,20	84	2	1,28
18/10/22	0,00	25,00	19,00	82	0	0,50
19/10/22	0,00	27,00	19,00	84	2	1,50
20/10/22	0,00	31,00	19,00	83	2	3,00
21/10/22	0,00	27,20	19,00	80	2	3,25
22/10/22	0,00	0,00	0,00	75	2	3,00
23/10/22	0,00	27,00	19,00	83	2	1,50
24/10/22	0,00	26,80	19,20	82	2	1,75
25/10/22	0,00	26,20	19,00	82	2	1,00
26/10/22	0,00	29,00	19,00	79	2	2,00
27/10/22	0,00	27,40	19,00	81	2	2,50
28/10/22	0,00	32,00	19,00	77	2	4,00
29/10/22	0,00	29,80	19,20	84	2	1,75
30/10/22	0,00	26,20	19,00	83	2	1,00
31/10/22	0,00	32,60	19,00	76	2	4,00
PROMEDIO	0,00	26,58	17,88	81	1,94	2,29

Tabla 8*Datos climatológicos durante el mes de noviembre del 2022.*

NOVIEMBRE						
FECHA	PP (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	Evaporación (mm/día)
01/11/22	0,00	26,60	17,00	80	3,00	2,50
02/11/22	0,00	27,40	16,60	81	2,00	2,00
03/11/22	0,00	30,40	16,40	81	2,00	3,50
04/11/22	0,00	32,60	16,40	79	1,00	7,00
05/11/22	0,00	28,20	16,40	75	2,00	3,00
06/11/22	0,00	26,60	15,40	85	3,00	2,75
07/11/22	0,00	32,60	16,40	80	1,00	4,75
08/11/22	0,00	31,60	16,00	80	3,00	3,25
09/11/22	1,20	27,40	15,80	84	1,00	1,50
10/11/22	0,00	28,80	15,80	82	2,00	3,50
11/11/22	0,00	26,00	17,00	83	1,00	2,00
12/11/22	0,00	30,20	14,20	82	1,00	2,50
13/11/22	0,00	30,00	13,60	81	1,00	4,00
14/11/22	0,00	29,20	14,20	80	1,00	3,00
15/11/22	0,00	28,00	19,20	78	2,00	2,50
16/11/22	0,00	32,00	19,00	86	1,33	5,00
17/11/22	0,00	31,20	19,20	79	1,33	4,00
18/11/22	0,00	32,40	19,20	79	1,33	4,00
19/11/22	0,00	32,30	19,04	80	1,33	3,00
20/11/22	0,00	31,80	18,20	80	2,00	4,00
21/11/22	0,00	29,80	19,20	88	2,00	3,50
22/11/22	0,00	33,40	19,00	87	2,00	5,50
23/11/22	0,00	31,20	19,20	87	1,33	3,50
24/11/22	0,00	32,80	18,40	85	4,00	4,50
25/11/22	0,00	29,60	20,00	86	2,00	3,50
26/11/22	0,00	29,40	20,00	79	3,00	3,00
27/11/22	0,00	30,00	20,20	88	2,00	4,00
28/11/22	0,00	27,80	20,00	89	2,00	3,00
29/11/22	0,00	33,20	19,20	79	1,33	5,25
30/11/22	0,00	29,80	20,00	84	2,00	3,50
PROMEDIO	0,04	30,08	17,67	82	1,83	3,57

Tabla 9*Datos climatológicos durante el mes de diciembre del 2022.*

DICIEMBRE						
FECHA	PP (mm)	TEMP. MAX	TEMP. MIN	HR (%)	Vv (m/s)	Evaporación (mm/día)
01/12/22	0,00	27,00	20,00	80	2,00	2,75
02/12/22	0,00	30,00	20,00	89	2,00	3,00
03/12/22	0,00	30,00	20,00	95	1,33	3,00
04/12/22	0,00	29,00	20,00	83	1,33	2,75
05/12/22	0,00	32,80	20,00	79	1,33	4,25
06/12/22	0,00	27,80	20,00	79	2,00	3,00
07/12/22	1,80	28,60	20,00	84	2,00	0,55
08/12/22	0,00	31,00	20,00	80	2,00	3,00
09/12/22	0,00	31,00	20,00	85	0,00	3,25
10/12/22	0,00	33,20	20,00	77	2,00	2,70
11/12/22	0,00	30,00	20,20	79	1,33	3,20
12/12/22	0,00	32,00	20,00	88	2,00	4,50
13/12/22	0,00	26,80	20,00	87	2,00	2,35
14/12/22	0,00	31,20	20,20	88	1,33	3,50
15/12/22	10,50	30,00	18,40	83	2,00	3,75
16/12/22	2,40	30,00	19,00	82	2,00	1,93
17/12/22	0,00	32,20	19,00	83	1,33	4,75
18/12/22	2,40	32,40	19,20	72	1,33	3,90
19/12/22	0,00	31,40	20,00	83	1,33	4,00
20/12/22	0,00	30,00	20,00	84	1,33	2,00
21/12/22	0,00	32,20	20,20	73	2,66	5,00
22/12/22	0,00	32,20	20,40	83	1,33	3,50
23/12/22	0,00	32,40	19,20	73	1,33	7,00
24/12/22	0,00	28,40	20,20	85	1,33	3,25
25/12/22	0,00	31,00	21,20	81	1,33	3,00
26/12/22	2,60	29,00	21,20	86	2,00	1,10
27/12/22	0,00	29,20	19,20	82	1,33	3,00
28/12/22	0,00	30,20	21,00	85	1,33	2,00
29/12/22	0,30	29,20	21,20	83	1,33	2,50
30/12/22	0,00	28,00	20,20	86	1,33	2,50
31/12/22	16,30	31,00	21,20	83	1,33	3,25
PROMEDIO	1,17	30,30	20,04	83	1,57	3,17

Tabla 10

Datos del lisímetro desde el 16 a 31 de octubre del 2022.

Octubre		
Fecha	R (mm)	AD (mm)
16/10/22	6,05	0,62
17/10/22	7,75	6,2
18/10/22	3,275	1,275
19/10/22	3,1	0,5
20/10/22	4,1	1,5
21/10/22	4,5	2,5
22/10/22	5,25	3,25
23/10/22	5,6	3
24/10/22	3,5	1,5
25/10/22	4,05	1,175
26/10/22	3,2	1,5
27/10/22	4,5	2
28/10/22	4,5	2,5
29/10/22	4	3
30/10/22	4,25	1,75
31/10/22	2	1

Tabla 11*Datos del lisímetro durante el mes de noviembre del 2022.*

Noviembre		
Fecha	R (mm)	AD (mm)
01/11/22	4,5	1,9
02/11/22	3,0	0,5
03/11/22	3,0	1,0
04/11/22	4,5	1,5
05/11/22	7,0	0,2
06/11/22	4,0	2,5
07/11/22	3,8	2,8
08/11/22	4,3	0,1
09/11/22	4,3	0,3
10/11/22	2,3	0,3
11/11/22	5,0	0,2
12/11/22	3,0	0,5
13/11/22	3,5	0,2
14/11/22	4,5	0,2
15/11/22	3,2	0,5
16/11/22	3,0	1,2
17/11/22	5,0	0,8
18/11/22	5,0	0,6
19/11/22	4,5	1,0
20/11/22	4,0	1,1
21/11/22	4,5	0,7
22/11/22	3,5	1,0
23/11/22	5,5	1,0
24/11/22	4,0	1,8
25/11/22	5,0	1,2
26/11/22	4,0	1,4
27/11/22	3,5	1,2
28/11/22	4,5	1,0
29/11/22	4,0	1,3
30/11/22	6,0	1,0

Tabla 12*Datos del lisímetro durante el mes de diciembre del 2022.*

Noviembre		
Fecha	R (mm)	AD (mm)
01/12/22	4,0	1,7
02/12/22	3,0	1,5
03/12/22	3,5	0,8
04/12/22	3,5	1,0
05/12/22	3,3	0,7
06/12/22	5,0	1,5
07/12/22	4,5	1,2
08/12/22	2,5	1,2
09/12/22	3,5	0,7
10/12/22	4,0	0,8
11/12/22	3,8	1,0
12/12/22	4,0	1,6
13/12/22	5,0	2,1
14/12/22	3,0	2,5
15/12/22	4,0	0,1
16/12/22	4,0	2,1
17/12/22	3,0	3,3
18/12/22	5,3	4,8
19/12/22	6,0	1,6
20/12/22	5,0	2,0
21/12/22	3,0	1,8
22/12/22	5,0	1,3
23/12/22	4,0	1,7
24/12/22	7,0	3,1
25/12/22	4,0	4,0
26/12/22	3,0	0,2
27/12/22	3,0	0,7
28/12/22	3,0	1,1
29/12/22	3,0	1,6
30/12/22	3,0	1,9
31/12/22	3,0	1,4

Tabla 13

Datos insolación desde el 16 a 31 de octubre del 2022.

Fecha	Insolación (horas)
16/10/22	4,8
17/10/22	0,0
18/10/22	0,0
19/10/22	2,4
20/10/22	2,0
21/10/22	0,0
22/10/22	7,0
23/10/22	0,0
24/10/22	0,3
25/10/22	0,0
26/10/22	3,3
27/10/22	3,0
28/10/22	2,1
29/10/22	2,3
30/10/22	0,1
31/10/22	6,6

Tabla 14*Datos insolación durante el mes de noviembre del 2022.*

Fecha	Insolación (horas)
01/11/22	0,0
02/11/22	0,0
03/11/22	5,0
04/11/22	8,5
05/11/22	3,3
06/11/22	2,1
07/11/22	7,5
08/11/22	4,4
09/11/22	0,3
10/11/22	3,1
11/11/22	0,0
12/11/22	2,1
13/11/22	1,8
14/11/22	1,2
15/11/22	0,4
16/11/22	5,0
17/11/22	6,3
18/11/22	4,3
19/11/22	3,2
20/11/22	3,5
21/11/22	0,0
22/11/22	5,2
23/11/22	1,9
24/11/22	5,1
25/11/22	0,1
26/11/22	1,4
27/11/22	0,8
28/11/22	0,7
29/11/22	5,1
30/11/22	0,8
01/11/22	0,0

Tabla 15

Datos insolación durante el mes de diciembre del 2022.

Fecha	Insolación (horas)
01/12/22	0,0
02/12/22	1,5
03/12/22	0,7
04/12/22	0,0
05/12/22	3,5
06/12/22	0,0
07/12/22	0,5
08/12/22	4,3
09/12/22	0,7
10/12/22	4,8
11/12/22	2,0
12/12/22	5,0
13/12/22	0,0
14/12/22	1,2
15/12/22	2,1
16/12/22	1,0
17/12/22	6,7
18/12/22	9,6
19/12/22	9,6
20/12/22	0,6
21/12/22	4,5
22/12/22	1,5
23/12/22	7,6
24/12/22	0,0
25/12/22	2,5
26/12/22	3,5
27/12/22	0,0
28/12/22	3,5
29/12/22	0,0
30/12/22	0,0
31/12/22	0,0

Figura 3

Consumo hídrico mensual del pasto de referencia desde octubre a diciembre del 2022

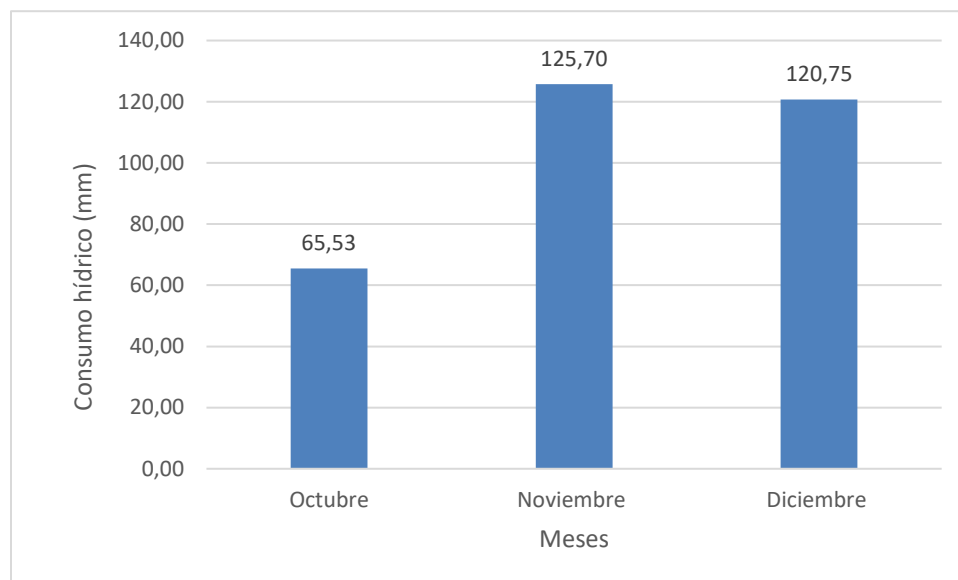


Figura 4

Parcela experimental de pasto tifton al inicio de la investigación.

**Figura 5**

Recolección de información metereológica en la estación M162 CHONE-U.CATÓLICA

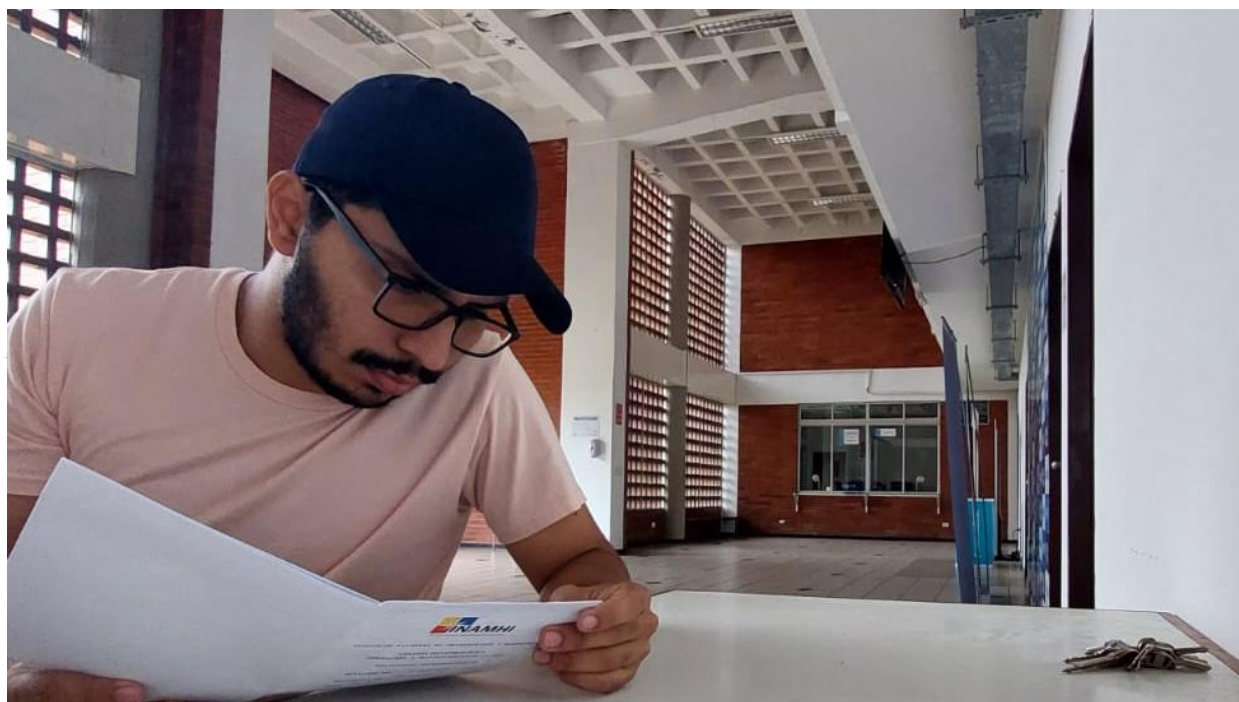


Figura 6

Recolección de información metereológica en la estación M162 CHONE-U.CATÓLICA

**Figura 7**

Recolección de información metereológica en la estación M162 CHONE-U.CATÓLICA.



Figura 8

Medición de agua drenada en lisímetro de drenaje.

**Figura 8**

Parcela experimental de pasto tifton al inicio de la investigación.

