	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>VERSIÓN</b>	02
<b>FECHA</b>			03/04/2017	
<b>PÁGINA</b>			1 de 1	
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): EDWIN ALEXIS APELLIDOS: FERNANDEZ GALVIS

NOMBRE(S): JESÚS MIGUEL APELLIDOS: MOLINA MENDOZA

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GUSTAVO ADOLFO APELLIDOS: CARRILLO SOTO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL FENÓMENO DE EVAPOTRANSPIRACION MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISIMETRO

El proyecto consiste en la elaboración y operación de un montaje tipo lisímetro de bajo costo, para estimar la tasa de evapotranspiración frente a las condiciones climatológicas del municipio de los patios, Norte de Santander. Se contrasta con las tasas observadas en unos recipientes de suelo desnudo y un recipiente de agua; además de esto, se compara los datos observados de evapotranspiración por el montaje y a los datos arrojados por el modelo de Thornthwaite para conocer la diferencia entre estos y de la misma forma se consigue un valor de ajuste para el modelo. Finalmente se recolecta información relacionada con el montaje de lisímetros y se crea una tabla como base de datos, para utilidad de nuevas investigaciones relacionadas con el tema de estudio.

Palabras clave: Evapotranspiración, Lisímetro, Thorthwaite, Evaporación.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 197 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 0

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL FENÓMENO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN  
MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISÍMETRO

EDWIN ALEXIS FERNÁNDEZ GALVIS

JESÚS MIGUEL MOLINA MENDOZA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
CÚCUTA, COLOMBIA  
2021

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL FENÓMENO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN  
MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISÍMETRO

EDWIN ALEXIS FERNÁNDEZ GALVIS

JESÚS MIGUEL MOLINA MENDOZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

Ingeniero Civil, PhD. en Hidrología

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
CÚCUTA, COLOMBIA  
2021

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 16 DE DICIEMBRE DE 2021 **HORA:** 10:00 a. m.

**LUGAR:** VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "ANALISIS EXPERIMENTAL DEL FENOMENO DE EVAPOTRANSPIRACION MEDIANTE UN MONTAJE TIPO LISIMETRO".

**JURADOS:** ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES  
ING. JAIRO MARTIN RODRIGUEZ TENJO

**DIRECTOR:** PhD. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
EDWIN ALEXIS FERNANDEZ GALVIS	1112281	4,5	CUATRO, CINCO
JESUS MIGUEL MOLINA MENDOZA	1112325	4,5	CUATRO, CINCO

# MERITORIA

  
\_\_\_\_\_  
ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES

  
\_\_\_\_\_  
ING. JAIRO MARTIN RODRIGUEZ TENJO

Vo. Bo.   
\_\_\_\_\_  
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico con todo mi corazón a mi madre, quien adoro desde lo más profundo de mi alma, pues sin ella no hubiese logrado nada, por estar siempre a mi lado brindándome apoyo y que con sus consejos me dieron impulso para salir adelante. También va dedicada a María Fernanda Vera Omaña, por brindarme cariño cuando más lo necesitaba, apoyándome en cada decisión que tomara, por tu paciencia para conmigo, por ayudarme hasta donde te fue posible, incluso más, por eso te dedico y agradezco con este trabajo. Finalmente, esta tesis está va dedicada de manera muy especial a la Memoria de Doris Omaña Labrador, por ser ejemplo en vida de amor, honradez, solidaridad, por ser una gran persona, una gran amiga y representar el verdadero significado de altruismo, por eso te doy este trabajo en ofrenda por todas las personas que ayudaste durante tu vida. Las amo mucho.

**Jesús Miguel Molina Mendoza**

## **Agradecimientos**

Nuestros Agradecimientos van dirigidos en primer lugar a Dios por darnos la vida, a nuestras familias por la confianza y apoyo durante toda nuestra carrera, a nuestros amigos por las experiencias y los buenos momentos vividos durante la formación, a los profesores por compartirnos todos sus conocimientos y aporta a nuestra formación como ingenieros y en especial al Ingeniero Gustavo Adolfo Carrillo Soto por llevarnos en este lindo proceso de investigación y por sus aportes de conocimiento en este trabajo.

## Tabla de contenido

Introducción	16
1. Problema.	18
1.1. Título	18
1.2. Planteamiento del Problema	18
1.3. Formulación del Problema	20
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo General.	20
1.4.2. Objetivos Específicos.	20
1.5. Justificación.	21
1.6. Alcances y Limitaciones	22
1.6.1. Alcances.	22
1.6.2. Limitaciones	22
1.7. Delimitaciones.	23
1.7.1. Delimitación Espacial	23
1.7.2. Delimitación Temporal	24
1.7.3. Delimitación Conceptual	24
2. Marco Referencial	26
2.1. Antecedentes y Estado del Arte	26
2.1.1. Antecedentes Empíricos.	26
2.1.2. Antecedentes Bibliográficos	26
2.1.2.1. Antecedentes Internacionales	26
2.1.2.2. Antecedentes Nacionales	29
2.2. Marco Teórico	30
2.3. Marco Conceptual	41
2.4. Marco Contextual.	43
2.5. Marco Legal	44
3. Diseño Metodológico	46

3.1.	Tipo de Investigación	46
3.2.	Población y Muestra.	47
3.2.1.	Población	47
3.2.2.	Muestra	47
3.3.	Instrumentos para la Recolección De Muestras	48
3.3.1.	Instrumentos	48
3.3.1.1.	Montaje Tipo Lisímetro	48
3.3.1.2.	Balanza Digital	48
3.3.1.3.	Termohigrómetro PCE-HT 71N	48
3.4.	Fuentes de Información	48
3.4.1.	Fuentes Primarias.	48
3.4.2.	Fuentes Secundarias	49
3.5.	Técnicas De Análisis Y Procesamiento De Datos	49
3.6.	Fases y Actividades Específicas del Proyecto	49
3.6.1.	Fase 1: Consolidación de Información	49
3.6.2.	Fase 2: Aplicación y desarrollo.	49
3.6.3.	Fase 3: Análisis y Resultados	49
4.	Revisión del Estado del Arte Relacionado al Montaje Y Operación De Lisímetros.	50
4.1.	Estado del Arte a Nivel Nacional	50
4.2.	Estado del Arte a Nivel Latinoamericano	55
4.3.	Estado del Arte a Nivel Mundial	71
5.	Desarrollo del Proyecto	84
5.1.	Materiales y Métodos	84
5.1.1.	Descripción del Área Experimental	84
5.1.2.	Condiciones Iniciales del Terreno	85
5.1.3.	Adecuaciones del Terreno.	85
5.1.3.1.	Limpieza y Nivelación del Terreno	85
5.1.3.2.	Cercado del Área Experimental.	86
5.1.3.3.	Perforaciones del terreno	87
5.1.3.4.	Instalación de Material Vegetal en el Terreno	88
5.1.3.5.	Instalación de material granular Como Base Para Recipientes	89



5.1.3.6.	Distribución de los recipientes	90
5.1.3.7.	Ubicación de los lisímetros y Equipos de Medida	91
5.1.4.	Sistema de Toma de Datos.	92
5.1.4.1.	Báscula Krömbi KD-OWS78	92
5.1.4.2.	Termohigrómetro PCE-HT 71N	93
5.1.5.	Metodología Para la Toma de Mediciones	94
6.	Análisis y Resultados.	95
6.1.	Selección del Método de Estimación	95
6.2.	Origen de los Datos	95
6.3.	Mediciones de Campo.	97
6.4.	Contraste de la Evapotranspiración y la Evaporación de un Cuerpo de Agua.	111
6.5.	Contraste de la Evapotranspiración y la Evaporación de un Suelo Desnudo.	114
6.6.	Cálculo de La ETP Mediante Método de Thornthwaite	117
6.7.	Calculo de la diferencia Entre Los Datos Observados y Los Modelados	119
6.7.1.	Diferencia Entre los datos de Evaporación Agua y Modelo Thornthwaite.	119
6.7.2.	Diferencia Entre los Datos de Suelo y Modelo Thornthwaite.	122
6.7.3.	Diferencia Entre los Datos de Vegetación y Thornthwaite	130
	Conclusiones.	137
	Recomendaciones	139
	Bibliografía	140
	Anexos	144

## Lista de Figuras.

Figura 1 Lugar de Elaboración del Proyecto Fuente: Google Earth Pro	24
Figura 2 Localización de la zona de estudio. Fuente: Alcaldía de los Patios	84
Figura 3 Terreno sin adecuación	85
Figura 4 Corte de Nivelación de Terreno	86
Figura 5 Cerramiento del área experimental.	87
Figura 6 Excavación para la instalación de los recipientes	88
Figura 7 Instalación del césped.	89
Figura 8 Instalación de la grava.	90
Figura 9 Llenado de los recipientes con material de estudio.	91
Figura 10 Ubicación de los recipientes en el terreno.	92
Figura 11 Bascula	93
Figura 12 Termohigrómetro PCE-HT 71N	94
Figura 13 Valores graficados por el termohigrómetro.	97
Figura 14 Pérdida de masa en recipiente con agua.	100
Figura 15 Pérdida de masa en suelo 1.	101
Figura 16 Pérdida de masa en suelo 2.	101
Figura 17 Pérdida de masa en suelo 3.	102
Figura 18 Pérdida de masa en suelo promedio	102
Figura 19 Pérdida de masa en vegetación 4.	103
Figura 20 Pérdida de masa en vegetación 5.	103
Figura 21 Pérdida de masa en vegetación 6.	104

Figura 22 Pérdida de masa en vegetación promedio.	104
Figura 23 Evaporación recipiente con agua vs temperatura.	107
Figura 24 Evaporación suelo 1 vs temperatura.	107
Figura 25 Evaporación suelo 2 vs temperatura	108
Figura 26 Evaporación suelo 3 vs temperatura.	108
Figura 27 Evaporación suelo promedio vs temperatura.	109
Figura 28 ET vegetación 4 vs temperatura.	109
Figura 29 ET vegetación 5 vs temperatura.	110
Figura 30 ET vegetación 6 vs temperatura.	110
Figura 31 ET vegetación promedio vs temperatura.	111
Figura 32 Evaporación agua vs ET vegetación 4	112
Figura 33 Evaporación agua vs ET vegetación 5.	112
Figura 34 Evaporación agua vs ET vegetación 6	113
Figura 35 Evaporación agua vs ET vegetación prom.	113
Figura 36 Evaporación suelo 1 vs ET vegetación 4.	115
Figura 37 Evaporación suelo 2 vs ET vegetación 5.	115
Figura 38 Evaporación suelo 3 vs ET vegetación 6.	116
Figura 39 Evaporación suelo prom vs ET vegeta prom.	116
Figura 40 Evaporación vs Thornthwaite	121
Figura 41 Evaporación vs Thornthwaite ajustado	122
Figura 42 Evaporación suelo 1 vs Thornthwaite	125
Figura 43 Evaporación suelo 1 vs Thornthwaite ajustado 1.	126
Figura 44 Evaporación suelo 2 vs Thornthwaite.	126

Figura 45 Evaporación suelo 2 vs Thornthwaite ajustado 2.	127
Figura 46 Evaporación suelo 3 vs Thornthwaite.	127
Figura 47 Evaporación suelo 3 vs Thornthwaite ajustado 3.	128
Figura 48 Evaporación suelo prom vs Thornthwaite.	128
Figura 49 Evaporación suelo Prom vs Thornthwaite ajustado Prom.	129
Figura 50 Evapotranspiración Veg 4 vs Thornthwaite	132
Figura 51 Evapotranspiración 4 vs Thornthwaite Ajustado 4	133
Figura 52 Evapotranspiración Veg 5 vs Thornthwaite	133
Figura 53 Evapotranspiración 5 vs Thornthwaite Ajustado 5	134
Figura 54 Evapotranspiración Veg 6 vs Thornthwaite	134
Figura 55 Evapotranspiración 6 vs Thornthwaite Ajustado 6	135
Figura 56 Evapotranspiración Veg Prom vs Thornthwaite	135
Figura 57 Evapotranspiración Prom vs Thornthwaite Ajustado Prom	136

## Lista de Tablas

Tabla 1 Base de datos del estado del arte	81
Tabla 2 Valores registrados por el termohigrómetro.	96
Tabla 3 Valores registrados de las variaciones de masa de los recipientes en kilogramos.	98
Tabla 4 Valores medidos de evaporación y evapotranspiración en kilogramos.	99
Tabla 5 Valores de evaporación de recipiente con agua en mm/h.	106
Tabla 6 Pesos específicos del agua.	106
Tabla 7 Valores calculados ETP método de Thornthwaite.	118
Tabla 8 Cálculo ECM del recipiente con agua.	120
Tabla 9 Factor de ajuste recipiente con agua	121
Tabla 10 Cálculo ECM de los recipientes con suelo.	123
Tabla 11 Factor de ajuste y error medio cuadrático de los recipientes con suelo.	124
Tabla 12 Cálculo EMC de los recipientes con vegetación.	130
Tabla 13 Factor de ajuste y error medio cuadrático de los recipientes con suelo y vegetación.	131

## Lista de Anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo 1 Valores tabulados de la temperatura °C, humedad relativa y el punto de rocío.	145
Anexo 2 Valores registrados de las variaciones de masa de los recipientes en kilogramos.	171
Anexo 3 Valores medidos de evaporación y evapotranspiración en kilogramos.	175
Anexo 4 Valores de los pesos específicos calculados.	178
Anexo 5 Valores de evaporación del recipiente con agua en mm/h.	180
Anexo 6 Valores de evaporación suelo 1 en mm/h.	182
Anexo 7 Valores de evaporación suelo 2 en mm/h.	184
Anexo 8 Valores de evaporación suelo 3 en mm/h.	186
Anexo 9 Valores de evaporación promedio suelos en mm/h.	188
Anexo 10 Valores de evapotranspiración vegetación 4 en mm/h.	190
Anexo 11 Valores de evapotranspiración vegetación 5 en mm/h.	192
Anexo 12 Valores de evapotranspiración vegetación 6 en mm/h.	194
Anexo 13 Valores de evapotranspiración vegetación promedio en mm/h.	196



## Introducción

El agua que se encuentra en cualquier superficie de la tierra es devuelta a la atmósfera debido al fenómeno de evaporación, que es causado principalmente por el efecto de la radiación solar y el viento. De esta manera, el agua se eleva y asciende como vapor de agua hacia la atmósfera en forma de nubes hasta llegar al punto de condensación y así caer de nuevo sobre la tierra en forma de precipitación (Aparicio, 1989). Durante su recorrido hacia la superficie terrestre, el agua puede ser evaporada o interceptada por la vegetación donde luego fluye por la superficie en forma de escorrentía hacia las corrientes de agua o se infiltra a través del suelo. Una parte de esta agua que se infiltra es absorbida por las plantas y luego transpirada hacia la atmósfera y otra parte fluye hacia suelo profundo a través de la percolación, convirtiéndose así en agua subterránea.

Debido a la dificultad de identificar y estudiar la evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas por separado nace el concepto de evapotranspiración (ET), que se define como la suma de las pérdidas de agua que ocurren a través de la evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas (Segeer & Villodas, 2006). La evapotranspiración juega un papel muy importante en la dinámica del ciclo hidrológico y en la determinación de los balances hídricos, pues es considerado como un dato directo de entrada para estimar la disponibilidad de recursos hídricos de un sistema (Díaz, Esteller, & López, 2005).

El fenómeno de la evapotranspiración depende principalmente de dos factores que son difíciles de estimar; el contenido de humedad del suelo y el desarrollo vegetal de la planta (Díaz, Esteller, & López, 2005), además de eso, también depende de factores climatológicos (radiación,



la temperatura del aire, la humedad atmosférica, la velocidad del viento) y del tipo de vegetación (tipo de cultivo, variedad y etapa de desarrollo) (Allen et al., 2006).

La importancia de la evapotranspiración radica en que es un factor determinante al momento de diseñar y dimensionar sistemas de riego, obras de almacenamiento, conducción, distribución y drenaje (Aparicio, 1989). Puesto que la ET es de mucha importancia, se han desarrollado diferentes metodologías para su respectiva cuantificación, las cuales se clasifican en métodos directos y métodos indirectos o empíricos que son aquellos que hacen uso de datos meteorológicos. Debido a que este fenómeno juega un papel importante en la hidrología y a que no se ha comprobado de un estudio hecho en la región, el presente proyecto pretende realizar un análisis experimental de la evapotranspiración mediante un montaje tipo lisímetro dadas las condiciones climatológicas que se presentan en la región.

## **1. Problema**

### **1.1. Título**

Análisis Experimental del Fenómeno de Evapotranspiración Mediante un Montaje Tipo Lisímetro.

### **1.2. Planteamiento del Problema**

La evapotranspiración se define como la suma de las pérdidas de agua provenientes de la superficie terrestre y la transpiración de las plantas. Este concepto nace debido a la complejidad de distinguir o estudiar cada uno de estos fenómenos por separado (Segerer & Villodas , 2006). El fenómeno de ET juega un papel muy importante en la dinámica del ciclo hidrológico pues se estima que alrededor del 69% del agua que se precipita sobre la superficie terrestre vuelve de nuevo a la atmósfera mediante la ET (Olalla, López, & Calera, 2005).

Por otra parte, la ET es indispensable en los balances hídricos, puesto que este se considera como un dato fundamental al momento de cuantificar los recursos y flujos de agua disponibles en los diferentes sistemas tales como lagos, embalses, cuencas entre otros (Díaz, Esteller, & López, 2005). A causa de esto, una mala cuantificación o incorrecta estimación de la ET va generar problemas en los análisis y estudios realizados por hidrólogos al momento de identificar las pérdidas de agua en canales, embalses, cuencas o la cantidad de agua necesaria para la irrigación, asimismo los agrónomos se verían afectados puesto que es un factor importante al

momento de comprender las pérdidas de agua que se producen en el suelo en la utilización de cultivos (Monsalve, 1995).

Por consiguiente, una incorrecta medición de la ET va afectar de manera directa los diseños de sistema de riego, incluyendo diversas obras de almacenamiento, conducción, distribución y drenaje (Aparicio, 1989). Del mismo modo repercute de manera negativa en la producción de cultivos, planificación y gestión de recursos hídricos, estudios ambientales y ecológicos perjudicando así en gran manera diversas áreas profesionales y científicas (Domingo, Villagarcía, & Were, 2003).

Debido a esto es imprescindible cuantificar de manera correcta el fenómeno de ET, pero esto no es sencillo ya que para determinarla de manera experimental se requiere de aparatos que realicen mediciones precisas y exactas de variables físicas o de un balance hídrico al suelo por medio de lisímetros; por lo general dichos métodos resultan muy costosos y exigen una alta precisión en las mediciones (FAO, 2006). Debido a la complejidad de obtener medidas de campo precisas la ET se suele calcular con datos meteorológicos, por consiguiente, se han elaborado una gran cantidad de ecuaciones empíricas con el fin de cuantificar la ET haciendo uso de dichos datos (FAO, 2006).

Actualmente en Colombia no se cuenta con mucha información sobre la ET ya que el IDEAM que es la entidad encargada de proporcionar dicha información no dispone de la cantidad de equipos e instrumentación necesaria para realizar la medición de este fenómeno en todo el país, por lo cual se dispone de una información muy limitada. Por esa razón el presente proyecto tiene como fin analizar el fenómeno de ET en diferentes superficies por medio de un montaje de tipo lisímetro y asimismo realizar una comparación con algunas de las ecuaciones empíricas

existentes con el fin de evaluar cuál es la que presenta un mejor comportamiento dadas las condiciones climatológicas de la región.

### **1.3. Formulación del Problema**

¿Cuál será el comportamiento del montaje tipo lisímetro para medir el fenómeno de evapotranspiración dadas las condiciones climatológicas del Municipio de Los Patios, ubicado en el departamento de Norte de Santander?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General.**

Realizar un análisis experimental del fenómeno de la evapotranspiración (ET) mediante un montaje tipo lisímetro de bajo costo para estudiar su comportamiento y contrastarlo con la estimación de la evapotranspiración mediante modelo Thornthwaite

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Consolidar información del estado del arte relacionada con la construcción y operación de lisímetros para generar una ruta clara sobre la implementación de estas metodologías en la estimación de la ET.

- Contrastar la tasa de Evapotranspiración (ET) contra la tasa de evaporación (E) en un cuerpo de agua y suelo sin vegetación o desnudo (Bare Soil), para conocer el efecto que generan estas superficies en la ET observadas en un montaje de Lisímetro de bajo costo.
- Comparar el modelo matemático Thornthwaite usando como referencia los datos arrojados por el montaje tipo lisímetro para conocer el grado de diferencia del modelo, y así generar un posible valor de ajuste promedio que sirva en lugares de condiciones climáticas similares a la del lugar de estudio.

### **1.5. Justificación**

Para tener un control de los recursos hídricos es preciso realizar un balance hídrico, por lo que se deben conocer los movimientos del ciclo hidrológico donde uno de los factores que más peso tiene es la evapotranspiración, la cual se estima que en promedio envía a la atmosfera más del 60% del agua que cae sobre la superficie terrestre por precipitación (Segeer & Villodas , 2006), por esta razón, la cuantificación de la evapotranspiración es fundamental para conocer de manera precisa la cantidad de caudal de agua que corre por una cuenca.

Recientemente se ha venido utilizando modelos matemáticos para la determinación de la ET (Lopez, Febeiro, Morata, & Santa Olalla, 2006), aunque esta metodología genera incertidumbre ya que se desconoce si estos valores se correlacionan bien con la evapotranspiración real, por lo contrario, el uso de lisímetros es una las formas más precisas para estimar la ET, por esto, se pretende realizar un análisis del fenómeno de la ET mediante la implementación de un montaje tipo lisímetro de bajo costo teniendo en cuenta algunas de las diferentes superficies más

comunes, y a su vez hacer una comparación de los datos arrojados contra los de los modelos matemáticos simplificados, con la finalidad de conocer el grado de error que tienen cada uno de ellos frente a las condiciones climáticas del departamento.

De acuerdo con lo anterior, se podrá proponer un posible valor de ajuste para estos modelos matemáticos, y así poner en práctica su uso en la elaboración de métodos para el manejo de los recursos hídricos, la optimización de agua, disminución de gastos en el riego del cultivo y proyectos hidrológicos, de igual forma, su continuo estudio será de utilidad para futuras investigaciones relacionadas con estudio de lisímetros y el fenómeno de la evapotranspiración.

## **1.6. Alcances y Limitaciones**

### **1.6.1. Alcances**

El interés del proyecto planteado tiene como finalidad hacer un análisis de la ET mediante la implementación un montaje tipo lisímetro de bajo costo, donde se pueda lograr la cuantificación de la ET, estudiando el comportamiento de algunas de las superficies tipo frente a las características climatológicas del departamento. Mediante el cumplimiento de los objetivos propuestos se busca realizar la cuantificación de la ET teniendo en cuenta la incidencia que tienen las superficies en el desarrollo de la misma, para de esta forma, generar una comparación entre los valores de ET- teórica y la ET registrada por el lisímetro.

### **1.6.2. Limitaciones**

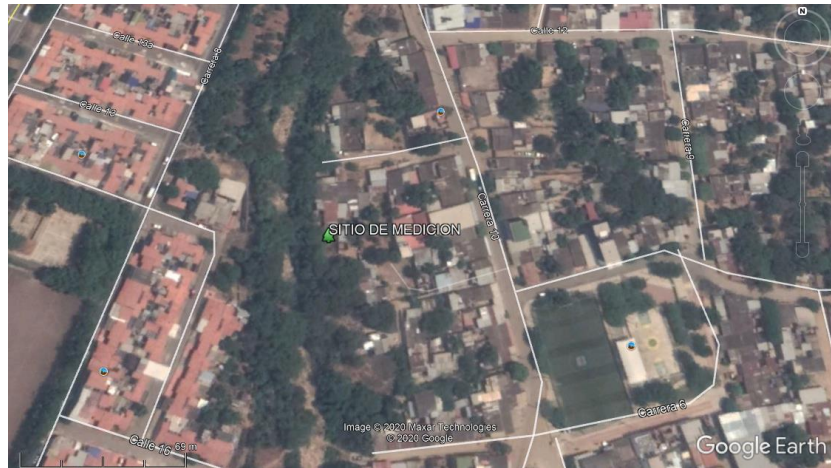
- El proyecto está programado para hacer estudios en solamente tres superficies diferentes, Suelo desnudo o descubierto (Bare Soil), suelo cubierto por capa vegetal de césped y agua.

- Los equipos con los que se cuentan solo pueden medir datos de peso, temperatura y humedad, por esta razón, los datos observados solo podrán ser comparados con modelos empíricos que solo usen datos que son posibles de tomar con los equipos que se poseen.
- La balanza con la que se cuenta tiene una capacidad de medición máxima de 40 kg, lo cual no permite hacer mediciones a muestras que sobrepasen esa capacidad.
- Los autores no cuentan con los recursos económicos para adquirir equipos especializados para la cuantificación de la ET.
- No se cuenta con suficiente información sobre el montaje de lisímetros de esta escala, por lo cual el montaje se realizará a manera de prototipo.
- Debido a la emergencia sanitaria ocurrida en el año 2020, fueron cerradas las instalaciones de la universidad y con ella sus laboratorios, por lo cual no fue posible realizar análisis o estudios a las muestras de suelo utilizadas.

## **1.7. Delimitaciones**

### **1.7.1. Delimitación Espacial**

La zona de estudio y elaboración del proyecto será en la Calle 13 B Sur, K – 121 Barrio Llanitos municipio de los Patios, con coordenada sexagesimales  $7^{\circ}48'10.8''$  N,  $72^{\circ}31'05.7''$  W.



**Figura 1** Lugar de Elaboración del Proyecto **Fuente:** Google Earth Pro

### 1.7.2. Delimitación Temporal

El tiempo establecido para la realización del proyecto será comprendido por un periodo de 6 meses a partir de la aprobación del mismo, tiempo en el cual, se desarrollarán y cumplirán los objetivos planteados por la investigación.

### 1.7.3. Delimitación Conceptual

En este proyecto se emplearán como referentes primarios los siguientes conceptos:

- Evapotranspiración
- Evaporación
- Balance Hídrico
- Lisímetro
- Métodos Directos Simplificados



- Variables Hidrometeorológicas y Vegetativas
- Suelos
- Superficies

## **2. Marco Referencial**

### **2.1. Antecedentes y Estado del Arte**

#### **2.1.1. Antecedentes Empíricos**

No existen antecedentes de estudios similares al propuesto para la zona de estudio, ni se realizaron proyectos previos que aporten datos que se pueda emplear en la investigación.

#### **2.1.2. Antecedentes Bibliográficos**

##### **2.1.2.1. Antecedentes Internacionales**

Alrededor del mundo se han efectuado diversos proyectos investigativos relacionados con el estimación y cálculo de la evapotranspiración mediante métodos empíricos o directos. Dicho anterior, existen algunos estudios sobre el montaje y operación de lisímetros, estos aportan a la investigación fundamentos y conceptos sobre el montaje de lisímetros de pesada para el cálculo de la ET.

(Silicani, 2015), en su tesis de especialización “Diseño, construcción y operación de un lisímetro de bajo costo” de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. En este trabajo se fijó como objetivo la construcción de un lisímetro dentro de la parcela del Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo Usunoff”, ubicada en el Campus Tandil ( $37^{\circ} 17'$  de latitud Sur y a los  $59^{\circ} 07'$  de longitud Oeste, 214 msnm), perteneciente a la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires, donde el lisímetro tenía una superficie  $0.27 M^2$ , un

diámetro de 0.59 *M* y una profundidad de 0.88 *M* con una profundidad útil del suelo de 0.60 *M* ya que la exploración de las raíces no superaba los 50 *M*, también usaron sensores para el monitoreo de humedad en todo el perfil, conectados a un logger. Los autores concluyeron que este tipo de lisímetro era fácil de replicarse y que su costo no es elevado, solo se debe considerar adaptar las dimensiones dependiendo de las condiciones de la vegetación que se piensa estudiar. Este proyecto nos da las bases para la realización del montaje adaptándolo a nuestro presupuesto.

(Khan P, Gil, & Acosta, 1998) “Diseño y funcionamiento de un lisímetro hidráulico para la medición de la evapotranspiración potencial” Departamento de Ingeniería Agrícola, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad del Oriente. Maturín, Venezuela, 1998. El proyecto fue realizado con el fin de comprobar la funcionalidad del lisímetro para medir la evapotranspiración potencial, para esto, usaron tres tanques cilíndricos de 57 cm de diámetro y 88 cm de altura con capacidad de 200 litros como envases receptores de suelo; en ellos se sembró pasto pangola (*Digitaria Swazilandensis*) y debajo colocaron sensores en forma de aro, conectados cada uno a un manómetro de agua. De estos tres lisímetros dos se usaron para medir la evapotranspiración y al tercero se le interrumpió la pérdida o ganancia de agua, con el fin de detectar las variaciones de nivel de agua en su manómetro por el solo efecto de la temperatura y mediante estas variaciones poder corregir las lecturas. Los autores resaltan que al hacer el corte del pasto se produjo una reducción en el uso consuntivo, atribuible a la disminución del área transpirable, también, muestran que en la comparación ETP vs evaporación, la ETP fue mayor en un 40% de los casos pero que esto podría suponerse a que en algunos casos la ETP estuvo sobrestimada. Luego observaron que la ecuación de regresión que mejor se ajustó a la variación de la ETP fue una ecuación lineal,  $ETP=0.71Ev+1.56$ , lo que indica que por cada mm de agua evaporada ocurrió un aumento de la ETP de 0.71 mm.

(Rodríguez & Pire, 2007) cuyo trabajo se denominó “Evapotranspiración diaria del tomate determinada mediante un lisímetro de pesada” Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela, 2007. La metodología de los autores fue el uso de lisímetro, el cual poseía una capacidad superior a las 5 toneladas y un área de  $2.54M^2$  lo cual les permitía detectar variaciones en el peso de hasta 100 gr (lamina de 0.05 mm). Contenía una mezcla de suelo mineral y orgánico donde se colocaron las plantas de tomate de 28 días de edad. La evapotranspiración real la midieron durante todo el ciclo del cultivo. Los autores concluyeron en que la evapotranspiración real obtenida mediante un lisímetro de pesada oscila entre 2.95 mm dia-1 y 8.62 mm dia-1 considerando los dos ciclos hidrológicos que evaluaron, también, relacionaron que la ecuación que mejor reprodujo los valores de la evapotranspiración real fue la de Penman – Monteinth.

(Inzunza Ibarra, Villa Castorena, Catalán Valencia, & Mendoza Moreno, 2005) realizaron un estudio llamado “Determinación de la evapotranspiración y coeficientes de ajustes por desarrollo de la canola con lisímetro de pesada. México, 2005. Proyecto el cual tenía como objetivo determinar el mejor modelo predictivo para la estimación del coeficiente de ajuste por desarrollo de la canola; por tal motivo instalaron en un lisímetro de pesada de alta precisión con el propósito de determinar las tasas evapotranspirativas máximas diarias al desarrollarse en condiciones no restrictivas de humedad durante su ciclo vegetativo de desarrollo. Los resultados demostraron un ajuste satisfactorio al modelo polinomial durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo.

(Pire & Rodríguez , 2008) “Evapotranspiración referencial (ET<sub>o</sub>) Medida vs. Estimada en Tarabana (10° 01' LN), Estado Lara, Venezuela, 2008. El objetivo era comparar la ET<sub>o</sub> medida vs la estimada y de esta forma conocer la ecuación que mejor reprodujera los datos calculados

mediante la ETo medida. Para la medición de la ETo emplearon tres lisímetros de pesada de aproximadamente 800 kg de capacidad cada uno, con un área circular de  $0.785M^2$  y 60 cm de profundidad, en el que se utilizó grama de San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) como cultivo referencial. Llevaron registros diarios de los pesos de los lisímetros y la diferencia de los pesos entre dos periodos consecutivos represento la evapotranspiración real ocurrida en ese periodo. La ETo obtenida la compararon con la calculada mediante los principales métodos de estimación conocidos para obtener la ecuación de mejor ajuste. Obtuvieron que la mayor ETo ocurrió en el mes de abril (5,5 mm/d) y la menor en enero (4,1 mm/d). El análisis de los datos les arrojó que la ecuación que mejor representa los valores de ETo es la de Penman – Monteinth. Encontraron un coeficiente de tina promedio de 0,79; el cual pudiera ser utilizado para estimar la ETo en otras localidades con características climáticas similares.

### **2.1.2.2. Antecedentes Nacionales**

(Grillo, 1971) en su publicación “Determinación de la evapotranspiración con lisímetros” para revista científica Acta Agronómica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia, 1971, La nota técnica tiene la intención de mostrar la forma ideal en un montaje de lisímetro para la determinación de la evapotranspiración señalando los requisitos a considerar ya que los lisímetros pueden producir valores erróneos a menos que su construcción y operación se llene de ciertos requisitos. De lo contrario, expresan que un lisímetro diseñado correctamente es la forma más precisa y segura que existe para la evapotranspiración verdadera de casi cualquier tipo de superficie de suelo. Además, el autor resume y explica los principios de lisimetría y los tipos de lisímetros, entre ellos los lisímetros “pesados”. Los requisitos que se mencionan en la

publicación generan que las medidas por el lisímetro sean más precisas por lo tanto se adoptan estas recomendaciones para la aplicación en el presente proyecto.

(Lavao Pastrana, 2016) en su trabajo de grado “Medición y modelamiento de la evapotranspiración del cultivo de clavel en invernadero en la sabana de Bogotá, usando lisímetros eléctricos de pesada” para el título de Magister en Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2016. El objetivo principal medir el comportamiento de la evapotranspiración real en un cultivo de clavel donde la metodología que usaron fue la aplicación de lisímetros eléctricos de pesada (UNLisitrón). El trabajo consto de tratamientos, los cuales corresponde a un testigo comercial (cama sin lisímetro) y a un sistema de siembra con lisímetros.

## 2.2. Marco Teórico

**Ciclo Hidrológico.** El ciclo hidrológico se define como el conjunto de cambios que experimenta el agua en cualquier estado en el que se encuentre (liquida, solida o gaseosa) y la forma en que esta se encuentre (agua superficial, agua subterránea, etc.) (Chereque, 1989). El ciclo hidrológico es considerado como el concepto fundamental de la hidrología, este a su vez consiste en un proceso que no tiene inicio ni final, por esta razón es que dicho proceso puede dar inicio en cualquier punto (Aparicio, 1989).

Dicho de otra manera, el ciclo hidrológico está en constante movimiento puesto que el agua que se evapora debido a la acción de la radiación solar y el viento es elevada hacia la atmósfera en forma de nubes donde a causa de las bajas temperaturas esta se condensa y cae nuevamente hacia la tierra en forma de precipitación. Durante este recorrido el agua que se precipita puede

ser evaporada o interceptada por la vegetación o diversas construcciones, donde luego fluye por escorrentía o se infiltra. De este modo una parte del agua que se infiltra es absorbida por las raíces de las plantas y es devuelta a la atmósfera por medio de la transpiración y de la evaporación o lo que conocemos como evapotranspiración (Aparicio, 1989).

Por otra parte, el transporte recirculatorio y constante del ciclo hidrológico se debe principalmente a la energía que es proporcionada por el sol que es fundamental en el suceso de la evaporación y la fuerza de gravedad que hace que el agua que se encuentra condensada en las nubes se precipite hacia la tierra (Ordoñez, 2011).

**Balance Hídrico.** El balance hídrico es una representación matemática de la disposición y la interacción que presenta el agua en un determinado sitio, este se basa en la ley física de la conservación de la energía o masa. Asimismo, el balance hídrico se define como la interrelación de las diversas variables que juegan un papel importante en el ciclo hidrológico o ciclo del agua (García, et al., 2001). Por otra parte (Díaz, Esteller, & López, 2005) determinan que el balance hídrico se define como el principio de conservación de la masa, pero aplicado a flujos de agua en el espacio geográfico o lugar donde se esté realizando el estudio hidrológico, y que matemáticamente la relación en el cambio de agua almacenada se expresa como la diferencia entre el flujo de entrada y el flujo de salida.

Los balances hídricos ya sea a nivel local, regional o nacional son de gran utilidad, pues estos permiten conocer cuál es la oferta hídrica de las zonas en consideración y así mismo saber cómo es el comportamiento del agua superficial y subterránea, por medio del análisis de las distintas fases del ciclo hidrológico (García et al., 2001). Asimismo, el balance hídrico no solo busca medir los recursos hídricos disponibles y los flujos de agua que interactúan en el ciclo

hidrológico, sino que también permite fijar correlaciones entre las distintas variables hidrológicas que juegan un papel muy importante en este proceso (Díaz, Esteller, & López, 2005).

Entre las variables hidrológicas que hacen parte de la ecuación o expresión matemática del balance hidrológico se encuentran la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración, la evaporación, la escorrentía superficial; estas a su vez dependen o interactúan dependiendo del sistema en el que se esté desarrollando el análisis o estudio hidrológico (García et al., 2001). Por otro lado, el balance hídrico se puede realizar en diferentes sistemas o zonas ya sea en un embalse, un lago, un acuífero, una cuenca hidrográfica, un país etc. Finalmente, es importante tener en cuenta que la veracidad de los resultados que se obtienen de un balance hídrico son muy cuestionados, pero a su vez se ha aceptado como una herramienta muy útil, teniendo en cuenta que se trata de un fenómeno que es complejo (Díaz, Esteller, & López, 2005).

**Métodos para estimar la Evapotranspiración.** El fenómeno de evapotranspiración es complejo de cuantificar, pero dada su gran importancia se han desarrollado varias metodologías para su estimación (Domingo, Villagarcía, & Were, 2003). La cuantificación de la evapotranspiración se puede realizar por medio de mediciones directas o a través de métodos indirectos o también conocidos como empíricos o semi-empíricos, utilizando datos meteorológicos.

**Métodos directos.** Los métodos de medición directa consisten en el cálculo de la evapotranspiración mediante el control de los ingresos y salidas de agua en un suelo que posee una capa vegetal. Estos métodos por lo general son costosos, complejos y demandan de mucho tiempo para dar resultados aceptables, pero aun así estos métodos son los que arrojan resultados más acertados o cercanos a la realidad (Vallejos 1972; Espíldora, et al., 1975, citado por Sánchez, 2001).



A pesar de que son métodos muy precisos, los valores que se obtienen no son del todo exactos debido a los márgenes de error y limitaciones que presenta cada uno de ellos (Espíldora, et al., 1975, citado por Sánchez, 2001). Existen un gran número de métodos directos entre los que se destacan los lisímetros, estanques, parcelas y superficies de ensayo y métodos de los volúmenes afluentes y efluentes del balance hidrológico entre otros.

**Lisímetros.** Los lisímetros son tanques aislados llenos de suelo donde la vegetación puede crecer y desarrollarse. En lisímetros de pesaje de precisión se pueden obtener valores de evapotranspiración con una exactitud de centésimos de milímetro, donde la cuantificación de las pérdidas de agua son medidos por los cambios de masa. En lisímetros de drenaje la pérdida de agua se cuantifica restando la cantidad de agua drenada del total de agua ingresada en un periodo de tiempo dado (Allen et al., 2006).

Uno de los requerimientos de los lisímetros para que las mediciones sean representativas y confiables es que la vegetación que se encuentre dentro del lisímetro sea idéntica a la que se encuentra por fuera en cuestiones de altura e índice de área foliar. Dado que los lisímetros son complejos de manejar, de alto costo y de mucho cuidado al momento de realizar la operación y mantenimiento su uso se limita a investigaciones (Allen et al., 2006).

**Evapotranspirómetros.** Los evapotranspirómetros son depósitos excavados en el terreno, rellenos de la muestra de suelo o del perfil a estudiar. En la superficie se coloca la vegetación que se va analizar, el fondo tiene un tubo que se encarga de recolectar la salida del agua, la cual es conducida hacia un recipiente para posteriormente ser medida. Las aportaciones de agua a través de las precipitaciones son medidas con un pluviómetro y las que son generadas por riego también son medidas con el fin de tener conocimiento de dichas aportaciones (Segeer & Villodas, 2006).

El evapotranspirómetro está diseñado para realizar medidas directas de evapotranspiración potencial a partir de la ecuación fundamental del balance hídrico  $ET = A - G - \Delta s$ , donde

A: Aportaciones o ingresos de agua.

G: Salidas o gastos de agua (no debidos a evapotranspiración).

$\Delta s$ : Incremento en la reserva de agua del suelo utilizable por las plantas.

Es por eso que se procura mediante el riego mantener la humedad del suelo de manera constante, con el fin de que  $\Delta s = 0$ , generando así la ecuación  $ET = A - G$ . De la cual, los ingresos y salidas de agua son datos conocidos. (Segerer & Villodas , 2006).

**Parcelas experimentales.** Una de las ventajas de las parcelas experimentales, es que se conservan las condiciones naturales, estas deben ser planas, contar con una buena cantidad de metros cuadrados, debe ser un terreno homogéneo en cuanto a superficie y profundidad y debe poseer cultivos sembrados de manera controlada. (Segerer & Villodas , 2006). Asimismo la ecuación fundamental del balance hídrico juega un papel importante, ya que midiendo las precipitaciones y demás entradas de agua junto con la humedad del suelo en diferentes puntos y profundidades se deducen las variaciones de reserva de agua  $\Delta s$ , mientras que las salidas de agua deberán evaluarse teniendo en cuenta las variaciones de niveles en sondeos dentro de la parcela (Segerer & Villodas , 2006).

En las parcelas experimentales, la escorrentía superficial se debe medir debido a que no se puede garantizar que este valor sea nulo o cero, es por ello que se construyen zanjas colectores en los puntos de cota mas bajos. A pesar de que se pueden obtener datos confiables, los mayores errores que se pueden presentar en este método es debido al agua que se logra escapar subterráneamente de la parcela. Esto se puede evitar construyendo pantallas verticales de

hormigón siempre y cuando si el sub-estrato no es demasiado profundo. (Segeerer & Villodas , 2006)

**Balance de agua en el suelo.** La evapotranspiración se puede cuantificar realizando mediciones de los componentes del balance del agua en el suelo. En primer lugar se deben evaluar los flujos de agua que entran y salen en un determinado periodo de tiempo en la zona radicular de la planta o cultivo (Allen et al., 2006). Los flujos de agua que entran, son conocidos como precipitación y riego los cuales pueden perderse a través de la percolación profunda y la escorrentía superficial. Sin embargo, el fenómeno de capilaridad puede transportar agua hacia la superficie desde la capa freática.

Por otra parte, la evaporación y transpiración generan que el agua que se encuentra en la zona radicular se agote. De esta manera si las demas variables aparte de la evapotranspiración pueden ser medidos o cuantificados la evapotranspiración se podra deducir del cambio del contenido de agua que este presente en el suelo en un periodo de tiempo dado  $ET = R + P - ES - D + C$ . Algunas de estas variables, tales como la percolación y la capilaridad son complejos a la hora de estimarlos por ello puede que no se consideren en periodos cortos de tiempo. Por los general el método de balance de agua del suelo da mediciones de evapotranspiración en periodos largos de tiempo que pueden variar entre los diez dias y una semana (Allen et al., 2006).

**Métodos indirectos.** Los métodos directos presentan una buena precisión al momento de cuantificar la evapotranspiración, pero estos presentan el problema de ser dificiles de manejar, ademas de que resultan ser métodos muy costosos, es por ello que lo más común al momento de realizar estudios de áreas grandes es hacer uso de diversas ecuaciones o modelos que usan diferentes variables metereológicas (Cifuentes, 1971; Tosso, 1974; Rovira, 1976, citado por Sánchez, 2001).

Los métodos indirectos son los más usados al momento de realizar estudios geográficos y medioambientales. Estos métodos se definen como simplificaciones de algunos métodos directos que al momento de ser correlacionados entre medidas obtenidas por aquellos y medidas de las variables meteorológicas permitieron la derivación de diferentes fórmulas empíricas para estimar la capacidad evaporativa de un medio determinado (Sánchez, 2001). Los métodos indirectos se han empleado para caracterizar grandes áreas a través del mundo, los periodos más habituales para los que se ha calculado la evapotranspiración por medio de estos métodos han sido los anuales y mensuales; sin embargo hoy en día están ganando importancia los métodos aplicados a periodos diarios y horarios. (Sánchez, 2001).

Los métodos de estimación o indirectos se usan para calcular la evapotranspiración en su límite máximo, tal como está establecido por el concepto de ETP o ETo, pero también sirven para dar una estimación aproximada de la evapotranspiración real o ETR. Para determinar la ETR por medio de los métodos indirectos se debe tener en cuenta las características propias de cada cultivo y la humedad del suelo pues juegan un papel importante en la correcta estimación de la ETR, es por eso que se da el concepto de coeficientes de cultivo  $K_c$  con los cuales se pondera la ETP o ETo obtenidos. (Sánchez, 2001).

Los métodos indirectos se pueden clasificar en dos grupos o modelos, las formulaciones empíricas o parcialmente teóricas y las basadas en correlaciones entre la evapotranspiración de zonas con cultivo con las pérdidas de agua de un estanque. Dicho de otra forma se pueden hablar de métodos basados en la temperatura del aire y datos astronómicos, métodos basados en la temperatura del aire y humedad relativa, métodos basados en la temperatura del aire y la radiación solar y métodos basados en la ecuación de combinación de balance de energía y de la transferencia turbulenta del vapor de agua (Sánchez, 2001).

### Métodos basados en la temperatura en la temperatura del aire y datos astronómicos.

Estos métodos son los mas sencillos de emplear ya que solo utilizan la temperatura del aire como parametro fundamental, sin embargo los resultados que entregan son los menos confiables.

**Método de Thornthwaite.** Calcula la evapotranspiración potencial basandose principalmente en la temperatura, pero considera también el número maximo de horas del sol según la latitud del sitio de estudio (Díaz, Esteller, & López, 2005). Para determinar la ETP Thornthwaite formuló la siguiente ecuación:

$$ETP = 16 * Nm \left( \frac{10 * Tm}{I} \right)^a \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm/mes)

Tm = Temperatura media del mes en °C.

Nm = Factor de corrección de la duración del dia.

$$N_m = \left( \frac{N}{12} \right) \left( \frac{d}{30} \right)$$

N = Número máximo de horas de sol.

D = Número de dias del mes.

I = Indice de calor anual que es igual a la suma de los doce indices mensuales del año

considerado.  $\sum \left( \frac{t}{5} \right)^{1.514}$

$$a = 6.75 * 10^{-7} * I^3 - 7.71 * 10^{-5} * I^2 + 1.792 * 10^{-2} * I + 0.49239$$

**Método de Blaney y Criddle.** Blaney y Criddle desarrollaron una fórmula que permite escatimar la cantidad de agua necesaria para el riego de determinados cultivos. Fundamentan este método en función de la temperatura, de las horas de luz, y la cubierta vegetal (Sánchez, 2001).

La forma mas reciente de esta ecuación es:

$$ETP = (0.142 * t + 1.095)(t + 17.8) * k * d \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en cm/mes.

t = temperatura media del aire en °C. Cuando  $t < 3$  °C, el primer término entre parentesis se hace igual a 1.38.

k = Coeficiente de consumo empírico, variable para cada tipo de cultivo y estado de crecimiento.

d = Duración media de la luz solar por comparación a un mes de treinta días y doce horas de luz. Este valor se obtiene de estaciones metereológicas o se encuentran tabulados en tablas.

**Métodos basados en la temperatura del aire y la humedad relativa.** Con el fin de mejorar la estimación de la evapotranspiración, estos métodos incluyen a parte de la temperatura, la humedad relativa del aire, un factor que incide en la tasa de evapotranspiración (Sánchez, 2001).

**Método de García y López:** Este método utiliza las correlaciones realizadas en seis estaciones en dentro del rango 15°N y 15°S, la temperatura y la humedad relativa dando asi como resultado:

$$ETP = 1.21 \times 10^3 (1 - H_R) + 0.21T - 2.3 \quad \text{Ecuación 3}$$

ETP = mm/día

Donde:

T = Temperatura media del aire en °C.

H<sub>R</sub> = Humedad relativa media diurna dada por:

$$H_R = \frac{H_{R8Horas} + H_{R14Horas}}{2}$$

Válido solo para temperaturas mayores o iguales a 10°C.

$$n = \frac{7.45T}{234.7+T}$$

**Método de Papadakis.** Este método sólo tiene en cuenta la tensión de vapor en la ecuación:

$$ETP = 5.625 * (e_s - e)$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm/mes).

e<sub>s</sub> = Tensión de vapor de saturación correspondiente a la temperatura máxima media mensual en mb.

e = Tensión de vapor media mensual en mb.

**Método de Hargreaves.** Este método permite el cálculo de la ETP a partir de la temperatura, la humedad relativa y el coeficiente mensual de radiación solar.

$$ETP = (0.0023) * Ra * (t + 17.8) * (T_{\max} - T_{\min})^{0.5} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

ETP = mm/día.

Ra = Radiación solar en función de la latitud

t = Temperatura media.

Tmax = Temperatura máxima.

Tmin = Temperatura mínima.

**Método de Turc.** Este método fue propuesto por L. Turc basándose en balances hídricos realizados en cuencas de ríos y como experiencias de realizar mediciones con métodos directos en diferentes regiones (Sánchez, 2001). Los parámetros de esta ecuación son la temperatura y la radiación solar, cuando la humedad relativa mensual es  $> 50\%$  se hace uso de la primera ecuación, cuando la humedad relativa media mensual es  $< 50\%$  se hace uso de la segunda ecuación (Díaz, Esteller, & López, 2005).

$$\text{Primera ecuación: } ETP = k * \left(\frac{t}{t+15}\right) (R_i + 50) \quad \text{Ecuación 5}$$

$$\text{Segunda ecuación: } ETP = k * \left(\frac{t}{t+15}\right) * (R_i + 50) * \left(1 + \frac{50-Hr}{70}\right)$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en mm/mes

t = Temperatura media diaria del mes en °C.

Ri = Radiación global incidente media diaria del mes en cal/Cm<sup>2</sup>/mes



K = Es un coeficiente que varia según el mes, para febrero es 0.37 y para el resto de meses se hace uso de 0.40.

**Método de Cenicafé.** Este método permite calcular la ETP de manera sencilla, debido a que en esta ecuación la ETP depende es de la altura sobre el nivel del mar

$$ETP = 1017.17^{-0.0002h} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial mm/año

h = Elevación (m).

### 2.3. Marco Conceptual

**Evaporación.** Es el proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso y transmitido a la atmósfera, debido al aumento de la energía cinética que experimentan las moléculas de agua que se encuentran cercanas a la superficie evaporante (Segeer & Villodas , 2006).

**Evapotranspiración.** Se denomina evapotranspiración (ET) a la combinación de dos procesos separados, por los cuales el agua es transportada a la atmósfera desde la superficie del suelo debido a la evaporación y la transpiración (Allen et al., 2006).

**Evapotranspiración Potencial.** Se define como la cantidad máxima de agua que perdería el suelo, a través de la evaporación y la transpiración suponiendo que el suelo se mantuviera siempre húmedo o en presencia de agua (Segeer & Villodas , 2006).

**Evapotranspiración Real.** Se conoce como ETR a la pérdida de agua que ocurre en una superficie sólida, en condiciones naturales de humedad del suelo, a través de la evaporación y la transpiración. (Monsalve, 1995).

**Humedad Atmosférica.** Es el contenido de vapor de agua que se encuentra en la atmósfera, proveniente de la evaporación desde cuerpos de agua, suelos y vegetación. Este factor es de importancia porque determina la velocidad con que tiene lugar la evaporación (Chereque, 1989).

**Radiación Solar.** La radiación solar se define como la energía emitida por el sol que se extiende a través del espacio por medio de ondas electromagnéticas, además es el motor que determina la dinámica de los procesos climatológicos y atmosféricos (IDEAM, 2014).

**Temperatura del Aire.** La temperatura es un factor que indica si un cuerpo o material está caliente o frío; la radiación solar que es absorbida por la atmósfera y el calor que la misma tierra emite generan una elevación en la temperatura del aire. El calor del aire es transmitido a la vegetación aportando así energía y asimismo afectando la ET (Allen et al., 2006).

**Transpiración.** Es el proceso físico-biológico por el cual el agua pasa de estado líquido a sólido, a través del metabolismo de las plantas, para posteriormente ser transportado a la atmósfera (Seegerer & Villodas, 2006).

**Velocidad del viento.** El viento se puede definir como aire en movimiento. Es un factor fundamental en el fenómeno de ET porque influye en el transporte del calor y de la humedad (Chereque, 1989).

**Error Cuadrático Medio:** se define la diferencia entre el valor observado y el valor simulado. El ECM es una función de riesgo, correspondiente al valor esperado de la pérdida del error al cuadrado o pérdida cuadrática. (Dennis & Scheaffer, 2008)

**Solver:** Solver es una herramienta para resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de método numerico (Loubet, 1998)

#### **2.4. Marco Contextual**

El municipio de Los Patios se ubica fisiográficamente en una zona montañosa perteneciente al macizo de Santander, ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos. Su red hídrica pertenece a la cuenca del río pamplonita, que a su vez hace parte de la cuenca del Catatumbo. La mayor parte de su territorio es de relieve quebrado, con pendientes pronunciadas y escarpadas. El municipio de Los Patios limita al norte y noroccidente con San José de Cúcuta; al sur y sur occidente con el municipio de Chinácota; al Oriente con el municipio de Villa del Rosario; al sur oriente con el municipio de Ragonvalia y al occidente con el municipio de Bochalema. Además de esto el municipio de Los Patios cuenta con una población aproximada de 80.000 habitantes y una extensión total de 133 km<sup>2</sup>.

Por otra parte, Los patios posee un clima cálido y su temperatura promedio es de 27 °C, su economía se basa en la actividad agrícola, sobre todo en la parte sur donde la tierra presenta mejores condiciones, tanto en aspecto climático como edáfico, para el desarrollo agropecuario, donde se pueden encontrar predios dedicados al cultivo de arroz, caña de azúcar, hortalizas, tabaco, etc. El resto de las áreas del municipio presentan condiciones de mayor temperatura y menor lluvia, además de suelos pocos fértiles y arcillosos, que las convierte en poco rentables para el desarrollo agropecuario.

## 2.5. Marco Legal

El presente proyecto se enmarca en los reglamentos establecidos por la UFPS, como uno de los requisitos para obtener el título profesional según lo establecido en el artículo 126, del capítulo 3, del título 4 del acuerdo N°51 de 2019 del estatuto estudiantil.

La normatividad que rige o que regula los estudios o proyectos que involucran la evapotranspiración es la siguiente:

**Constitución política de Colombia.** Artículos 79 y 80. De los derechos colectivos y del medio ambiente.

**Ley 99 de 1993.** Se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público en cargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recurso naturales renovables.

**Ley 812 de 2003.** Establece politicas para la formulación de programas para el manejo integral de agua teniendo como base la conservación natural de las especies de fauna y flora.

**Decreto 2857 de 1981.** Reglamentó el código nacional de recurso naturales.

**Decreto 1076 de 2015.** Decreto reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible para regular los recursos naturales renovables.

**Resolución 1045 de 2003.** Se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS.

**Resolución 865 de 2004.** Adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para agua superficiales.

**Acuerdo N° 065, UFPS.** El Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander en su el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N° 065, artículo 140, define las opciones que, del estudiante para realizar su trabajo de grado, los posibles proyectos, trabajos de investigación y sistematizaron del conocimiento, proyectos de extensión, pasantías, trabajos dirigidos y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997.

En el inciso G de este acuerdo manifiesta que el trabajo dirigido consiste en el desarrollo, por parte del estudiante y bajo la dirección de un profesional en el área del conocimiento a la que es inherente el trabajo, de un proyecto específico que debe realizarse siguiendo el plan previamente establecido en el anteproyecto correspondiente, debidamente aprobado. Se deberá cumplir con todos los objetivos, requisitos, estatutos y procedimientos propios de la constructora.

### 3. Diseño Metodológico

#### 3.1. Tipo de Investigación

##### **Investigación según el propósito**

*Investigación aplicada:* El presente proyecto tiene un enfoque investigativo de carácter aplicado puesto que busca conocer, actuar y construir una realidad problemática, este tipo de investigación busca convertir el conocimiento puro, es decir teórico, en conocimiento práctico y útil para la vida de la civilización humana. Según (Ander-Egg, 2011) “La investigación aplicada se trata de investigaciones encaminadas a la resolución de problemas, que se caracterizan por su interés en la aplicación y utilización de los conocimientos. Los resultados de estas investigaciones tienen un margen de generalización limitado”.

##### **Investigación según su nivel**

*Investigación descriptiva:* El proyecto es de tipo descriptiva, (Arias, 2012) dice que la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

*Metodología Cuantitativa:* La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que reúne las características expuestas por (Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2014) quienes mencionan que el enfoque cuantitativo de investigación hace uso de la recolección de datos para probar hipótesis a través de la medición numérica y análisis estadísticos con el fin de determinar

patrones de comportamiento y teorías. Adicionalmente (Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2014) resaltan que una de las características del enfoque cuantitativo es la necesidad de realizar mediciones y establecer magnitudes del fenómeno o problema que se está investigando con el fin de dar respuestas a interrogantes.

### **Investigación según su estrategia**

***Investigación experimental:*** según el autor (Arias, 2012) define: La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). Dicho esto, se puede decir que la presente investigación es de tipo experimental ya que se pretende estudiar una muestra frente a unas condiciones determinadas y de esa forma analizar los resultados arrojados por los estudios.

## **3.2. Población y Muestra**

### **3.2.1. Población**

Dado que en el proyecto se estudia el fenómeno de evapotranspiración, la población correspondería a los diferentes tipos de suelo y vegetación, y sus combinaciones, bajo múltiples escenarios climáticos.

### **3.2.2. Muestra**

Para el análisis del prototipo de lisímetro y por limitaciones económicas se implementarán tres muestras correspondientes a suelo, suelo más vegetación y agua, que permitirán realizar un

contraste en la información recolectada, para las condiciones climáticas del casco urbano del municipio de Los Patios.

### **3.3. Instrumentos para la Recolección De Muestras**

#### **3.3.1. Instrumentos**

Los instrumentos necesarios para la elaboración del proyecto fueron los siguientes:

##### **3.3.1.1. Montaje Tipo Lisímetro**

Instalación de una serie de recipientes que contienen las superficies de estudio.

##### **3.3.1.2. Balanza Digital**

Instrumento de peso y medida con un rango de precisión de 1 gr y una capacidad máxima de 40 kg

##### **3.3.1.3. Termohigrómetro PCE-HT 71N**

El termohigrómetro PCE-HT 71N cuantifica los valores de temperatura y humedad ambiental y los almacena en su memoria interna.

### **3.4. Fuentes de Información**

#### **3.4.1. Fuentes Primarias**



La fuente primaria para la elaboración del proyecto es el asesoramiento del Ingeniero Civil, PhD. en Hidrología Gustavo Adolfo Carrillo Soto, además de referencias bibliográficas de primera mano sobre recomendaciones y lineamientos para el montaje de lisímetros.

### **3.4.2. Fuentes Secundarias**

Para fortalecer la realización del proyecto, se recurrirá a la literatura investigada acerca de lisímetros y en general a los métodos para la estimación de la evapotranspiración.

## **3.5. Técnicas De Análisis Y Procesamiento De Datos**

La recolección de datos para la elaboración de este proyecto se realizará de forma directa mediante la toma de mediciones; El procesamiento de esta se hará mediante gráficos y diagramas que permitan analizar y presentar la información obtenida.

### **3.6. Fases y Actividades Específicas del Proyecto**

#### **3.6.1. Fase 1: Consolidación de Información**

- Recolección de información bibliográfica sobre lisímetros
- Estudio de la información recolectada
- Redacción de informe de la literatura estudiada

#### **3.6.2. Fase 2: Aplicación y desarrollo**

- Montaje de los Lisímetros (3)
- Recopilación de la Data de los lisímetros

- Evaluación de la ET y Comparación

### **3.6.3. Fase 3: Análisis y Resultados**

- Análisis de la información y Redacción del documento final

## **4. Revisión del Estado del Arte Relacionado al Montaje Y Operación De Lisímetros**

Con el objetivo de recolectar metodologías, recomendaciones y experiencias para el montaje de los lisímetros en este tipo de escala, se realizó la revisión y resumen del estado del arte relacionada a la construcción y operación de estos instrumentos a nivel nacional, de América latina y nivel mundial. Además de esto se plantea una tabla como base de datos que será de ayuda para futuras investigaciones que estén encaminadas en la construcción de lisímetros.

### **4.1. Estado del Arte a Nivel Nacional**

**Consideraciones Sobre Producción, Manejo y Postcosecha de Flores de Corte Con Énfasis En Rosa Y Clavel. Capítulo 9: Lisímetros Volumétricos** (González M, Quintero B, Flórez R, & Quintero C, 2017)

En esta investigación o documento se presenta la definición del lisímetro, la determinación del balance hídrico, las limitaciones que podrían tener los lisímetros y se hace una revisión del fin con el que es usado en otros países así como de los elementos que deben tenerse en cuenta para su instalación, además se presenta el proceso de diseño y construcción de una batería de lisímetros multipropósito, El lisímetro está equipado con medidores de humedad, tensiómetros construidos para este fin, un tubo de drenaje para controlar el nivel freático y un protector de

lluvia automatizado para que los niveles de humedad aplicados no se vean afectados por la precipitación.

Algunas de las conclusiones a las que se llegó fue que los lisímetros volumétricos presentan ventajas para llevar a cabo el desarrollo de tareas de investigación básicas, así como la determinación del coeficiente del cultivo a lo largo de los diferentes estadios fenológicos de las plantas cultivadas en el país, así como la determinación de los niveles de humedad más apropiados para obtener un mayor aprovechamiento en los cultivos.

**Consideraciones Sobre Producción, Manejo y Postcosecha de Flores De Corte con Énfasis en Rosa Y Clavel Capítulo 10: Lisímetros de Pesada\*** (González M, Quintero B, Florez R, & Tafur H, 2017)

Este capítulo expone un tipo de lisímetro de pesada denominado como **UnLisitron** el cual fue diseñado y construido en la Universidad Nacional de Colombia. Se señalan los resultados que se pueden adquirir de la información recogida, como pueden desplegarse en una página web, la forma de como se manipulan en campo y un diagrama que muestra cómo se entrelazan los componentes del sistema electrónico. El capítulo empieza mencionando algunas consideraciones sobre la evolución de la definición de la evapotranspiración potencial, también hace referencia a los diferentes tipos de lisímetros de pesada existentes.

Se concluye que el instrumento tiene gran robustez para ser aplicado en los estudios de consumo de agua del cultivo de clavel y otros cultivos hortícolas sembrados en sustrato, así como la identificación de un apropiado nivel de lixiviado.

**Acta Agronómica Nota Técnica. Determinación de la Evapotranspiración con Lisímetros (Grillo F, 1971)**

El artículo presenta una serie de requisitos para lisímetros en cuanto a los factores del suelo, donde hace referencia las condiciones físicas, térmicas y de humedad, indica las características a tener en cuenta para la construcción y montaje de un lisímetro como lo son la forma y el área del mismo, también, señala la altura y densidad adecuadas de la vegetación de estudio. Por otra parte, se explica los principios de lisimetría, seguidamente se mencionan los tipos de lisímetros de tanque y de pesada que se pueden encontrar y finalmente se muestra la referenciación utilizada para la elaboración del artículo.

Esta nota técnica es de gran ayuda para la elaboración de esta tesis, por lo cual se tendrán en cuenta las consideraciones señaladas en el artículo a la hora del montaje del lisímetro.

**Medición Y Modelamiento de la Evapotranspiración Real del Cultivo de Clavel en Invernadero en la Sabana De Bogotá, Usando Lisímetros Electrónicos de Pesada. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en Ingeniería Agrícola (Lavao Pastrana S. A., 2016)**

En la investigación se desarrolló un modelo físico de medición de la evapotranspiración (ETc) y el coeficiente cultivo, como dos variables con sustento científico para la obtención volúmenes y tiempo de riego, para esto, se implementó el uso de lisímetros de pesada, aplicando un método numérico a través del desarrollo de un software (LisApp).

Mediante el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, se obtuvo el coeficiente de cultivo (Kc) de miniclavel para el primer pico de producción en sus diferentes etapas. En conclusión, en

esta investigación se obtiene el modelo físico para la estimación de la ETc mediante la implementación de lisímetros de pesada, un software para la aplicación del modelo físico y obtención de la ETc y el coeficiente de cultivo. Se midieron láminas de agua producto de la evapotranspiración real del orden de 2.6 a 3.3 mm, para una densidad de 14 plantas por lisímetro.

**Cuantificación de la Huella Hídrica Gris en el Cultivo de Maíz en la Localidad del Espinal – Tolima Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniera Agrícola (Carabalí Carabalí, 2015)**

La fase experimental de la investigación consistió en el montaje de campo de dos lisímetros, uno en cada material evaluado, donde se cuantifico la cantidad de agua percolada producto de la precipitación y el riego. Los lisímetros además de servir para la medición evapotranspiración real, se adaptaron para coleccionar el agua que ha drenado por el suelo después de un evento de riego o precipitación. Los lisímetros cuentan con una profundidad efectiva de suelo de 45 cm y un área de superficie expuesta de 0.26 m<sup>2</sup>.

En la parte inferior de los lisímetros cuentan con un sistema de drenaje en espina de pescado el cual está conectado a un tarro coleccionador del agua precolada, este tarro se encuentra enfriado dentro de una cubierta de PVC que permite que el agua no quede expuesta a la superficie evitando la alteración de los resultados de calidad de agua.

**Movimiento del Agua en el Suelo Estudio en Lisímetros Monolíticos (Suarez de Castro & Rodriguez G, 1958)**

En este estudio se presentan los resultados de años de observaciones sobre las pérdidas de elementos nutritivos y balance de agua en lisímetros monolíticos con diferentes tratamientos,

dichos lisímetros consisten en cilindros monolíticos de suelo, de un metro de diámetro y un metro de profundidad, colocadas sobre plataformas de grava.

Los resultados obtenidos sobre pérdidas por escorrentía, indicaron que son mayores en los suelos desnudos, menores en aquellos con cobertura muerta y mucho más bajos en aquellos con cobertura viva, además de eso los resultados por pérdidas por percolación son mayores en suelos desnudos, menores en cobertura muerta y bastante inferiores en los suelos con cobertura viva. También, otro de los resultados arrojados por la investigación fue que las pérdidas por evapotranspiración sobrepasan en mucho a las pérdidas por evaporación y que el contenido de humedad en los suelos es siempre menor en los tratamientos con cobertura que en los suelos desnudos.

### **Comportamiento Químico Y Nutricional En Un Cultivo De Clavel Sembrado En Sustrato, Con Riego Monitoreado Con Lisímetro De Pesada (Moreno Poveda, 2018)**

La finalidad de este trabajo fue determinar el comportamiento de los parámetros nutricionales del continuo planta-sustrato-lixiviado en clavel cultivado en sustrato y sometido al manejo del fertirriego monitoreado con lisímetro de pesada en comparación con el sistema de manejo tradicional.

Debido a lo anterior, en el área de invernaderos del Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia se dispuso de una nave de invernadero metálico tipo Flexon, con ventilación lateral y cenital pasiva, en la cual se sembraron esquejes de miniclavel dispuestos en doce camas (15 x 0,75 m) elevadas, para una densidad de siembra de 24,7 plantas/m<sup>2</sup> de invernadero.

Los lisímetros fueron instalados en tres camas del cultivo. El lisímetro “UNlisitrón” consiste en un contenedor que tiene agujeros y desnivel de 1% para la salida del lixiviado; con dimensiones de 1 m de largo por 0,25 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Cuenta con un recipiente recolector de lixiviado con tapa de 0,25 m de lado por lado y 0,15 m de alto. La estructura está realizada en fibra de vidrio, para evitar su oxidación y reducir el peso al utilizarlo. El contenedor fue cubierto con una geomembrana de 0,5 m<sup>2</sup> (1,0 x 0,5 m), para poder aplicar el sustrato y evitar que los agujeros de drenaje de lixiviados se taponaran al llenarlo y aplicar el fertirriego.

Cada uno cuenta con una balanza que mide el volumen aplicado y drenado. La balanza del lisímetro pesa hasta 10 kg de fertilizante aplicado y la balanza del recipiente de drenaje pesa hasta 4 kg de volumen drenado. Para la correcta instalación del equipo se niveló el suelo y se colocó una base en hierro de 1 m de largo por 0,3 m de ancho. Los detalles del diseño e instalación del lisímetro se muestran en las ilustraciones 3a y 3b, respectivamente.

En conclusión, se obtuvo que las plantas de mini clavel monitoreado con el sistema de lisímetro de pesada mostraron una tendencia de acumulación de masa seca de un gramo por planta más que las plantas creciendo en el tratamiento de fertirriego tradicional. También, se concluyó que el uso del lisímetro frente al sistema tradicional generó un ahorro de 13,2% en agua y nutrientes, sin afectar el desarrollo de la planta evaluada.

#### **4.2. Estado del Arte a Nivel Latinoamericano**

**Diseño, Construcción y Operación de un Lisímetro de Bajo Costo** (Silicani, 2015)

En esta tesis para obtener el título de Especialización de Riego y Drenaje en la Universidad Nacional de Cuyo de Argentina, se realizó la construcción y operación de un lisímetro de pesada de bajo costo, con el fin de estimar la evapotranspiración real (ET<sub>r</sub>) del sistema suelo-agua-planta para una mezcla de gramíneas y estudiar la evolución diaria del suelo en todo el perfil del lisímetro mediante sensores de humedad de suelo.

Primeramente, se construyó un pozo de 1.05m de profundidad, ubicado en un sector topográficamente adecuado, considerando que las mediciones dentro del lisímetro no sean influenciadas por escurrimiento superficial. El material excavado para la construcción del pozo fue separado e identificado para luego incorporarlo al cilindro preservando los horizontes con las características propias del perfil. Cada camada de terreno se compactó con un pisón con la finalidad de lograr una densidad similar a la original. Se conservó la vegetación y las raíces de la misma en perfecto estado sacando la misma en un pan junto al suelo.

La superficie del lisímetro es de 0,2734 m<sup>2</sup> y tiene una profundidad de 0,88 m (con una profundidad útil de suelo de 0,60 m) y un diámetro de 0,59 m. La profundidad seleccionada es debido a que la exploración de raíces no supera los 0,50 m. En el fondo del cilindro, de 0,59 m de diámetro, se soldó una chapa con un ángulo de 10°, en la que se realizó un ranurado para facilitar el drenaje del excedente de agua. Los sensores de humedad fueron conectados a un logger, y se configuraron con una resolución temporal horaria.

El pesado se realiza suspendiendo la estructura de la siguiente manera; los extremos de las cadenas se colocan a la parte inferior de una balanza digital y la parte superior de la balanza es acoplada a una pluma hidráulica. Una vez acopladas las partes se procede a elevar toda la estructura de manera lenta y verificando que no se produzcan roces sobre los costados del pozo que la contienen.



Para la estimación de ETo se utilizó el procedimiento propuesto por el manual 56 de la FAO. La humedad del suelo se estimó de manera directa a través de las diferencias en las pesadas y de forma indirecta a partir de los sensores incluidos dentro de la estructura del lisímetro. Posteriormente se compararon las medidas del lisímetro, respecto a los sensores y complementariamente para situaciones de máxima humedad con la ETo estimada con la Ecuación planteada en el manual 56 de la FAO,

En este estudio se concluye que el lisímetro es de fácil reproducción y su costo no es elevado, por el contrario, requiere una alta dedicación dado que es necesario ir a medir de manera manual. En caso de replicarse el lisímetro en otros ambientes es importante considerar de adaptar las dimensiones (sobre todo la profundidad) a las condiciones de la vegetación que se desea estudiar. También, se menciona que la implementación de sensores de humedad en el propio lisímetro permite el seguimiento del comportamiento de la humedad de forma más precisa y avizora importantes avances en la validación de datos de evapotranspiración real logrados por medios indirectos.

### **Diseño y Construcción de un Lisímetro de Pesada para la Medición de Evapotranspiración Real en Vid en Mendoza, Argentina (Olmedo, Vallone, & Tozzi, 2012)**

Este trabajo de investigación describe el proceso de diseño y construcción de un lisímetro de pesada con el fin de ser utilizado como método directo en el cálculo del fenómeno de la evapotranspiración de plantas de vid. Este lisímetro está constituido por un tanque de fibra de vidrio, reforzado por una estructura en forma de jaula que lo envuelve para aumentar su resistencia. Las medidas del tanque son 2.5m x 2.5m x 2.0m. Las dimensiones del tanque fueron diseñadas para poder acomodar 2 plantas de vid con espaciamiento entre hileras de 2.5m y entre plantas de 1.5m. En el interior se instalaron perfiles metálicos horizontales cuyo objetivo es

disminuir el flujo de agua por las paredes del lisímetro. Además, las paredes opuestas están unidas internamente por un sistema de alambres tensados que transmiten las cargas laterales a la estructura externa de contención.

El lisímetro es de tipo “reconstituido” por lo que el suelo dentro del tanque es el mismo suelo excavado para el pozo. En el fondo del tanque se colocó una capa de grava de 15 cm, para mejorar el drenaje y que sirva como filtro. El sistema de drenaje está formado por un grupo de tubos en PVC ranurados ubicados en el fondo del tanque para recolectar el agua de drenaje para su medición. Debajo del tanque se encuentra un nuevo tanque que almacena el agua de drenaje para ser pesada. El sistema de pesada consiste en cuatro celdas de carga con capacidad de 10000kg colocadas sobre la superficie del hormigón donde será puesto el tanque del lisímetro; la vida útil de las mismas es de unos 10 años.

Dentro y fuera del tanque del tanque se instalaron sensores de humedad y temperatura. A poca distancia del lisímetro se colocó un pluviómetro y una pequeña estación meteorológica con sensores de humedad relativa, temperatura del aire, hoja mojada y velocidad y dirección del viento a 2 m. Se realizó un ensayo del sistema de pesada añadiendo pesos conocidos al lisímetro. Se provocó una variación en el peso de 330 kg equivalentes a 52.8 mm de agua, y el error máximo observado de medición fue de -1.9 kg, equivalentes a 0.3 mm de agua. El error promedio de medición fue de -0.347 kg, equivalentes a 0.055 mm de agua.

Las conclusiones de este trabajo son que los métodos de construcción fueron adecuados. La construcción del tanque en fibra de vidrio redujo los costos sustancialmente, pero hubo un aumento en el espesor del mismo por los refuerzos laterales. La ventaja del material del tanque es el comportamiento térmico sobre todo en zonas de amplitud térmica. La transmisión de datos de manera inalámbrica e inalámbrica permite contar con información instantánea sin

necesidad de recolectarlos en el equipo, y brinda la posibilidad de poner esta información procesada online.

**Acurácia de um Mini-Lisímetro de Pesagem Eletrônica de Baixo Custo** (Da Silva, y otros, 2015)

El objetivo de este de estudio fue desarrollar y calibrar un mini-lisímetro de pesaje mecánico de bajo costo para determinar la evapotranspiración de referencia con precisión, con el fin de conocer la demanda de agua del cultivo para aplicar una capa de riego adecuada. El estudio fue realizado en un ambiente protegido ubicado en el Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil.

El lisímetro consistió en un tanque de PVC, con un desagüe compuesto por un tubo de PVC  $\frac{3}{4}$ " y una válvula de abertura en la parte inferior. Esto, se apoyó en cuatro células de carga tomadas de una báscula doméstica, conectadas a una estructura de soporte de capacidad máxima de 180 Kg y precisión de 0.1 Kg. Los datos fueron almacenados utilizando un microcontrolador PIC 18F778. Las señales de las células de carga son previamente amplificadas por un acondicionador de señales, que ajusta los niveles de voltaje al rango operativo del convertidor. El acondicionador también se utiliza para ajustar el Tanque. Los datos adquiridos por el convertidor de 12 bits se registran previamente en una memoria ROM, hasta que son transferidos a una tarjeta SD. También se utiliza un reloj en tiempo real, con batería propia, para evitar que la falta de energía interrumpa o perturbe el proceso de adquisición, que puede durar días, según el cronograma establecido para el funcionamiento del sistema.

Para la calibración de los lisímetros se utilizaron masas de referencia constituidas por 4 unidades (10; 5; 0,5 y 0,2 kg), las cuales se adicionaron de forma creciente y decreciente en 5

ciclos de medida con el fin de obtener la curva de calibración del equipo. Se calculó el error máximo absoluto, errores de repetición, linealidad e histéresis del instrumento. Hubo una tendencia en las desviaciones en relación a la masa aplicada resultante de la calibración, siendo la mayor a la carga máxima aplicada (35,7 kg), con un valor de -1,52 kg. El error de no linealidad fue el que más influyó en la precisión del mini-lisímetro, con 1,68 kg y 7,93% de influencia en la medición, en los ciclos de carga y descarga, respectivamente.

Las conclusiones que obtuvieron Las desviaciones encontradas tienen una tendencia, provocada por errores sistemáticos, y por tanto pueden ser corregidas por la curva de calibración. Las calibraciones periódicas son necesarias para compensar los errores sistemáticos que se acentúan durante el tiempo de operación. Los errores, aunque agravados por el tiempo de uso del lisímetro, la EMA se mantuvo, en las condiciones de las células de carga. El lisímetro demostró ser eficaz, requiriendo ajustes en las celdas de carga y el hardware, para una mayor precisión durante un período de tiempo más largo y otras condiciones de uso.

### **Estudio Integral del Comportamiento de Atrazina en Lisímetros de Campo en Suelos de la Pampa Húmeda Argentina (Hang, y otros, 2010)**

En este trabajo se estudió el comportamiento durante el ciclo del cultivo del maíz en un suelo de pampa humedad de Argentina. Se monitoreó el total de agua drenada y la concentración de atrazina en suelo y agua, mediante el uso de seis lisímetros con dimensiones cada uno de 3.3x3.3x1.4 m tres de ellos llenados con un Argiudoll Típico (Pergamino) y otros tres con un Hapludoll Típico (Junín). Se tomaron muestras de cuatro horizontes en cada perfil de suelo en tres fechas y el agua drenada se agrupó en cuatro períodos. La mayor parte de las pérdidas de atrazina en el drenaje ocurrieron dentro de los primeros 30 días desde la aplicación de atrazina.

Los porcentajes recuperados respecto de la cantidad inicial aplicada fueron 0.13% and 0.03% para Pergamino y Junín, respectivamente.

La vida media para ambos perfiles y cada uno de los horizontes fue determinada en condiciones de laboratorio siendo en promedio de 16 días. Se detectaron diferencias en la cantidad y la distribución de los residuos extractables de atrazina (REA) entre los dos perfiles de suelo. Mientras que en el perfil Pergamino la cantidad total de REA fue de 25.7 g ha<sup>-1</sup> para el perfil Junín fue de 69.4 g ha<sup>-1</sup> (Junín). A los 30 días de la aplicación los REA obtenidos en el perfil de Junín representaron el 25% del total recuperado y el 88% en el perfil de Pergamino. En ambos perfiles estos porcentajes se recuperaron de los primeros 30 cm. Las diferencias detectadas en el perfil de Pergamino podrían estar asociadas a la presencia de un horizonte B<sub>t</sub> con vías de flujo preferencial. La mayor cantidad de REA en el perfil de Junín sugiere baja afinidad de atrazina y debiera ser estudiado a lo largo del tiempo a fin de evaluar la real estabilidad de estos residuos y si constituyen un potencial riesgo para los acuíferos.

Mediante los resultados se concluye que el transporte de atrazina disminuye desde su tiempo de aplicación. La mayor parte de la pérdida de atrazina en el agua de drenaje ocurrió dentro de los 30 días posteriores a la aplicación de la atrazina. Por lo tanto, el período crítico para el acuífero puede estar asociado con eventos de precipitación cercanos a la aplicación de atrazina (antes y después) y al comienzo de la temporada de crecimiento. Además, se observaron similitudes en el comportamiento de la atrazina entre perfiles hasta los primeros 30 cm, mientras que por debajo de esta profundidad se encontraron diferencias significativas.

**Drenaje y Transporte Vertical de Herbicidas en dos Molisoles de la Pampa Ondulada**  
**Argentina** (Caprile, Aparicio, Portela, Sasal, & Andriulo, 2016)

El objetivo de este trabajo fue evaluar la dinámica del drenaje de agua y la pérdida por transporte vertical de glifosato, atrazina y acetoclor en dos suelos de textura diferente cultivados con una rotación maíz-soja bajo siembra directa. El estudio se realizó en seis cajas lisimétricas de hormigón armado (Lisímetros de gravedad). Cada lisímetro tiene una superficie de 10 m<sup>2</sup> (3.3x3.3x1.2m) y no presentan pendiente. Estas cajas fueron construidas entre 1969 y 1970 en la Estación Experimental Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y fueron rellenadas con suelos de texturas diferentes, tres con un Hapludol típico de la serie Junín (Ju) y tres con un Argiudol típico de la serie Pergamino (Pe). Los suelos apoyan sobre un lecho filtrante de arena y grava que deriva el agua hacia un tubo de salida para recoger el drenaje a 1,40 m de profundidad.

Las precipitaciones se registraron en la estación meteorológica de INTA Pergamino, ubicada a 50 m de los lisímetros. Después de cada lluvia que produjo drenaje entre 2001 y 2012, se midió el volumen drenado y se extrajo una muestra de agua de cada lisímetro. Se comparó el drenaje de las dos series de suelo a diferentes escalas temporales: a) drenaje total acumulado, b) drenaje acumulado durante cada barbecho o ciclo de cultivo y c) drenaje acumulado mensualmente. La cantidad de herbicida o de metabolito perdido por drenaje se calculó por lisímetro como el producto del volumen drenado por la concentración del agua de drenaje para cada período.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres repeticiones y dos tratamientos (serie de suelo). Las variables concentración y cantidad de herbicida no cumplieron con el supuesto de normalidad y se las transformó logarítmicamente. Se comparó el volumen drenado, la concentración media y la cantidad de herbicida lixiviado entre los dos tipos de suelo de acuerdo con su ocupación y dosis de aplicación mediante la prueba t ( $p < 0,10$ ).

En conclusión, los suelos estudiados mostraron diferencias en la dinámica del drenaje que se relacionan con sus características texturales y estructurales. También se llegó a la conclusión de que el tipo de suelo juega un rol fundamental en la lixiviación de los herbicidas estudiados: los suelos de textura más gruesa y menor contenido de materia orgánica los adsorben en menor proporción y, por ende, los pierden más fácilmente por drenaje. Además, la pérdida por flujo preferencial constituiría una vía importante en los suelos estructurados, de textura más fina.

**Construção e Calibração de Lisímetros de Alta Precisão** (de Faria, Campeche, & Chibana, 2006)

El objetivo de este trabajo era presentar detalles de una batería de diez lisímetros de pesaje basados en células de carga, calibrar estos lisímetros y probar su capacidad para medir variaciones en la masa de agua en condiciones de campo. Cada lisímetro contiene tanques dobles rectangulares, el tanque externo está construido de concreto con un espesor de 0.1m, 2m de largo, 1.5 de ancho y dos metros de profundidad, mientras que el tanque interno está construido en lamina de acero inoxidable con espesor de 5.1 mm y dimensiones de 1.4m de ancho, 1.9 de largo y 1.3 de profundidad; su borde superior está reforzado con ángulos anchos de 37,5 mm y el fondo con vigas de soporte de 40 mm, colocadas con una pendiente de  $0,05 \text{ m}^{-1}$  de los lados al centro, con el fin de facilitar el flujo de agua; las paredes del tanque de metal fueron recubiertas con masa de plástica y pintadas para evitar fugas y corrosión.

Cada tanque estaba apoyado sobre una báscula comercial que en su parte superior tenía un marco metálico con la misma dimensión que el tanque; cada tanque se llenó con una capa de unos 0.10m de grava, arena y una manta de geotextil bidim; el volumen restante estaba compuesto por un suelo del sitio, obtenido cavando una zanja en una zona vecina, se colocó en

capaz de 0.15m hasta llenar el tanque, y cada capa fue ligeramente compactada en un intento de reproducir la densidad original del suelo.

Después de seleccionar las células de carga, se compró una muestra para llevar a cabo pruebas con el fin de verificar si se utilizaría para el sistema a construir. La prueba consistió en colocar pesos estándares para obtener incrementos de carga de 0 a 100 en intervalos de 5 kg y descargar de 100 a 0 kg con disminuciones de 5 kg. Durante las pruebas se tomaron medidas de voltaje a cada lisímetro, los retiros o adicción de masa se realizaron cada 2 minutos descartando las lecturas registradas durante el primer minuto, ya que incluían las oscilaciones causadas por la variación de masa. Se desarrollo un programa para automatizar las lecturas y almacenar los resultados en el registrador de datos. Las lecturas se realizaron cada tres segundos, con promedio cada minuto y con opción de alta resolución como voltaje de excitación (rango de entrada de 7,5 mV y 2.500 mV).

Como conclusión se obtuvo que los lisímetros probados tienen componentes robustos y duraderos, con sistemas de pesaje de alta precisión, también que la automatización de la toma de lectura y el almacenamiento facilita el funcionamiento continuo del sistema, haciéndolos adecuados tanto para mediciones durante largos períodos como para determinaciones a lo largo del día, y finalmente que la capacidad de detectar cambios de masa del orden de 0,1 mm, a intervalos de hasta 1 h, permite el uso de estos lisímetros para la mayoría de las aplicaciones de campo.

**Construção, Calibração e Análise de Funcionamento de Lisímetros de Pesagem para Determinação da Evapotranspiração da Cultura Da Lima Ácida ‘Tahiti’ (Campeche, 2002)**



Esta tesis de doctorado tiene como objetivo general, la construcción, calibración y operación de lisímetros de pesaje basados en una celda de carga para monitorear el consumo de agua de los árboles in situ en un huerto, la medida de la evapotranspiración en la fase inicial de implantación de un huerto de lima ácida 'Tahití' (*Citrus latifolia* Tan.) y la determinación del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) en las fases iniciales de desarrollo. Para ello se construyeron y calibraron cuatro lisímetros de pesaje para determinar la evapotranspiración, siendo el primero de 0,8 m de diámetro y 0,6 m de profundidad, el segundo de 1,6 m de diámetro y 0,7 m de profundidad, el tercero con 2,7 m de diámetro y 0,8 m de profundidad y el cuarto con 4 m de diámetro y 1,3 m de profundidad. Se implantó un huerto de lima ácida 'Tahití' injertado en "citocromo swingle", con un espaciamiento de 7 m x 4 m, y se regó por goteo, con 4 emisores de 4 litros por hora cada uno.

La evapotranspiración de referencia se estimó mediante el modelo de Penman-Monteith FAO-56. Con base en los resultados, se encontró que los lisímetros construidos se desempeñaron bien, detectando variaciones de masa en el transcurso de un día, y es recomendable eliminar los datos diarios cuando ocurren precipitaciones intermitentes. Se observó alta linealidad de equipos con baja histéresis, con un coeficiente de determinación de 0,99, suficiente sensibilidad para detectar cambios de masa menores a 0,04 mm y valores de precisión menores a 0,1 mm. El equipo que utilizó el mayor porcentaje de área entre las paredes interna y externa (lisímetro 1) representó una mayor sobreestimación de la suma de los valores de las diferencias negativas en comparación con la determinación de la evapotranspiración por el método estándar debido a la mayor oscilación provocada por el viento.

La variación de los valores de  $K_c$  fue de 0.0131 a 0.049 para el lisímetro 1 y de 0.0215 a 0.0531 para el lisímetro 2. Se notaron valores más altos de evapotranspiración del lisímetro 1 en

comparación con el lisímetro 2 debido al efecto de borde. Durante el período húmedo, se observaron valores de evapotranspiración más altos en el lisímetro 1 en comparación con el lisímetro 2, debido a la evaporación del suelo. En general, los valores del coeficiente de cultivo determinados en el presente trabajo se pueden utilizar para el manejo del riego de cítricos cuando se utiliza un sistema de riego localizado.

### **Estimación de la Fracción Evaporativa a Partir de Registros de Humedad de Suelo Y Un Lisímetro De Pesada (Ocampo , y otros, 2012)**

El objetivo de este trabajo fue estimar la fracción evaporativa de un suelo argiudol típico a partir de medidas registradas por sensores de Hs basados en tecnología RDF y comparados con el valor promedio del contenido de agua en el suelo registrado en el lisímetro de Pesada. Para el ensayo se trabajó con datos registrados desde septiembre del 2011 a mayo 2012 en un predio ubicado en el Campus de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires, Tandil. Dicho predio se encuentra cubierto de pastura natural. El suelo corresponde a un argiudol típico, profundo, formado en el Cuaternario sobre loess pampeano. Estudios realizados por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía-UNCPBA determinaron que corresponde a un suelo de textura franco arcillosa (45% de arcilla).

El lisímetro de pesada se construyó e instaló en septiembre de 2011 en un predio experimental del Campus Tandil. Tiene una superficie de 0,27 m<sup>2</sup> y una profundidad de 0,85 m. Está compuesto por un contenedor cilíndrico con ranurado en el fondo, donde el piso del lisímetro presentó una chapa soldada en ángulo para facilitar el drenaje del excedente de agua. El LP se apoyó sobre placas de cemento (estructura de soporte) separadas verticalmente una de la otra a 5 cm. El cilindro se rellenó con 15 cm de grava de tamaño 12-24 mm sobre el fondo ranurado. después Espesor de suelo ubicado a 40-60 cm de profundidad. Luego se instaló un sensor de

humedad. Espesor de suelo ubicado a 20-40 cm de profundidad. Luego se instaló el segundo sensor de humedad de suelo. Espesor de suelo a los 0-20 cm de profundidad. Finalmente, se instaló el tercer sensor de humedad de suelo.

A partir de la Hs máxima y mínima se calcularon la FE con los sensores (FEHS) y con el LP (FELP). Los resultados mostraron un alto grado de asociación entre los valores de FE lograda con el LP en relación a la RDF con un RMSE de 0,06. Se concluyó que las medidas de RDF fueron apropiadas para estimar la Hs y pueden ser de utilidad para la validación de datos de satélite.

#### **Evapotranspiración Diaria del Tomate Determinada Mediante un Lisímetro de Pesada** (Rodríguez & Pire, 2007)

En esta investigación se determinó la evapotranspiración real diaria de un cultivo de tomates mediante un lisímetro de pesada en la zona de Tarabana, estado Lara. El lisímetro poseía una capacidad superior a las 5 toneladas y un área de 2,54 m<sup>2</sup> lo que permitió detectar variaciones en el peso de hasta 100 g (lámina de 0,05 mm) disponía de una salida en el fondo para permitir el lavado periódico de sales. Contenía una mezcla de suelo mineral y orgánico, donde se colocaron las plántulas de tomate variedad Río Grande de 28 d de edad, en hileras distanciadas a 90 cm y con una separación de 35 cm entre plantas. Se regó por goteo superficial con la cantidad y frecuencia suficientes para mantener un nivel óptimo de humedad (aproximadamente 10-20 centibares de tensión a 30 centímetros de profundidad).

Se realizaron experimentos durante dos ciclos consecutivos (Años 2004 y 2005). Los resultados oscilaron entre 2,95 y 7,3 mm/d, durante el ciclo 2004 y para el ciclo 2005 los valores fluctuaron entre 3,3 y 8,62 mm/d. Durante los ciclos se calcularon coeficientes de cultivo para

cada una de las fases de desarrollo, los cuales oscilaron entre 0,64 y 0,78 para la fase inicial, 1,14 y 1,30 durante la fase de mediados de ciclo y para la etapa final se obtuvieron valores que fluctuaron entre 0,5 y 1,22.

También se compararon algunas de las metodologías empleadas en la determinación de la evapotranspiración, donde como conclusión se obtuvo que el modelo matemático que mejor reprodujo los valores de la ETR durante dos ciclos de tomate evaluado, además de resultar la más adecuada para la zona de estudiada, fue el modelo basado en la ecuación de Penman – Monteith.

### **Efecto del Viento Sobre la Precisión de un Lisímetro de Pesada en el Valle Medio del Ebro (Martínez & Baselga, 2000)**

Este trabajo se estudia cuantitativamente el efecto del viento sobre la precisión de un lisímetro de pesada en el valle medio del Ebro. El trabajo se realizó en los veranos de 1997 y 1998 en Montañana (Zaragoza), en una parcela de hierba (*Festuca arundinacea* Schreb.) de 100 m x 100 m, en cuyo centro hay un lisímetro de pesada de 6.26 m<sup>2</sup> de superficie efectiva, 1.7 m de profundidad y una masa total de unos 15000 kg. El tanque contenedor de suelo del lisímetro se sitúa sobre un sistema de balanzas que contrapesan la carga muerta del suelo y del tanque. El factor de desmultiplicación del sistema es de 1000:1. Al sistema de balanza se une una célula de carga flexible de berilio de 2 kg, con un rango de salida de 2 mV V-1 de excitación.

Se obtuvieron distintos conjuntos de valores de evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) cada 30 minutos: a) a partir de masas registradas en el lisímetro y promediadas en distintos períodos (1 a 30 minutos en 1997 y 6 a 30 minutos en 1998) y b) promediando dos períodos de 30 minutos consecutivos. Se compararon los diferentes conjuntos de valores lisimétricos de ET<sub>0</sub> cada 30 minutos con los calculados con el método FAO Penman-Monteith. Los valores de

coeficiente de determinación ( $R^2$ ) e índice de similitud (IS) aumentaron mientras que los de la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSE) disminuyeron con el incremento del período de promediado de las masas.

La variación de estos estadísticos entre períodos de promediado fue más pronunciada para períodos de velocidad de viento alta, particularmente las superiores a  $6.0 \text{ m s}^{-1}$ . El efecto negativo del viento sobre la calidad de los datos lisimétricos disminuyó en 1998 debido a la mejora de la resolución del equipo electrónico de registro de datos usado. Los resultados sugieren que las masas registradas se deben promediar, al menos, durante 30 minutos si se quieren obtener valores fiables de  $ET_0$  cada 30 minutos.

### **Análisis de la Velocidad de Infiltración del Agua en Suelos Saturados Mediante Lisímetros De Pesada (Ávila, y otros, 2019)**

En esta investigación se empleó un lisímetro compacto desarrollado por el grupo de investigación Ingeniería Agronómica y del Mar de la Universidad Politécnica de Cartagena. El experimento se realizó entre febrero y julio de 2017 en una parcela experimental de una hectárea de extensión, llamada “Las Tiesas”, perteneciente al Instituto Agronómico Provincial de Albacete (ITAP). El cultivo empleado fue cebada (*Hordeum vulgare*), variedad “SHAKIRA” de ciclo corto en primavera. El suelo de la parcela experimental es franco-limoso determinado con el triángulo de textura de Marshal, a partir de los porcentajes de las partículas del suelo obtenidos de la prueba de densímetro de Bouyoucos (27,1% de arena, 51,5% de limo y 21,4 de arcilla).

Se utilizó el lisímetro de pesada, modelo LP1, diseñado por el grupo de investigación de Ingeniería Agromótica y del Mar de la Universidad Politécnica de Cartagena, cuya precisión de medición es de 0,063 mm de agua. El dispositivo cuenta con un recipiente de cultivo (RC)

cuyas dimensiones son 0,96 m x 0,56 m y 0,35 m de profundidad en el centro y con depósito de drenaje (DD) utilizado para almacenar y medir el agua, que se filtra a través del volumen de suelo confinado. Por medio de dos sistemas de pesaje, se conocen las variaciones en el contenido de agua del RC y del DD. De esta forma, el lisímetro proporciona una medida directa de las variaciones de peso ocurridas en el RC (provenientes de forma positiva de precipitaciones (P) y riego (R), y de forma negativa del drenaje (D) y de la evapotranspiración (ETC))

La máxima velocidad de infiltración fue de 0,093 mm/minuto, en el suelo saturado. Con los datos obtenidos en campo se calibró el modelo empírico de Kostiakov, con un error cuadrático medio de 0,00024. Se concluyó que con el empleo de los nuevos lisímetros de pesada que permiten conocer, en tiempo real, la velocidad de infiltración del agua en suelos saturados es posible calibrar modelos matemáticos empíricos para su empleo cuando no se dispone de esta nueva tecnología. En el suelo franco-limoso estudiado, el comportamiento fue similar al descrito por Kostiakov, para el cual se obtuvo una ecuación exponencial calibrada.

**Instalação, Calibração e Funcionamento de um Lisímetro de Pesagem** (Carvalho, Silva, Guerra, Cruz, & Souza, 2007)

El objetivo de este trabajo fue construir, instalar, calibrar y evaluar un lisímetro de pesaje con celda de carga, con el fin de estimar la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) para la región Seropédica. El diseño de la estructura del lisímetro se basó en la construcción de una caja metálica con dimensiones de 1.0 m x 1.0 m de base y 0.7 m de alto, la cual fue montada sobre barras transversales con el fin de concentrar toda la masa en una celda de carga ubicada en el centro del sistema. Cabe mencionar que algunos lisímetros de pesaje utilizan tres o cuatro celdas de carga, aumentando los costos de construcción y mantenimiento de este equipo. El

lisímetro se instaló en un área de aproximadamente 250 m<sup>2</sup>, cultivado con pasto de papa (*Paspalum notatum*).

En las cuatro esquinas se fijaron barras roscadas de 0,0254 m de diámetro y 0,25 m de longitud sobre una base de hormigón de 0,30 m x 0,30 m para soportar la estructura de soporte de la caja. El mismo procedimiento se adoptó en el centro, para soportar el tornillo de fijación de la celda de carga. Se utilizó la celda ALPHA, modelo Z, con una capacidad de medición de hasta 2 toneladas, con una sensibilidad de aproximadamente 6.000 divisiones, o 0.300 g. El lisímetro se llenó con las mismas capas de suelo del suelo local.

Luego se realizó una calibración mediante un análisis de regresión lineal y se sembró toda el área del lisímetro con pasto Bahía. El sistema de lisímetro demostró ser adecuado para estimar ETo, dando un error estándar de la regresión lineal de 0.278 kg o 0.278 mm. Además, mostró satisfactoriamente la variación de los principales elementos meteorológicos que influyen en la ETo. Como conclusión se obtuvo que el lisímetro construido fue instalado y debidamente calibrado, presentando buenas condiciones de operación y permitiendo la obtención de medidas de evapotranspiración de acuerdo con estimaciones realizadas por el método Penman-Monteith, en la región Seropédica - RJ.

#### **4.3. Estado del Arte a Nivel Mundial**

**Evaporation From Bare Soil: Lysimeter Experiments In Sand Dams Interpreted Using Conceptual And Numerical Models** (Quinn, Parker, & Rushton, 2018)

Estudios previos de la evaporación potencial de suelos han incluido experimentos de campo y laboratorio, formulaciones matemáticas y modelos semi-empíricos, sin embargo, la información

de campo es limitada, especialmente en lo que respecta a la evaporación en suelos sin vegetación o desnudos. El documento No. 56 "Irrigation and Drainage Paper" de la FAO presenta un enfoque semi-empírico que contiene indicaciones para calcular la demanda de agua en los cultivos, esto se puede ajustar para la estimación de la evaporación en un proceso de tres etapas.

Este trabajo investiga la idoneidad del enfoque de la FAO mediante la implementación de dos lisímetros en diques de arena, con dimensiones de 60 cm de profundidad y 50 cm de diámetro, de los cuales uno se instaló a 20 m de la presa de arena, y el otro a  $\frac{3}{4}$  del camino a lo largo del área de investigación. Se realizó un número de 3 experimentos en cada lisímetro, donde el procedimiento consistió en llenar cada uno con capas de arena y agua, y agitarlo en un intento de desplazar el aire atrapado, seguidamente se instaló un piezómetro en cada lisímetro y se registró la caída del nivel de agua debido a la evaporación durante un periodo de 3 semanas para el primer experimento y dos semanas para los experimentos posteriores.

Para cada lisímetro hubo una caída rápida variable del nivel freático en el primer día (0.23 y 0.26 m), una caída menor durante el 2do día (0.09 y 0.05 m) y una caída aún menor durante el tercer día (0.06 y 0.03 m); después hay una disminución más o menos constante, esto se debe principalmente a 3 razones: primero, la tasa de evaporación de la superficie de la arena se reduce a medida que cae el nivel freático, segundo, al llenarse los lisímetros con arena y luego saturarlos, no todo el aire atrapado fue desplazado, y tercero no hay cambios repentinos en condiciones secas, en cambio, en condiciones saturadas hay una disminución gradual de la capa freática.

Las conclusiones a las que llegó la investigación fueron que, a pesar de los recursos limitados, el funcionamiento de los lisímetros tuvo éxito; los resultados confirman una reducción de la evaporación real a medida que desciende la capa freática. Además, la diferencia entre los



resultados entre el lisímetro ubicado cerca de la presa y más arriba de la presa, se producen principalmente debido al cambio de evaporación real resultante de los vientos alternativos y el aumento de sombra. También, se concluye que los resultados del modelo computacional respaldan la aproximación de tres etapas de la FAO. Debido a la incertidumbre en ciertos valores de los parámetros se llevaron análisis de sensibilidad, indicando que modificando un poco los valores se puede lograr simulaciones adecuadas. Finalmente se aclara que los experimentos no continuaron durante el tiempo suficiente, ni los lisímetros fueron lo suficientemente profundos como para cuantificar con precisión la reducción de la evaporación para las capas freáticas más profundas; sin embargo, la evapotranspiración se limita a medida que el nivel freático desciende más.

**Removable Weighing Lysimeter For Use In Horticultural Crops** (Cuevas, Parras Burgos, Soler Méndez, Ruiz Canales, & Molina Martinez, 2020)

En este artículo se presenta un prototipo de lisímetros de pesaje, el cual posee unas dimensiones de (1000 × 600 mm y 350 mm de profundidad) diseñado para ser utilizado en la agricultura de cultivos hortícolas. El lisímetro consiste en un tanque de cultivo para contener el volumen de suelo reconstituido de la parcela, reproducir las condiciones naturales y para determinar la evapotranspiración del cultivo durante su crecimiento, un tanque para recoger y medir el agua a través del suelo confinado, y un sistema de pesaje para determinar las variaciones de agua de la masa del suelo y del tanque de drenaje.

Las dimensiones del lisímetro se determinaron para acomodar seis plantas de lechuga dispuestas en orden escalonado con una separación entre plantas de 330 mm y entre hileras de aproximadamente 191 mm, ya que así estaría comúnmente en el campo. Esta cosecha fue

principalmente elegida por dos razones: su densidad de siembra es mayor debido a su tamaño dosel y su similar profundidad de la raíz en comparación con otros cultivos.

Para asegurar el rendimiento del lisímetro el tanque de cultivo y la estructura principal fueron separados por una brecha. Esto evitó que las deformaciones de sus elementos interfirieran entre sí y modificó las medidas del sistema de pesaje. Para diseñó todos los componentes del lisímetro se estudió su comportamiento estructural utilizando SolidWorks. El prototipo se instaló en suelo arcilloso semiduro, este tipo de suelo tiende a hincharse o contraerse cuando el contenido de humedad varía.

En conclusión, el lisímetro de pesaje extraíble desarrollado para uso en cultivos hortícolas facilita su instalación y remoción con una mínima alteración del terreno. El lisímetro fue diseñado principalmente para cultivos de lechuga, pero se puede usar en otros cultivos con una profundidad de raíz similar. A pesar de la respuesta estructural causado por diferentes casos de carga, como la tracción, se cumple los requisitos para un funcionamiento adecuado. Finalmente, este lisímetro de pequeñas dimensiones es capaz de medir la evapotranspiración con alta precisión.

**Development And Evaluation Of Continuously Weighing Mini-Lysimeters** (Grimmond, Isard, & Belding, 1992)

En esta investigación se prueban dos mini-lisímetros portátiles de peso continuo (< 0.2m) diseñados para su aplicación práctica en entornos heterogéneos. Los criterios de diseño de los mini-lisímetros desarrollados en el proyecto son: Capacidad de monitorear continuamente la evapotranspiración con una resolución de una hora, q fáciles y rápidos de desplegar y red desplegar y que sean económicos para construir e instalar.

La instalación de un lisímetro debe causar una mínima perturbación en el ambiente y la estructura del suelo dentro del lisímetro debe asemejarse mucho a la del área circuncidante. Para la instalación de un mini-lisímetro la perturbación en el lugar se reduce al mínimo al no utilizar equipos pesado para el movimiento de tierras, lo que tiene una ventaja añadida de reducir costos de instalación. El monolito debe mantenerse intacto para asegurarse que tenga las mismas características hidrológicas que sus alrededores. Cuando las perturbaciones del lugar y del monolito son mínimas, se pueden utilizar mini-lisímetros.

Se utilizaron dos lisímetros de dimensiones ligeramente diferentes para evaluar la precisión como la repetibilidad del diseño. El rendimiento del lisímetro se evaluó en función del flujo de evaporación, el estado de humedad del suelo y la resistencia estomatal de la vegetación. Las mediciones fueron realizadas el 17 de julio al 4 de agosto de 1991 en un extenso campo de Bloomington, Indiana. Debido a que no hubo precipitaciones apreciables durante el periodo de estudio, era poco probable restricción de drenaje del lisímetro fuera una fuente importante de error en la medición. La vegetación del campo es una mezcla de hierbas cortas que se dejaron crecer sin cortar durante todo el periodo de estudio. Se utilizó el método de correlación de remolinos para evaluar el flujo de evaporación independientemente de los lisímetros.

Para comparar el estado de humedad del suelo dentro de los lisímetros con el de las zonas circundantes se utilizó un método de muestreo denominado reflectometría en el dominio del tiempo (TDR) para evaluar la humedad del suelo. Se instalaron varillas verticales en cada lisímetro y en seis lugares del campo circuncidante que se vigilaban diariamente con un sistema Trase 6000 XI de Soil Moisture Equipment Corporation. Las mediciones de resistencia estomatal se utilizaron para comparar el estado de las plantas dentro y fuera de los lisímetros. Las

mediciones del TDR revelaron una disminución constante de la humedad en todos los lugares durante el periodo de medición sin precipitaciones.

En esta Investigación se concluye que las mediciones de flujo de evaporación, humedad del suelo y la resistencia estomatal de ambos mini-lisímetros fueron similares a las mediciones correspondientes del campo circundantes. También que, Los mini-lisímetros desarrollados proporcionan mediciones relativamente precisas. Sin embargo, se señala que las mediciones del flujo de los mini-lisímetros no se han evaluado durante largos periodos de tiempo, y, por lo tanto, los resultados son estrictamente aplicables a estudios a corto plazo. Finalmente se comenta que una limitante de estos sistemas es que la vegetación debe tener una profundidad de enraizamiento menor que la profundidad del contenedor del lisímetro.

**Effect Of Exposure On The Water Balance Of Two Identical Lysimeters** ( Hagenau, Meissner, & Borg, 2014)

Este estudio analiza el balance hídrico de dos lisímetros pesables idénticos ubicados uno justo al lado del otro. Ellos contienen el mismo suelo y se manejan de la misma manera. Ambos fueron plantados con maíz. El área alrededor de ellos también fue plantada con maíz, para asegurar que los lisímetros estuvieran ubicados dentro de una cosecha. La única diferencia entre ellos era que un lado del lisímetro 2 estaba expuesto debido a un sendero. Al principio, ambos arrojaron resultados similares. Sin embargo, a medida que el maíz se hizo más alto, el lisímetro 2 comenzó a mostrar consistentemente más precipitación y drenaje. Los datos ilustran claramente que la exposición puede alterar significativamente el balance hídrico de un lisímetro, que hace que sea desaconsejable extrapolar los datos obtenidos en tales circunstancias al campo.

Los lisímetros fueron instalados en el verano de 2010 y se calibraron los mecanismos de pesaje de los recipientes del lisímetro, las disposiciones de la cubeta basculante para medir el drenaje y todos los demás dispositivos. Después de eso, realizaron algunas ejecuciones de prueba para descubrir y solucionar cualquier problema. Los lisímetros son completamente idénticos en diseño, equipo y operación y están ubicados a menos de 1 m de distancia. Tienen un área circular de sección transversal de 1 m<sup>2</sup> y tienen 2 m de profundidad. La profundidad del suelo es de 1.8 m, la más baja de 0.2 m es una capa de drenaje arenosa-grava.

Los vasos del lisímetro se pesaban cada minuto, luego se promediaban los valores individuales para obtener un valor medio de la hora. La cantidad de agua de drenaje que sale del fondo del recipiente se mide con una disposición de cubeta basculante. Tiene una precisión de 10 g, lo que equivale a 0.01 le0.01 mm de agua con respecto a las dimensiones del recipiente del lisímetro.

Los lisímetros están ubicados en el cuadrante noroeste de un recinto vallado de 15 m 15 m que estaban rodeado de césped. En mayo de 2011 y 2012, el maíz, el cultivo principal en el área, se plantó en ambos lisímetros y dentro de todo el recinto (espacio entre hileras de 40 cm, espacio entre plantas de 25 cm) para garantizar que los lisímetros estuvieran ubicados dentro de un cultivo. El maíz se cosechó en octubre.

Los autores concluyeron que la exposición puede alterar significativamente el balance hídrico de un lisímetro, lo que hace que no sea aconsejable extrapolar los datos obtenidos en tales circunstancias al campo. Una sección de un cultivo con un lado expuesto puede recibir significativamente más precipitación que una sección sin un lado expuesto. Para evitar el efecto de exposición discutido aquí, un lisímetro debe estar rodeado por un soporte de cultivo lo suficientemente ancho como para evitar que la lluvia que cae en ángulo hacia el lisímetro llegue

a él. Dependiendo del tipo de cultivo, el ancho requerido puede variar de menos de uno a varios metros. En comparación, para cumplir con el requisito de búsqueda, un lisímetro debe estar rodeado de varias decenas a varios cientos de metros de cultivo.

### **Estimating Precipitation And Actual Evapotranspiration From Precision Lysimeter Measurements** (Schrader, y otros, 2013)

El objetivo de este estudio fue evaluar los algoritmos que apuntan a eliminar los efectos de estas fluctuaciones y estimar los flujos reales a través de los límites de la atmósfera del suelo y el balance hídrico del suelo a partir de las mediciones del lisímetro. Utilizamos datos medidos sintéticos y reales de lisímetros grandes para probar qué estrategias de evaluación de datos se pueden aplicar y qué grado de precisión se puede alcanzar.

Los datos utilizados para ilustrar nuestros métodos son de dos tipos diferentes: (1) Datos sintéticos, derivados de datos reales u obtenidos de una simulación numérica directa. (2) Datos verdaderos medidos de tres sitios de lisímetros en Wagna (Austria). El proceso de evaluación de datos, es decir, el cálculo de los flujos de ET y P a partir de cambios en el lisímetro y el peso del agua de filtración, consiste esencialmente en tres pasos principales: (i) Corrección de errores sistemáticos y valores atípicos en datos medidos sin procesar, (ii) reducción o eliminación de errores aleatorios por suavizado, (iii) cálculo de flujos en el límite de SPA y ET y P. acumulativos.

Los autores concluyeron que es posible calcular con precisión P y ET con procedimientos automatizados, pero el cálculo involucra parámetros como el ancho de una ventana de suavizado

o la magnitud de un valor umbral. Hasta la fecha, no está claro si será posible encontrar leyes de escala universal para estos parámetros que permitan una evaluación de datos confiable y automatizada, sin intervención subjetiva y sin consulta de datos de mediciones externas, como datos de lluvia independientes. Como tal, este artículo refleja un estado intermedio de un trabajo en progreso, y sugiere una dirección donde se necesita más investigación. La estrategia de validación propuesta que ayudará a responder algunas de estas preguntas y contribuirá al desarrollo de lisímetros en herramientas indispensables para obtener una mejor comprensión de los factores de control de los flujos de agua en la interfaz suelo-planta-atmósfera.

### **Comparison Of Simple Rain Gauge Measurements With Precision Lysimeter Data**

(Hoffmann, Schwartengraber, Wessolek, & Peters, 2016)

Las técnicas de medición de precipitación estándar están sujetas a errores aleatorios y sistemáticos, que afectan la determinación exacta de la precipitación a nivel del suelo. El objetivo de este estudio fue encontrar una solución útil y rentable para minimizar estos errores. Durante un período de 418 días, la precipitación se midió mediante un pluviómetro de cubeta basculante instalado a 1 m de altura, tres pluviómetros Hellmann colocados en el suelo y tres lisímetros. La captura de precipitación de los lisímetros mostró una desviación muy pequeña (<0.5%) y se consideró como referencia. El cubo basculante a 1 m de altura atrapó un 12,7% menos de precipitación. En contraste, los medidores Hellmann a nivel del suelo capturaron en promedio precipitaciones similares a los lisímetros. Ambos métodos exhibieron una gran captura secundaria en invierno y una captura inferior baja (cubeta basculante) o incluso una captura excesiva (indicador de Hellmann) en verano. Las mediciones del medidor Hellmann a nivel del

suelo permiten una determinación bastante exacta de la precipitación durante largos períodos de tiempo con bajo costo y esfuerzo.

El experimento se realizó en la estación de lisímetros Marienfelde en Berlín, Alemania, en el período del 2012-07-20 al 2013-09-11. El terreno de prueba estaba cubierto de hierba y rodeado de superficies parcialmente selladas. La precipitación se midió con tres lisímetros, tres medidores Hellmann colocados en el suelo y un pluviómetro de cubeta basculante (medidor UBA). Los lisímetros tenían una profundidad de 1,5 m y una superficie de 1 m<sup>2</sup>. La superficie del lisímetro 2 estaba constantemente descubierta, mientras que los lisímetros 1 y 3 estaban equipados con techos de césped en el sofá desde 2013-06-26 hasta 2013-06-28. Posteriormente, se cortó el césped del sofá para mantener su altura por debajo de 20 cm

Como conclusión obtuvieron que las mediciones de precipitación con lisímetros pesables y el filtrado de datos adecuado proporcionan la mayor precisión posible, ya que evitan errores sistemáticos (por ejemplo, debido a la distorsión del campo del viento o pérdidas por evaporación), así como errores aleatorios debido a su gran tamaño. Sin embargo, los lisímetros son caros y requieren un gran esfuerzo de mantenimiento. Colocar pequeños medidores Hellmann directamente en el suelo produce capturas de precipitación comparables a las mediciones del lisímetro durante períodos más largos. No se recomiendan mediciones de precipitación estándar si se requieren datos para el nivel del suelo. Establecer los medidores lo más cerca posible de la superficie del suelo mejorará en gran medida la precisión de las mediciones de precipitación incluso con medidores pequeños. Aunque deben considerarse variaciones estacionales sistemáticas, el uso de medidores Hellmann parece ser un método conveniente y económico para determinar la precipitación.



Para Consolidar la información relacionada al estado del arte anteriormente resumido, se creó una tabla en la cual se organizó en orden cronológico estas investigaciones y se contiene información básica como lo es el año de publicación, el título del artículo, el nombre de los autores, el país, la afiliación, y un comentario que explica el contenido de los documentos descritos en la Tabla 1.

**Tabla 1** Base de datos del estado del arte

Nº	Año de Publicación	Título	Autores	País	Afiliación	Comentario
1	1958	MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO ESTUDIO EN LISIMETROS MONOLITICOS	Suarez de Castro, Fernando; Rodriguez G, Alvaro	Colombia	Federeción Nacional de Cafeteros de Colombia	En este estudio se presentan los resultados de años de observaciones sobre las pérdidas de elementos nutritivos y balance de agua en lisímetros monolíticos con diferentes tratamientos
2	1971	ACTA AGRONOMICA Nota Técnica. Determinación de la Evapotranspiración con Lisímetros	Grillo F, Manuel	Colombia	Universidad Nacional de Colombia	artículo presenta una serie de requisitos para lisímetros en cuanto a los factores del suelo, donde hace referencia las condiciones físicas, térmicas y de humedad, indica las características a tener en cuenta para la construcción y montaje de un lisímetro
3	1992	DEVELOPMENT AND EVALUATION OF CONTINUOUSLY WEIGHING MINI-LYSIMETERS	Grimmond, C. Susan B.; Isard, Scott A.; Belding, and Mark J.	Estados Unidos	Department of Geography, University of Illinois - Agricultural and Forest Meteorology (Elsevier Science Publishers)	investigación donde se prueban dos mini-lisímetros portátiles de peso continuo diseñados para su aplicación práctica en entornos heterogéneos
4	2000	EFFECTO DEL VIENTO SOBRE LA PRECISIÓN DE UN LISÍMETRO DE PESADA EN EL VALLE MEDIO DEL EBRO	Martínez, Antonio; Baselga, Javier	España	Departamento de Genética y Producción Vegetal (EEAD), Lab. Asociado de Agronomía y Medio Ambiente (DGA-CSIC)	se estudia cuantitativamente el efecto del viento sobre la precisión de un lisímetro de pesada en el valle medio del Ebro.
5	2002	CONSTRUÇÃO, CALIBRAÇÃO E ANÁLISE DE FUNCIONAMENTO DE LISÍMETROS DE PESAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DA LIMA ÁCIDA 'TAHITI'	Campeche, Luís Fernando de Souza Magno	Brasil	Universidade de São Paulo	Tesis de doctorado que muestra la construcción, calibración y operación de lisímetros de pesaje basados en una celda de carga para monitorear el consumo de agua de los árboles in situ en un huerto
6	2006	CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DE LISÍMETROS DE ALTA PRECISÃO	de Faria, Rogério; Campeche, Fernando; Chibana, Eduardo	Brasil	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	Presenta batería de diez lisímetros de pesaje basados en células de carga, para calibrar estos lisímetros y probar su capacidad para medir variaciones en la masa de agua en condiciones de campo
7	2007	EVAPOTRANSPIRACIÓN DIARIA DEL TOMATE DETERMINADA MEDIANTE UN LISÍMETRO DE PESADA	Rodríguez, Rafael; Pire, Reinaldo	Venezuela	Universidad Centrocidental "Lisandro Alvarado"	se determino la evapotranspiración real diaria de un cultivo de tomates mediante un lisímetro de pesada en la zona de Tarabana, estado Lara.
8	2007	INSTALAÇÃO, CALIBRAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM LISÍMETRO DE PESAGEM	Carvalho, Daniel; Silva, Leonardo; Guerra, José; Cruz, Francisco; Souza, Adilson	Brasil	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	En este trabajo fue construir, instalar, calibrar y evaluar un lisímetro de pesaje con celda de carga, con el fin de estimar la evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ) para la región Seropédica.

9	2010	ESTUDIO INTEGRAL DEL COMPORTAMIENTO DE ATRAZINA EN LISÍMETROS DE CAMPO EN SUELOS DE LA PAMPA HÚMEDA ARGENTINA	Hang, Susana; Andriulo, Adrián; Sasal, Carolina; Nassetta, Mirtha; Portela, Silvana; Cañas, Ana	Argentina	Universidad Nacional de Córdoba	se estudio el comportamiento durante el ciclo del cultivo del maíz en un suelo de pampa humedad de Argentina en lisímetros
10	2012	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LISÍMETRO DE PESADA PARA LA MEDICIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL EN VID EN MENDOZA, ARGENTINA	Olmedo, G.; Vallone, R. & F. Tozzi	Argentina	INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) EEA (Estación Experimental Agropecuaria) Mendoza.	describe el proceso de diseño y construcción de un lisímetro de pesada con el fin de ser utilizado como método directo en el cálculo del fenómeno de la evapotranspiración de plantas de vid.
11	2012	ESTIMACIÓN DE LA FRACCIÓN EVAPORATIVA A PARTIR DE REGISTROS DE HUMEDAD DE SUELO Y UN LISÍMETRO DE PESADA	Ocampo, Dora; Rivas, Raúl; Silicani, Matías; Carmona, Facundo; Holzman, Mauro; Christian, Mancino	Argentina	Instituto de Hidrología de Llanuras	Se estima la fracción evaporativa de un suelo argiudol típico a partir de medidas registradas por sensores de Hs basados en tecnología RDF y comparados con el valor promedio del contenido de agua en el suelo registrado en el lisímetro de Pesada.
12	2013	ESTIMATING PRECIPITATION AND ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION FROM PRECISION LYSIMETER MEASUREMENTS	Frederik Schradera; Wolfgang Durnera; Johann Fankb; Sebastian Geblerc; Thomas Pützc; Matthias Hannesd; Ute Wolschlägere.	Alemania	Soil Physics, Institute of Geoecology, TU Braunschweig - Procedia Environmental Sciences (	estudio que evalúa los algoritmos que apuntan a eliminar los efectos de fluctuaciones y estimar los flujos reales a través de los límites de la atmósfera del suelo y el balance hídrico del suelo a partir de las mediciones del lisímetro
13	2014	EFFECT OF EXPOSURE ON THE WATER BALANCE OF TWO IDENTICAL LYSIMETERS	J. Hagenau.; R. Meissner; H. Borg.	Alemania	Helmholtz Centre for Environmental Research - Revista Journal of Hydrology (ScienceDirect)	estudio analiza el balance hídrico de dos lisímetros pesables
14	2015	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN LISÍMETRO DE BAJO COSTO	Matías Ricardo Silicani	Argentina	Universidad Nacional de Cuyo	construcción y operación de un lisímetro de pesada de bajo costo, con el fin de estimar la evapotranspiración real (ET <sub>r</sub> ) del sistema suelo-agua-planta para una mezcla de gramíneas y estudiar la evolución diaria del suelo en todo el perfil del lisímetro mediante sensores de humedad de suelo.
15	2015	ACURÁCIA DE UM MINI-LISÍMETRO DE PESAGEM ELETRÔNICA DE BAIXO CUSTO	Da Silva, Marcio; Rodrigues, Fernando; Cabral, Fernando; Batista, Marconi; Macendo, Alisson; Melo, Lucas; Loureiro, Frederico	Brasil	Instituto Federal Goiano	se desarrolla y calibra un mini-lisímetro de pesaje mecánico de bajo costo para determinar la evapotranspiración de referencia con precisión, con el fin de conocer la demanda de agua del cultivo para aplicar una capa de riego adecuada.
16	2015	CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA GRIS EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA LOCALIDAD DEL ESPINAL – TOLIMA	Carabalí Carabalí, Tatiana Steet	Colombia	Universidad del Valle	montaje de campo de dos lisímetros, uno en cada material evaluado, donde se cuantifico la cantidad de agua percolada producto de la precipitación y el riego

17	2016	COMPARISON OF SIMPLE RAIN GAUGE MEASUREMENTS WITH PRECISION LYSIMETER DATA	Marieke Hoffmann, Reinhold Schwartengraber, Gerd Wessolek, Andre Peters	Alemania	Institut für Agrar, Universität Berlin - Revista Atmospheric Research (ScienceDirect)	Se presenta una solución útil y rentable para minimizar errores aleatorios y sistemáticos en las técnicas de medición de precipitación estándar (Lisímetro)
18	2016	DRENAJE Y TRANSPORTE VERTICAL DE HERBICIDAS EN DOS MOLISOLES DE LA PAMPA ONDULADA ARGENTINA	Caprile, Ana; Aparicio, Virginia; Portela, Silvana; Sasal, María; Andriulo, Adrián	Argentina	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Asociación Argentina Ciencia del Suelo	evalua la dinámica del drenaje de agua y la pérdida por transporte vertical de glifosato, atrazina y acetoclor en dos suelos de textura diferente cultivados con una rotación maíz-soja bajo siembra directa utilizando 6 cajas lisimétricas
19	2016	MEDICIÓN Y MODELAMIENTO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL DEL CULTIVO DE CLAVEL EN INVERNADERO EN LA SABANA DE BOGOTÁ, USANDO LISÍMETROS ELECTRÓNICOS DE PESADA.	Lavao Pastrana, Sergio Andrés	Colombia	Universiad Nacional de Colombia	En la investigación se desarrolló un modelo físico de medición de la evapotranspiración (ETc) y el coeficiente cultivo, como dos variables con sustento científico para la obtención volúmenes y tiempo de riego, para esto, se implementó el uso de lisímetros de pesada
20	2017	CONSIDERACIONES SOBRE PRODUCCIÓN, MANEJO Y POSCOSECHA DE FLORES DE CORTE CON ÉNFASIS EN ROSA Y CLAVEL <b>Capítulo 9: Lisímetros Volumétricos</b>	González M, Carlos A; Quintero B, Quelbis R; Flórez R, Víctor J; Quintero C, María F	Colombia	Universidad Nacional de Colombia	En el documento se presenta la definición del lisímetro, la determinación del balance hídrico, las limitaciones que podrían tener los lisímetros y se hace una revisión del fin con el que es usado en otros países así como de los elementos que deben tenerse en cuenta para su instalación, además se presenta el proceso de diseño y construcción de una batería de lisímetros multipropósito
21	2017	CONSIDERACIONES SOBRE PRODUCCIÓN, MANEJO Y POSCOSECHA DE FLORES DE CORTE CON ÉNFASIS EN ROSA Y CLAVEL <b>Capítulo 10: Lisímetros de Pesada</b>	González M, Carlos A; Quintero B, Quelbis R; Flórez R, Víctor J; Tafur H, Harold	Colombia	Universidad Nacional de Colombia	Se expone un tipo de lisímetro de pesada denominado como UnLisitrón el cual fue diseñado y construido en la Universidad Nacional de Colombia.
22	2018	EVAPORATION FROM BARE SOIL: LYSIMETER EXPERIMENTS IN SAND DAMS INTERPRETED USING CONCEPTUAL AND NUMERICAL MODELS	Quinn, Ruth; Parker, Alison; Rushton, Ken	Reino Unido - Kenia	Cranfield Water Science Institute, Cranfield University - Revista Journal of Hydrology (ScienceDirect)	Investigación del enfoque de la FAO mediante la implementación de dos lisímetros en diques de arena en Kibwezi, condado de Makueni, Kenia
23	2018	COMPORTAMIENTO QUÍMICO Y NUTRICIONAL EN UN CULTIVO DE CLAVEL SEMBRADO EN SUSTRATO, CON RIEGO MONITOREADO CON LISÍMETRO DE PESADA	Moreno Poveda, Germán Arturo	Colombia	Universiad Nacional de Colombia	La finalidad de este trabajo fue determinar el comportamiento de los parámetros nutricionales del continuo planta-sustrato-lixiviado en clavel cultivado en sustrato y sometido al manejo del fertirriego monitoreado con lisímetro de pesada en comparación con el sistema de manejo tradicional.
24	2019	ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DEL AGUA EN SUELOS SATURADOS MEDIANTE LISÍMETROS DE PESADA	Ávila, Laura; Soler, M; Madrona, P; Ruiz, A; Bautista, C; González, J; Molina, J	España	Universidad Politécnica de Cartagena	se estudio la velocidad de infiltración para estimar la penetración del agua en el suelo empleando un lisímetro compacto desarrollado
25	2020	REMOVABLE WEIGHING LYSIMETER FOR USE IN HORTICULTURAL CROPS	Cuevas, Juan Antonio; Parras Burgos, Dolores; Soler Méndez, Manuel; Ruiz Canales, Antonio; Molina Martínez, José Miguel	España	Agromotic Engineering and the Sea, Universidad Politécnica de Cartagena - Revista Applied Sciences (MDPI Open Accens Journals)	Artículo de lisímetro de pesaje diseñado para ser utilizado en la agricultura de cultivos hortícolas

## 5. Desarrollo del Proyecto

### 5.1. Materiales y Métodos

#### 5.1.1. Descripción del Área Experimental

El experimento se llevó a cabo en un sitio ubicado en la Calle 13 B Sur, K – 121 Barrio Llanitos municipio de los Patios, con coordenada sexagesimales  $7^{\circ}48'10.8''$  N,  $72^{\circ}31'05.7''$  W y una elevación aproximada de 431m. El municipio tiene una precipitación entre los 1000 y los 1500 mm anuales, temperaturas superiores a los  $27^{\circ}\text{C}$ , humedad del aire de entre 70 y 75%, velocidad del viento de 3 – 4 m/s y brillo solar diario medio 4 – 5 horas (Registros del IDEAM).



**Figura 2** Localización de la zona de estudio. **Fuente:** Alcaldía de los Patios

### 5.1.2. Condiciones Iniciales del Terreno

El tipo de Suelo del sitio en el cual se desarrolló la investigación es arcilloso. El terreno presentaba una pendiente de aproximada del 16.5%, además de esto había presencia de maleza y otros residuos tal como se muestra en la Figura 3.



*Figura 3* Terreno sin adecuación

### 5.1.3. Adecuaciones del Terreno

#### 5.1.3.1. Limpieza y Nivelación del Terreno

Primeramente, se realizó la limpieza en el terreno de la maleza y los residuos existentes de forma manual. Por otra parte, el terreno tenía un desnivel del 16.5% por lo cual fue necesario nivelar el área de estudio mediante un corte vertical de 0.23 m y un corte horizontal de 1.4 m, esto con el fin de que cada lisímetro quedara a un mismo nivel al momento de su colocación.



*Figura 4* Corte de Nivelación de Terreno

#### **5.1.3.2. Cercado del Área Experimental.**

Para evitar que animales entraran a la zona experimental e interfirieran con el desarrollo del estudio, se realizó el cerramiento perimetral del lugar donde se situaron los lisímetros, utilizando troncos de madera con una altura aproximada de 2m que fueron enterrados 0.20 m y atascado con grava, para que estos quedaran fijados en la posición asignada. Así mismo se utilizó alrededor de 10m de malla gallinero con una altura aproximada de 1.80 m la cual fue instalada y

fijada por todo el perímetro del área destinada para llevar a cabo el experimento tal como se muestra en la Figura 5.



*Figura 5* Cerramiento del área experimental.

### **5.1.3.3. Perforaciones del terreno**

Seguidamente se realizó la perforación de 7 agujeros en los cuales irían situados los recipientes. Estos agujeros se elaboraron con el propósito de mantener el área superficial de los recipientes al mismo nivel que la superficie del terreno a su alrededor, tal como lo recomienda (Grillo, 1971). Los agujeros se hicieron con una profundidad de 0.30 metros, dimensiones laterales de 0.30m x 0.32m y una separación entre cada uno de ellos de 0.20 metros.





*Figura 6* Excavación para la instalación de los recipientes

#### **5.1.3.4. Instalación de Material Vegetal en el Terreno**

Para este Estudio se utilizó césped (*Stenotaphrum secundatum*) llamado comúnmente pasto de San Agustín, el cual fue instalado en el área de estudio con el propósito de mantener la misma vegetación utilizada dentro de los recipientes. Para ello se humedeció primeramente el terreno para que este se encontrara en óptimas condiciones al momento de colocar el material vegetal. Posterior a esto se realizó el corte e instalación del césped adaptándolo a la geometría del terreno.



*Figura 7* Instalación del césped.

#### **5.1.3.5. Instalación de material granular Como Base Para Recipientes**

Luego de haber instalado el césped, se procedió a colocar una capa de grava en el interior de cada agujero, que serviría como una base de apoyo para los recipientes para que estos no estén en contacto directo con el suelo evitando así que los recipientes tuvieran adherencias de lodo y posteriormente que se ocasionaran errores en las mediciones.



*Figura 8* Instalación de la grava.

#### **5.1.3.6. Distribución de los recipientes**

Una vez adecuado el terreno, se procedió a llenar los 7 recipientes con el material de estudio, tres con suelo sin vegetación, tres con suelo mas vegetación y un recipiente con agua. Los recipientes se fueron llenando en 3 capas iguales mel mismo material excavado, las cuales fueron sutilmente compactadas para evitar vacios y al mismo tiempo mantener un peso similar en cada recipiente. Posteriormente se procedio a instalar el material vegetal en los tres recipientes correspondientes añadiendo agua a estos para que la capa vegetal se adaptara con mayor facilidad al suelo instalado anteriormente. Finalmente se enumero cada uno de los recipientes con el fin de que no se ocasionaran confusiones o errores al momento de registrar cada uno de los datos medidos.



*Figura 9* Llenado de los recipientes con material de estudio.

#### **5.1.3.7. Ubicación de los lisímetros y Equipos de Medida**

Luego de esto, se situaron los recipientes con el material de estudio en los agujeros que se habían realizado anteriormente en el terreno donde se efectuaría el experimento, manteniendo una distancia entre ellos de 0.20m. Finalmente, se colocó el termohigrometro en un tronco que se utilizó para el cerramiento, esto para que quedara lo más cerca posible a los recipientes.



*Figura 10* Ubicación de los recipientes en el terreno.

#### **5.1.4. Sistema de Toma de Datos**

El montaje del lismetro consistió en un sistema de 7 recipientes contenedores, una báscula con la que se registraron las variaciones de masa en cada recipiente manualmente y un termohigrómetro con el que se registraron constantemente datos de temperatura y humedad ambiental.

##### **5.1.4.1. Báscula Krömbi KD-OWS78**

La báscula que se utilizó para medir las variaciones de masa de los 7 recipientes tiene una capacidad máxima de 40 kg, cuenta con una medida de precisión de 0,01 Kg y podía ser recargada mediante electricidad una vez su batería fuese agotada.



*Figura 11* Bascula

#### 5.1.4.2. Termohigrómetro PCE-HT 71N

El registrador climatológico PCE-HT 71N mide la temperatura (grados Celsius), la humedad ambiental y el punto de rocío, almacenando tales valores en su memoria interna. El registrador climatológico guarda hasta 32.000 valores (16.000 por parámetro). Puede ajustar libremente la cuota de registro, entre 2 segundos y 24 horas. El registrador climatológico almacena los valores medidos en su memoria interna y dichos valores se pueden transferir a un PC, esto permite analizar los valores registrados en un período de tiempo. Este termohigrómetro permite activar el registro de datos desde el PC o posteriormente activarlo in situ.



*Figura 12* Termohigrómetro PCE-HT 71N

### 5.1.5. Metodología Para la Toma de Mediciones

Después de realizar las adecuaciones y montaje para el experimento, se dejó transcurrir un lapso de 15 días antes de empezar con el registro de las mediciones, esto con el fin de que el césped tuviera el tiempo suficiente para anclar sus raíces al suelo y haya un buen desarrollo de la evapotranspiración.

El registro de datos consistió en 4 mediciones de peso diarias las cuales comprendían las horas de las 6:00 am, 10:00 am, 2:00 pm y las 6:00 pm. Para esto se llevaba el recipiente del agujero donde estaba situado hasta una mesa cerca del área experimental donde se colocaba la balanza, allí se media la variación de peso de cada muestra y se tomaba registro de esto de forma manual de peso observado para después digitalizarse. Además, se configuro el termohigrómetro para tomar mediciones de temperatura y humedad con una frecuencia de muestreo de 1 hora, estos datos eran guardados en su memoria interna y semanalmente se exportaba esta información a la computadora para luego ser analizada. Estas mediciones referentes a la evapotranspiración iniciaron el 13 de octubre del 2020 y finalizaron el 28 de diciembre del 2020. Es importante

mencionar que varios de estos días de mediciones tuvieron que ser descartados debido a interferencias en las mediciones, producto del periodo de lluvias.

## **6. Análisis y Resultados.**

### **6.1. Selección del Método de Estimación**

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se realizó la selección de un método indirecto cuyas variables meteorológicas involucradas pudiesen ser medidas de manera sencilla teniendo en cuenta que algunos de los métodos mencionados anteriormente poseen variables que son algo complejas de medir y por lo tanto se hacía difícil el acceso a dicha información. Dicho lo anterior, el método seleccionado para los cálculos y análisis del presente proyecto fue el Método de Thornthwaite.

### **6.2. Origen de los Datos**

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos plasmados en este proyecto se contó con datos diarios del periodo octubre de 2020 a diciembre de 2020 para las siguientes variables meteorológicas:

- Temperatura media mensual del aire °C.
- Temperatura media diaria del aire °C.
- Temperatura máxima diaria del aire °C.



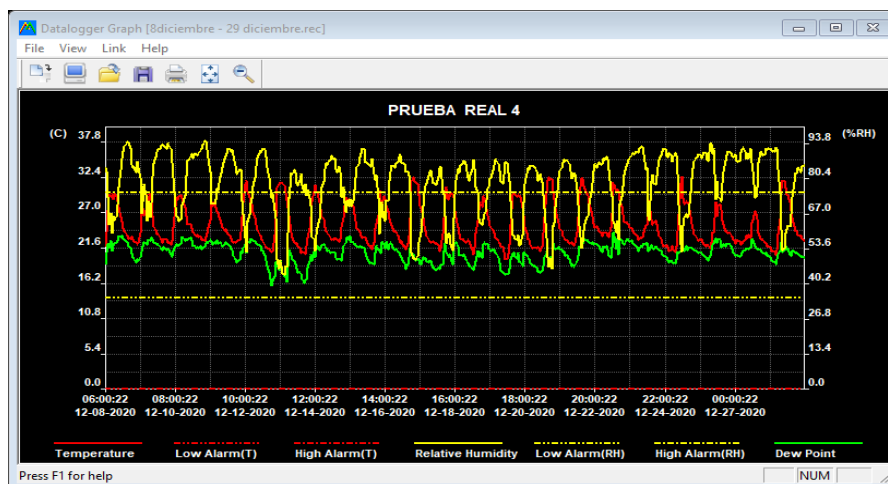
- Temperatura mínima diaria del aire °C.
- Humedad relativa.
- Humedad relativa diaria a las 8:00 y las 14:00 horas.

Dichos datos fueron medidos y registrados por medio del Termohigrómetro PCE-HT 71N del cual se habló en el capítulo 5.1.4 “sistema de toma de datos”. En la Tabla 2 y en la Figura 13 se puede evidenciar a modo de ejemplo algunos de los valores de temperatura y humedad registrados por el termohigrómetro.

**Tabla 2** Valores registrados por el termohigrómetro.

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1	07.10.2020	6:00:32	25.0	71.3	19.4
2	07.10.2020	7:00:32	25.6	68.0	19.2
3	07.10.2020	8:00:32	26.7	66.1	19.8
4	07.10.2020	9:00:32	28.8	53.3	18.3
5	07.10.2020	10:00:32	30.9	48.2	18.6
6	07.10.2020	11:00:32	32.4	42.3	17.9
7	07.10.2020	12:00:32	31.1	44.4	17.5
8	07.10.2020	13:00:32	31.6	43.9	17.8
9	07.10.2020	14:00:32	31.9	42.0	17.3
10	07.10.2020	15:00:32	30.6	43.5	16.7
11	07.10.2020	16:00:32	29.3	45.3	16.2
12	07.10.2020	17:00:32	27.6	57.5	18.4
13	07.10.2020	18:00:32	27.6	61.5	19.5
14	07.10.2020	19:00:32	27.0	61.2	18.8
15	07.10.2020	20:00:32	26.0	64.3	18.7
16	07.10.2020	21:00:32	25.0	71.2	19.4
17	07.10.2020	22:00:32	24.5	72.8	19.2
18	07.10.2020	23:00:32	24.0	75.1	19.3
19	08.10.2020	0:00:32	24.1	74.4	19.2
20	08.10.2020	1:00:32	24.5	72.9	19.3

En el Anexo 1 se presentan todos los valores tabulados y graficados de la temperatura en °C, la humedad relativa, el punto de rocío, junto con la fecha y hora correspondiente a cada medición.



*Figura 13* Valores graficados por el termohigrómetro.

### 6.3. Mediciones de Campo.

Las mediciones tomadas en campo se realizaron de manera manual, haciendo uso de la báscula Krömbi KD-OWS78, con la cual se median las diferencias de masa en intervalos de tiempo definidos para posteriormente registrarlos y tabularlos en una tabla de Excel y así determinar los valores de evaporación y evapotranspiración correspondientes a dichas medidas.

En la Tabla 3 se muestra a modo de ejemplo algunos de los valores registrados de las variaciones de masa de los recipientes en kilogramos divididos en días y presentados en intervalos de 4 horas iniciando mediciones a las 6:00 am y culminando a las 6:00 pm de cada día. Asimismo, la cantidad de agua evaporada y evapotranspirada se muestra en la Tabla 4 donde dichos valores están registrados en kilogramos. Cabe recalcar que hubo días donde no fue posible hacer uso de los datos registrados debido a lluvias que se presentaban durante el día, generando así un incremento en la masa afectando de esta manera el análisis del fenómeno de evaporación y evapotranspiración.

**Tabla 3** Valores registrados de las variaciones de masa de los recipientes en kilogramos.

Fecha	Hora	Masa de los recipientes en kilogramos						
		Suelo1	Suelo 2	Suelo 3	Vegetación 4	Vegetación 5	Vegetación 6	Agua
7/10/2020	6:00 a. m.	8,048	7,647	8,517	10,524	10,511	10,319	5,482
	10:00 a. m.	7,983	7,596	8,46	10,459	10,446	10,251	5,442
	2:00 p. m.	7,939	7,525	8,395	10,357	10,367	10,172	5,394
	6:00 p. m.	7,952	7,559	8,419	10,376	10,377	10,180	5,374
8/10/2020	6:00 a. m.	8,003	7,603	8,471	10,422	10,415	10,229	5,364
	10:00 a. m.	7,944	7,540	8,400	10,348	10,340	10,157	5,322
	2:00 p. m.	7,932	7,532	8,395	10,304	10,297	10,115	5,289
	6:00 p. m.	7,998	7,594	8,466	10,373	10,369	10,184	5,290
9/10/2020	6:00 a. m.	8,081	7,677	8,542	10,443	10,441	10,258	5,340
	10:00 a. m.	8,089	7,680	8,552	10,453	10,455	10,272	5,345
	2:00 p. m.	8,028	7,635	8,502	10,349	10,360	10,189	5,277
	6:00 p. m.	8,012	7,616	8,484	10,315	10,330	10,160	5,217
10/10/2020	6:00 a. m.	7,984	7,590	8,454	10,271	10,286	10,118	5,156
	10:00 a. m.	8,002	7,604	8,473	10,288	10,300	10,136	5,161
	2:00 p. m.	7,975	7,581	8,451	10,179	10,210	10,049	5,094
	6:00 p. m.	7,894	7,515	8,377	10,075	10,106	9,949	4,998
11/10/2020	6:00 a. m.	7,945	7,553	8,417	10,099	10,130	9,974	4,970
	10:00 a. m.	7,951	7,556	8,420	10,104	10,131	9,974	4,958
	2:00 p. m.	7,917	7,529	8,393	9,979	10,013	9,870	4,875
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
12/10/2020	6:00 a. m.	7,949	7,561	8,421	9,990	10,026	9,879	4,824
	10:00 a. m.	7,867	7,481	8,331	9,889	9,926	9,774	4,774
	2:00 p. m.	7,914	7,529	8,392	9,903	9,945	9,800	4,757
	6:00 p. m.	7,902	7,518	8,377	9,878	9,917	9,769	4,705
13/10/2020	6:00 a. m.	7,899	7,513	8,372	9,856	9,893	9,748	4,655
	10:00 a. m.	7,891	7,510	8,368	9,842	9,882	9,735	4,648
	2:00 p. m.	7,884	7,499	8,360	9,800	9,838	9,690	4,610
	6:00 p. m.	7,880	7,496	8,354	9,785	9,818	9,671	4,573
14/10/2020	6:00 a. m.	7,878	7,496	8,355	9,773	9,808	9,660	4,543
	10:00 a. m.	7,878	7,495	8,355	9,769	9,803	9,656	4,540
	2:00 p. m.	7,841	7,466	8,321	9,701	9,738	9,596	4,494
	6:00 p. m.	7,877	7,496	8,356	9,731	9,769	9,628	4,491

Algunas casillas no poseen datos debido a que en ese momento no fue posible realizar la respectiva medición, es por eso que algunas franjas horarias aparecen vacías o sin datos. En el Anexo 2 se muestran los demás datos correspondientes a las variaciones de masa de los recipientes en kilogramos.

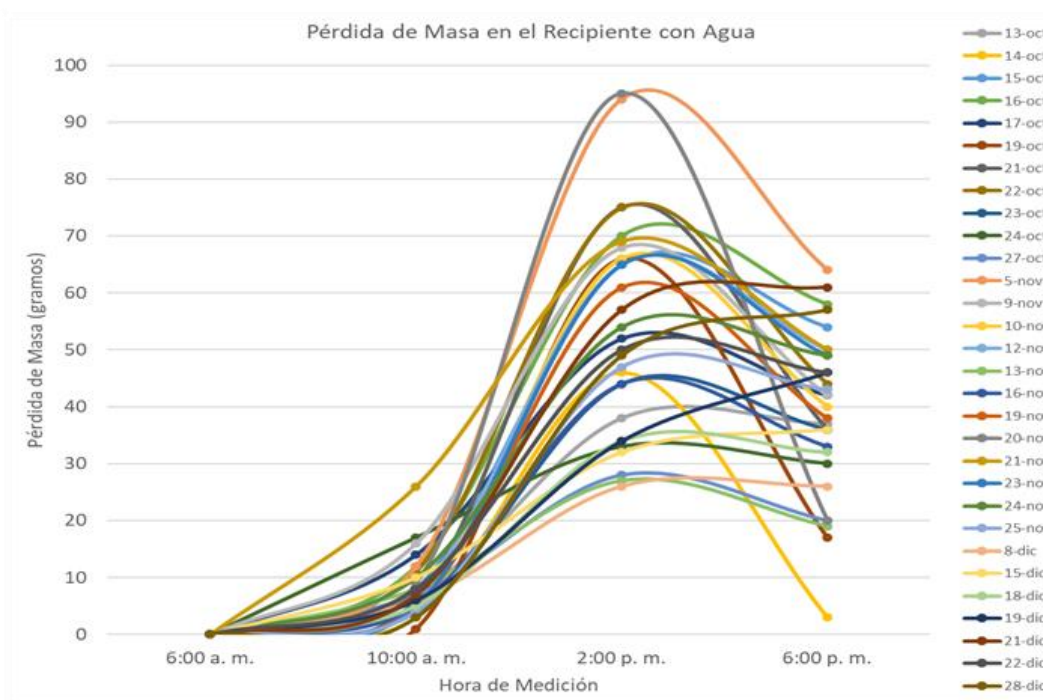
**Tabla 4** Valores medidos de evaporación y evapotranspiración en kilogramos.

Fecha	Hora	Masa del agua evaporada - evapotranspirada en kilogramos						
		Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Vegetación 4	Vegetación 5	Vegetación 6	Agua
7/10/2020	6 am - 10 am	0,065	0,051	0,057	0,065	0,065	0,068	0,040
	10 am - 2 pm	0,044	0,071	0,065	0,102	0,079	0,079	0,048
	2 pm - 6 pm	-0,013	-0,034	-0,024	-0,019	-0,010	-0,008	0,020
8/10/2020	6 am - 10 am	0,059	0,063	0,071	0,074	0,075	0,072	0,042
	10 am - 2 pm	0,012	0,008	0,005	0,044	0,043	0,042	0,033
	2 pm - 6 pm	-0,066	-0,062	-0,071	-0,069	-0,072	-0,069	-0,001
9/10/2020	6 am - 10 am	-0,008	-0,003	-0,010	-0,010	-0,014	-0,014	-0,005
	10 am - 2 pm	0,061	0,045	0,050	0,104	0,095	0,083	0,068
	2 pm - 6 pm	0,016	0,019	0,018	0,034	0,030	0,029	0,060
10/10/2020	6 am - 10 am	-0,018	-0,014	-0,019	-0,017	-0,014	-0,018	-0,005
	10 am - 2 pm	0,027	0,023	0,022	0,109	0,090	0,087	0,067
	2 pm - 6 pm	0,081	0,066	0,074	0,104	0,104	0,100	0,096
11/10/2020	6 am - 10 am	-0,006	-0,003	-0,003	-0,005	-0,001	0,000	0,012
	10 am - 2 pm	0,034	0,027	0,027	0,125	0,118	0,104	0,083
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
12/10/2020	6 am - 10 am	0,082	0,080	0,090	0,101	0,100	0,105	0,050
	10 am - 2 pm	-0,047	-0,048	-0,061	-0,014	-0,019	-0,026	0,017
	2 pm - 6 pm	0,012	0,011	0,015	0,025	0,028	0,031	0,052
13/10/2020	6 am - 10 am	0,008	0,003	0,004	0,014	0,011	0,013	0,007
	10 am - 2 pm	0,007	0,011	0,008	0,042	0,044	0,045	0,038
	2 pm - 6 pm	0,004	0,003	0,006	0,015	0,020	0,019	0,037
14/10/2020	6 am - 10 am	0,000	0,001	0,000	0,004	0,005	0,004	0,003
	10 am - 2 pm	0,037	0,029	0,034	0,068	0,065	0,060	0,046
	2 pm - 6 pm	-0,036	-0,030	-0,035	-0,030	-0,031	-0,032	0,003

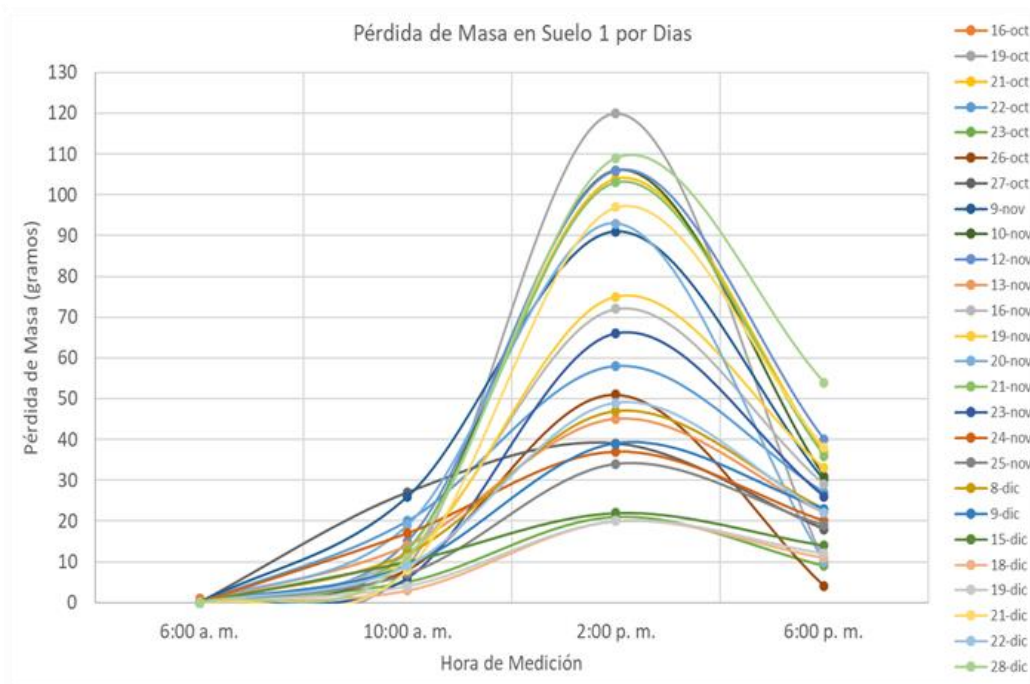
Los valores que se encuentran en la Tabla 4 son el resultado de la diferencia realizada entre las masas que se registraron anteriormente, se puede notar que algunos de los valores registrados aparecen negativos, esto se debe a que al momento de realizar la respectiva diferencia entre las masas en vez de disminuir la masa esta se incrementó y así como se mencionó anteriormente las casillas que no tienen valores es a causa de que en ese momento no fue posible realizar la respectiva medición a la hora que estaba programada. En el Anexo 3 se muestran los demás valores medidos de evaporación y evapotranspiración.

En las Figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 se muestra el comportamiento del fenómeno de evaporación y evapotranspiración diaria de los diferentes recipientes y coberturas de estudio

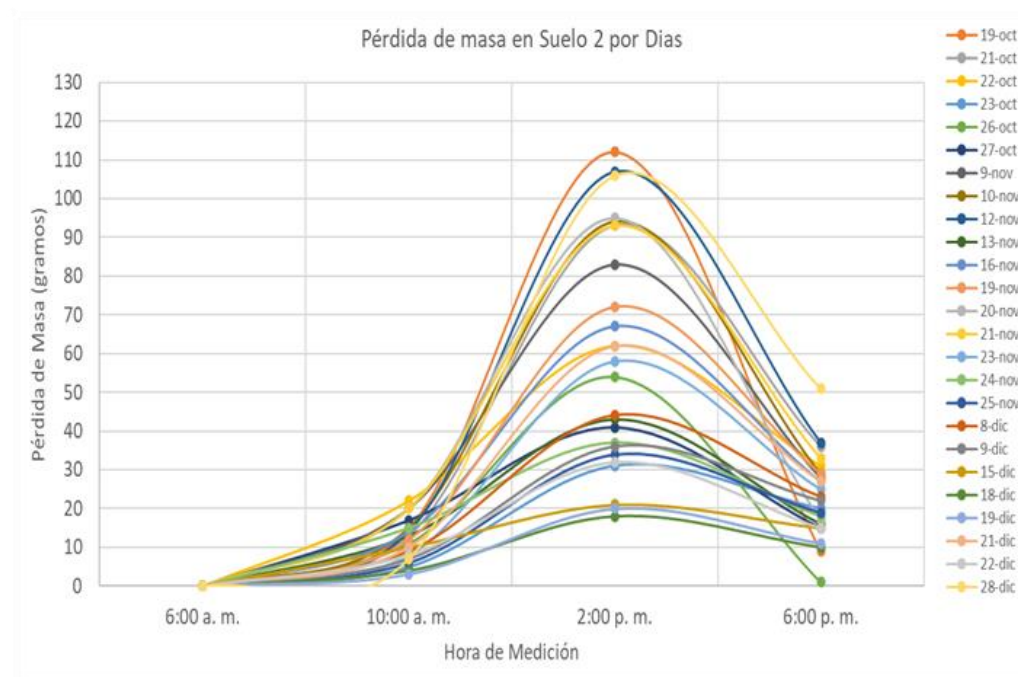
medida en gramos, donde se puede evidenciar que entre las 10:00 a.m. y las 2:00 p.m. se presenta una mayor pérdida de agua en todas las superficies analizadas generando así que la evaporación y la ET tengan un mayor porcentaje de participación en este lapso de tiempo a comparación de las demás franjas horarias siendo así el pico de esta las 2:00 p.m. tal como se muestra en las figuras, esto debido principalmente a que las temperaturas tomadas mostraron mayor magnitud en estas horas del día.



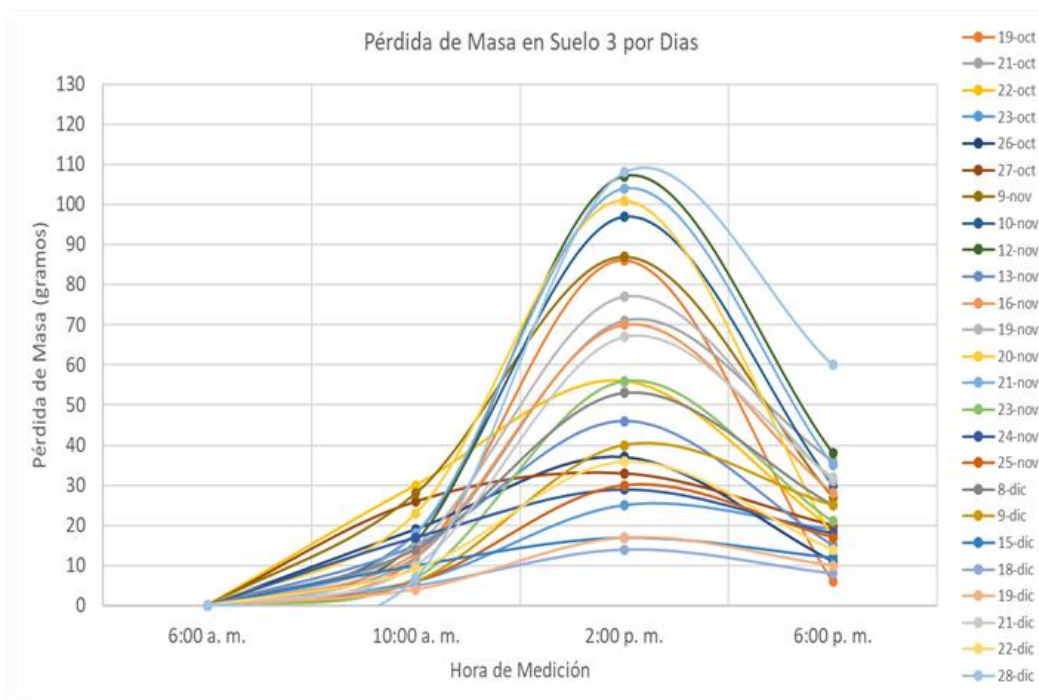
**Figura 14** Pérdida de masa en recipiente con agua.



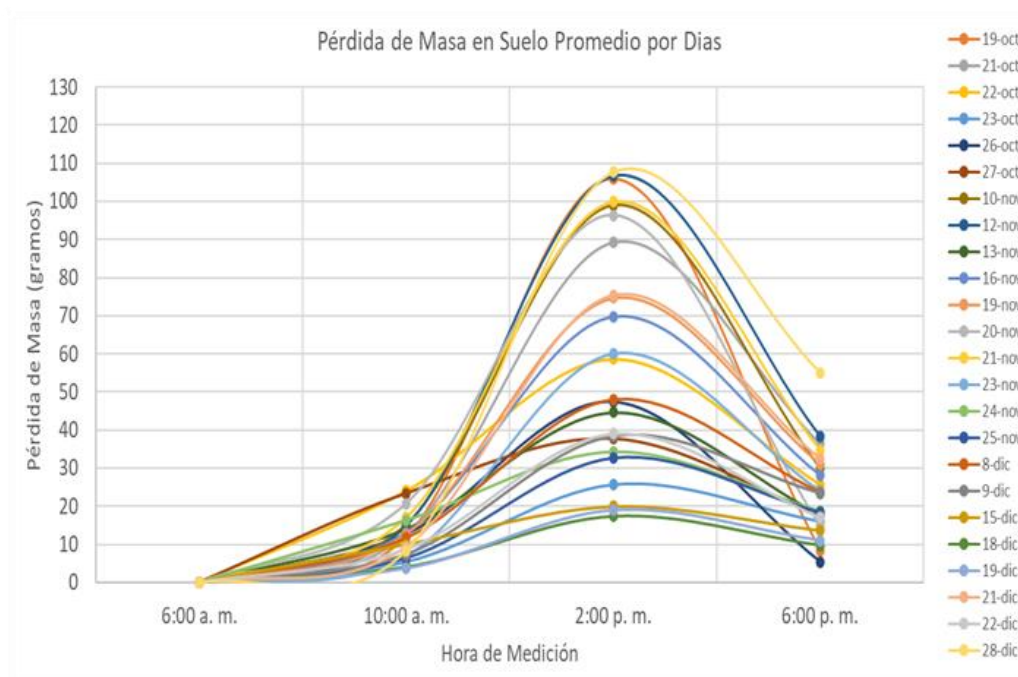
**Figura 15** Pérdida de masa en suelo 1.



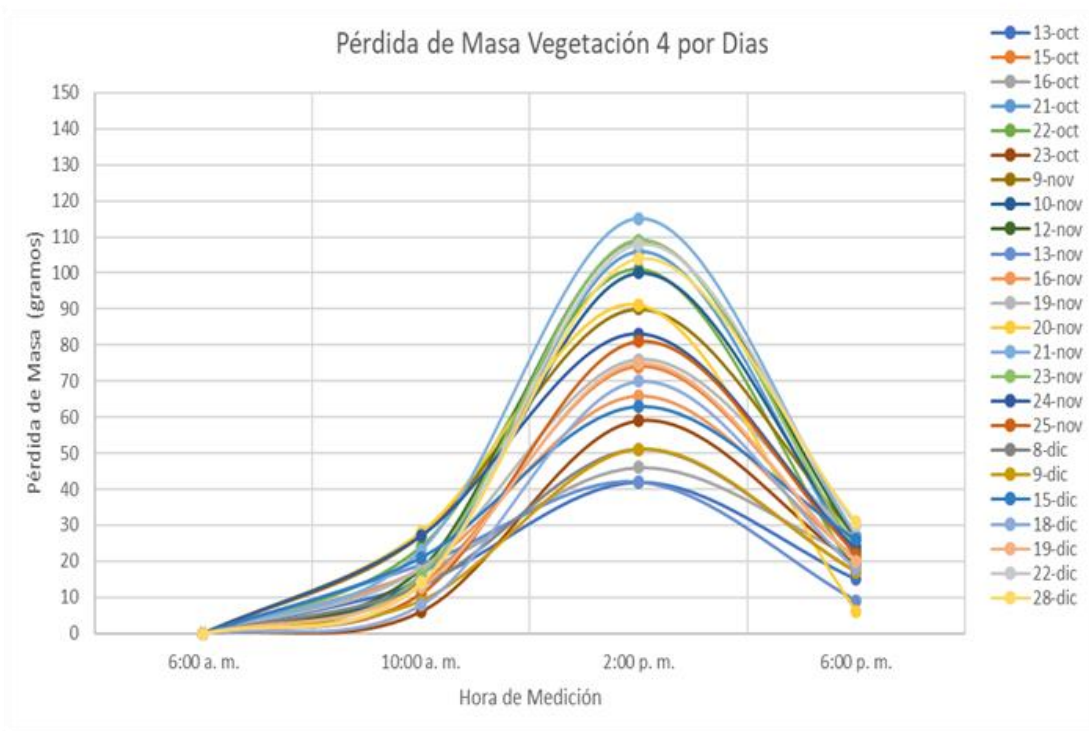
**Figura 16** Pérdida de masa en suelo 2.



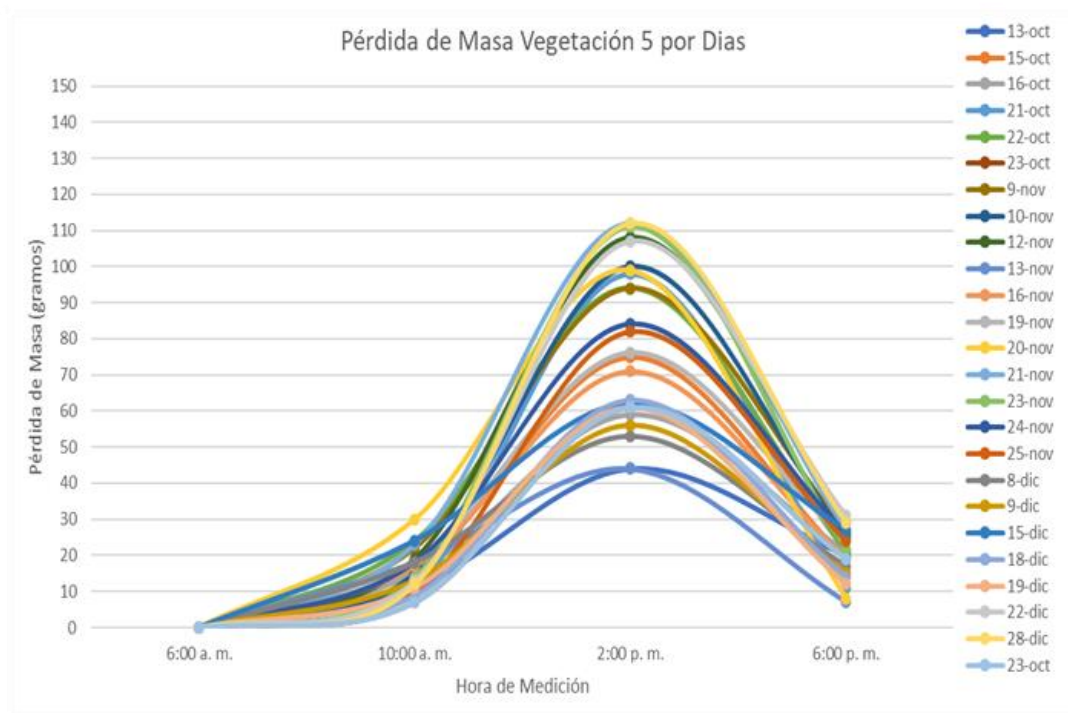
**Figura 17** Pérdida de masa en suelo 3.



**Figura 18** Pérdida de masa en suelo promedio

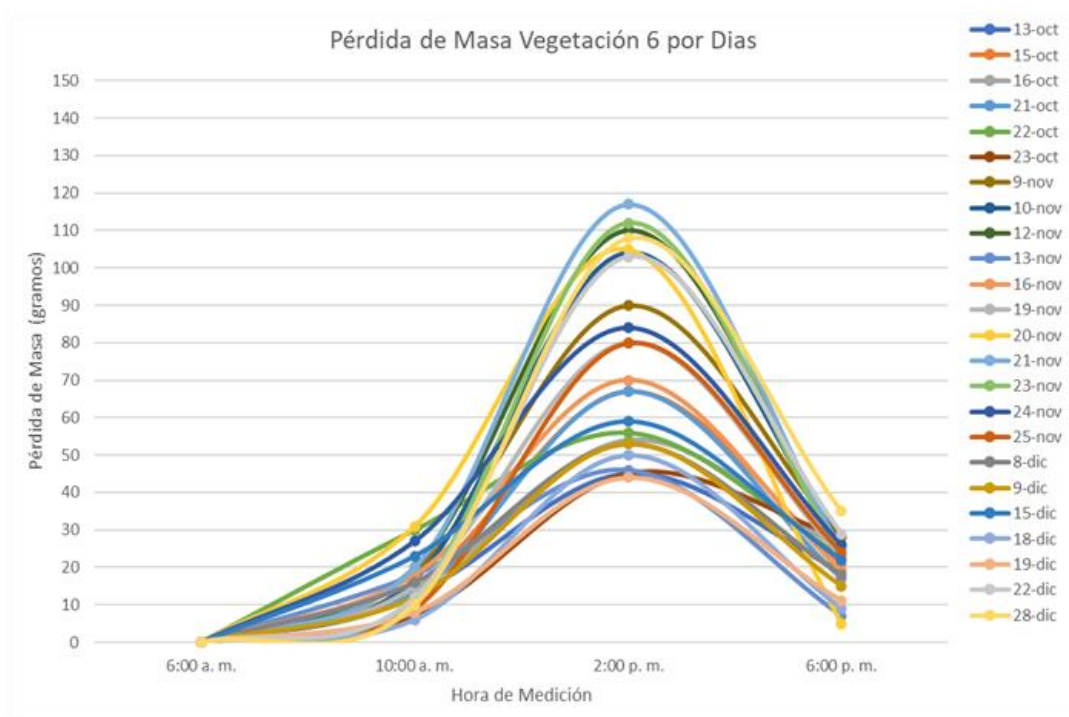


**Figura 19** Pérdida de masa en vegetación 4.

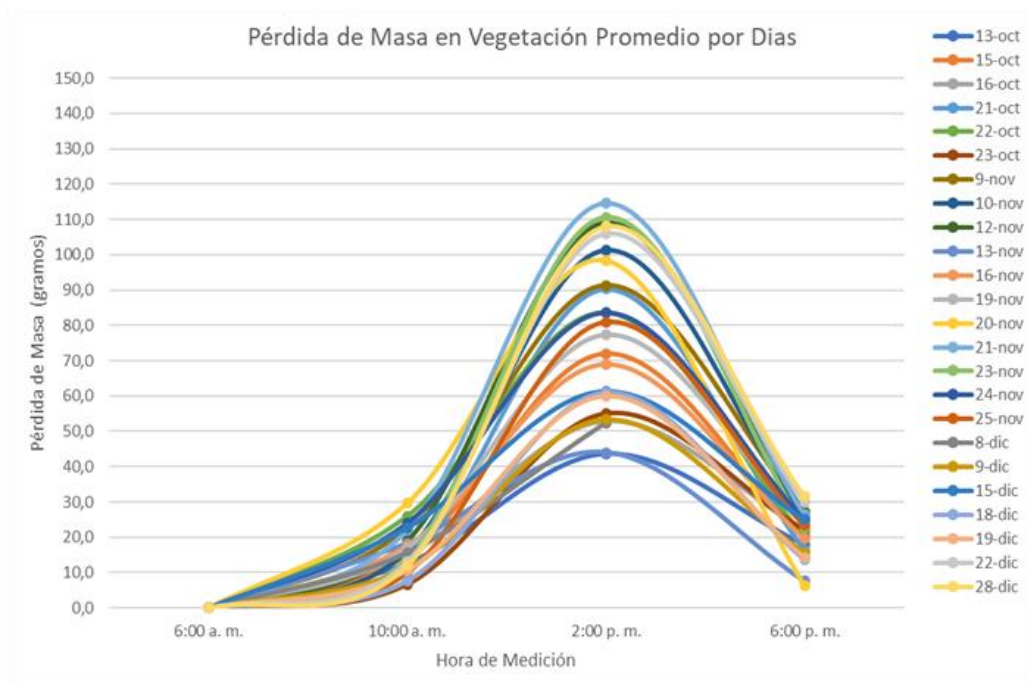


**Figura 20** Pérdida de masa en vegetación 5.





**Figura 21** Pérdida de masa en vegetación 6.



**Figura 22** Pérdida de masa en vegetación promedio.

Una vez obtenidos los valores cuantificados de la evaporación y evapotranspiración en kilogramos, se procedió a realizar la conversión de estos datos a unidades de mm/h. En la Tabla 5 se muestra a modo de ejemplo los resultados obtenidos de los valores de evaporación y evapotranspiración en mm/h donde:

- La división  $\Delta$  de Peso se encuentra separada por la columna Gr que indica el valor de la pérdida de agua del recipiente analizado en gramos en un lapso de cuatro horas y la columna Kn es el producto de la pérdida de agua del recipiente analizado en gramos y la aceleración de la gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ), donde luego el resultado es llevado a unidades de kilonewton.
- La columna de temperatura es el promedio de la temperatura horaria en  $^{\circ}\text{C}$ , medida en ese lapso de tiempo (4 horas).
- La columna  $\gamma$  representa el peso específico del agua en función de la temperatura. Esta se calculó por medio de la ecuación de interpolación teniendo en cuenta los valores dados en la Tabla 5. En el Anexo 4 se muestran los valores de los pesos específicos calculados en función de la temperatura.
- La columna Área sup representa el área superficial del recipiente analizado.
- La columna h indica la altura de la lámina de agua en metros, esto como resultado de dividir la pérdida de agua del recipiente en unidades de Kilonewton, entre el producto del peso específico del agua y el área superficial del recipiente.
- La columna evaporación o evapotranspiración es el valor de dicha medida en mm/h, resultado de la conversión de la altura de la lámina de agua a mm y dividirla entre el número de horas consideradas (4 horas).

**Tabla 5** Valores de evaporación de recipiente con agua en mm/h.

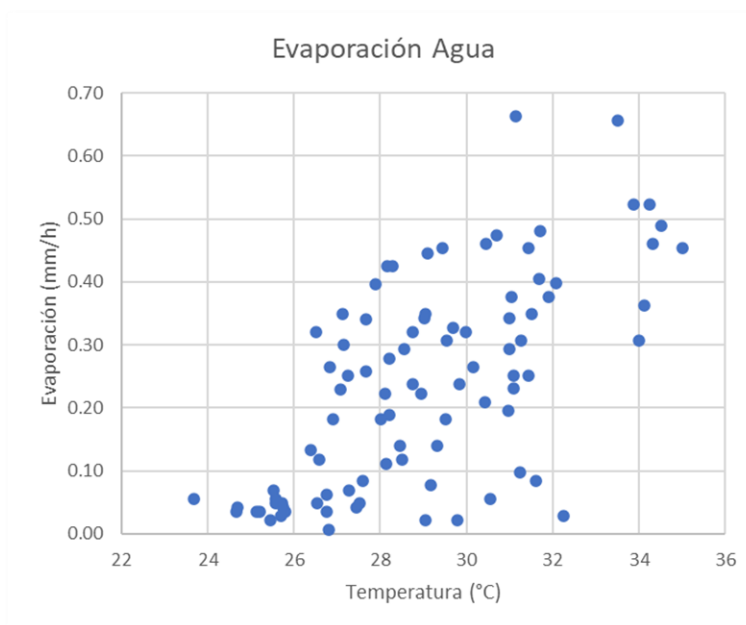
Fecha	Hora	$\Delta$ de Peso		Temperatura	$\gamma$	Área Sup	h	Evaporación
		Gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m	mm/h
13/10/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	27,525	9,77	0,036	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	38	0,00037	30,150	9,77	0,036	0,00106	0,26
	2 pm - 6 pm	37	0,00036	27,675	9,77	0,036	0,00103	0,26
14/10/2020	6 am - 10 am	3	0,00003	29,775	9,77	0,036	0,00008	0,02
	10 am - 2 pm	46	0,00045	29,975	9,77	0,036	0,00128	0,32
	2 pm - 6 pm	3	0,00003	29,050	9,77	0,036	0,00008	0,02
15/10/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	30,550	9,77	0,036	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	65	0,00064	35,000	9,75	0,036	0,00182	0,45
	2 pm - 6 pm	54	0,00053	31,900	9,76	0,036	0,00151	0,38
16/10/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	31,600	9,76	0,036	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	70	0,00069	34,525	9,75	0,036	0,00196	0,49
	2 pm - 6 pm	58	0,00057	31,675	9,76	0,036	0,00162	0,40
17/10/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	31,250	9,77	0,036	0,00039	0,10
	10 am - 2 pm	52	0,00051	34,125	9,75	0,036	0,00145	0,36
	2 pm - 6 pm	42	0,00041	31,000	9,77	0,036	0,00117	0,29
19/10/2020	6 am - 10 am	1	0,00001	26,800	9,78	0,036	0,00003	0,01
	10 am - 2 pm	66	0,00065	34,325	9,75	0,036	0,00184	0,46
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,500	9,77	0,036	0,00047	0,12
21/10/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	27,450	9,78	0,036	0,00017	0,04
	10 am - 2 pm	75	0,00074	33,875	9,75	0,036	0,00210	0,52
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	31,100	9,77	0,036	0,00100	0,25

En el Anexo 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se encuentran los demás valores de evaporación y evapotranspiración en mm/h de los diferentes recipientes y coberturas de estudio.

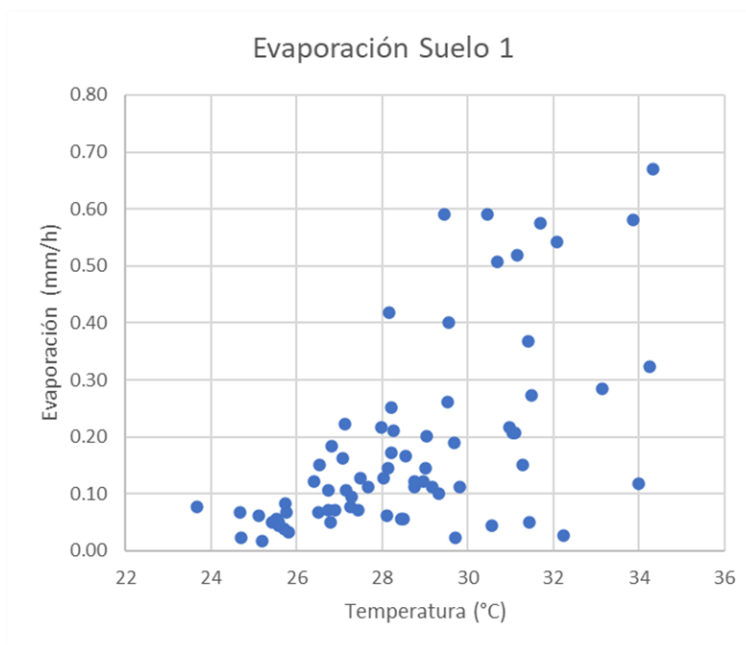
**Tabla 6** Pesos específicos del agua.

Temperatura	Peso Especifico
°C	Kn/m <sup>3</sup>
0	9,81
5	9,81
10	9,81
15	9,81
20	9,79
25	9,78
30	9,77
35	9,75
40	9,73
45	9,71
50	9,69
55	9,67
60	9,65
65	9,62
70	9,59
75	9,56
80	9,53
85	9,50
90	9,47
95	9,44
100	9,40

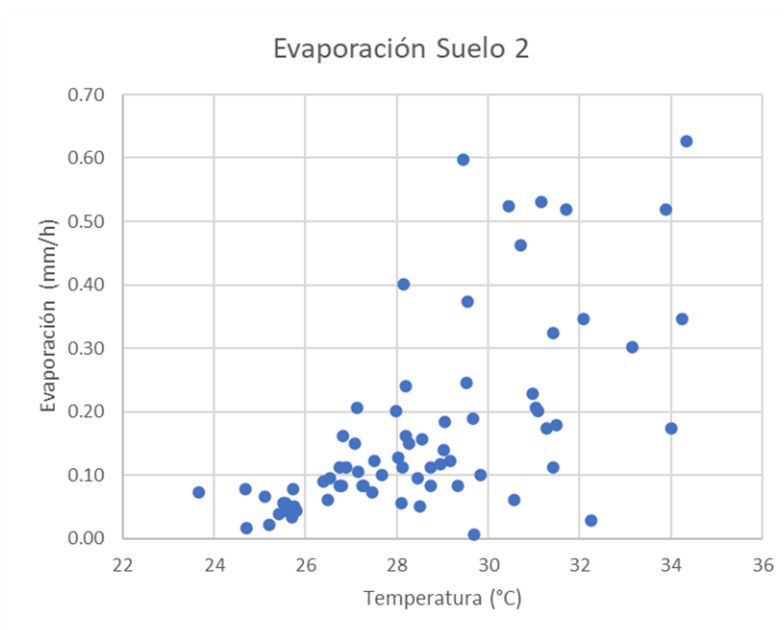
En las Figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28, 39, 30 y 31 se muestra el comportamiento del fenómeno de evaporación y evapotranspiración en mm/h de los diferentes recipientes y coberturas de estudio en función de la temperatura, esto con el fin de analizar la interacción de los fenómenos de estudio en base a la temperatura.



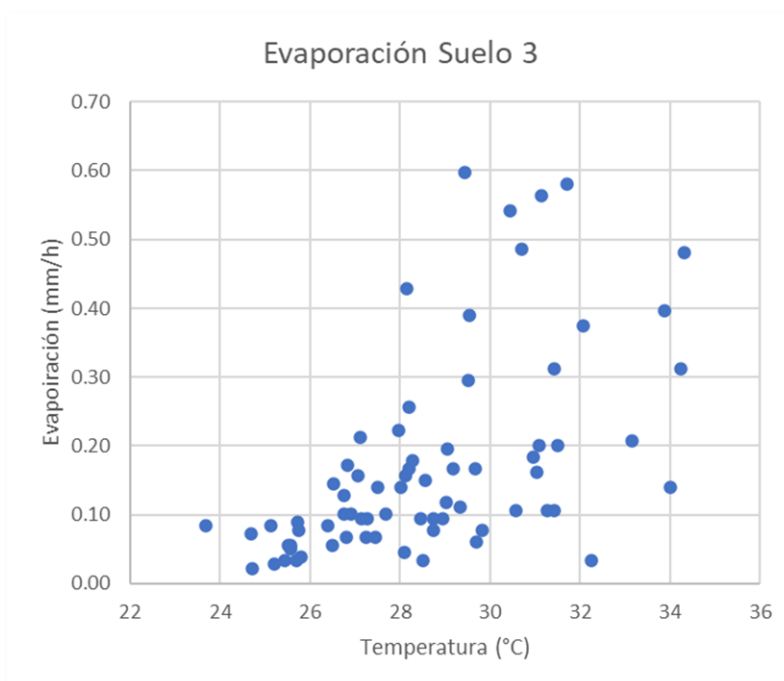
**Figura 23** Evaporación recipiente con agua vs temperatura.



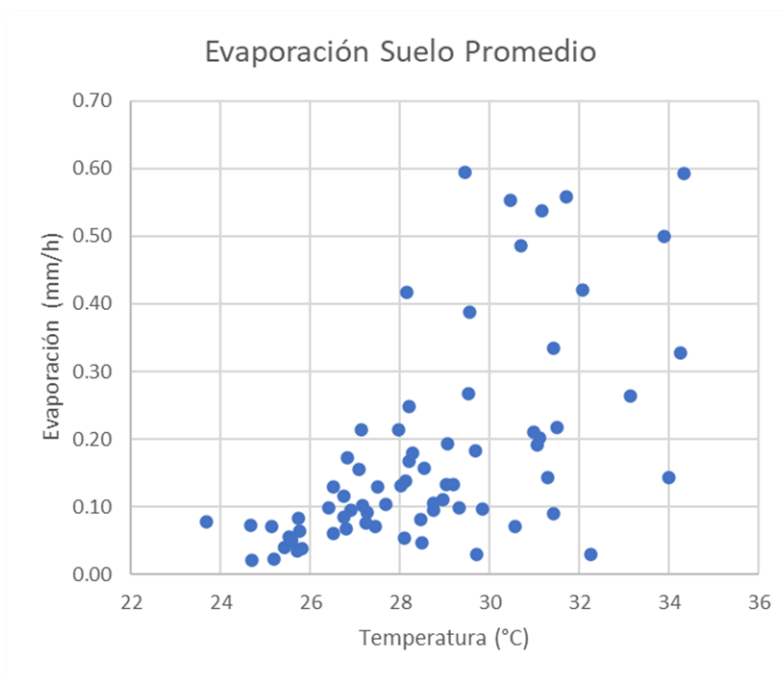
**Figura 24** Evaporación suelo 1 vs temperatura.



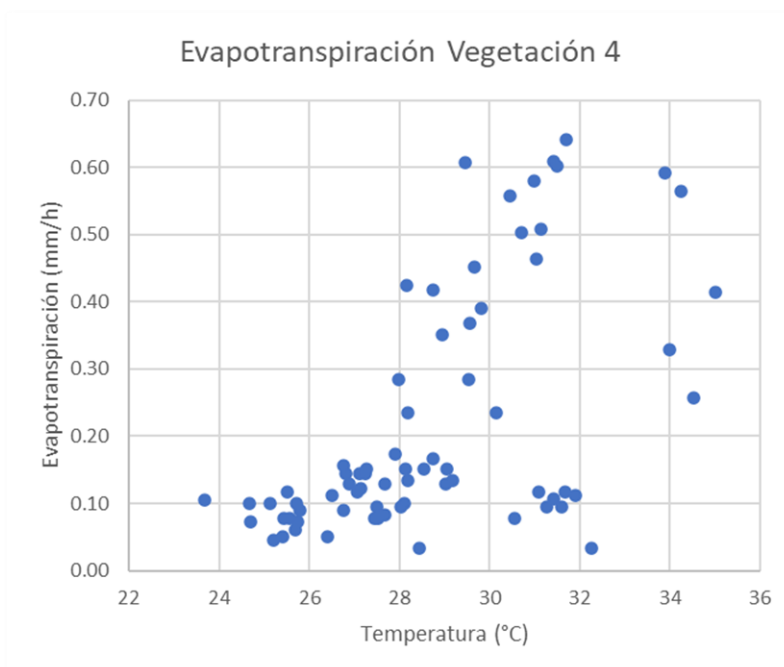
**Figura 25** Evaporación suelo 2 vs temperatura



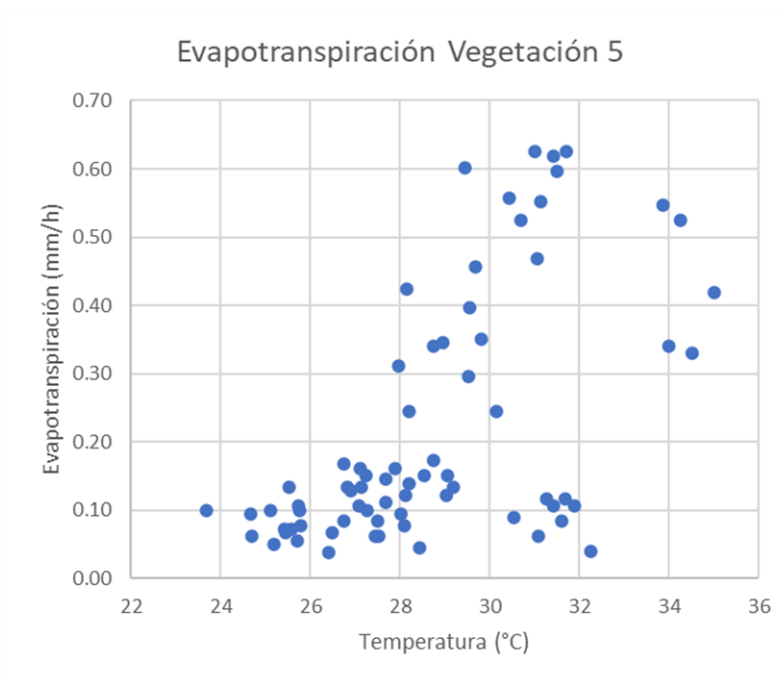
**Figura 26** Evaporación suelo 3 vs temperatura.



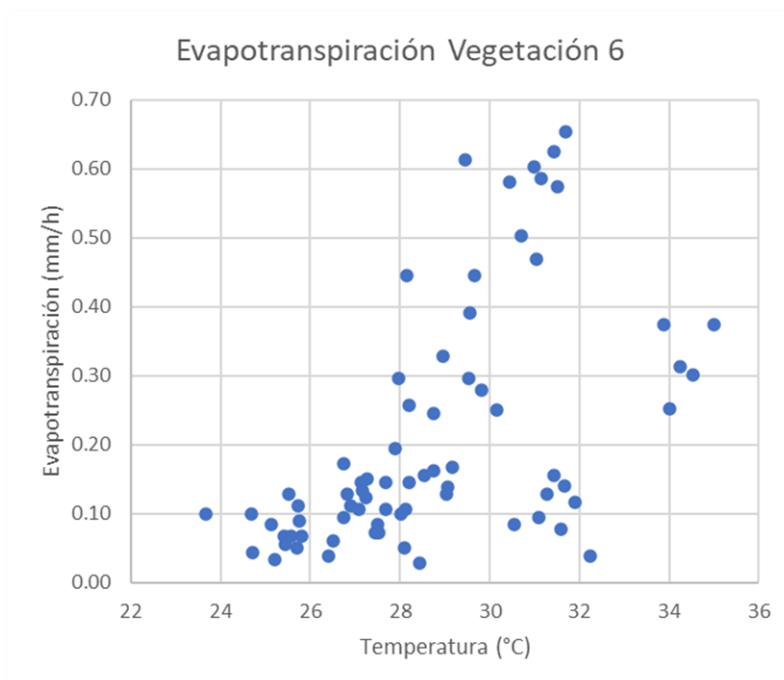
**Figura 27** Evaporación suelo promedio vs temperatura.



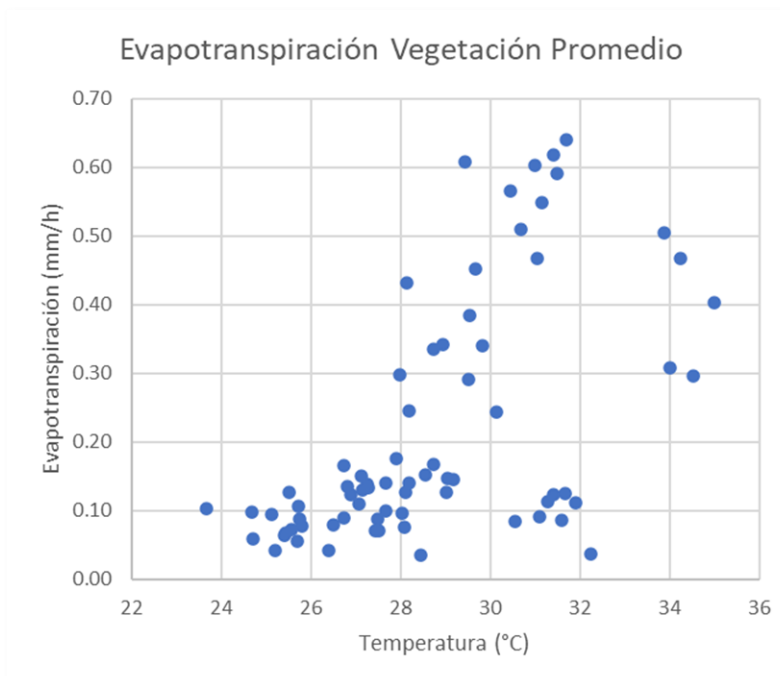
**Figura 28** ET vegetación 4 vs temperatura.



**Figura 29** ET vegetación 5 vs temperatura.



**Figura 30** ET vegetación 6 vs temperatura.

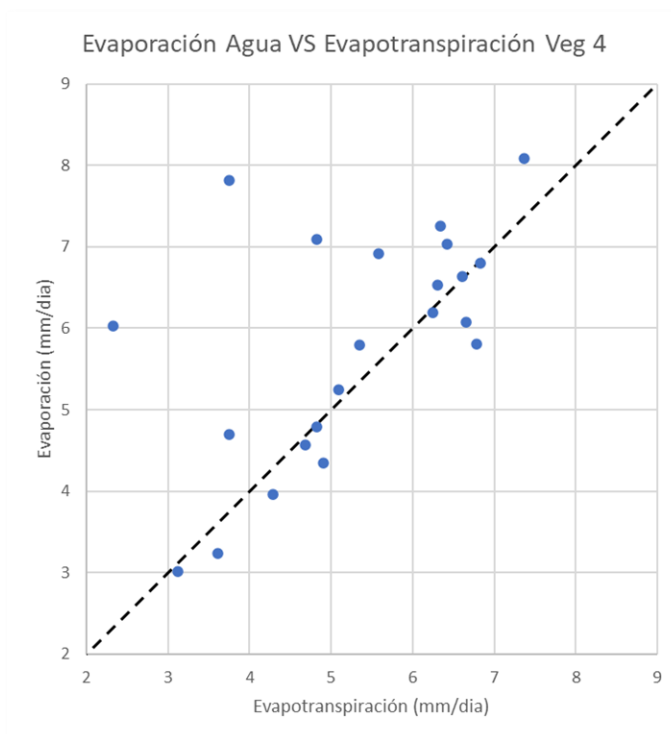


**Figura 31** ET vegetación promedio vs temperatura.

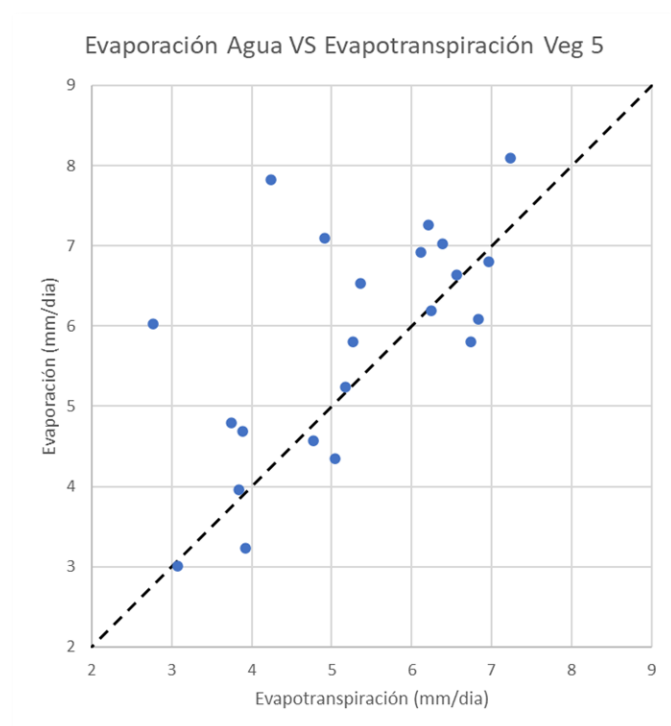
#### 6.4. Contraste de la Evapotranspiración y la Evaporación de un Cuerpo de Agua

Una vez obtenidos los valores de evaporación desde un cuerpo de agua y la evapotranspiración observados en un montaje de lisímetro de bajo costo, se procedió a realizar la comparación entre ellos con el fin de conocer el efecto que generan estas superficies en el estudio del fenómeno de ET. En las Figuras 32, 33, 34 y 35 se muestra la comparación realizada entre los valores obtenidos de evaporación desde un cuerpo de agua y la ET medida de los recipientes con vegetación.

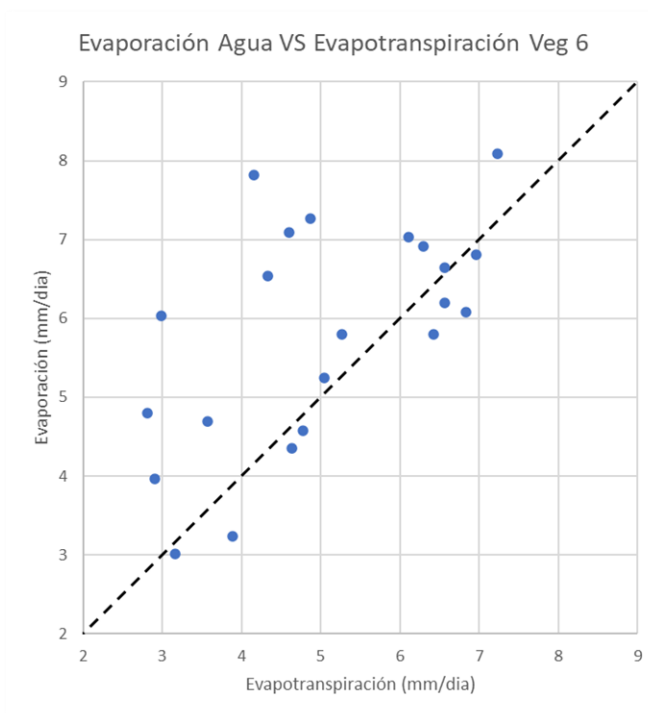




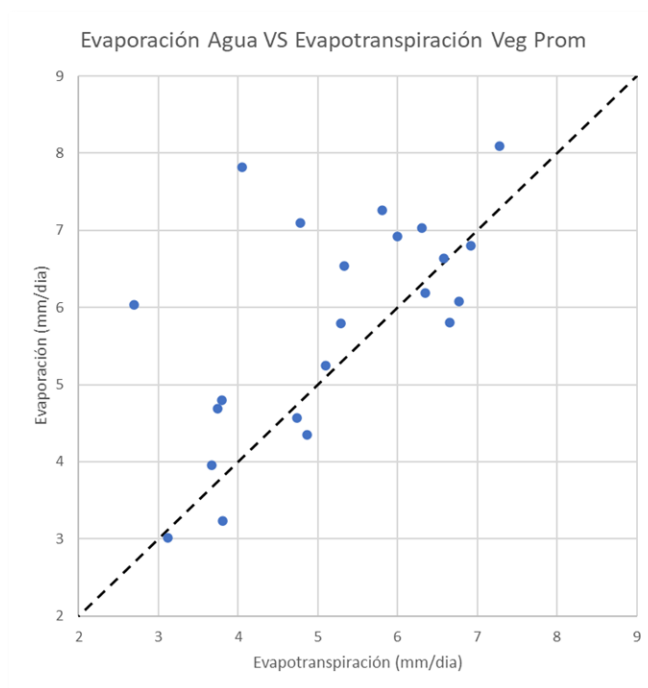
**Figura 32** Evaporación agua vs ET vegetación 4



**Figura 33** Evaporación agua vs ET vegetación 5.



**Figura 34** Evaporación agua vs ET vegetación 6

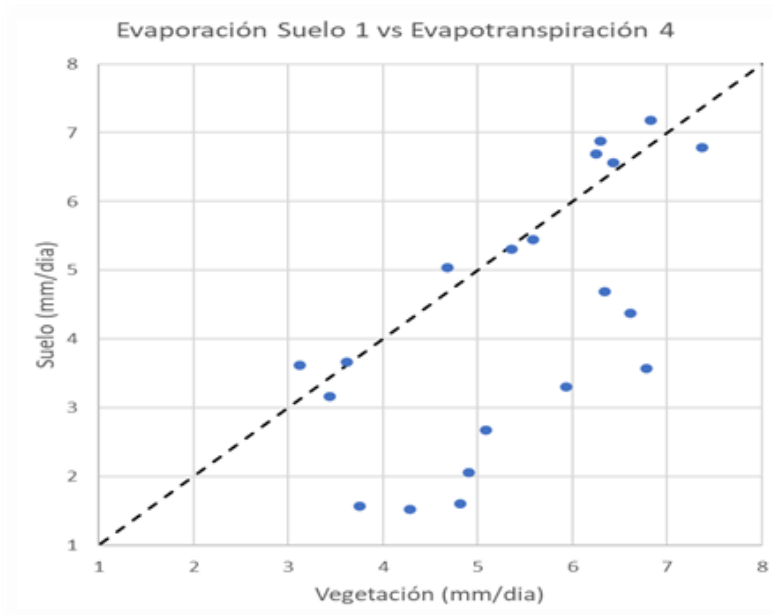


**Figura 35** Evaporación agua vs ET vegetación prom.

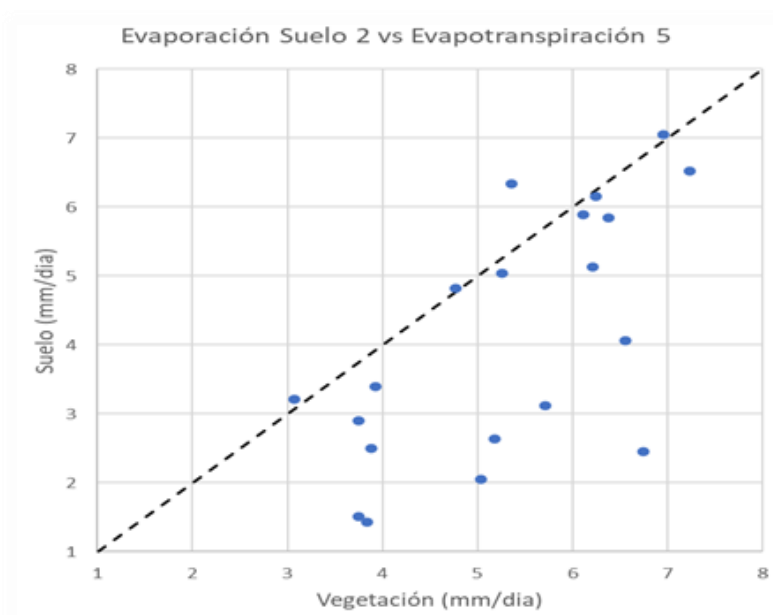
De las Figuras anteriores se puede apreciar que los valores obtenidos de evaporación desde un cuerpo de agua en general tienden a ser de mayor magnitud que los valores de ET obtenidos de los recipientes que contienen suelo y vegetación, esto, debido a que en el recipiente de agua siempre hay disponibilidad para evaporar, por lo tanto, el fenómeno de evaporación va estar actuando sin que se presente una limitante mientras que el agua que se encuentra en el recipiente que contiene suelo y vegetación va disminuyendo debido a la evaporación del suelo y la transpiración de la vegetación hasta llegar a tal punto que el fenómeno de ET empieza a registrar valores cada vez más pequeños a causa de poca disponibilidad de agua para que el fenómeno actúe sin limitante alguno.

#### **6.5. Contraste de la Evapotranspiración y la Evaporación de un Suelo Desnudo**

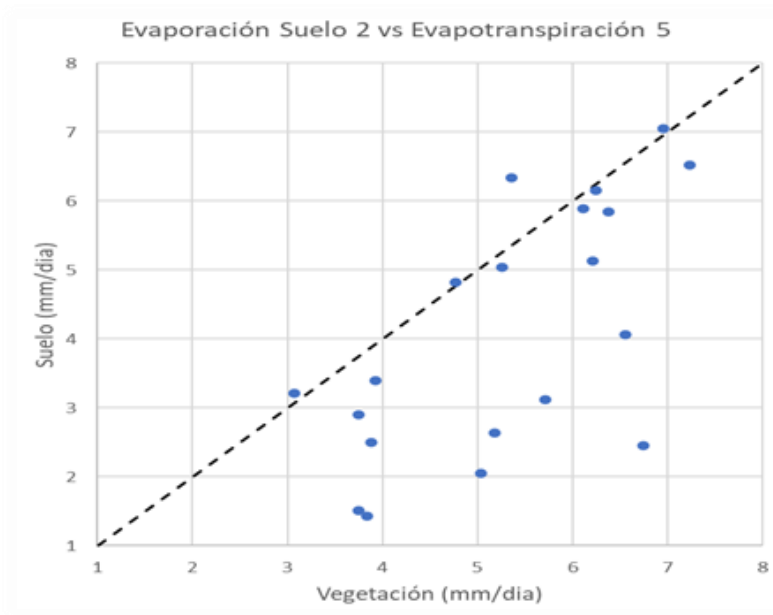
Una vez obtenidos los valores de evaporación desde un suelo desnudo y la evapotranspiración observados en un montaje de lisímetro de bajo costo, se procedió a realizar la comparación entre ellos con el fin de conocer el efecto que generan estas superficies en el estudio del fenómeno de la ET. En las Figuras 36, 37, 38 y 39 se muestra la comparación realizada entre los valores obtenidos de las dos superficies consideradas



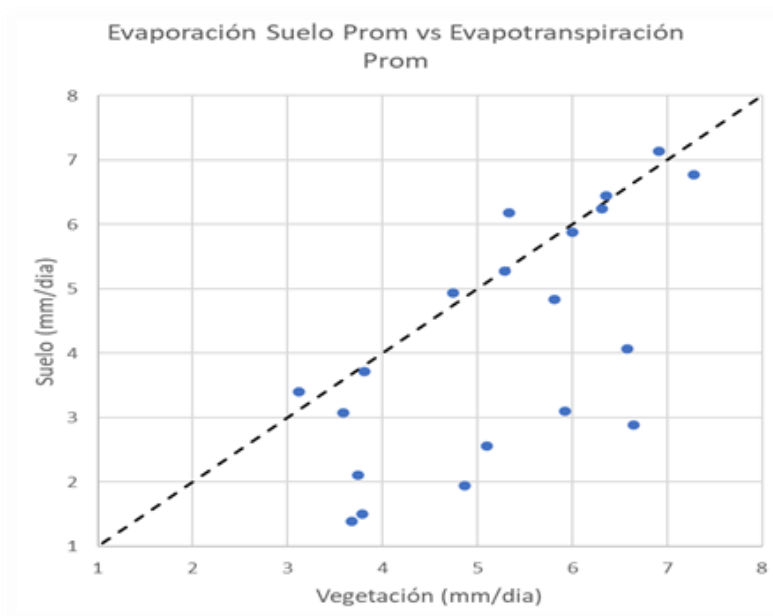
**Figura 36** Evaporación suelo 1 vs ET vegetación 4.



**Figura 37** Evaporación suelo 2 vs ET vegetación 5.



**Figura 38** Evaporación suelo 2 vs ET vegetación 5.



**Figura 39** Evaporación suelo prom vs ET vegeta prom.

De las figuras de evaporación desde suelo desnudo vs ET vegetación se puede apreciar que los valores obtenidos de evaporación desde suelo sin vegetación o desnudo tienden a ser de menor magnitud que los valores de ET obtenidos de los recipientes que contienen suelo y vegetación esto debido a que el agua presente en el suelo desnudo evapora muy rápido los primeros centímetros que se encuentran por debajo de la superficie y el agua que se encuentra por debajo de esta primera capa del suelo tiende a evaporarse más lentamente debido a la dificultad que tiene esta de subir por efecto de capilaridad hasta la superficie mientras que en los recipientes de suelo y vegetación le ET es de mayor magnitud debido a que los primeros centímetros se evaporan directamente del suelo y las raíces de la vegetación transpiran el agua que se encuentra por debajo de los primeros dos centímetros de suelo.

#### **6.6. Cálculo de La ETP Mediante Método de Thornthwaite**

Para la estimación de la ETP mediante el método de thornthwaite se utilizó como referencia la Ecuación 1 la cual se mencionó anteriormente en el capítulo 2.2. En la Tabla 7 se muestran los valores calculados de la ETP por el método de thornthwaite teniendo en cuenta la temperatura promedio de las mediciones y los días donde existían mediciones completas, puesto que hubieron días donde se presentaron errores en las medidas y variaciones en las lecturas debido a condiciones climatológicas.

**Tabla 7** Valores calculados ETP método de Thornthwaite.

Fecha	Temperatura Promedio °C	ETP Thornthwaite mm/día
13/10/2020	28,45	5,77
14/10/2020	29,60	6,95
15/10/2020	32,48	10,96
16/10/2020	32,60	11,09
17/10/2020	32,13	10,32
19/10/2020	29,88	7,26
21/10/2020	30,81	8,41
22/10/2020	31,57	9,47
23/10/2020	32,56	11,02
24/10/2020	29,37	6,70
26/10/2020	31,14	8,78
27/10/2020	28,94	6,25
5/11/2020	30,10	7,49
9/11/2020	29,13	6,44
10/11/2020	28,47	5,79
12/11/2020	27,43	4,88
13/11/2020	26,10	3,89
16/11/2020	27,10	4,61
19/11/2020	26,70	4,31
20/11/2020	28,78	6,09
21/11/2020	29,22	6,54
23/11/2020	28,75	6,06
24/11/2020	28,67	5,98
25/11/2020	27,51	4,94
8/12/2020	27,77	5,16
9/12/2020	26,98	4,56
15/12/2020	27,24	4,72
18/12/2020	27,71	5,11
19/12/2020	26,65	4,28
21/12/2020	28,64	5,95
22/12/2020	28,61	5,92
28/12/2020	28,12	5,47

## **6.7. Calculo de la diferencia Entre Los Datos Observados y Los Modelados**

Con el fin de obtener las diferencia o las diferencias entre los valores observados y los calculados utilizamos el error medio cuadratico como criterio para cuantificar dichas diferencias y asi generar un valor de ajuste para el modelo de Thornthwaite de tal manera que dichos valores se acerquen a los valores medidos y asi disminuir la diferencia entre ellos.

Para realizar el cálculo del ECM se hizo por medio del software excel llevo a cabo el siguiente procedimiento:

- Se estimó el error cuadrático medio inicial con los datos obtenidos del modelo de Thornthwaite realizando el promedio de las diferencias cuadraticas de los valores observados y los valores obtenidos por Thornthwaite.
- Se seleccionó el valor de error cuadrático medio inicial y con ayuda de la herramienta solver se halló un valor de ajuste para el modelo de Thornthwaite.
- El valor de ajuste calculado se multiplico por los valores del modelo de Thornthwaite.
- Se estimó el nuevo error cuadratico medio realizando el promedio de las diferencias cuadráticas de los valores observados y los valores de Thornthwaite ajustados.
- Se calcula la reducción del error cuadrático medio.

### **6.7.1. Diferencia Entre los datos de Evaporación Agua y Modelo Thornthwaite**

En la Tabla 8 se muestra el cálculo del ECM para el recipiente con agua y el modelo de Thornthwaite.



**Tabla 8** Cálculo ECM del recipiente con agua.

Fecha	Evaporación Diaria Observada	Según Thomthwaite	Thomthwaite Ajustado (EMC)	$(\hat{Y}_i - Y_i)^2$
	mm/día	mm/día	mm/día	
13/10/2020	4,57	5,77	4,68	0,012
14/10/2020	2,90	6,95	5,64	7,515
15/10/2020	7,09	10,96	8,90	3,251
16/10/2020	7,82	11,09	9,00	1,400
17/10/2020	6,03	10,32	8,38	5,508
19/10/2020	4,69	7,26	5,89	1,444
21/10/2020	6,53	8,41	6,83	0,086
22/10/2020	7,26	9,47	7,69	0,183
23/10/2020	4,69	11,02	8,95	18,104
24/10/2020	4,46	6,70	5,44	0,953
27/10/2020	3,07	6,25	5,07	4,022
5/11/2020	9,49	7,49	6,08	11,623
9/11/2020	7,03	6,44	5,23	3,242
10/11/2020	6,19	5,79	4,70	2,224
12/11/2020	6,80	4,88	3,96	8,074
13/11/2020	3,01	3,89	3,16	0,022
16/11/2020	4,57	4,61	3,74	0,689
19/11/2020	5,80	4,31	3,50	5,288
20/11/2020	6,92	6,09	4,94	3,901
21/11/2020	8,09	6,54	5,31	7,731
23/11/2020	6,64	6,06	4,92	2,958
24/11/2020	6,30	5,98	4,85	2,098
25/11/2020	5,24	4,94	4,01	1,517
8/12/2020	3,23	5,16	4,19	0,911
15/12/2020	4,35	4,72	3,83	0,268
18/12/2020	3,96	5,11	4,15	0,036
19/12/2020	4,79	4,28	3,47	1,743
21/12/2020	6,97	5,95	4,83	4,596
22/12/2020	5,80	5,92	4,81	0,992
28/12/2020	6,08	5,47	4,44	2,688

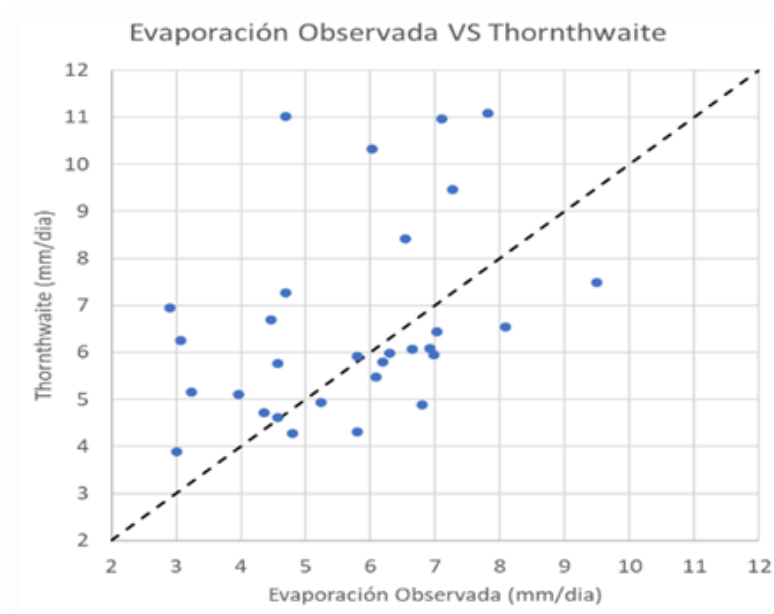
En la Tabla 9 se muestra error cuadrático medio inicial, el factor de ajuste, el error cuadrático medio ajustado y la reducción del error medio cuadrático del recipiente con agua.

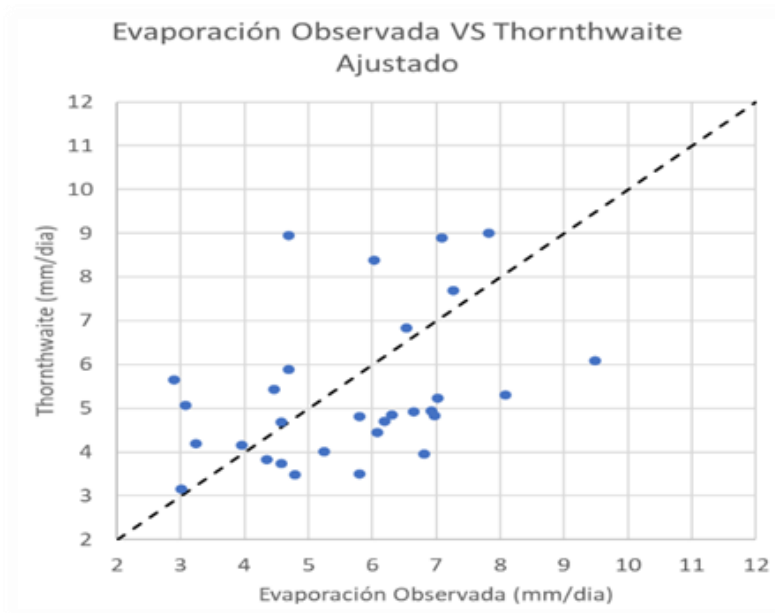
**Tabla 9** Factor de ajuste recipiente con agua

Factor de Ajuste	
0.811804452	

Error Cuadratico Medio	
3.436	
ECM Inicial	5.124287496

En la Figura 40 se muestra el comportamiento de los valores obtenidos con el modelo de Thornthwaite vs los valores observados de evaporación desde un cuerpo de agua, mientras que en la Figura 41 se observa el comportamiento de los valores de Thornthwaite ajustados vs los valores de evaporación desde un cuerpo de agua.

**Figura 40** Evaporación vs Thornthwaite



*Figura 41* Evaporación vs Thornthwaite ajustado

### 6.7.2. Diferencia Entre los Datos de Suelo y Modelo Thornthwaite

En la Tabla 10 se muestra el cálculo del ECM para los recipientes con suelo y el modelo de Thornthwaite.

**Tabla 10** Cálculo ECM de los recipientes con suelo.

Fecha	Evaporación Diaria Suelo 1	Evaporación Diaria Suelo 2	Evaporación Diaria Suelo 3	Evaporación Diaria Suelo Promedio	Según Thomthwaite	Thomthwaite Ajustado (EMC) 1	Thomthwaite Ajustado (EMC) 2	Thomthwaite Ajustado (EMC) 3	Thomthwaite Ajustado (EMC) PROM	$(\hat{Y}_i - Y_i)^2$ Suelo 1	$(\hat{Y}_i - Y_i)^2$ Suelo 2	$(\hat{Y}_i - Y_i)^2$ Suelo 3	$(\hat{Y}_i - Y_i)^2$ Suelo promedio
	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día				
19/10/2020	6,21	6,08	4,65	5,65	7,24	4,83	4,61	4,55	4,66	1,905	2,145	0,010	0,964
21/10/2020	6,88	6,34	5,32	6,18	8,35	5,57	5,32	5,24	5,38	1,710	1,048	0,005	0,642
22/10/2020	4,69	5,14	4,69	4,84	9,37	6,25	5,97	5,88	6,04	2,442	0,693	1,426	1,431
23/10/2020	1,56	2,50	2,23	2,10	10,87	7,25	6,93	6,83	7,00	32,382	19,569	21,091	24,032
26/10/2020	2,81	2,95	2,99	2,92	8,78	5,86	5,59	5,51	5,66	9,273	6,999	6,358	7,493
27/10/2020	3,75	3,26	3,53	3,51	6,26	4,18	3,99	3,93	4,03	0,184	0,534	0,165	0,273
9/11/2020	6,56	5,85	6,34	6,25	6,44	4,30	4,10	4,04	4,15	5,119	3,039	5,257	4,408
10/11/2020	6,69	6,16	6,47	6,44	5,81	3,88	3,70	3,65	3,74	7,932	6,034	7,963	7,281
12/11/2020	7,18	7,05	7,18	7,14	4,92	3,28	3,13	3,09	3,17	15,204	15,321	16,752	15,751
13/11/2020	3,61	3,21	3,39	3,40	3,94	2,63	2,51	2,47	2,54	0,966	0,491	0,838	0,751
16/11/2020	5,04	4,82	4,95	4,94	4,66	3,11	2,97	2,93	3,00	3,729	3,418	4,102	3,745
19/11/2020	5,31	5,04	5,49	5,28	4,36	2,91	2,78	2,74	2,81	5,751	5,118	7,552	6,098
20/11/2020	5,45	5,89	6,29	5,88	6,1	4,07	3,89	3,83	3,93	1,890	4,021	6,065	3,793
21/11/2020	6,79	6,52	7,01	6,77	6,54	4,36	4,17	4,11	4,21	5,862	5,525	8,420	6,542
23/11/2020	4,37	4,06	3,75	4,06	6,07	4,05	3,87	3,81	3,91	0,105	0,038	0,004	0,023
24/11/2020	3,30	3,12	2,86	3,09	6	4,00	3,82	3,77	3,87	0,493	0,489	0,832	0,595
25/11/2020	2,68	2,63	2,36	2,56	4,98	3,32	3,17	3,13	3,21	0,418	0,293	0,582	0,423
8/12/2020	3,66	3,39	4,10	3,72	5,19	3,46	3,31	3,26	3,34	0,038	0,007	0,714	0,140
9/12/2020	3,17	2,90	3,17	3,08	4,56	3,04	2,91	2,86	2,94	0,015	0,000	0,092	0,020
15/12/2020	2,05	2,05	1,74	1,95	4,77	3,18	3,04	3,00	3,07	1,280	0,975	1,578	1,266
18/12/2020	1,52	1,43	1,20	1,38	5,14	3,43	3,27	3,23	3,31	3,661	3,412	4,094	3,717
19/12/2020	1,61	1,52	1,38	1,50	4,32	2,88	2,75	2,71	2,78	1,632	1,527	1,770	1,641
21/12/2020	6,38	4,42	4,87	5,22	5,97	3,98	3,80	3,75	3,85	5,760	0,379	1,247	1,898
22/12/2020	3,57	2,45	2,63	2,89	5,94	3,96	3,78	3,73	3,83	0,155	1,768	1,203	0,884

En la Tabla 11 se muestra error cuadrático medio inicial, el factor de ajuste, el error cuadrático medio ajustado y la reducción del error medio cuadrático de los recipientes con suelo.

**Tabla 11** Factor de ajuste y error medio cuadrático de los recipientes con suelo.

SUELO 1	
Factor de Ajuste	
0.667381277	
Error Cuadratico Medio	
4.496	
ECM Inicial	8.940713605

Reducción	50%
-----------	-----

SUELO 2	
Factor de Ajuste	
0.637142538	
Error Cuadratico Medio	
3.452	
ECM Inicial	8.741331739

Reducción	61%
-----------	-----

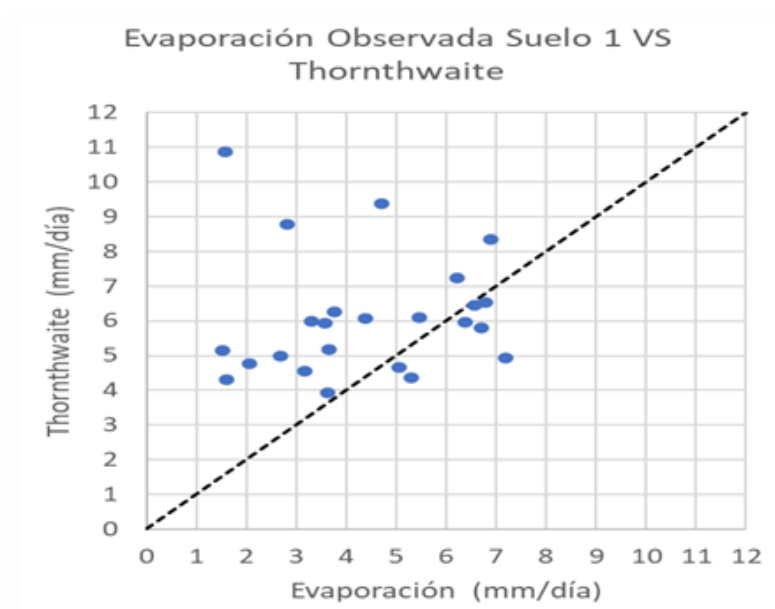
SUELO 3	
Factor de Ajuste	
0.627998106	
Error Cuadratico Medio	
4.088	
ECM Inicial	9.647793518

Reducción	58%
-----------	-----

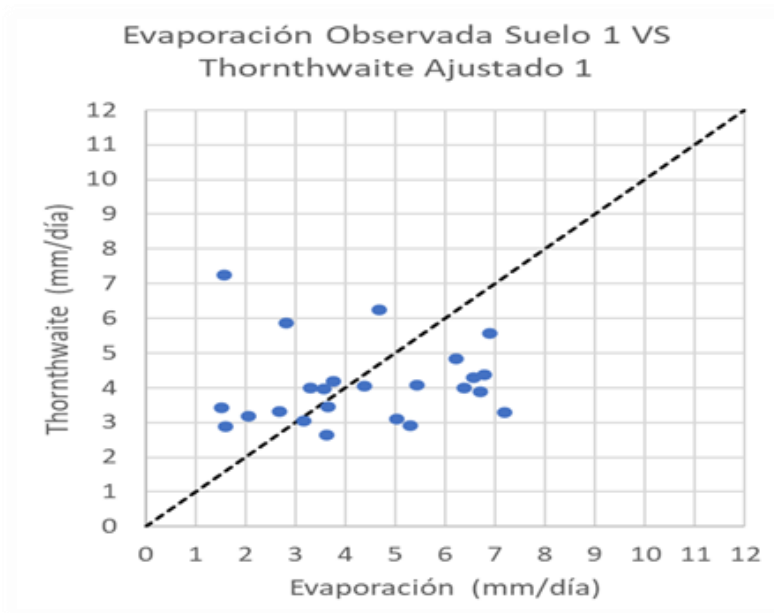
SUELO PROMEDIO	
Factor de Ajuste	
0.644173975	
Error Cuadratico Medio	
3.909	
ECM Inicial	8.995221933

Reducción	57%
-----------	-----

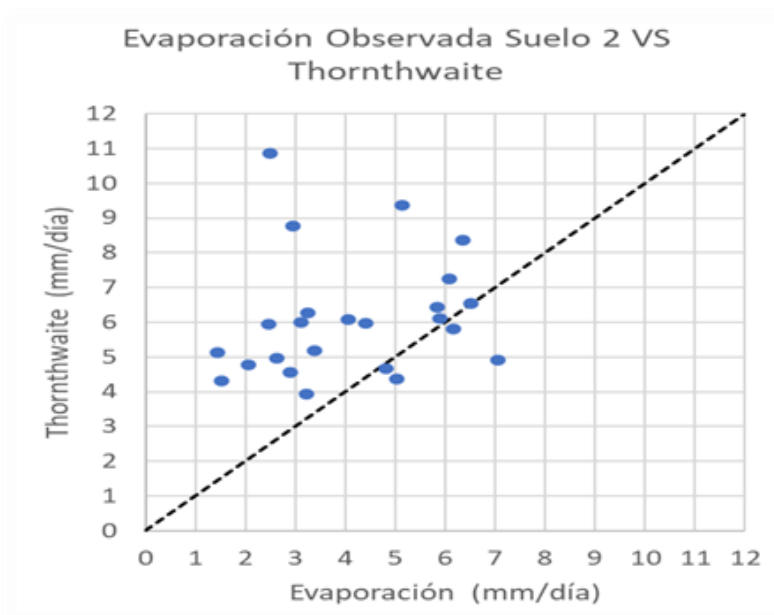
En la Figuras 42, 44, 46 y 48 se muestra el comportamiento de los valores obtenidos con el modelo de Thornthwaite vs los valores observados de evaporación de los recipientes con solo suelo, mientras que en las Figuras 43, 45, 47 y 49 se observa el comportamiento de los valores de Thornthwaite ajustados vs los valores de evaporación de los recipientes con solo suelo.



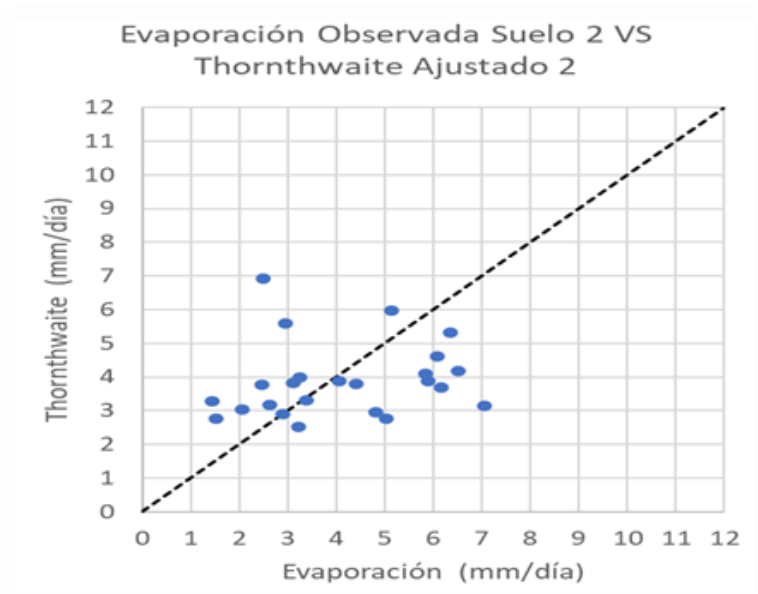
**Figura 42** Evaporación suelo 1 vs Thornthwaite



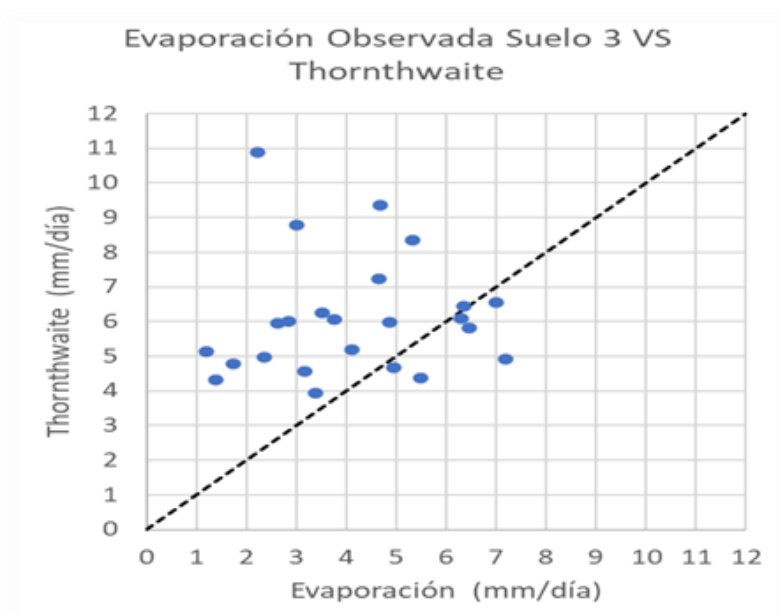
**Figura 43** Evaporación suelo 1 vs Thornthwaite ajustado 1.



**Figura 44** Evaporación suelo 2 vs Thornthwaite.

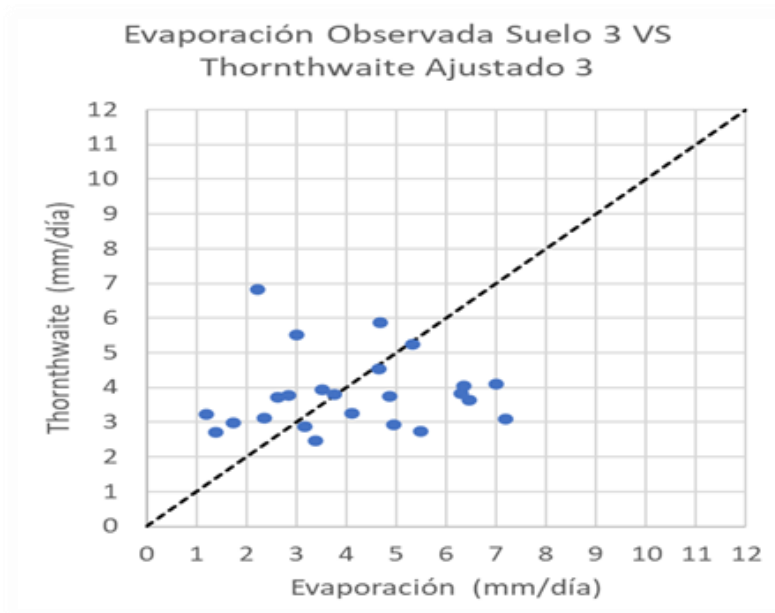


**Figura 45** Evaporación suelo 2 vs Thornthwaite ajustado 2.

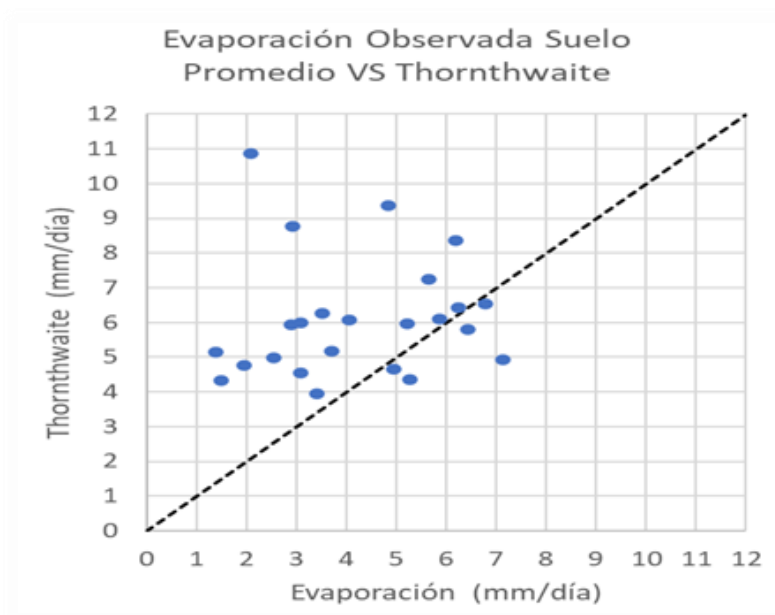


**Figura 46** Evaporación suelo 3 vs Thornthwaite.

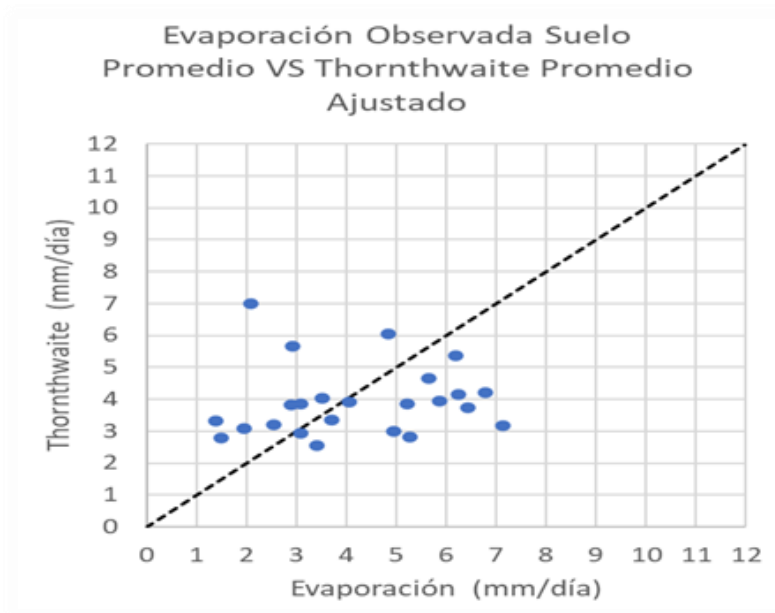




**Figura 47** Evaporación suelo 3 vs Thornthwaite ajustado 3.



**Figura 48** Evaporación suelo prom vs Thornthwaite.



**Figura 49** Evaporación suelo Prom vs Thornthwaite ajustado Prom.

En las Figuras 42, 43, 46 y 48 se observa que los valores tienden a estar por encima de la recta de 45° lo cual indica que se tiene un buen valor de referencia, puesto que se espera que la evaporación desde el suelo fuera inferior a la ETP estimada por el modelo de Thornthwaite esto debido a que el agua en la superficie se evapora más rápido tal como se mencionó anteriormente. En las Figuras 42, 45, 47 y 49 se observa como los valores del modelo de Thornthwaite se acercan más a la línea de 45° esto por efecto de los valores de ajuste calculados y debido a que hubo una reducción en la diferencia para cada uno de los recipientes con suelo, tal como se muestra en la Tabla 10

### 6.7.3. Diferencia Entre los Datos de Vegetación y Thornthwaite

En la Tabla 12 se muestra el cálculo del EMC para los recipientes con suelo y el modelo de Thornthwaite.

**Tabla 12** Cálculo EMC de los recipientes con vegetación.

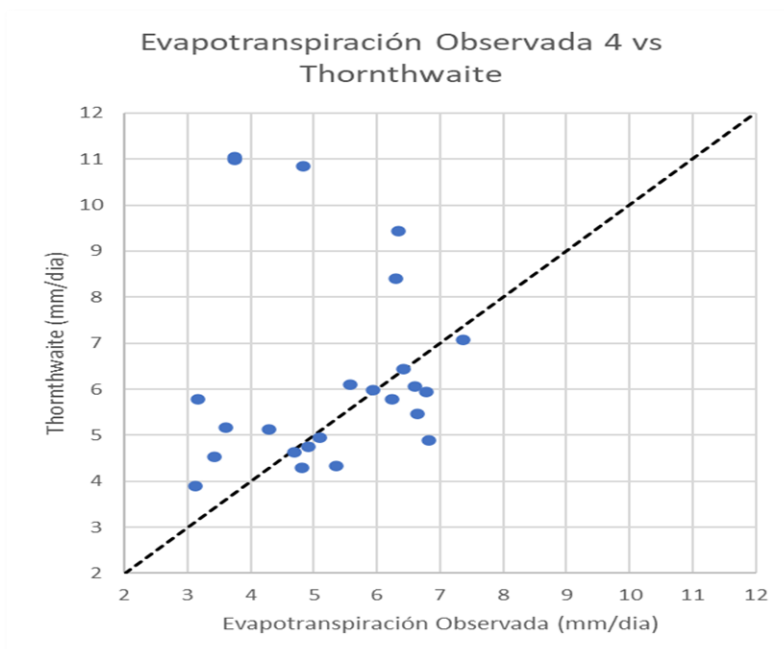
Fecha	ET Diaria Veg 4	ET Diaria Veg 5	ET Diaria Veg 6	ET Diaria Veg Prom	Según Thornthwaite	Thornthwaite Ajustado (EMC) 4	Thornthwaite Ajustado (EMC) 5	Thornthwaite Ajustado (EMC) 6	Thornthwaite Ajustado (EMC) Prom	( $\bar{Y}_i - Y_i$ ) <sup>2</sup> Vegetación 4	( $\bar{Y}_i - Y_i$ ) <sup>2</sup> Vegetación 5	( $\bar{Y}_i - Y_i$ ) <sup>2</sup> Vegetación 6	( $\bar{Y}_i - Y_i$ ) <sup>2</sup> Vegetación Promedio
	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día				
13/10/2020	3,17	3,35	3,44	3,32	5,78	4,304	4,296	4,086	4,229	1,290	0,902	0,423	0,832
15/10/2020	4,83	4,92	4,60	4,78	10,85	8,079	8,065	7,670	7,938	10,571	9,910	9,404	9,956
16/10/2020	3,75	4,25	4,16	4,05	11,05	8,227	8,213	7,811	8,084	20,015	15,744	13,363	16,260
21/10/2020	6,30	5,36	4,33	5,33	8,40	6,254	6,244	5,938	6,145	0,002	0,777	2,575	0,662
22/10/2020	6,35	6,21	4,87	5,81	9,44	7,029	7,017	6,673	6,906	0,467	0,650	3,256	1,206
23/10/2020	3,75	3,89	3,57	3,74	10,98	8,175	8,161	7,762	8,033	19,551	18,263	17,535	18,440
9/11/2020	6,43	6,38	6,11	6,31	6,44	4,795	4,787	4,553	4,711	2,662	2,545	2,439	2,548
10/11/2020	6,25	6,25	6,56	6,35	5,79	4,311	4,304	4,093	4,236	3,751	3,779	6,086	4,477
12/11/2020	6,83	6,96	6,96	6,92	4,89	3,641	3,635	3,457	3,577	10,144	11,056	12,270	11,140
13/11/2020	3,12	3,08	3,17	3,12	3,90	2,904	2,899	2,757	2,853	0,048	0,032	0,168	0,072
16/11/2020	4,68	4,77	4,77	4,74	4,63	3,447	3,441	3,273	3,387	1,530	1,774	2,251	1,840
19/11/2020	5,35	5,26	5,26	5,29	4,33	3,224	3,218	3,061	3,168	4,530	4,181	4,850	4,516
20/11/2020	5,58	6,11	6,29	6,00	6,09	4,534	4,527	4,305	4,455	1,092	2,523	3,954	2,373
21/11/2020	7,37	7,23	7,23	7,28	7,08	5,272	5,262	5,005	5,180	4,387	3,879	4,961	4,398
23/11/2020	6,61	6,56	6,56	6,58	6,06	4,512	4,504	4,284	4,433	4,388	4,235	5,191	4,595
24/11/2020	5,94	5,71	6,11	5,92	5,98	4,452	4,445	4,227	4,375	2,200	1,608	3,560	2,390
25/11/2020	5,09	5,18	5,04	5,10	4,95	3,686	3,679	3,499	3,621	1,962	2,238	2,379	2,189
8/12/2020	3,61	3,93	3,88	3,81	5,17	3,849	3,843	3,655	3,782	0,056	0,007	0,051	0,001
9/12/2020	3,43	3,75	3,57	3,58	4,53	3,373	3,367	3,202	3,314	0,004	0,144	0,134	0,072
15/12/2020	4,91	5,04	4,64	4,86	4,74	3,529	3,523	3,351	3,468	1,898	2,302	1,660	1,944
18/12/2020	4,28	3,84	2,90	3,67	5,12	3,812	3,806	3,619	3,746	0,222	0,001	0,517	0,005
19/12/2020	4,82	3,75	2,81	3,79	4,29	3,194	3,189	3,033	3,139	2,635	0,312	0,049	0,426
22/12/2020	6,79	6,74	6,43	6,65	5,93	4,415	4,408	4,192	4,338	5,617	5,443	5,001	5,350
28/12/2020	6,65	6,83	6,83	6,77	5,47	4,073	4,066	3,867	4,002	6,642	7,634	8,773	7,659

En la Tabla 12 se muestra error cuadrático medio inicial, el factor de ajuste, el error cuadrático medio ajustado y la reducción del error medio cuadrático de los recipientes con vegetación.

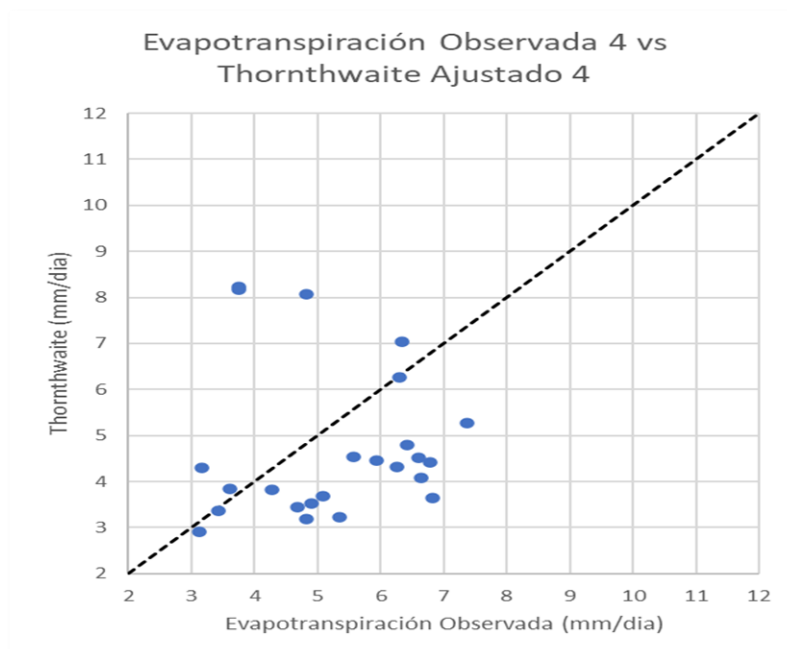
**Tabla 13** Factor de ajuste y error medio cuadrático de los recipientes con suelo y vegetación.

Veg 4		
Factor de Ajuste		
0.744562676		
Error Cuadratico Medio		
4.403		
ECM Inicial	7.315337964	Reducción 40%
Veg 5		
Factor de Ajuste		
0.74328773		
Error Cuadratico Medio		
4.164		
ECM Inicial	7.106043709	Reducción 41%
Veg 6		
Factor de Ajuste		
0.706917552		
Error Cuadratico Medio		
4.619		
ECM Inicial	8.453285404	Reducción 45%
Veg Prom		
Factor de Ajuste		
0.73158919		
Error Cuadratico Medio		
4.306		
ECM Inicial	7.522501563	Reducción 43%

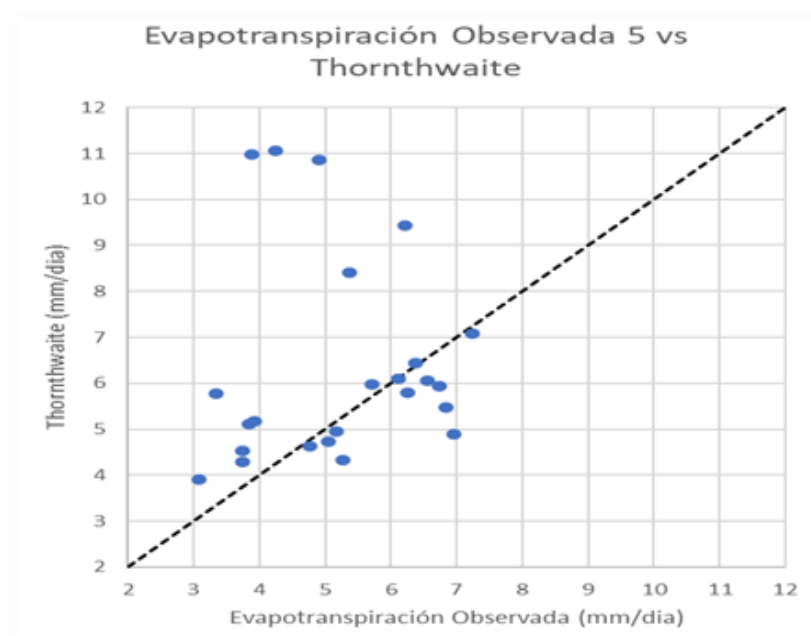
En la Figuras 50, 52, 54 y 56 se muestra el comportamiento de los valores obtenidos con el modelo de Thornthwaite vs los valores observados de ET de los recipientes con suelo y vegetación, mientras que en las Figuras 51, 53, 55 y 57 se observa el comportamiento de los valores de Thornthwaite ajustados vs los valores de ET obtenidos de los recipientes de suelo y vegetación.



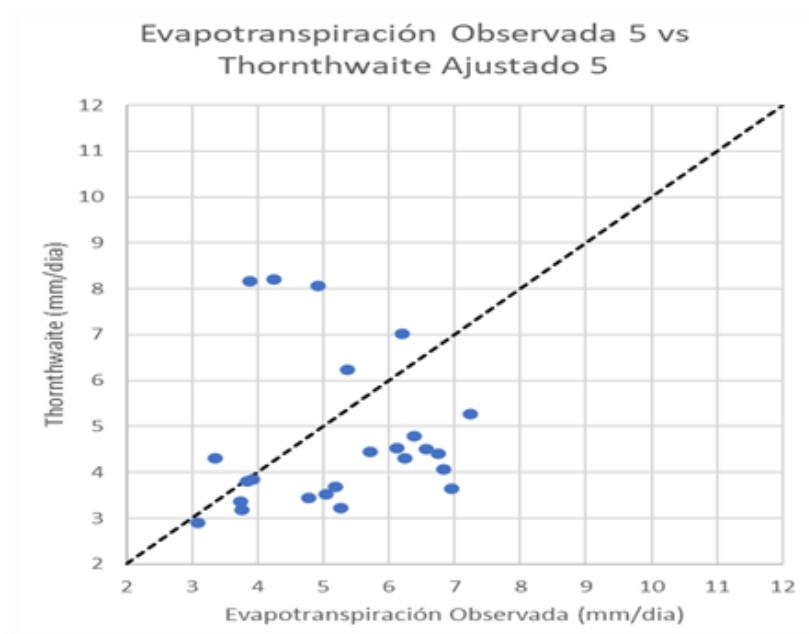
**Figura 50** Evapotranspiración Veg 4 vs Thornthwaite



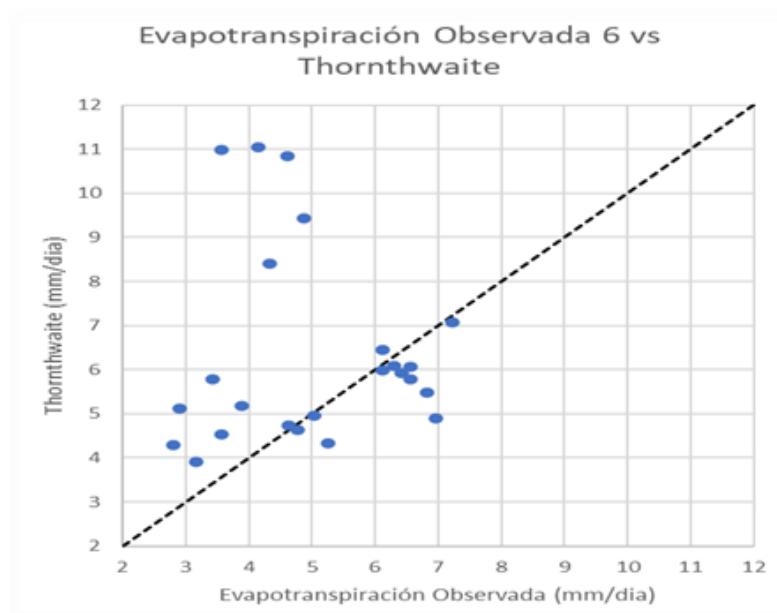
**Figura 51** Evapotranspiración 4 vs Thornthwaite Ajustado 4



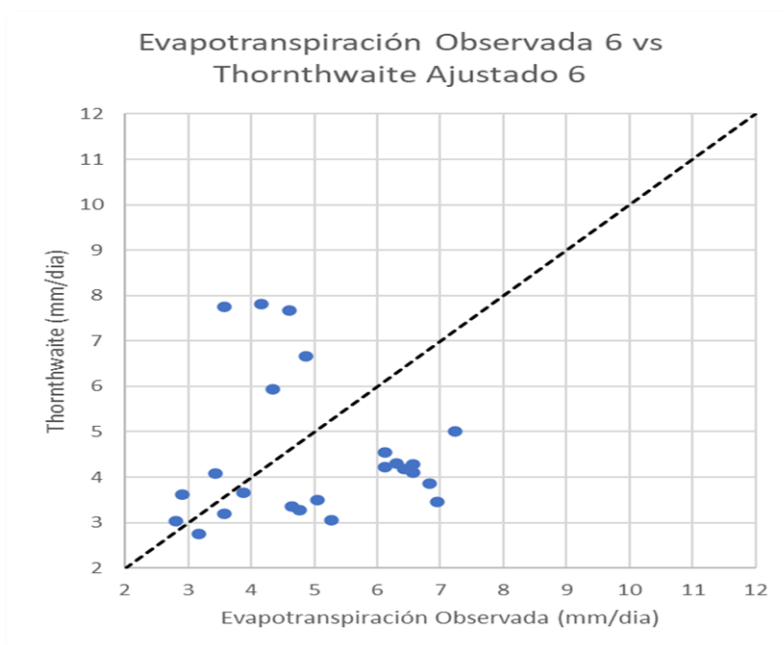
**Figura 52** Evapotranspiración Veg 5 vs Thornthwaite



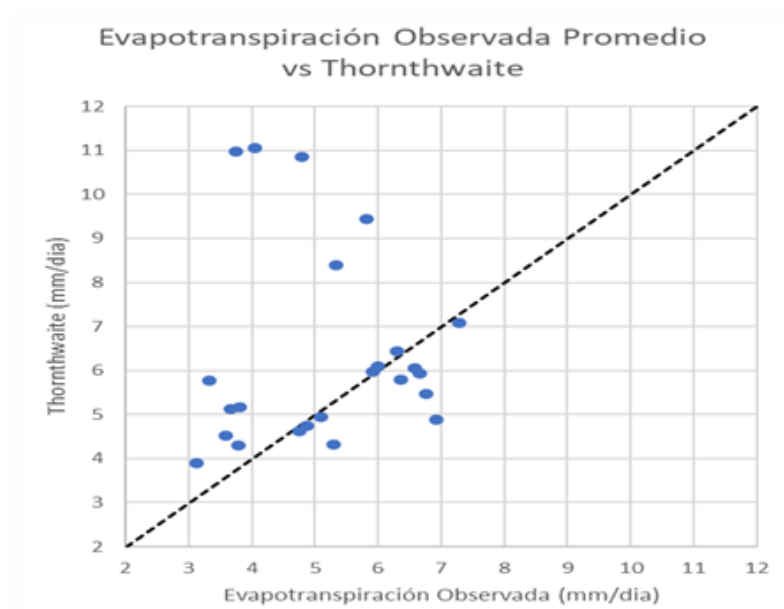
**Figura 53** Evapotranspiración 5 vs Thornthwaite Ajustado 5



**Figura 54** Evapotranspiración Veg 6 vs Thornthwaite

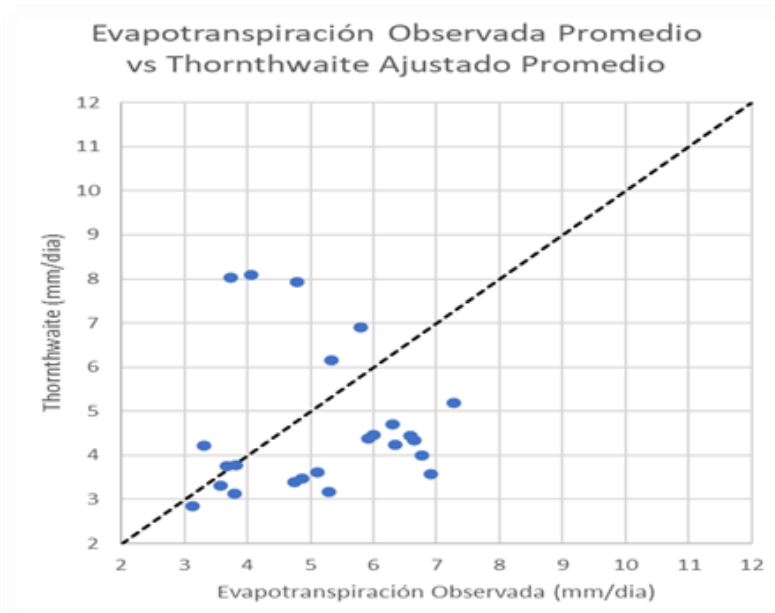


**Figura 55** Evapotranspiración 6 vs Thornthwaite Ajustado 6



**Figura 56** Evapotranspiración Veg Prom vs Thornthwaite





**Figura 57** Evapotranspiración Prom vs Thornthwaite Ajustado Prom

En las Figuras 50, 52, 54 y 56 se observa que los valores calculados de ETP tienden a estar por encima de la recta a  $45^\circ$  lo cual indica que se tiene un buen valor de referencia, puesto que se espera que la ET desde el suelo y vegetación fuera inferior a la ETP estimada por el modelo de Thornthwaite y mayor a los valores obtenidos por las mediciones realizadas en los recipientes con solo suelo. En las Figuras 51, 53, 55 y 57 se observa como los valores del modelo de Thornthwaite están más cerca de la línea de  $45^\circ$  esto por efecto de los valores de ajuste calculados y debido a que hubo una reducción en el error medio cuadrático para cada uno de los recipientes con suelo y vegetación, tal como se muestra en la Tabla 12.

## Conclusiones

El montaje realizado tipo lisímetro de bajo costo mostró lecturas aceptables y coherentes al contrastarla con valores teóricos, demostrando así que el experimento opera dentro de los niveles de precisión esperados.

Se realizó una recopilación de estudios relacionados con el tema de lisímetros generando así una base de datos que sirve como guía para facilitar la continuidad en posteriores investigaciones que realicen sobre esta temática.

En términos generales, la tasa de evapotranspiración (ET) observada es menor en un 11% a la tasa de evaporación observada en un cuerpo de agua, esto debido a que la disponibilidad de agua presente en los recipientes de suelo y vegetación empieza a disminuir a medida que el fenómeno de ET actúa, mientras que en el recipiente que contiene agua siempre existe disponibilidad para que el fenómeno de evaporación actuara sin ninguna limitante.

La tasa de ET observada en los recipientes de suelo con vegetación es mayor en un 20% a la tasa de evaporación observada en los recipientes con suelo desnudo, esto debido a que la ET cuenta con la influencia de la transpiración de las plantas permitiendo así evaporar mayor cantidad de agua que en los recipientes que solo tenían suelo. Estos valores se encuentran de acuerdo con el entendimiento del fenómeno en tanto el sistema radicular de la vegetación tiene acceso a capas de suelo de mayor profundidad que las capas superficiales en el caso de la evaporación desde el suelo desnudo.

Se establecieron los valores de diferencia que hay entre el modelo de Thornthwaite y los datos de los diferentes recipientes y coberturas de estudio, donde la diferencia para los datos observados en los recipientes de suelo desnudo es del 31%, para los datos observados en los

recipientes con vegetación es del 18% y para los datos de recipiente del cuerpo de agua son del 14%, siendo este los que más se asemejan a los datos arrojados por el modelo.

Se generaron factores de ajuste para el modelo de Thornthwaite considerando cada uno de los recipientes con sus respectivas coberturas, consiguiendo un factor de ajuste de 0.73 y así lograr reducir la diferencia en un 43 % entre los datos arrojados por el modelo y los datos observados.

Se pudo evidenciar que el lapso donde el fenómeno de evaporación y ET ocurre con mayor magnitud es de 10:00 a.m. a 2:00 p.m., claramente correlacionados con los periodos de mayor radiación solar y la respectiva temperatura.

## Recomendaciones

Con el fin de dar continuidad a este tema o línea de investigación se dan las siguientes ideas de evolución o recomendaciones:

Establecer un montaje automatizado donde exista la mínima interacción directa con las muestras, esto con el fin de disminuir posibles errores en las mediciones para ello se propone un sistema que funcione con celdas de carga para que las variaciones de masa que se presenten queden registradas automáticamente.

Involucrar otras variables climatológicas con el fin de mejorar la precisión al momento de calcular el fenómeno de ET y asimismo tener en cuenta otros métodos de estimación simplificados con el fin de realizar un análisis más profundo y determinar cuál de ellos es el que se ajusta dadas las condiciones climatológicas de la región.

Realizar una programación que abarque más días de mediciones con el fin de obtener mayor cantidad de valores y así realizar un análisis más amplio.

Proponer una función que permita convertir datos de ETP a ETR.

Los periodos de lluvias pueden generar interferencia en las mediciones, por eso se recomienda junto a los lisímetros realizar un montaje de pluviómetro para controlar los datos de precipitación

Los suelos juegan un papel importante para el análisis de fenómeno, por lo cual se recomienda realizar ensayos y tener más control de las características de los mismos.

## Bibliografía

- Ander-Egg, E. (2011). *Aprende a Investigar, Nociones Basicas para la Investigacion* . Cordoba, Argenitna: Brujas.
- Aparicio, F. (1989). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Mexico D.F.: Limusa grupo noriega editores.
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigacion, introduccion a la metodologia cientifica*. Caracas: Episteme, C.A.
- Ávila, L., Soler, M., Madrona, P., Ruiz, A., Bautista, C., González, J., & Molina, J. (2019). Análisis de la velocidad de infiltración del agua en suelos saturados mediante lisímetros de pesada. En *X Congreso Ibérico de Agroingeniería* (págs. 642-648). España.
- Campeche, L. (2002). *Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração da cultura da lima ácida 'Tahiti' (Citrus latifolia Tan.)*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Obtenido de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-05082002-160324/publico/luis.pdf>
- Caprile, A., Aparicio, V., Portela, S., Sasal, M., & Andriulo, A. (2016). Drenaje y transporte vertical de herbicidas en dos molisoles de la Pampa Ondula, Argentina. Argentina: Asociación Argentina Ciencia del Suelo.
- Carabalí Carabalí, T. S. (2015). *Cuantificación de la Huella Hídrica en el Cultivo de Maíz en la Localidad del Espinal - Tolima* . Cali: Universidad del Valle.
- Carvalho, D., Silva, L., Guerra, J., Cruz, F., & Souza, A. (2007). Instalação, calibração e funcionamento de um lisímetro de pesagem. Brasil. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000300005>
- Chereque, W. (1989). *Hidrologia para estudantes de ingeniería civil*. Lima.
- Cuevas, J., Parras Burgos, D., Soler Méndez, M., Ruiz Canales, A., & Molina Martinez, J. M. (2020). *Removable Weighing Lysimeter for Use in*. Cartagena, España: Applied Sciences.
- Da Silva, M., Rodrigues, F., Cabral, F., Batista, M., Macendo, A., Melo, L., & Loureiro, F. (2015). Acurácia de um mini-lisímetro de pesagem eletrônica de baixo custo. Brasil.
- de Faria, R., Campeche, F., & Chibana, E. (2006). Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 237-242. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000100035>

- Dennis, W., & Scheaffer, W. (2008). *Mathematical Statistics with Applications*. Belmont: Thomson Higher Education.
- Díaz, C., Esteller, M., & López, F. (2005). *Recursos Hídricos Conceptos Básicos y estudios de caso en iberoamérica*. Piriguazú ediciones.
- Domingo, F., Villagarcía, L., & Were, A. (2003). *¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración? estado actual y evolución*. España: Ecosistemas.
- González M, C. A., Quintero B, Q. R., Florez R, V. J., & Tafur H, H. (2017). Lisímetros de Pesada. En V. J. Flórez R, *Consideraciones sobre producción, manejo y poscosecha de flores de corte con énfasis en rosas y clavel* (págs. 167-188). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Grillo F, M. (1971). Acta Agronomica. En M. Grillo F, *Nota Técnica. Determinación de la Evapotranspiración con Lisímetros* (págs. 179-196). Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Grimmond, C. S., Isard, S. A., & Belding, a. M. (1992). Development and evaluation of continuously weighing mini-lysimeters. En C. Wagner Riddle, *Agricultural and Forest Meteorology* (págs. 205-218). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Hang, S., Andriulo, A., Sasal, C., Nassetta, M., Portela, S., & Cañas, A. (2010). *Integral Study of Atrazine Behaviour in Field Lysimeters in Argentinean Humid Pampas Soils*. Obtenido de Scielo, Chilean journal of agricultural research: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000100011>
- Hagenau, J., Meissner, R., & Borg, H. (2014). *Effect of exposure on the water balance of two identical lysimeters*. Department of Soil Physics, Lysimeter Station, Faculty of Natural Sciences III, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Alemania.
- Hoffmann, M., Schwartengraber, R., Wessolek, G., & Peters, A. (2016). *Comparison of simple rain gauge measurements with precision lysimeter data*. Alemania: Institut für Agrar, Universität Berlin - Revista Atmospheric Research (ScienceDirect).
- IDEAM. (13 de Marzo de 2014). *IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>
- Inzunza Ibarra, M. A., Villa Castorena, M., Catalán Valencia, E. A., & Mendoza Moreno, F. (2005). Determinación de la evapotranspiración y coeficientes de ajuste por desarrollo de la canola con lisímetro de pesada. *Agrofaz*, 41-43.
- Khan P, L., Gil, J., & Acosta, R. (7 de Abril de 1998). Diseño y funcionamiento de un lisímetro hidráulico para medición de la evapotranspiración potencial. Maturín, Monogas , Venezuela .

- Lavao Pastrana, S. A. (2016). *Medición y Modelamiento de la Evapotranspiración Real del Cultivo de Clavel en Invernadero en la Sabana de Bogotá, Usando Lisímetros Electrónicos de Pesada*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .
- Lopez, Febeiro, Morata, & Santa Olalla, M. (2006). Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. *Agricultural Water Management*, 85:15 – 26.
- Loubet, B. (1998). *EXCEL: Herramienta Solver*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza: Facultad de Ciencias Economicas. Obtenido de <http://www1.frm.utn.edu.ar/ioperativa/Manual-Solver.pdf>
- Martínez, A., & Baselga, J. (2000). *Efecto del viento sobre la precisión de un lisímetro de pesada en el valle medio del ebro*. Departamento de Genética y Producción Vegetal (EEAD), Zaragoza, España.
- Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la ingeniería*. Santafé de Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería .
- Moreno Poveda, G. A. (2018). Comportamiento químico y nutricional en un cultivo de clavel sembrado en sustrato, con riego monitoreado con lisímetro de pesada. (*Tesis de Maestría de Ciencias Agrarias con énfasis en Fisiología de cultivos*). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ocampo , D., Rivas, R., Silicani, M., Carmona, F., Holzman, M., & Christian, M. (2012). *Estimación de la fracción evaporativa a partir de registros de humedad de suelo y un lisímetro de pesada*. Obtenido de [https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/2353/11746\\_2353.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/2353/11746_2353.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Olalla, F. M., López, P., & Calera, A. (2005). *Agua y Agronomía*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Olmedo, G. F., Vallone, R., & Tozzi, F. (2012). *Diseño y construcción de un lisímetro de pesada para la medición de evapotranspiración real en vid en Mendoza, Argentina*. Mendoza.
- Ordoñez, J. (2011). *Balance hídrico superficial* . Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
- Pire, R., & Rodríguez , R. (15 de Febrero de 2008). Evapotranspiración referencial (ET<sub>o</sub>) Medida vs. Estimada en Tarabana (10° 01' LN), Estado Lara, Venezuela. Tarabana, Lara, Venezuela.
- Quinn, R., Parker, A., & Rushton, K. (2018). Evaporation from bare soil: Lysimeter experiments in sand dams interpreted. *Journal of Hydrology*, 909-915.

- Rodríguez, R., & Pire, R. (2007). *Evapotranspiración diaria del tomate determinada mediante un lisímetro de pesada*. Universidad Centroccidental, Lara, Venezuela. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Reinaldo\\_Pire/publication/28239752\\_Evapotranspiracion\\_diaria\\_del\\_tomate\\_determinada\\_mediante\\_un\\_lisimetro\\_de\\_pesada/links/0a85e5362378a677d4000000/Evapotranspiracion-diaria-del-tomate-determinada-mediante-un-lisimetro-](https://www.researchgate.net/profile/Reinaldo_Pire/publication/28239752_Evapotranspiracion_diaria_del_tomate_determinada_mediante_un_lisimetro_de_pesada/links/0a85e5362378a677d4000000/Evapotranspiracion-diaria-del-tomate-determinada-mediante-un-lisimetro-)
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill Education / Interamericana Editores, S.A. .
- Sánchez, M. (2001). Métodos de Estimación de Evapotranspiración Utilizados en Chile. *Revista Geografica Norte Grande*, 4.
- Schrader, F., Durner, W., Fank, J., Gebler, S., Pütz, T., Hannes, M., & Wollschläger, U. (2013). *Estimating precipitation and actual evapotranspiration from precision lysimeter measurements*. Institute of Geoecology, Braunschweig, Germany.
- Segerer, C., & Villodas, R. (2006). Unidad 6 Evaporación, Transpiración y evapotranspiración. En C. Segerer, & R. Villodas, *Hidrología I* (págs. 22-25). Mendoza: Universidad nacional del Cuyo.
- Silicani, M. R. (2015). *Diseño, construcción y operación de un lisímetro de bajo costo*. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Suarez de Castro, F., & Rodríguez G, A. (1958). *Movimiento del Agua en el Suelo (Estudio en Lísímetros Monolíticos)*. Manizales : Federación Nal. de Cafeteros de Colombia.



## Anexos

### Anexo 1 Valores tabulados de la temperatura °C, humedad relativa y el punto de rocío.

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1	07.10.2020	6:00:32	25.0	71.3	19.4
2	07.10.2020	7:00:32	25.6	68.0	19.2
3	07.10.2020	8:00:32	26.7	66.1	19.8
4	07.10.2020	9:00:32	28.8	53.3	18.3
5	07.10.2020	10:00:32	30.9	48.2	18.6
6	07.10.2020	11:00:32	32.4	42.3	17.9
7	07.10.2020	12:00:32	31.1	44.4	17.5
8	07.10.2020	13:00:32	31.6	43.9	17.8
9	07.10.2020	14:00:32	31.9	42.0	17.3
10	07.10.2020	15:00:32	30.6	43.5	16.7
11	07.10.2020	16:00:32	29.3	45.3	16.2
12	07.10.2020	17:00:32	27.6	57.5	18.4
13	07.10.2020	18:00:32	27.6	61.5	19.5
14	07.10.2020	19:00:32	27.0	61.2	18.8
15	07.10.2020	20:00:32	26.0	64.3	18.7
16	07.10.2020	21:00:32	25.0	71.2	19.4
17	07.10.2020	22:00:32	24.5	72.8	19.2
18	07.10.2020	23:00:32	24.0	75.1	19.3
19	08.10.2020	0:00:32	24.1	74.4	19.2
20	08.10.2020	1:00:32	24.5	72.9	19.3
21	08.10.2020	2:00:32	24.2	74.9	19.4
22	08.10.2020	3:00:32	24.2	81.6	20.8
23	08.10.2020	4:00:32	23.9	82.6	20.7
24	08.10.2020	5:00:32	23.9	83.1	20.8
25	08.10.2020	6:00:32	24.9	78.5	20.9
26	08.10.2020	7:00:32	27.4	63.2	19.7
27	08.10.2020	8:00:32	28.0	61.8	19.9
28	08.10.2020	9:00:32	29.5	54.8	19.4
29	08.10.2020	10:00:32	30.2	53.4	19.6
30	08.10.2020	11:00:32	29.9	54.0	19.5
31	08.10.2020	12:00:32	29.9	50.1	18.3
32	08.10.2020	13:00:32	31.6	44.6	18.0
33	08.10.2020	14:00:32	30.5	49.2	18.6
34	08.10.2020	15:00:32	30.1	49.9	18.4
35	08.10.2020	16:00:32	29.1	54.6	19.0
36	08.10.2020	17:00:32	27.8	60.0	19.3
37	08.10.2020	18:00:32	27.3	62.5	19.5
38	08.10.2020	19:00:32	25.7	68.4	19.4
39	08.10.2020	20:00:32	23.5	86.6	21.1
40	08.10.2020	21:00:32	23.0	90.7	21.3
41	08.10.2020	22:00:32	22.8	91.9	21.4
42	08.10.2020	23:00:32	22.5	92.9	21.2
43	09.10.2020	0:00:32	22.3	92.8	21.0
44	09.10.2020	1:00:32	22.3	92.4	21.0
45	09.10.2020	2:00:32	22.3	91.2	20.7
46	09.10.2020	3:00:32	21.8	91.9	20.4
47	09.10.2020	4:00:32	21.5	91.0	19.9
48	09.10.2020	5:00:32	21.3	91.2	19.8
49	09.10.2020	6:00:32	22.4	88.5	20.4
50	09.10.2020	7:00:32	26.4	74.7	21.5

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
51	09.10.2020	8:00:32	29.2	63.0	21.4
52	09.10.2020	9:00:32	32.3	45.7	19.0
53	09.10.2020	10:00:32	35.5	36.5	18.3
54	09.10.2020	11:00:32	34.9	33.7	16.5
55	09.10.2020	12:00:32	33.7	36.2	16.6
56	09.10.2020	13:00:32	33.8	36.3	16.7
57	09.10.2020	14:00:32	32.4	37.1	15.8
58	09.10.2020	15:00:32	32.7	39.4	17.0
59	09.10.2020	16:00:32	30.6	43.6	16.8
60	09.10.2020	17:00:32	29.5	47.7	17.2
61	09.10.2020	18:00:32	28.6	53.3	18.1
62	09.10.2020	19:00:32	27.5	57.7	18.4
63	09.10.2020	20:00:32	26.8	62.5	19.0
64	09.10.2020	21:00:32	25.5	67.5	19.0
65	09.10.2020	22:00:32	24.7	71.7	19.2
66	09.10.2020	23:00:32	24.5	71.3	18.9
67	10.10.2020	0:00:32	23.9	71.9	18.5
68	10.10.2020	1:00:32	23.3	74.4	18.4
69	10.10.2020	2:00:32	22.6	76.8	18.3
70	10.10.2020	3:00:32	22.7	75.8	18.2
71	10.10.2020	4:00:32	22.9	72.2	17.6
72	10.10.2020	5:00:32	23.0	71.6	17.5
73	10.10.2020	6:00:32	24.2	67.6	17.8
74	10.10.2020	7:00:32	31.2	53.1	20.5
75	10.10.2020	8:00:32	33.3	46.4	20.2
76	10.10.2020	9:00:32	33.7	45.6	20.3
77	10.10.2020	10:00:32	35.4	40.1	19.7
78	10.10.2020	11:00:32	35.3	38.6	19.0
79	10.10.2020	12:00:32	34.9	38.2	18.5
80	10.10.2020	13:00:32	34.2	41.0	19.0
81	10.10.2020	14:00:32	34.0	39.6	18.3
82	10.10.2020	15:00:32	32.1	45.8	18.9
83	10.10.2020	16:00:32	29.6	60.4	21.1
84	10.10.2020	17:00:32	27.9	66.3	21.0
85	10.10.2020	18:00:32	27.7	66.1	20.7
86	10.10.2020	19:00:32	26.9	71.1	21.2
87	10.10.2020	20:00:32	26.5	72.5	21.1
88	10.10.2020	21:00:32	25.7	75.2	20.9
89	10.10.2020	22:00:32	24.9	80.1	21.2
90	10.10.2020	23:00:32	24.7	77.1	20.4
91	11.10.2020	0:00:32	24.2	77.3	19.9
92	11.10.2020	1:00:32	23.6	78.8	19.7
93	11.10.2020	2:00:32	23.7	74.9	18.9
94	11.10.2020	3:00:32	23.3	74.5	18.5
95	11.10.2020	4:00:32	23.1	72.6	17.9
96	11.10.2020	5:00:32	23.0	73.0	17.8
97	11.10.2020	6:00:32	24.6	66.7	17.9
98	11.10.2020	7:00:32	31.2	52.6	20.3
99	11.10.2020	8:00:32	31.9	48.9	19.8
100	11.10.2020	9:00:32	35.0	42.4	20.3
101	11.10.2020	10:00:32	34.9	39.9	19.2
102	11.10.2020	11:00:32	35.0	39.6	19.2
103	11.10.2020	12:00:32	35.2	39.3	19.2
104	11.10.2020	13:00:32	34.8	41.2	19.6
105	11.10.2020	14:00:32	34.3	39.2	18.4
106	11.10.2020	15:00:32	32.4	43.2	18.2
107	11.10.2020	16:00:32	30.5	50.7	19.1
108	11.10.2020	17:00:32	29.2	57.1	19.8
109	11.10.2020	18:00:32	28.4	60.4	19.9
110	11.10.2020	19:00:32	27.6	64.0	20.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
111	11.10.2020	20:00:32	27.5	64.7	20.2
112	11.10.2020	21:00:32	26.3	71.4	20.7
113	11.10.2020	22:00:32	24.4	81.9	21.1
114	11.10.2020	23:00:32	24.0	88.3	21.9
115	12.10.2020	0:00:32	23.6	88.4	21.5
116	12.10.2020	1:00:32	23.5	87.2	21.2
117	12.10.2020	2:00:32	23.6	83.5	20.6
118	12.10.2020	3:00:32	24.4	79.7	20.6
119	12.10.2020	4:00:32	24.0	78.4	20.0
120	12.10.2020	5:00:32	23.5	79.7	19.7
121	12.10.2020	6:00:32	25.1	74.2	20.1
122	12.10.2020	7:00:32	27.8	66.0	20.8
123	12.10.2020	8:00:32	31.0	53.9	20.5
124	12.10.2020	9:00:32	31.6	52.6	20.7
125	12.10.2020	10:00:32	32.8	46.2	19.7
126	12.10.2020	11:00:32	31.0	50.8	19.6
127	12.10.2020	12:00:32	31.1	49.2	19.1
128	12.10.2020	13:00:32	31.8	45.2	18.4
129	12.10.2020	14:00:32	31.3	45.7	18.1
130	12.10.2020	15:00:32	30.9	45.6	17.7
131	12.10.2020	16:00:32	28.8	51.4	17.7
132	12.10.2020	17:00:32	27.7	54.6	17.7
133	12.10.2020	18:00:32	27.3	57.5	18.1
134	12.10.2020	19:00:32	27.1	57.4	17.9
135	12.10.2020	20:00:32	26.9	57.0	17.6
136	12.10.2020	21:00:32	26.3	61.9	18.4
137	12.10.2020	22:00:32	26.0	63.4	18.5
138	12.10.2020	23:00:32	25.3	66.8	18.6
139	13.10.2020	0:00:32	24.5	70.7	18.8
140	13.10.2020	1:00:32	24.0	73.0	18.8
141	13.10.2020	2:00:32	24.0	72.7	18.7
142	13.10.2020	3:00:32	23.5	73.6	18.5
143	13.10.2020	4:00:32	23.2	74.2	18.3
144	13.10.2020	5:00:32	23.3	72.9	18.1
145	13.10.2020	6:00:32	24.7	68.8	18.5
146	13.10.2020	7:00:32	26.6	63.4	19.0
147	13.10.2020	8:00:32	28.8	57.6	19.5
148	13.10.2020	9:00:32	30.0	56.3	20.3
149	13.10.2020	10:00:32	29.3	55.5	19.4
150	13.10.2020	11:00:32	30.1	52.1	19.1
151	13.10.2020	12:00:32	31.4	48.6	19.2
152	13.10.2020	13:00:32	29.8	52.9	19.1
153	13.10.2020	14:00:32	27.5	57.5	18.3
154	13.10.2020	15:00:32	28.1	56.1	18.5
155	13.10.2020	16:00:32	27.8	57.2	18.5
156	13.10.2020	17:00:32	27.3	56.5	17.8
157	13.10.2020	18:00:32	26.4	61.6	18.4
158	13.10.2020	19:00:32	25.0	70.2	19.1
159	13.10.2020	20:00:32	24.4	72.5	19.1
160	13.10.2020	21:00:32	24.2	74.0	19.2
161	13.10.2020	22:00:32	23.2	76.9	18.9
162	13.10.2020	23:00:32	23.1	77.5	18.9
163	14.10.2020	0:00:32	23.3	74.8	18.5
164	14.10.2020	1:00:32	23.1	75.2	18.4
165	14.10.2020	2:00:32	22.2	77.6	18.0
166	14.10.2020	3:00:32	22.1	77.9	18.0
167	14.10.2020	4:00:32	21.8	79.1	18.0
168	14.10.2020	5:00:32	22.3	76.0	17.8
169	14.10.2020	6:00:32	23.6	71.8	18.2
170	14.10.2020	7:00:32	30.2	52.3	19.3

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
171	14.10.2020	8:00:32	33.5	42.6	19.0
172	14.10.2020	9:00:32	31.8	47.2	19.1
173	14.10.2020	10:00:32	32.5	46.8	19.6
174	14.10.2020	11:00:32	30.7	55.1	20.6
175	14.10.2020	12:00:32	28.3	60.2	19.8
176	14.10.2020	13:00:32	28.4	63.4	20.7
177	14.10.2020	14:00:32	30.9	57.0	21.3
178	14.10.2020	15:00:32	30.0	60.9	21.6
179	14.10.2020	16:00:32	28.2	72.0	22.6
180	14.10.2020	17:00:32	27.1	73.1	21.8
181	14.10.2020	18:00:32	26.5	77.9	22.3
182	14.10.2020	19:00:32	26.0	74.6	21.1
183	14.10.2020	20:00:32	25.9	74.9	21.1
184	14.10.2020	21:00:32	24.9	77.5	20.6
185	14.10.2020	22:00:32	24.6	77.5	20.4
186	14.10.2020	23:00:32	23.9	79.4	20.1
187	15.10.2020	0:00:32	23.5	80.1	19.8
188	15.10.2020	1:00:32	23.3	78.3	19.3
189	15.10.2020	2:00:32	22.9	79.1	19.0
190	15.10.2020	3:00:32	22.4	79.2	18.6
191	15.10.2020	4:00:32	21.7	81.7	18.4
192	15.10.2020	5:00:32	22.0	79.9	18.3
193	15.10.2020	6:00:32	23.1	73.6	18.1
194	15.10.2020	7:00:32	30.6	51.6	19.4
195	15.10.2020	8:00:32	33.2	46.4	20.1
196	15.10.2020	9:00:32	35.3	40.8	19.9
197	15.10.2020	10:00:32	35.5	37.7	18.8
198	15.10.2020	11:00:32	35.2	37.2	18.3
199	15.10.2020	12:00:32	34.5	38.6	18.3
200	15.10.2020	13:00:32	34.8	36.5	17.7
201	15.10.2020	14:00:32	34.4	35.6	16.9
202	15.10.2020	15:00:32	33.4	37.1	16.7
203	15.10.2020	16:00:32	30.8	54.0	20.4
204	15.10.2020	17:00:32	29.0	60.1	20.4
205	15.10.2020	18:00:32	28.3	63.1	20.6
206	15.10.2020	19:00:32	27.3	66.8	20.5
207	15.10.2020	20:00:32	26.7	68.7	20.4
208	15.10.2020	21:00:32	26.3	70.4	20.4
209	15.10.2020	22:00:32	25.7	73.0	20.4
210	15.10.2020	23:00:32	25.2	72.6	19.9
211	16.10.2020	0:00:32	24.4	73.6	19.3
212	16.10.2020	1:00:32	24.3	72.7	19.0
213	16.10.2020	2:00:32	23.9	71.8	18.4
214	16.10.2020	3:00:32	23.6	71.1	18.0
215	16.10.2020	4:00:32	23.7	67.9	17.4
216	16.10.2020	5:00:32	23.4	67.4	17.0
217	16.10.2020	6:00:32	24.2	63.6	16.8
218	16.10.2020	7:00:32	32.1	51.6	20.8
219	16.10.2020	8:00:32	34.3	46.0	21.0
220	16.10.2020	9:00:32	35.8	39.4	19.8
221	16.10.2020	10:00:32	35.0	37.9	18.5
222	16.10.2020	11:00:32	34.7	39.0	18.7
223	16.10.2020	12:00:32	34.6	38.0	18.1
224	16.10.2020	13:00:32	33.8	38.1	17.5
225	16.10.2020	14:00:32	33.9	37.7	17.4
226	16.10.2020	15:00:32	32.8	42.2	18.2
227	16.10.2020	16:00:32	30.9	47.4	18.4
228	16.10.2020	17:00:32	29.1	58.0	19.9
229	16.10.2020	18:00:32	28.6	57.6	19.4
230	16.10.2020	19:00:32	27.7	60.6	19.3

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
231	16.10.2020	20:00:32	27.5	59.9	19.0
232	16.10.2020	21:00:32	27.3	60.3	18.9
233	16.10.2020	22:00:32	27.1	60.6	18.8
234	16.10.2020	23:00:32	26.7	62.5	18.9
235	17.10.2020	0:00:32	26.7	62.4	18.9
236	17.10.2020	1:00:32	24.8	66.1	18.0
237	17.10.2020	2:00:32	24.1	66.7	17.5
238	17.10.2020	3:00:32	24.0	67.5	17.6
239	17.10.2020	4:00:32	23.9	67.2	17.4
240	17.10.2020	5:00:32	23.9	67.3	17.4
241	17.10.2020	6:00:32	27.0	58.8	18.2
242	17.10.2020	7:00:32	30.6	51.0	19.3
243	17.10.2020	8:00:32	32.9	44.1	19.0
244	17.10.2020	9:00:32	34.5	39.0	18.5
245	17.10.2020	10:00:32	35.1	38.4	18.8
246	17.10.2020	11:00:32	33.9	40.7	18.6
247	17.10.2020	12:00:32	34.1	41.1	19.0
248	17.10.2020	13:00:32	33.4	41.9	18.6
249	17.10.2020	14:00:32	33.2	43.4	19.0
250	17.10.2020	15:00:32	32.0	46.1	18.9
251	17.10.2020	16:00:32	30.3	50.3	18.8
252	17.10.2020	17:00:32	28.5	59.3	19.7
253	17.10.2020	18:00:32	28.0	58.9	19.2
254	17.10.2020	19:00:32	27.5	62.7	19.7
255	17.10.2020	20:00:32	27.2	63.4	19.6
256	17.10.2020	21:00:32	27.0	66.5	20.2
257	17.10.2020	22:00:32	26.5	67.6	20.0
258	17.10.2020	23:00:32	26.6	63.2	19.0
259	18.10.2020	0:00:32	26.4	65.0	19.2
260	18.10.2020	1:00:32	26.5	64.5	19.2
261	18.10.2020	2:00:32	23.6	82.9	20.5
262	18.10.2020	3:00:32	23.2	85.3	20.5
263	18.10.2020	4:00:32	23.2	86.9	20.8
264	18.10.2020	5:00:32	23.0	87.2	20.7
265	18.10.2020	6:00:32	23.9	86.0	21.4
266	18.10.2020	7:00:32	28.4	67.6	21.8
267	18.10.2020	8:00:32	33.9	42.0	19.1
268	18.10.2020	9:00:32	35.4	39.5	19.5
269	18.10.2020	10:00:32	35.6	35.5	17.9
270	18.10.2020	11:00:32	35.9	34.3	17.7
271	18.10.2020	12:00:32	34.4	37.7	17.8
272	18.10.2020	13:00:32	33.6	41.2	18.5
273	18.10.2020	14:00:32	31.5	46.5	18.6
274	18.10.2020	15:00:32	30.5	49.6	18.7
275	18.10.2020	16:00:32	29.4	54.0	19.1
276	18.10.2020	17:00:32	28.5	57.8	19.3
277	18.10.2020	18:00:32	28.3	58.9	19.4
278	18.10.2020	19:00:32	27.9	60.9	19.6
279	18.10.2020	20:00:32	27.4	60.3	19.0
280	18.10.2020	21:00:32	27.7	59.6	19.1
281	18.10.2020	22:00:32	27.3	61.0	19.1
282	18.10.2020	23:00:32	25.9	68.6	19.6
283	19.10.2020	0:00:32	25.2	71.4	19.6
284	19.10.2020	1:00:32	24.8	73.1	19.6
285	19.10.2020	2:00:32	24.8	73.4	19.7
286	19.10.2020	3:00:32	24.6	74.5	19.7
287	19.10.2020	4:00:32	24.6	75.4	19.9
288	19.10.2020	5:00:32	24.6	75.3	19.9
289	19.10.2020	6:00:32	24.6	76.8	20.2
290	19.10.2020	7:00:32	25.7	74.6	20.8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
291	19.10.2020	8:00:32	27.4	69.6	21.3
292	19.10.2020	9:00:32	29.5	56.9	20.0
293	19.10.2020	10:00:32	32.4	48.2	20.0
294	19.10.2020	11:00:32	35.7	33.3	17.0
295	19.10.2020	12:00:32	35.4	33.2	16.7
296	19.10.2020	13:00:32	33.8	35.8	16.5
297	19.10.2020	14:00:32	31.3	47.5	18.8
298	19.10.2020	15:00:32	28.3	65.4	21.1
299	19.10.2020	16:00:32	27.5	67.8	21.0
300	19.10.2020	17:00:32	26.9	71.3	21.2
301	19.10.2020	18:00:32	26.4	71.3	20.7
302	19.10.2020	19:00:32	25.6	74.0	20.6
303	19.10.2020	20:00:32	25.2	73.5	20.1
304	19.10.2020	21:00:32	25.1	72.5	19.8
305	19.10.2020	22:00:32	24.9	72.0	19.5
306	19.10.2020	23:00:32	24.7	72.6	19.4
307	20.10.2020	0:00:32	24.5	72.2	19.1
308	20.10.2020	1:00:32	24.7	72.3	19.3
309	20.10.2020	2:00:32	24.8	71.8	19.3
310	20.10.2020	3:00:32	24.4	77.0	20.1
311	20.10.2020	4:00:32	25.3	69.8	19.3
312	20.10.2020	5:00:32	25.2	70.5	19.4
313	20.10.2020	6:00:32	25.1	74.1	20.1
314	20.10.2020	7:00:32	26.5	71.3	20.8
315	20.10.2020	8:00:32	30.3	55.5	20.3
316	20.10.2020	9:00:32	32.5	45.6	19.2
317	20.10.2020	10:00:32	34.3	41.0	19.1
318	20.10.2020	11:00:32	35.2	39.2	19.2
319	20.10.2020	12:00:32	34.2	38.9	18.2
320	20.10.2020	13:00:32	31.7	55.4	21.6
321	20.10.2020	14:00:32	30.6	59.0	21.6
322	20.10.2020	15:00:32	28.6	65.7	21.5
323	20.10.2020	16:00:32	27.8	69.0	21.5
324	20.10.2020	17:00:32	26.2	81.2	22.7
325	20.10.2020	18:00:32	25.4	85.8	22.8
326	20.10.2020	19:00:32	25.4	87.0	23.0
327	20.10.2020	20:00:32	25.4	87.6	23.1
328	20.10.2020	21:00:32	25.1	89.5	23.2
329	20.10.2020	22:00:32	24.7	91.8	23.2
330	20.10.2020	23:00:32	24.3	92.7	23.0
331	21.10.2020	0:00:32	23.7	93.4	22.5
332	21.10.2020	1:00:32	23.0	93.4	21.8
333	21.10.2020	2:00:32	22.7	93.7	21.6
334	21.10.2020	3:00:32	22.2	93.3	21.0
335	21.10.2020	4:00:32	22.1	91.8	20.7
336	21.10.2020	5:00:32	21.7	93.0	20.5
337	21.10.2020	6:00:32	23.1	88.0	21.0
338	21.10.2020	7:00:32	24.4	82.4	21.2
339	21.10.2020	8:00:32	31.9	53.6	21.3
340	21.10.2020	9:00:32	30.4	54.1	20.0
341	21.10.2020	10:00:32	33.5	47.5	20.8
342	21.10.2020	11:00:32	33.9	46.5	20.8
343	21.10.2020	12:00:32	33.9	44.1	19.9
344	21.10.2020	13:00:32	34.2	42.5	19.6
345	21.10.2020	14:00:32	33.5	42.0	18.8
346	21.10.2020	15:00:32	32.1	46.7	19.2
347	21.10.2020	16:00:32	30.0	50.7	18.6
348	21.10.2020	17:00:32	28.8	59.5	20.1
349	21.10.2020	18:00:32	28.1	62.3	20.2
350	21.10.2020	19:00:32	27.5	64.9	20.3

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
351	21.10.2020	20:00:32	26.9	69.8	20.9
352	21.10.2020	21:00:32	26.1	72.8	20.8
353	21.10.2020	22:00:32	25.8	73.6	20.7
354	21.10.2020	23:00:32	25.7	74.1	20.7
355	22.10.2020	0:00:32	25.9	71.7	20.3
356	22.10.2020	1:00:32	25.9	70.1	20.0
357	22.10.2020	2:00:32	24.4	77.0	20.1
358	22.10.2020	3:00:32	24.3	77.5	20.1
359	22.10.2020	4:00:32	24.2	76.2	19.7
360	22.10.2020	5:00:32	24.3	75.7	19.7
361	22.10.2020	6:00:32	27.4	65.0	20.2
362	22.10.2020	7:00:32	27.3	63.9	19.8
363	22.10.2020	8:00:32	28.3	58.5	19.3
364	22.10.2020	9:00:32	33.7	47.3	20.9
365	22.10.2020	10:00:32	32.8	46.1	19.6
366	22.10.2020	11:00:32	35.0	39.8	19.2
367	22.10.2020	12:00:32	34.3	39.5	18.5
368	22.10.2020	13:00:32	34.9	39.2	18.9
369	22.10.2020	14:00:32	33.1	45.1	19.6
370	22.10.2020	15:00:32	31.9	48.7	19.7
371	22.10.2020	16:00:32	30.5	52.5	19.6
372	22.10.2020	17:00:32	29.6	55.7	19.8
373	22.10.2020	18:00:32	29.0	60.8	20.6
374	22.10.2020	19:00:32	28.4	63.2	20.7
375	22.10.2020	20:00:32	28.2	63.7	20.6
376	22.10.2020	21:00:32	27.9	64.9	20.6
377	22.10.2020	22:00:32	26.4	67.1	19.7
378	22.10.2020	23:00:32	26.0	68.4	19.7
379	23.10.2020	0:00:32	25.6	69.1	19.5
380	23.10.2020	1:00:32	25.1	68.3	18.8
381	23.10.2020	2:00:32	25.0	68.5	18.7
382	23.10.2020	3:00:32	24.7	67.5	18.2
383	23.10.2020	4:00:32	24.4	68.1	18.1
384	23.10.2020	5:00:32	24.5	70.5	18.7
385	23.10.2020	6:00:32	25.7	68.6	19.4
386	23.10.2020	7:00:32	31.8	53.1	21.0
387	23.10.2020	8:00:32	35.4	43.6	21.1
388	23.10.2020	9:00:32	36.1	38.6	19.7
389	23.10.2020	10:00:32	35.1	42.0	20.2
390	23.10.2020	11:00:32	34.1	43.6	19.9
391	23.10.2020	12:00:32	33.2	48.4	20.8
392	23.10.2020	13:00:32	33.6	47.0	20.7
393	23.10.2020	14:00:32	32.5	50.4	20.8
394	23.10.2020	15:00:32	32.1	51.8	20.9
395	23.10.2020	16:00:32	31.1	55.1	21.0
396	23.10.2020	17:00:32	30.0	58.3	20.9
397	23.10.2020	18:00:32	29.6	60.0	21.0
398	23.10.2020	19:00:32	27.7	69.0	21.4
399	23.10.2020	20:00:32	26.2	78.1	22.0
400	23.10.2020	21:00:32	25.7	81.5	22.2
401	23.10.2020	22:00:32	25.4	85.4	22.7
402	23.10.2020	23:00:32	25.1	85.4	22.4
403	24.10.2020	0:00:32	25.0	85.5	22.3
404	24.10.2020	1:00:32	24.4	85.1	21.7
405	24.10.2020	2:00:32	24.2	85.3	21.5
406	24.10.2020	3:00:32	23.9	84.8	21.1
407	24.10.2020	4:00:32	23.9	85.2	21.2
408	24.10.2020	5:00:32	24.8	79.2	20.9
409	24.10.2020	6:00:32	23.2	80.5	19.6
410	24.10.2020	7:00:32	25.4	74.3	20.4

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
411	24.10.2020	8:00:32	27.6	68.1	21.1
412	24.10.2020	9:00:32	30.1	58.7	21.1
413	24.10.2020	10:00:32	29.5	58.4	20.4
414	24.10.2020	11:00:32	30.4	55.0	20.3
415	24.10.2020	12:00:32	31.7	51.9	20.5
416	24.10.2020	13:00:32	32.8	48.5	20.5
417	24.10.2020	14:00:32	32.2	48.0	19.7
418	24.10.2020	15:00:32	31.0	49.4	19.1
419	24.10.2020	16:00:32	30.0	52.6	19.2
420	24.10.2020	17:00:32	28.5	65.0	21.2
421	24.10.2020	18:00:32	27.0	73.9	21.9
422	24.10.2020	19:00:32	26.0	72.8	20.7
423	24.10.2020	20:00:32	25.7	73.1	20.5
424	24.10.2020	21:00:32	25.3	74.7	20.4
425	24.10.2020	22:00:32	25.1	75.2	20.3
426	24.10.2020	23:00:32	24.7	76.8	20.3
427	25.10.2020	0:00:32	24.0	79.9	20.3
428	25.10.2020	1:00:32	24.1	77.8	19.9
429	25.10.2020	2:00:32	23.6	80.3	20.0
430	25.10.2020	3:00:32	23.2	86.8	20.8
431	25.10.2020	4:00:32	23.2	88.4	21.1
432	25.10.2020	5:00:32	23.3	86.7	20.9
433	25.10.2020	6:00:32	24.9	82.3	21.6
434	25.10.2020	7:00:32	25.9	78.6	21.8
435	25.10.2020	8:00:32	27.2	71.9	21.6
436	25.10.2020	9:00:32	27.7	71.9	22.1
437	25.10.2020	10:00:32	29.4	64.5	22.0
438	25.10.2020	11:00:32	30.6	62.8	22.6
439	25.10.2020	12:00:32	30.3	65.1	23.0
440	25.10.2020	13:00:32	29.8	63.9	22.2
441	25.10.2020	14:00:32	30.0	63.4	22.2
442	25.10.2020	15:00:32	28.5	68.2	22.0
443	25.10.2020	16:00:32	27.1	69.0	20.9
444	25.10.2020	17:00:32	26.2	76.8	21.8
445	25.10.2020	18:00:32	25.7	79.3	21.8
446	25.10.2020	19:00:32	24.9	81.1	21.4
447	25.10.2020	20:00:32	24.4	83.8	21.4
448	25.10.2020	21:00:32	24.0	83.7	21.0
449	25.10.2020	22:00:32	23.5	85.7	20.9
450	25.10.2020	23:00:32	23.4	87.0	21.1
451	26.10.2020	0:00:32	23.2	86.2	20.7
452	26.10.2020	1:00:32	23.0	87.0	20.7
453	26.10.2020	2:00:32	22.6	88.7	20.6
454	26.10.2020	3:00:32	23.1	87.0	20.8
455	26.10.2020	4:00:32	22.5	89.1	20.6
456	26.10.2020	5:00:32	22.9	88.4	20.8
457	26.10.2020	6:00:32	24.7	82.1	21.4
458	26.10.2020	7:00:32	30.8	60.6	22.2
459	26.10.2020	8:00:32	31.7	53.6	21.1
460	26.10.2020	9:00:32	35.1	45.1	21.4
461	26.10.2020	10:00:32	33.5	45.1	19.9
462	26.10.2020	11:00:32	32.9	50.9	21.3
463	26.10.2020	12:00:32	33.5	49.4	21.4
464	26.10.2020	13:00:32	32.7	52.6	21.7
465	26.10.2020	14:00:32	31.2	58.2	22.0
466	26.10.2020	15:00:32	30.4	59.3	21.5
467	26.10.2020	16:00:32	29.0	64.7	21.6
468	26.10.2020	17:00:32	28.2	68.2	21.7
469	26.10.2020	18:00:32	27.6	72.8	22.2
470	26.10.2020	19:00:32	27.2	75.8	22.5



NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
471	26.10.2020	20:00:32	25.8	82.5	22.5
472	26.10.2020	21:00:32	24.9	78.9	20.9
473	26.10.2020	22:00:32	24.5	82.5	21.3
474	26.10.2020	23:00:32	24.8	81.5	21.4
475	27.10.2020	0:00:32	24.7	81.3	21.2
476	27.10.2020	1:00:32	24.5	81.5	21.1
477	27.10.2020	2:00:32	24.5	83.4	21.4
478	27.10.2020	3:00:32	23.3	90.6	21.6
479	27.10.2020	4:00:32	22.8	92.9	21.5
480	27.10.2020	5:00:32	22.7	93.5	21.5
481	27.10.2020	6:00:32	23.7	93.7	22.6
482	27.10.2020	7:00:32	24.9	90.0	23.1
483	27.10.2020	8:00:32	28.5	72.5	23.0
484	27.10.2020	9:00:32	29.0	69.0	22.7
485	27.10.2020	10:00:32	31.7	52.5	20.7
486	27.10.2020	11:00:32	31.4	51.4	20.1
487	27.10.2020	12:00:32	30.1	62.5	22.1
488	27.10.2020	13:00:32	30.7	61.2	22.3
489	27.10.2020	14:00:32	31.6	59.6	22.7
490	27.10.2020	15:00:32	29.6	64.2	22.1
491	27.10.2020	16:00:32	28.8	68.2	22.3
492	27.10.2020	17:00:32	27.3	73.4	22.1
493	27.10.2020	18:00:32	27.1	78.5	23.0
494	27.10.2020	19:00:32	25.8	80.3	22.1
495	27.10.2020	20:00:32	25.8	80.7	22.2
496	27.10.2020	21:00:32	25.3	86.3	22.8
497	27.10.2020	22:00:32	23.9	91.6	22.4
498	27.10.2020	23:00:32	23.7	93.2	22.5
499	28.10.2020	0:00:32	23.8	93.8	22.7
500	28.10.2020	1:00:32	23.6	94.6	22.6
501	05.11.2020	6:00:21	24.2	87.1	21.9
502	05.11.2020	7:00:21	28.0	75.0	23.1
503	05.11.2020	8:00:21	28.3	66.7	21.5
504	05.11.2020	9:00:21	29.9	63.2	22.1
505	05.11.2020	10:00:21	33.8	50.1	21.9
506	05.11.2020	11:00:21	34.2	51.1	22.6
507	05.11.2020	12:00:21	33.4	48.0	20.8
508	05.11.2020	13:00:21	32.6	51.5	21.2
509	05.11.2020	14:00:21	30.7	64.8	23.3
510	05.11.2020	15:00:21	30.1	65.6	22.9
511	05.11.2020	16:00:21	28.2	71.2	22.4
512	05.11.2020	17:00:21	27.4	77.4	23.0
513	05.11.2020	18:00:21	26.1	83.7	23.1
514	05.11.2020	19:00:21	25.5	84.8	22.7
515	05.11.2020	20:00:21	25.3	86.7	22.9
516	05.11.2020	21:00:21	25.0	87.7	22.8
517	05.11.2020	22:00:21	24.9	88.7	22.9
518	05.11.2020	23:00:21	24.1	92.3	22.7
519	06.11.2020	0:00:21	23.8	95.6	23.0
520	06.11.2020	1:00:21	23.9	96.4	23.2
521	06.11.2020	2:00:21	24.0	96.4	23.3
522	06.11.2020	3:00:21	22.6	97.4	22.1
523	06.11.2020	4:00:21	22.4	97.8	22.0
524	06.11.2020	5:00:21	22.6	97.5	22.1
525	06.11.2020	6:00:21	22.8	97.8	22.4
526	06.11.2020	7:00:21	23.2	97.5	22.7
527	06.11.2020	8:00:21	26.4	90.3	24.6
528	06.11.2020	9:00:21	28.6	77.0	24.1
529	06.11.2020	10:00:21	30.1	66.9	23.2
530	06.11.2020	11:00:21	30.0	64.1	22.4

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
531	06.11.2020	12:00:21	30.3	63.1	22.4
532	06.11.2020	13:00:21	31.5	61.2	23.1
533	06.11.2020	14:00:21	27.0	70.6	21.1
534	06.11.2020	15:00:21	25.7	81.7	22.3
535	06.11.2020	16:00:21	25.7	81.7	22.3
536	06.11.2020	17:00:21	25.3	84.9	22.5
537	06.11.2020	18:00:21	25.3	84.4	22.4
538	06.11.2020	19:00:21	25.1	86.4	22.6
539	06.11.2020	20:00:21	23.9	90.9	22.3
540	06.11.2020	21:00:21	23.4	94.8	22.5
541	06.11.2020	22:00:21	23.3	95.9	22.6
542	06.11.2020	23:00:21	23.1	96.5	22.5
543	07.11.2020	0:00:21	23.5	97.2	23.0
544	07.11.2020	1:00:21	23.4	96.9	22.8
545	07.11.2020	2:00:21	23.5	97.2	23.0
546	07.11.2020	3:00:21	23.7	97.2	23.2
547	07.11.2020	4:00:21	23.6	97.4	23.1
548	07.11.2020	5:00:21	23.6	97.7	23.2
549	07.11.2020	6:00:21	24.2	97.2	23.7
550	07.11.2020	7:00:21	24.9	94.5	23.9
551	07.11.2020	8:00:21	25.9	89.1	23.9
552	07.11.2020	9:00:21	30.3	70.4	24.3
553	07.11.2020	10:00:21	31.3	70.4	25.2
554	07.11.2020	11:00:21	31.1	68.1	24.5
555	07.11.2020	12:00:21	30.3	72.4	24.7
556	07.11.2020	13:00:21	29.1	75.0	24.2
557	07.11.2020	14:00:21	28.7	77.1	24.2
558	07.11.2020	15:00:21	28.3	75.3	23.5
559	07.11.2020	16:00:21	27.1	81.9	23.7
560	07.11.2020	17:00:21	26.5	85.6	23.8
561	07.11.2020	18:00:21	26.3	85.5	23.6
562	07.11.2020	19:00:21	26.2	86.0	23.6
563	07.11.2020	20:00:21	25.8	78.9	21.8
564	07.11.2020	21:00:21	23.0	94.9	22.1
565	07.11.2020	22:00:21	22.7	96.8	22.1
566	07.11.2020	23:00:21	22.8	97.4	22.3
567	08.11.2020	0:00:21	22.7	97.5	22.2
568	08.11.2020	1:00:21	22.5	97.1	22.0
569	08.11.2020	2:00:21	22.4	97.5	21.9
570	08.11.2020	3:00:21	22.2	97.5	21.7
571	08.11.2020	4:00:21	22.2	97.5	21.7
572	08.11.2020	5:00:21	22.3	97.7	21.9
573	08.11.2020	6:00:21	22.4	97.5	21.9
574	08.11.2020	7:00:21	23.3	95.2	22.4
575	08.11.2020	8:00:21	25.4	85.9	22.8
576	08.11.2020	9:00:21	26.4	82.9	23.2
577	08.11.2020	10:00:21	27.2	79.6	23.3
578	08.11.2020	11:00:21	29.8	76.4	25.1
579	08.11.2020	12:00:21	31.2	66.9	24.3
580	08.11.2020	13:00:21	33.5	58.0	24.0
581	08.11.2020	14:00:21	31.3	64.1	23.6
582	08.11.2020	15:00:21	31.0	66.2	23.9
583	08.11.2020	16:00:21	29.1	72.3	23.5
584	08.11.2020	17:00:21	28.1	75.3	23.3
585	08.11.2020	18:00:21	27.5	78.7	23.4
586	08.11.2020	19:00:21	27.1	81.2	23.5
587	08.11.2020	20:00:21	26.8	80.6	23.1
588	08.11.2020	21:00:21	26.5	80.6	22.8
589	08.11.2020	22:00:21	26.3	80.9	22.7
590	08.11.2020	23:00:21	26.4	80.2	22.7

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
591	09.11.2020	0:00:21	26.4	81.0	22.8
592	09.11.2020	1:00:21	26.3	80.4	22.6
593	09.11.2020	2:00:21	26.3	80.2	22.6
594	09.11.2020	3:00:21	26.3	79.8	22.5
595	09.11.2020	4:00:21	26.2	79.6	22.3
596	09.11.2020	5:00:21	25.7	80.1	22.0
597	09.11.2020	6:00:21	24.2	87.8	22.0
598	09.11.2020	7:00:21	27.8	73.5	22.6
599	09.11.2020	8:00:21	29.5	67.9	22.9
600	09.11.2020	9:00:21	31.0	64.3	23.4
601	09.11.2020	10:00:21	31.3	60.6	22.7
602	09.11.2020	11:00:21	31.6	62.0	23.4
603	09.11.2020	12:00:21	30.6	66.2	23.5
604	09.11.2020	13:00:21	29.3	67.9	22.7
605	09.11.2020	14:00:21	30.2	63.0	22.3
606	09.11.2020	15:00:21	29.4	64.3	21.9
607	09.11.2020	16:00:21	27.8	71.5	22.1
608	09.11.2020	17:00:21	26.8	76.4	22.2
609	09.11.2020	18:00:21	26.4	81.2	22.9
610	09.11.2020	19:00:21	25.3	88.7	23.2
611	09.11.2020	20:00:21	24.1	95.2	23.2
612	09.11.2020	21:00:21	24.0	95.4	23.2
613	09.11.2020	22:00:21	24.1	95.8	23.3
614	09.11.2020	23:00:21	23.8	95.9	23.1
615	10.11.2020	0:00:21	23.8	96.1	23.1
616	10.11.2020	1:00:21	23.3	96.2	22.6
617	10.11.2020	2:00:21	23.1	96.5	22.5
618	10.11.2020	3:00:21	23.2	97.2	22.7
619	10.11.2020	4:00:21	23.2	96.8	22.6
620	10.11.2020	5:00:21	23.2	97.3	22.7
621	10.11.2020	6:00:21	23.7	97.4	23.2
622	10.11.2020	7:00:21	25.2	92.2	23.8
623	10.11.2020	8:00:21	28.3	77.6	24.0
624	10.11.2020	9:00:21	29.8	71.2	24.0
625	10.11.2020	10:00:21	30.8	67.7	24.1
626	10.11.2020	11:00:21	30.9	66.9	24.0
627	10.11.2020	12:00:21	29.7	69.4	23.4
628	10.11.2020	13:00:21	30.4	67.2	23.6
629	10.11.2020	14:00:21	29.3	71.7	23.6
630	10.11.2020	15:00:21	28.7	71.5	23.0
631	10.11.2020	16:00:21	27.8	76.1	23.1
632	10.11.2020	17:00:21	27.0	79.5	23.1
633	10.11.2020	18:00:21	24.5	92.4	23.1
634	10.11.2020	19:00:21	24.1	95.5	23.3
635	10.11.2020	20:00:21	22.4	93.8	21.3
636	10.11.2020	21:00:21	21.9	97.6	21.5
637	10.11.2020	22:00:21	21.9	98.1	21.5
638	10.11.2020	23:00:21	21.9	97.9	21.5
639	11.11.2020	0:00:21	21.9	97.7	21.5
640	11.11.2020	1:00:21	21.8	97.7	21.4
641	11.11.2020	2:00:21	21.9	97.8	21.5
642	11.11.2020	3:00:21	21.9	98.2	21.6
643	11.11.2020	4:00:21	21.7	98.1	21.3
644	11.11.2020	5:00:21	21.9	98.3	21.6
645	11.11.2020	6:00:21	22.3	98.3	22.0
646	11.11.2020	7:00:21	23.0	97.4	22.5
647	11.11.2020	8:00:21	24.4	93.1	23.2
648	11.11.2020	9:00:21	26.3	84.5	23.4
649	11.11.2020	10:00:21	27.4	77.8	23.1
650	11.11.2020	11:00:21	28.8	70.8	22.9

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
651	11.11.2020	12:00:21	29.2	67.7	22.6
652	11.11.2020	13:00:21	28.7	74.0	23.6
653	11.11.2020	14:00:21	29.4	70.5	23.4
654	11.11.2020	15:00:21	28.6	69.6	22.4
655	11.11.2020	16:00:21	26.9	73.2	21.6
656	11.11.2020	17:00:21	25.3	82.7	22.1
657	11.11.2020	18:00:21	24.5	86.6	22.1
658	11.11.2020	19:00:21	24.5	89.0	22.5
659	11.11.2020	20:00:21	24.5	88.5	22.4
660	11.11.2020	21:00:21	24.3	89.5	22.4
661	11.11.2020	22:00:21	23.9	91.8	22.4
662	11.11.2020	23:00:21	23.7	91.6	22.2
663	12.11.2020	0:00:21	23.7	91.9	22.3
664	12.11.2020	1:00:21	23.7	91.3	22.1
665	12.11.2020	2:00:21	23.7	92.6	22.4
666	12.11.2020	3:00:21	23.3	95.3	22.5
667	12.11.2020	4:00:21	23.2	95.3	22.4
668	12.11.2020	5:00:21	23.3	96.0	22.6
669	12.11.2020	6:00:21	24.0	93.9	22.9
670	12.11.2020	7:00:21	24.9	87.2	22.6
671	12.11.2020	8:00:21	26.6	82.4	23.3
672	12.11.2020	9:00:21	27.4	76.8	22.9
673	12.11.2020	10:00:21	29.0	73.0	23.6
674	12.11.2020	11:00:21	29.4	68.4	22.9
675	12.11.2020	12:00:21	29.8	67.8	23.2
676	12.11.2020	13:00:21	29.6	65.6	22.4
677	12.11.2020	14:00:21	28.3	70.5	22.4
678	12.11.2020	15:00:21	27.9	70.2	21.9
679	12.11.2020	16:00:21	26.5	75.6	21.8
680	12.11.2020	17:00:21	25.8	83.7	22.8
681	12.11.2020	18:00:21	25.6	86.2	23.1
682	12.11.2020	19:00:21	25.3	87.3	23.0
683	12.11.2020	20:00:21	24.7	88.2	22.6
684	12.11.2020	21:00:21	23.9	94.7	22.9
685	12.11.2020	22:00:21	23.8	95.6	23.0
686	12.11.2020	23:00:21	23.0	95.8	22.2
687	13.11.2020	0:00:21	22.4	94.7	21.5
688	13.11.2020	1:00:21	22.4	96.9	21.8
689	13.11.2020	2:00:21	22.5	97.4	22.0
690	13.11.2020	3:00:21	22.3	97.5	21.8
691	13.11.2020	4:00:21	22.3	97.5	21.8
692	13.11.2020	5:00:21	22.4	97.9	22.0
693	13.11.2020	6:00:21	22.4	97.1	21.9
694	13.11.2020	7:00:21	22.7	94.7	21.8
695	13.11.2020	8:00:21	24.1	93.9	23.0
696	13.11.2020	9:00:21	25.5	83.1	22.4
697	13.11.2020	10:00:21	27.2	70.4	21.3
698	13.11.2020	11:00:21	28.1	70.3	22.1
699	13.11.2020	12:00:21	28.8	63.8	21.2
700	13.11.2020	13:00:21	28.7	66.6	21.8
701	13.11.2020	14:00:21	28.4	67.3	21.7
702	13.11.2020	15:00:21	27.4	69.6	21.3
703	13.11.2020	16:00:21	25.6	79.8	21.8
704	13.11.2020	17:00:21	24.2	87.3	21.9
705	13.11.2020	18:00:21	23.9	87.4	21.6
706	13.11.2020	19:00:21	23.9	89.9	22.1
707	13.11.2020	20:00:21	23.6	90.4	21.9
708	13.11.2020	21:00:21	23.5	91.0	21.9
709	13.11.2020	22:00:21	23.0	92.5	21.7
710	13.11.2020	23:00:21	23.1	89.9	21.3

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
711	14.11.2020	0:00:21	23.1	90.7	21.4
712	14.11.2020	1:00:21	22.6	91.8	21.1
713	14.11.2020	2:00:21	22.7	90.4	21.0
714	14.11.2020	3:00:21	22.5	89.3	20.6
715	14.11.2020	4:00:21	22.3	88.3	20.2
716	14.11.2020	5:00:21	22.6	89.3	20.7
717	14.11.2020	6:00:21	23.3	89.6	21.4
718	14.11.2020	7:00:21	23.7	88.5	21.6
719	14.11.2020	8:00:21	26.9	77.9	22.7
720	14.11.2020	9:00:21	29.3	67.4	22.6
721	14.11.2020	10:00:21	31.1	55.7	21.1
722	14.11.2020	11:00:21	30.1	65.6	22.9
723	14.11.2020	12:00:21	29.9	59.6	21.1
724	14.11.2020	13:00:21	27.9	73.2	22.6
725	14.11.2020	14:00:21	26.0	87.3	23.7
726	14.11.2020	15:00:21	26.6	85.5	23.9
727	14.11.2020	16:00:21	26.0	89.2	24.0
728	14.11.2020	17:00:21	25.3	89.7	23.4
729	14.11.2020	18:00:21	24.8	90.8	23.1
730	14.11.2020	19:00:21	24.7	91.4	23.2
731	14.11.2020	20:00:21	24.6	91.1	23.0
732	14.11.2020	21:00:21	24.3	91.9	22.8
733	14.11.2020	22:00:21	24.0	92.3	22.6
734	14.11.2020	23:00:21	23.8	93.2	22.6
735	15.11.2020	0:00:21	23.8	94.1	22.7
736	15.11.2020	1:00:21	23.7	93.2	22.5
737	15.11.2020	2:00:21	23.6	93.9	22.5
738	15.11.2020	3:00:21	23.6	94.4	22.6
739	15.11.2020	4:00:21	23.5	94.9	22.6
740	15.11.2020	5:00:21	23.4	95.7	22.6
741	15.11.2020	6:00:21	23.6	96.6	23.0
742	15.11.2020	7:00:21	24.7	93.5	23.5
743	15.11.2020	8:00:21	25.2	92.7	23.9
744	15.11.2020	9:00:21	26.6	85.8	24.0
745	15.11.2020	10:00:21	28.8	76.0	24.1
746	15.11.2020	11:00:21	29.3	71.3	23.5
747	15.11.2020	12:00:21	29.8	70.7	23.8
748	15.11.2020	13:00:21	28.4	75.4	23.6
749	15.11.2020	14:00:21	28.2	75.7	23.4
750	15.11.2020	15:00:21	27.7	77.6	23.4
751	15.11.2020	16:00:21	26.7	82.3	23.4
752	15.11.2020	17:00:21	26.2	84.9	23.4
753	15.11.2020	18:00:21	25.9	86.3	23.4
754	15.11.2020	19:00:21	25.9	87.8	23.7
755	15.11.2020	20:00:21	25.7	88.9	23.7
756	15.11.2020	21:00:21	24.8	92.8	23.5
757	15.11.2020	22:00:21	22.8	95.4	22.0
758	15.11.2020	23:00:21	22.5	96.9	21.9
759	16.11.2020	0:00:21	22.7	96.7	22.1
760	16.11.2020	1:00:21	22.6	96.9	22.0
761	16.11.2020	2:00:21	22.3	97.3	21.8
762	16.11.2020	3:00:21	22.0	97.1	21.5
763	16.11.2020	4:00:21	21.7	97.0	21.2
764	16.11.2020	5:00:21	21.8	97.3	21.3
765	16.11.2020	6:00:21	22.1	96.5	21.5
766	16.11.2020	7:00:21	24.0	92.0	22.6
767	16.11.2020	8:00:21	25.1	90.5	23.4
768	16.11.2020	9:00:21	27.5	80.9	23.9
769	16.11.2020	10:00:21	29.4	69.3	23.1
770	16.11.2020	11:00:21	30.3	62.2	22.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
771	16.11.2020	12:00:21	28.7	74.2	23.6
772	16.11.2020	13:00:21	29.8	71.8	24.1
773	16.11.2020	14:00:21	27.9	79.1	23.9
774	16.11.2020	15:00:21	28.0	79.0	24.0
775	16.11.2020	16:00:21	26.6	82.3	23.3
776	16.11.2020	17:00:21	25.8	85.1	23.1
777	16.11.2020	18:00:21	25.8	83.7	22.8
778	16.11.2020	19:00:21	25.2	88.7	23.1
779	16.11.2020	20:00:21	24.6	95.4	23.8
780	16.11.2020	21:00:21	24.1	96.3	23.4
781	16.11.2020	22:00:21	23.0	93.0	21.8
782	16.11.2020	23:00:21	22.7	97.1	22.2
783	17.11.2020	0:00:21	22.5	97.7	22.1
784	17.11.2020	1:00:21	22.5	98.1	22.1
785	17.11.2020	2:00:21	22.7	97.9	22.3
786	17.11.2020	3:00:21	22.5	98.0	22.1
787	17.11.2020	4:00:21	22.5	98.3	22.2
788	17.11.2020	5:00:21	22.7	98.2	22.4
789	17.11.2020	6:00:21	23.3	97.8	22.9
790	17.11.2020	7:00:21	24.1	95.9	23.4
791	17.11.2020	8:00:21	25.5	88.8	23.5
792	17.11.2020	9:00:21	27.6	82.3	24.3
793	17.11.2020	10:00:21	28.1	74.9	23.2
794	17.11.2020	11:00:21	27.9	76.3	23.3
795	17.11.2020	12:00:21	28.1	78.6	24.0
796	17.11.2020	13:00:21	27.3	74.2	22.2
797	17.11.2020	14:00:21	27.0	81.6	23.5
798	17.11.2020	15:00:21	26.6	85.1	23.8
799	17.11.2020	16:00:21	26.0	88.2	23.8
800	17.11.2020	17:00:21	25.3	90.4	23.6
801	17.11.2020	18:00:21	23.6	92.9	22.3
802	17.11.2020	19:00:21	22.7	97.5	22.2
803	17.11.2020	20:00:21	22.3	98.4	22.0
804	17.11.2020	21:00:21	21.9	98.3	21.6
805	17.11.2020	22:00:21	22.2	98.9	22.0
806	17.11.2020	23:00:21	22.0	99.1	21.8
807	18.11.2020	0:00:21	22.3	99.3	22.1
808	18.11.2020	1:00:21	22.3	99.4	22.2
809	18.11.2020	2:00:21	22.1	99.3	21.9
810	18.11.2020	3:00:21	22.0	99.3	21.8
811	18.11.2020	4:00:21	21.8	99.1	21.6
812	18.11.2020	5:00:21	21.7	97.9	21.3
813	18.11.2020	6:00:21	22.2	98.6	21.9
814	18.11.2020	7:00:21	23.2	97.1	22.7
815	18.11.2020	8:00:21	26.0	84.5	23.1
816	18.11.2020	9:00:21	29.0	74.8	24.0
817	18.11.2020	10:00:21	29.9	70.3	23.8
818	18.11.2020	11:00:21	30.2	70.4	24.2
819	18.11.2020	12:00:21	30.1	68.5	23.6
820	18.11.2020	13:00:21	29.5	70.2	23.4
821	18.11.2020	14:00:21	29.6	69.1	23.3
822	18.11.2020	15:00:21	28.5	71.3	22.7
823	18.11.2020	16:00:21	24.1	88.9	22.1
824	18.11.2020	17:00:21	22.8	95.9	22.1
825	18.11.2020	18:00:21	22.7	97.3	22.2
826	18.11.2020	19:00:21	23.3	96.2	22.6
827	18.11.2020	20:00:21	22.9	97.8	22.5
828	18.11.2020	21:00:21	22.9	98.0	22.5
829	18.11.2020	22:00:21	23.0	98.7	22.7
830	18.11.2020	23:00:21	23.0	98.6	22.7

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
831	19.11.2020	0:00:21	23.0	98.7	22.7
832	19.11.2020	1:00:21	22.9	98.7	22.6
833	19.11.2020	2:00:21	22.7	98.4	22.4
834	19.11.2020	3:00:21	22.6	98.7	22.3
835	19.11.2020	4:00:21	22.5	98.7	22.2
836	19.11.2020	5:00:21	22.6	98.8	22.4
837	19.11.2020	6:00:21	22.9	98.7	22.6
838	19.11.2020	7:00:21	23.6	97.7	23.2
839	19.11.2020	8:00:21	25.2	88.7	23.1
840	19.11.2020	9:00:21	28.8	74.1	23.7
841	19.11.2020	10:00:21	27.9	78.6	23.8
842	19.11.2020	11:00:21	28.4	74.8	23.4
843	19.11.2020	12:00:21	28.4	74.1	23.3
844	19.11.2020	13:00:21	27.9	76.9	23.4
845	19.11.2020	14:00:21	28.5	74.9	23.6
846	19.11.2020	15:00:21	27.2	80.4	23.5
847	19.11.2020	16:00:21	26.1	85.7	23.5
848	19.11.2020	17:00:21	25.5	86.8	23.1
849	19.11.2020	18:00:21	24.6	92.9	23.3
850	19.11.2020	19:00:21	24.4	95.7	23.6
851	19.11.2020	20:00:21	24.5	97.0	23.9
852	19.11.2020	21:00:21	24.3	96.9	23.7
853	19.11.2020	22:00:21	24.2	97.2	23.7
854	19.11.2020	23:00:21	24.1	97.5	23.6
855	20.11.2020	0:00:21	24.1	97.6	23.6
856	20.11.2020	1:00:21	23.9	97.9	23.5
857	20.11.2020	2:00:21	23.5	97.8	23.1
858	20.11.2020	3:00:21	23.2	97.9	22.8
859	20.11.2020	4:00:21	22.7	98.1	22.3
860	20.11.2020	5:00:21	22.6	97.9	22.2
861	20.11.2020	6:00:21	22.8	95.6	22.0
862	20.11.2020	7:00:21	24.9	86.8	22.5
863	20.11.2020	8:00:21	28.3	77.3	23.9
864	20.11.2020	9:00:21	31.0	63.4	23.2
865	20.11.2020	10:00:21	32.6	56.0	22.6
866	20.11.2020	11:00:21	32.3	55.4	22.2
867	20.11.2020	12:00:21	30.5	56.6	20.8
868	20.11.2020	13:00:21	29.2	63.5	21.5
869	20.11.2020	14:00:21	29.6	62.5	21.6
870	20.11.2020	15:00:21	29.2	66.5	22.3
871	20.11.2020	16:00:21	28.1	77.1	23.7
872	20.11.2020	17:00:21	26.9	83.4	23.8
873	20.11.2020	18:00:21	25.8	87.7	23.6
874	20.11.2020	19:00:21	24.7	90.5	23.0
875	20.11.2020	20:00:21	24.3	91.7	22.8
876	20.11.2020	21:00:21	23.7	92.6	22.4
877	20.11.2020	22:00:21	23.7	93.2	22.5
878	20.11.2020	23:00:21	23.4	93.9	22.3
879	21.11.2020	0:00:21	23.0	94.8	22.1
880	21.11.2020	1:00:21	22.8	94.5	21.8
881	21.11.2020	2:00:21	22.5	93.9	21.4
882	21.11.2020	3:00:21	22.1	93.3	20.9
883	21.11.2020	4:00:21	22.2	89.1	20.3
884	21.11.2020	5:00:21	22.0	92.0	20.6
885	21.11.2020	6:00:21	24.0	84.6	21.2
886	21.11.2020	7:00:21	24.7	83.3	21.6
887	21.11.2020	8:00:21	28.0	73.2	22.7
888	21.11.2020	9:00:21	30.9	60.3	22.3
889	21.11.2020	10:00:21	32.1	50.9	20.6
890	21.11.2020	11:00:21	31.9	49.5	20.0

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
891	21.11.2020	12:00:21	31.4	53.2	20.7
892	21.11.2020	13:00:21	31.4	50.2	19.7
893	21.11.2020	14:00:21	31.0	50.5	19.5
894	21.11.2020	15:00:21	30.7	50.0	19.0
895	21.11.2020	16:00:21	27.9	72.1	22.4
896	21.11.2020	17:00:21	26.6	81.3	23.1
897	21.11.2020	18:00:21	25.5	87.1	23.1
898	21.11.2020	19:00:21	24.6	88.3	22.5
899	21.11.2020	20:00:21	24.2	88.4	22.1
900	21.11.2020	21:00:21	23.9	90.0	22.1
901	21.11.2020	22:00:21	23.7	91.0	22.1
902	21.11.2020	23:00:21	23.4	92.0	22.0
903	22.11.2020	0:00:21	23.0	92.8	21.7
904	22.11.2020	1:00:21	22.9	93.1	21.7
905	22.11.2020	2:00:21	22.5	92.0	21.1
906	22.11.2020	3:00:21	22.6	90.2	20.9
907	22.11.2020	4:00:21	22.0	92.6	20.7
908	22.11.2020	5:00:21	21.8	92.4	20.5
909	22.11.2020	6:00:21	23.8	86.2	21.3
910	22.11.2020	7:00:21	25.5	76.8	21.1
911	22.11.2020	8:00:21	27.8	68.1	21.3
912	22.11.2020	9:00:21	30.5	56.4	20.8
913	22.11.2020	10:00:21	31.3	57.9	22.0
914	22.11.2020	11:00:21	31.8	51.0	20.4
915	22.11.2020	12:00:21	31.9	51.6	20.6
916	22.11.2020	13:00:21	30.5	65.4	23.2
917	22.11.2020	14:00:21	29.6	71.3	23.8
918	22.11.2020	15:00:21	29.3	71.3	23.5
919	22.11.2020	16:00:21	28.1	76.3	23.5
920	22.11.2020	17:00:21	27.0	80.2	23.2
921	22.11.2020	18:00:21	25.9	85.2	23.2
922	22.11.2020	19:00:21	25.4	87.1	23.0
923	22.11.2020	20:00:21	24.7	90.7	23.0
924	22.11.2020	21:00:21	24.1	91.7	22.6
925	22.11.2020	22:00:21	24.3	91.6	22.8
926	22.11.2020	23:00:21	24.4	89.6	22.5
927	23.11.2020	0:00:21	24.2	89.4	22.3
928	23.11.2020	1:00:21	23.8	89.4	21.9
929	23.11.2020	2:00:21	23.4	87.2	21.1
930	23.11.2020	3:00:21	23.1	87.9	20.9
931	23.11.2020	4:00:21	22.8	86.0	20.3
932	23.11.2020	5:00:21	22.8	87.5	20.6
933	23.11.2020	6:00:21	22.9	88.4	20.8
934	23.11.2020	7:00:21	24.6	81.8	21.2
935	23.11.2020	8:00:21	26.0	81.2	22.5
936	23.11.2020	9:00:21	29.7	68.5	23.2
937	23.11.2020	10:00:21	31.2	59.6	22.3
938	23.11.2020	11:00:21	32.1	55.5	22.0
939	23.11.2020	12:00:21	31.2	55.1	21.1
940	23.11.2020	13:00:21	31.2	57.2	21.7
941	23.11.2020	14:00:21	31.1	61.9	22.9
942	23.11.2020	15:00:21	29.5	69.4	23.3
943	23.11.2020	16:00:21	28.2	74.7	23.2
944	23.11.2020	17:00:21	27.3	81.0	23.7
945	23.11.2020	18:00:21	25.9	85.1	23.2
946	23.11.2020	19:00:21	25.0	89.4	23.1
947	23.11.2020	20:00:21	24.6	88.1	22.4
948	23.11.2020	21:00:21	24.6	89.5	22.7
949	23.11.2020	22:00:21	24.5	89.1	22.5
950	23.11.2020	23:00:21	24.1	90.6	22.4



NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
951	24.11.2020	0:00:21	24.1	87.2	21.8
952	24.11.2020	1:00:21	24.0	86.9	21.6
953	24.11.2020	2:00:21	23.9	85.6	21.3
954	24.11.2020	3:00:21	23.7	84.0	20.8
955	24.11.2020	4:00:21	23.7	83.6	20.7
956	24.11.2020	5:00:21	23.5	85.1	20.8
957	24.11.2020	6:00:21	24.0	85.2	21.3
958	24.11.2020	7:00:21	25.4	78.1	21.3
959	24.11.2020	8:00:21	28.6	72.1	23.0
960	24.11.2020	9:00:21	31.1	60.7	22.6
961	24.11.2020	10:00:21	32.1	56.4	22.3
962	24.11.2020	11:00:21	31.6	64.0	23.9
963	24.11.2020	12:00:21	30.3	71.4	24.5
964	24.11.2020	13:00:21	30.2	69.0	23.8
965	24.11.2020	14:00:21	29.4	72.5	23.9
966	24.11.2020	15:00:21	28.1	75.8	23.4
967	24.11.2020	16:00:21	27.1	80.0	23.3
968	24.11.2020	17:00:21	26.1	83.0	22.9
969	24.11.2020	18:00:21	26.1	85.1	23.3
970	24.11.2020	19:00:21	25.7	88.8	23.7
971	24.11.2020	20:00:21	25.1	91.8	23.6
972	24.11.2020	21:00:21	24.8	93.1	23.6
973	24.11.2020	22:00:21	24.7	93.6	23.5
974	24.11.2020	23:00:21	24.6	94.7	23.6
975	25.11.2020	0:00:21	24.4	94.8	23.5
976	25.11.2020	1:00:21	24.0	95.2	23.1
977	25.11.2020	2:00:21	23.5	94.4	22.5
978	25.11.2020	3:00:21	23.0	93.2	21.8
979	25.11.2020	4:00:21	22.7	91.9	21.3
980	25.11.2020	5:00:21	22.4	92.9	21.1
981	25.11.2020	6:00:21	23.1	92.9	21.8
982	25.11.2020	7:00:21	23.9	89.6	22.0
983	25.11.2020	8:00:21	26.9	78.6	22.8
984	25.11.2020	9:00:21	28.9	68.6	22.5
985	25.11.2020	10:00:21	29.6	68.8	23.2
986	25.11.2020	11:00:21	30.9	59.0	21.9
987	25.11.2020	12:00:21	28.9	72.4	23.4
988	25.11.2020	13:00:21	29.3	71.3	23.5
989	25.11.2020	14:00:21	28.6	74.2	23.5
990	25.11.2020	15:00:21	27.6	77.4	23.2
991	25.11.2020	16:00:21	26.3	82.1	22.9
992	25.11.2020	17:00:21	26.1	85.3	23.4
993	25.11.2020	18:00:21	24.9	88.5	22.8
994	25.11.2020	19:00:21	25.0	82.3	21.7
995	25.11.2020	20:00:21	24.7	86.2	22.2
996	25.11.2020	21:00:21	24.7	88.1	22.5
997	25.11.2020	22:00:21	24.1	89.8	22.3
998	25.11.2020	23:00:21	23.6	92.1	22.2
999	26.11.2020	0:00:21	23.7	92.1	22.3
1000	26.11.2020	1:00:21	24.1	87.9	21.9
1001	08.12.2020	6:00:22	21.9	84.4	19.1
1002	08.12.2020	7:00:22	24	82.9	20.9
1003	08.12.2020	8:00:22	27.5	73.2	22.2
1004	08.12.2020	9:00:22	29.6	62.8	21.7
1005	08.12.2020	10:00:22	29.5	66.7	22.6
1006	08.12.2020	11:00:22	29.8	59.7	21.1
1007	08.12.2020	12:00:22	29.1	65.7	22
1008	08.12.2020	13:00:22	29.7	64.8	22.3
1009	08.12.2020	14:00:22	29.4	66.1	22.4
1010	08.12.2020	15:00:22	28.7	70.5	22.7

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1011	08.12.2020	16:00:22	27.7	77.2	23.3
1012	08.12.2020	17:00:22	26.3	84	23.3
1013	08.12.2020	18:00:22	25.6	87.9	23.4
1014	08.12.2020	19:00:22	24.6	90.9	23
1015	08.12.2020	20:00:22	24.1	92.8	22.8
1016	08.12.2020	21:00:22	23.7	93.6	22.6
1017	08.12.2020	22:00:22	23.4	94.3	22.4
1018	08.12.2020	23:00:22	23	94.1	21.9
1019	09.12.2020	0:00:22	23	91.9	21.6
1020	09.12.2020	1:00:22	23.3	85.4	20.7
1021	09.12.2020	2:00:22	22.9	84.6	20.1
1022	09.12.2020	3:00:22	22.6	84.7	19.8
1023	09.12.2020	4:00:22	22.5	82.8	19.4
1024	09.12.2020	5:00:22	22.2	86.4	19.8
1025	09.12.2020	6:00:22	22.5	84.4	19.7
1026	09.12.2020	7:00:22	23.9	80.4	20.3
1027	09.12.2020	8:00:22	27.7	67.3	21
1028	09.12.2020	9:00:22	27.6	71.4	21.9
1029	09.12.2020	10:00:22	26.6	77.8	22.4
1030	09.12.2020	11:00:22	27.3	74.4	22.3
1031	09.12.2020	12:00:22	29.6	64.2	22.1
1032	09.12.2020	13:00:22	28.4	71.6	22.7
1033	09.12.2020	14:00:22	29.8	65.9	22.7
1034	09.12.2020	15:00:22	28.9	71.3	23.1
1035	09.12.2020	16:00:22	26.4	81.5	22.9
1036	09.12.2020	17:00:22	24.9	86.3	22.4
1037	09.12.2020	18:00:22	24.3	88.8	22.3
1038	09.12.2020	19:00:22	23.7	91	22.1
1039	09.12.2020	20:00:22	23.7	91.4	22.2
1040	09.12.2020	21:00:22	23.1	92	21.7
1041	09.12.2020	22:00:22	22.8	92.9	21.5
1042	09.12.2020	23:00:22	22.5	93.5	21.3
1043	10.12.2020	0:00:22	22.9	93.1	21.7
1044	10.12.2020	1:00:22	22.8	92.2	21.4
1045	10.12.2020	2:00:22	22.8	91.8	21.3
1046	10.12.2020	3:00:22	22.5	93.8	21.4
1047	10.12.2020	4:00:22	22.5	93	21.3
1048	10.12.2020	5:00:22	22.1	91.6	20.6
1049	10.12.2020	6:00:22	22.7	86.5	20.3
1050	10.12.2020	7:00:22	24.7	80.5	21.1
1051	10.12.2020	8:00:22	27.9	69.7	21.8
1052	10.12.2020	9:00:22	29.2	66.1	22.2
1053	10.12.2020	10:00:22	29.1	65.9	22
1054	10.12.2020	11:00:22	29.5	64.3	22
1055	10.12.2020	12:00:22	29.6	65.2	22.3
1056	10.12.2020	13:00:22	29.2	70.4	23.2
1057	10.12.2020	14:00:22	28.8	71.5	23.1
1058	10.12.2020	15:00:22	27.8	74.1	22.7
1059	10.12.2020	16:00:22	26.4	81.5	22.9
1060	10.12.2020	17:00:22	25.2	87.3	22.9
1061	10.12.2020	18:00:22	25.2	87.8	23
1062	10.12.2020	19:00:22	25.1	89	23.1
1063	10.12.2020	20:00:22	24.6	89.7	22.7
1064	10.12.2020	21:00:22	24	88.5	21.9
1065	10.12.2020	22:00:22	23.6	89.8	21.8
1066	10.12.2020	23:00:22	23.4	89.9	21.6
1067	11.12.2020	0:00:22	23.6	89.5	21.7
1068	11.12.2020	1:00:22	23.3	90.3	21.6
1069	11.12.2020	2:00:22	23.3	91.3	21.8
1070	11.12.2020	3:00:22	22.9	91.8	21.4

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1071	11.12.2020	4:00:22	22.8	93.5	21.6
1072	11.12.2020	5:00:22	22.7	94.9	21.8
1073	11.12.2020	6:00:22	23.3	94.6	22.3
1074	11.12.2020	7:00:22	23.9	91.7	22.4
1075	11.12.2020	8:00:22	24.7	87.9	22.5
1076	11.12.2020	9:00:22	25.9	83.1	22.8
1077	11.12.2020	10:00:22	28.5	70.8	22.6
1078	11.12.2020	11:00:22	28	70.8	22.1
1079	11.12.2020	12:00:22	28.4	70.8	22.5
1080	11.12.2020	13:00:22	27.7	72.5	22.3
1081	11.12.2020	14:00:22	27.2	76.5	22.7
1082	11.12.2020	15:00:22	26.9	76.2	22.3
1083	11.12.2020	16:00:22	25.9	81.3	22.4
1084	11.12.2020	17:00:22	25.3	82.5	22.1
1085	11.12.2020	18:00:22	24.7	84.7	21.9
1086	11.12.2020	19:00:22	24.3	87.9	22.1
1087	11.12.2020	20:00:22	24.4	89	22.4
1088	11.12.2020	21:00:22	24	90.3	22.3
1089	11.12.2020	22:00:22	23.7	91.7	22.2
1090	11.12.2020	23:00:22	23.4	91.5	21.9
1091	12.12.2020	0:00:22	23	91	21.4
1092	12.12.2020	1:00:22	22.6	91.3	21.1
1093	12.12.2020	2:00:22	22.5	88.9	20.5
1094	12.12.2020	3:00:22	22.5	85.6	19.9
1095	12.12.2020	4:00:22	22.6	82.4	19.4
1096	12.12.2020	5:00:22	22.7	83	19.6
1097	12.12.2020	6:00:22	22.9	83.6	19.9
1098	12.12.2020	7:00:22	24	83.8	21
1099	12.12.2020	8:00:22	26.4	71.8	20.8
1100	12.12.2020	9:00:22	28.4	67	21.6
1101	12.12.2020	10:00:22	31.4	57.8	22
1102	12.12.2020	11:00:22	31.8	52.4	20.8
1103	12.12.2020	12:00:22	30.2	63.8	22.5
1104	12.12.2020	13:00:22	29.3	66.9	22.5
1105	12.12.2020	14:00:22	28.6	71.1	22.8
1106	12.12.2020	15:00:22	28.2	73.1	22.9
1107	12.12.2020	16:00:22	27	77.7	22.7
1108	12.12.2020	17:00:22	26.2	81	22.6
1109	12.12.2020	18:00:22	25.1	85	22.3
1110	12.12.2020	19:00:22	24.3	88.5	22.2
1111	12.12.2020	20:00:22	23.7	90.3	22
1112	12.12.2020	21:00:22	23.5	90.8	21.9
1113	12.12.2020	22:00:22	22.8	91	21.2
1114	12.12.2020	23:00:22	22.6	91.5	21.1
1115	13.12.2020	0:00:22	22	91.6	20.5
1116	13.12.2020	1:00:22	21.7	88.7	19.7
1117	13.12.2020	2:00:22	21.6	84.7	18.9
1118	13.12.2020	3:00:22	21.4	80.5	17.9
1119	13.12.2020	4:00:22	21.2	76.7	16.9
1120	13.12.2020	5:00:22	21	72.8	15.9
1121	13.12.2020	6:00:22	21.2	74.6	16.5
1122	13.12.2020	7:00:22	23.6	68.2	17.3
1123	13.12.2020	8:00:22	26.5	65.2	19.4
1124	13.12.2020	9:00:22	30.9	49.8	19.1
1125	13.12.2020	10:00:22	31.3	46.2	18.3
1126	13.12.2020	11:00:22	31.5	48.8	19.4
1127	13.12.2020	12:00:22	31.4	46.7	18.6
1128	13.12.2020	13:00:22	31.5	44.2	17.8
1129	13.12.2020	14:00:22	31.1	43.8	17.3
1130	13.12.2020	15:00:22	30	46.8	17.3

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1131	13.12.2020	16:00:22	28.9	46.9	16.4
1132	13.12.2020	17:00:22	26.4	72.8	21.1
1133	13.12.2020	18:00:22	25.1	77.4	20.8
1134	13.12.2020	19:00:22	23.8	82.2	20.5
1135	13.12.2020	20:00:22	23.1	82.4	19.9
1136	13.12.2020	21:00:22	22.5	83.6	19.5
1137	13.12.2020	22:00:22	22.3	82.6	19.1
1138	13.12.2020	23:00:22	22.3	78.8	18.4
1139	14.12.2020	0:00:22	21.9	77.9	17.8
1140	14.12.2020	1:00:22	21.6	79.7	17.9
1141	14.12.2020	2:00:22	20.8	81.8	17.5
1142	14.12.2020	3:00:22	21	77.8	16.9
1143	14.12.2020	4:00:22	20.8	75.6	16.3
1144	14.12.2020	5:00:22	20.7	78.1	16.7
1145	14.12.2020	6:00:22	21.8	74	16.9
1146	14.12.2020	7:00:22	23.2	75.8	18.6
1147	14.12.2020	8:00:22	24.7	73.1	19.5
1148	14.12.2020	9:00:22	26.3	70.2	20.4
1149	14.12.2020	10:00:22	28.8	58.3	19.7
1150	14.12.2020	11:00:22	30.3	57.3	20.9
1151	14.12.2020	12:00:22	31	52.8	20.2
1152	14.12.2020	13:00:22	30.3	59.2	21.4
1153	14.12.2020	14:00:22	30.1	61.9	21.9
1154	14.12.2020	15:00:22	28.5	65.2	21.3
1155	14.12.2020	16:00:22	27.5	70.8	21.7
1156	14.12.2020	17:00:22	26.4	77.1	22
1157	14.12.2020	18:00:22	26	79.3	22.1
1158	14.12.2020	19:00:22	24.8	84	21.9
1159	14.12.2020	20:00:22	24.1	86.2	21.6
1160	14.12.2020	21:00:22	23.8	85.9	21.2
1161	14.12.2020	22:00:22	23.4	87.2	21.1
1162	14.12.2020	23:00:22	23.1	87.5	20.9
1163	15.12.2020	0:00:22	22.9	88.9	20.9
1164	15.12.2020	1:00:22	22.9	88.1	20.8
1165	15.12.2020	2:00:22	23	87.9	20.8
1166	15.12.2020	3:00:22	23	83.9	20.1
1167	15.12.2020	4:00:22	22.9	83	19.8
1168	15.12.2020	5:00:22	22.6	84.8	19.9
1169	15.12.2020	6:00:22	23	83	19.9
1170	15.12.2020	7:00:22	24.8	73.4	19.7
1171	15.12.2020	8:00:22	26.3	76.9	21.9
1172	15.12.2020	9:00:22	28	71.2	22.2
1173	15.12.2020	10:00:22	29.2	67.4	22.5
1174	15.12.2020	11:00:22	28.7	72	23.1
1175	15.12.2020	12:00:22	29	70	22.9
1176	15.12.2020	13:00:22	28.9	72.2	23.3
1177	15.12.2020	14:00:22	28.6	69.9	22.5
1178	15.12.2020	15:00:22	27.9	72.4	22.4
1179	15.12.2020	16:00:22	26.8	76	22.2
1180	15.12.2020	17:00:22	25.7	80.7	22.1
1181	15.12.2020	18:00:22	24.6	84.9	21.8
1182	15.12.2020	19:00:22	24.3	85.8	21.7
1183	15.12.2020	20:00:22	24	88.6	21.9
1184	15.12.2020	21:00:22	23.5	90	21.7
1185	15.12.2020	22:00:22	23.2	91.4	21.7
1186	15.12.2020	23:00:22	23.1	91.4	21.6
1187	16.12.2020	0:00:22	23.2	86.4	20.8
1188	16.12.2020	1:00:22	22.7	86.7	20.3
1189	16.12.2020	2:00:22	22	85.8	19.5
1190	16.12.2020	3:00:22	21.9	85.6	19.3

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1191	16.12.2020	4:00:22	21.9	85.2	19.3
1192	16.12.2020	5:00:22	21.5	87.8	19.3
1193	16.12.2020	6:00:22	22.4	82.4	19.2
1194	16.12.2020	7:00:22	24.6	80.1	20.9
1195	16.12.2020	8:00:22	25.3	81.7	21.9
1196	16.12.2020	9:00:22	26.6	72.9	21.3
1197	16.12.2020	10:00:22	30.2	59.2	21.3
1198	16.12.2020	11:00:22	27.8	65.9	20.8
1199	16.12.2020	12:00:22	28.2	71.2	22.4
1200	16.12.2020	13:00:22	29.4	65.1	22.1
1201	16.12.2020	14:00:22	29.1	64.3	21.6
1202	16.12.2020	15:00:22	28	72	22.4
1203	16.12.2020	16:00:22	27.1	71.7	21.5
1204	16.12.2020	17:00:22	26	79.8	22.2
1205	16.12.2020	18:00:22	25.5	83.5	22.4
1206	16.12.2020	19:00:22	25	85	22.2
1207	16.12.2020	20:00:22	24.2	85	21.5
1208	16.12.2020	21:00:22	24.1	84.7	21.3
1209	16.12.2020	22:00:22	24	86.1	21.5
1210	16.12.2020	23:00:22	23.4	86.9	21
1211	17.12.2020	0:00:22	22.8	88.7	20.8
1212	17.12.2020	1:00:22	22.4	89.5	20.5
1213	17.12.2020	2:00:22	22.6	86.5	20.2
1214	17.12.2020	3:00:22	21.9	86.2	19.4
1215	17.12.2020	4:00:22	21.8	85.7	19.2
1216	17.12.2020	5:00:22	21.5	83	18.4
1217	17.12.2020	6:00:22	22.3	82.9	19.2
1218	17.12.2020	7:00:22	23.5	81.4	20.1
1219	17.12.2020	8:00:22	26.3	75.2	21.5
1220	17.12.2020	9:00:22	31.7	52	20.6
1221	17.12.2020	10:00:22	32.4	49.9	20.6
1222	17.12.2020	11:00:22	31.8	50	20
1223	17.12.2020	12:00:22	31.6	49.5	19.7
1224	17.12.2020	13:00:22	31.3	50.9	19.9
1225	17.12.2020	14:00:22	29.6	56	19.8
1226	17.12.2020	15:00:22	28.1	58.2	19.1
1227	17.12.2020	16:00:22	27.7	60	19.2
1228	17.12.2020	17:00:22	26.1	70.1	20.2
1229	17.12.2020	18:00:22	24.9	74.6	20
1230	17.12.2020	19:00:22	24.2	77.9	20
1231	17.12.2020	20:00:22	23.5	78.8	19.6
1232	17.12.2020	21:00:22	22.8	81.4	19.4
1233	17.12.2020	22:00:22	22.6	82.9	19.5
1234	17.12.2020	23:00:22	22.5	83.5	19.5
1235	18.12.2020	0:00:22	22.6	78.5	18.6
1236	18.12.2020	1:00:22	22.5	78.7	18.6
1237	18.12.2020	2:00:22	22.3	78.3	18.3
1238	18.12.2020	3:00:22	22.3	78.3	18.3
1239	18.12.2020	4:00:22	22	81.1	18.6
1240	18.12.2020	5:00:22	21.2	84.3	18.4
1241	18.12.2020	6:00:22	21.7	84.7	19
1242	18.12.2020	7:00:22	23.7	75.9	19.1
1243	18.12.2020	8:00:22	26.2	74.3	21.2
1244	18.12.2020	9:00:22	29.2	66	22.1
1245	18.12.2020	10:00:22	30.7	55.9	20.8
1246	18.12.2020	11:00:22	29.1	59.3	20.3
1247	18.12.2020	12:00:22	29.5	59	20.6
1248	18.12.2020	13:00:22	30	55.5	20.1
1249	18.12.2020	14:00:22	29.7	53.4	19.2
1250	18.12.2020	15:00:22	29.3	65.2	22

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1251	18.12.2020	16:00:22	27.2	74.8	22.3
1252	18.12.2020	17:00:22	26.2	79.9	22.4
1253	18.12.2020	18:00:22	24.8	83.9	21.8
1254	18.12.2020	19:00:22	23.7	82.8	20.5
1255	18.12.2020	20:00:22	23	85.6	20.4
1256	18.12.2020	21:00:22	22.9	86.3	20.4
1257	18.12.2020	22:00:22	22.9	86.9	20.6
1258	18.12.2020	23:00:22	22.6	86.9	20.3
1259	19.12.2020	0:00:22	22.5	85.7	19.9
1260	19.12.2020	1:00:22	22.8	80.8	19.3
1261	19.12.2020	2:00:22	22.6	79.7	18.9
1262	19.12.2020	3:00:22	22.1	81.9	18.8
1263	19.12.2020	4:00:22	21.3	83.9	18.4
1264	19.12.2020	5:00:22	20.6	87.1	18.3
1265	19.12.2020	6:00:22	21.7	83.9	18.8
1266	19.12.2020	7:00:22	23.8	77.3	19.5
1267	19.12.2020	8:00:22	25.8	75	21
1268	19.12.2020	9:00:22	27.5	64.9	20.3
1269	19.12.2020	10:00:22	28.5	63.5	20.8
1270	19.12.2020	11:00:22	27.9	62.9	20.1
1271	19.12.2020	12:00:22	29.4	64.9	22.1
1272	19.12.2020	13:00:22	29.2	67.1	22.4
1273	19.12.2020	14:00:22	28.6	68	22.1
1274	19.12.2020	15:00:22	26.6	76.5	22.1
1275	19.12.2020	16:00:22	25.8	77.3	21.5
1276	19.12.2020	17:00:22	25	80.5	21.4
1277	19.12.2020	18:00:22	24.8	80.8	21.2
1278	19.12.2020	19:00:22	24.3	83.7	21.3
1279	19.12.2020	20:00:22	23.9	85.8	21.3
1280	19.12.2020	21:00:22	23.1	87.5	20.9
1281	19.12.2020	22:00:22	22.9	86.4	20.5
1282	19.12.2020	23:00:22	22.6	86	20.1
1283	20.12.2020	0:00:22	22.3	83.3	19.3
1284	20.12.2020	1:00:22	21.9	79.4	18.1
1285	20.12.2020	2:00:22	21.7	78.8	17.8
1286	20.12.2020	3:00:22	20.9	82.2	17.7
1287	20.12.2020	4:00:22	19.9	86.4	17.5
1288	20.12.2020	5:00:22	19.9	86.3	17.5
1289	20.12.2020	6:00:22	20.7	82.6	17.6
1290	20.12.2020	7:00:22	22.2	79.5	18.4
1291	20.12.2020	8:00:22	25.3	71.8	19.8
1292	20.12.2020	9:00:22	29.7	58.8	20.7
1293	20.12.2020	10:00:22	30	58.5	20.9
1294	20.12.2020	11:00:22	29.7	57.4	20.3
1295	20.12.2020	12:00:22	29.4	57.3	20
1296	20.12.2020	13:00:22	29.8	58.5	20.7
1297	20.12.2020	14:00:22	29.5	54.9	19.4
1298	20.12.2020	15:00:22	29.4	55.2	19.4
1299	20.12.2020	16:00:22	27.8	58.8	18.9
1300	20.12.2020	17:00:22	26.5	71.1	20.8
1301	20.12.2020	18:00:22	24.7	78.6	20.7
1302	20.12.2020	19:00:22	23.8	82.1	20.5
1303	20.12.2020	20:00:22	22.9	84.3	20.1
1304	20.12.2020	21:00:22	22.8	84	19.9
1305	20.12.2020	22:00:22	22	85.1	19.3
1306	20.12.2020	23:00:22	21.6	85.2	19
1307	21.12.2020	0:00:22	21.6	85	18.9
1308	21.12.2020	1:00:22	21.6	84.7	18.9
1309	21.12.2020	2:00:22	21.6	83.5	18.6
1310	21.12.2020	3:00:22	21.7	79.8	18

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1311	21.12.2020	4:00:22	21.6	80.2	18
1312	21.12.2020	5:00:22	21.1	82	17.9
1313	21.12.2020	6:00:22	21.9	79.2	18.1
1314	21.12.2020	7:00:22	23.8	74.1	18.9
1315	21.12.2020	8:00:22	26.5	69	20.3
1316	21.12.2020	9:00:22	30.1	57.9	20.8
1317	21.12.2020	10:00:22	31.9	50.2	20.2
1318	21.12.2020	11:00:22	32.3	46.6	19.4
1319	21.12.2020	12:00:22	32.1	49.5	20.1
1320	21.12.2020	13:00:22	32	45.9	18.8
1321	21.12.2020	14:00:22	30.3	62.3	22.2
1322	21.12.2020	15:00:22	29	63.7	21.4
1323	21.12.2020	16:00:22	27.6	69.7	21.5
1324	21.12.2020	17:00:22	26.2	76.3	21.6
1325	21.12.2020	18:00:22	25.3	80.8	21.7
1326	21.12.2020	19:00:22	24.6	83.3	21.5
1327	21.12.2020	20:00:22	24.1	84.9	21.3
1328	21.12.2020	21:00:22	23.5	86.4	21
1329	21.12.2020	22:00:22	23.2	87.7	21
1330	21.12.2020	23:00:22	22.8	87.2	20.5
1331	22.12.2020	0:00:22	22.7	87.3	20.4
1332	22.12.2020	1:00:22	22.4	86.5	20
1333	22.12.2020	2:00:22	22.3	85.8	19.8
1334	22.12.2020	3:00:22	22.4	80.6	18.8
1335	22.12.2020	4:00:22	22.2	82.3	19
1336	22.12.2020	5:00:22	22	81.6	18.7
1337	22.12.2020	6:00:22	22.3	82.1	19
1338	22.12.2020	7:00:22	24	76.3	19.5
1339	22.12.2020	8:00:22	26.3	70.3	20.4
1340	22.12.2020	9:00:22	29.7	62.3	21.7
1341	22.12.2020	10:00:22	32.2	54	21.7
1342	22.12.2020	11:00:22	32.1	56.4	22.3
1343	22.12.2020	12:00:22	31.1	60.8	22.6
1344	22.12.2020	13:00:22	30.6	63.4	22.8
1345	22.12.2020	14:00:22	29.9	65.7	22.7
1346	22.12.2020	15:00:22	29.6	66.6	22.7
1347	22.12.2020	16:00:22	28.4	70.7	22.5
1348	22.12.2020	17:00:22	27.1	75.5	22.3
1349	22.12.2020	18:00:22	26.4	78.9	22.4
1350	22.12.2020	19:00:22	25.3	83.3	22.2
1351	22.12.2020	20:00:22	24.8	85.9	22.2
1352	22.12.2020	21:00:22	24.9	84.9	22.1
1353	22.12.2020	22:00:22	24.6	85.7	22
1354	22.12.2020	23:00:22	24.2	86.7	21.8
1355	23.12.2020	0:00:22	23.8	85.7	21.2
1356	23.12.2020	1:00:22	23.5	85.9	21
1357	23.12.2020	2:00:22	23.8	88.1	21.7
1358	23.12.2020	3:00:22	23.9	87.6	21.7
1359	23.12.2020	4:00:22	23.9	88.8	21.9
1360	23.12.2020	5:00:22	23.5	87.5	21.3
1361	23.12.2020	6:00:22	23.3	83.8	20.4
1362	23.12.2020	7:00:22	24.7	75.9	20.1
1363	23.12.2020	8:00:22	26.9	73.6	21.7
1364	23.12.2020	9:00:22	31.5	64	23.8
1365	23.12.2020	10:00:22	31.2	63.2	23.3
1366	23.12.2020	11:00:22	30.2	60	21.5
1367	23.12.2020	12:00:22	30.5	64.1	22.9
1368	23.12.2020	13:00:22	30	57.2	20.6
1369	23.12.2020	14:00:22	28.9	70.5	22.9
1370	23.12.2020	15:00:22	27.9	73.7	22.7

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1371	23.12.2020	16:00:22	26.6	77.5	22.3
1372	23.12.2020	17:00:22	25.6	82	22.2
1373	23.12.2020	18:00:22	25.4	85.1	22.7
1374	23.12.2020	19:00:22	25.4	86.1	22.9
1375	23.12.2020	20:00:22	25.2	87.6	22.9
1376	23.12.2020	21:00:22	24.7	88.5	22.6
1377	23.12.2020	22:00:22	24.6	89.3	22.7
1378	23.12.2020	23:00:22	24.1	90	22.3
1379	24.12.2020	0:00:22	23.9	89.8	22.1
1380	24.12.2020	1:00:22	23.6	90.6	21.9
1381	24.12.2020	2:00:22	23.4	90.5	21.7
1382	24.12.2020	3:00:22	22.8	90.6	21.1
1383	24.12.2020	4:00:22	23	92.1	21.6
1384	24.12.2020	5:00:22	23.1	92.5	21.8
1385	24.12.2020	6:00:22	23.2	92.4	21.8
1386	24.12.2020	7:00:22	24	89.8	22.2
1387	24.12.2020	8:00:22	25	84.2	22.1
1388	24.12.2020	9:00:22	25.2	84.5	22.3
1389	24.12.2020	10:00:22	28.1	66.1	21.1
1390	24.12.2020	11:00:22	28.7	64.7	21.3
1391	24.12.2020	12:00:22	25.9	79.5	22
1392	24.12.2020	13:00:22	25.1	81.4	21.6
1393	24.12.2020	14:00:22	25.4	78.6	21.4
1394	24.12.2020	15:00:22	25.8	78.4	21.7
1395	24.12.2020	16:00:22	25.2	81.4	21.7
1396	24.12.2020	17:00:22	24.2	85.1	21.5
1397	24.12.2020	18:00:22	23.5	87.6	21.3
1398	24.12.2020	19:00:22	23	89.5	21.1
1399	24.12.2020	20:00:22	22.2	90.7	20.6
1400	24.12.2020	21:00:22	21.9	91.5	20.4
1401	24.12.2020	22:00:22	21.8	91.6	20.3
1402	24.12.2020	23:00:22	22	89	20.1
1403	25.12.2020	0:00:22	21.7	88.8	19.7
1404	25.12.2020	1:00:22	21.1	90.3	19.4
1405	25.12.2020	2:00:22	21.3	89.6	19.5
1406	25.12.2020	3:00:22	21.8	86.9	19.5
1407	25.12.2020	4:00:22	21.3	88.6	19.3
1408	25.12.2020	5:00:22	21	90.1	19.3
1409	25.12.2020	6:00:22	21.8	89.2	19.9
1410	25.12.2020	7:00:22	24.2	81.9	20.9
1411	25.12.2020	8:00:22	26.7	70.6	20.9
1412	25.12.2020	9:00:22	31.4	55.1	21.2
1413	25.12.2020	10:00:22	32.3	52.6	21.3
1414	25.12.2020	11:00:22	29.2	62.7	21.3
1415	25.12.2020	12:00:22	28.3	65.6	21.2
1416	25.12.2020	13:00:22	28.7	66.7	21.8
1417	25.12.2020	14:00:22	28.4	65.8	21.3
1418	25.12.2020	15:00:22	28.4	66.7	21.6
1419	25.12.2020	16:00:22	26.5	74.7	21.6
1420	25.12.2020	17:00:22	25.3	80.3	21.6
1421	25.12.2020	18:00:22	24.4	84.4	21.5
1422	25.12.2020	19:00:22	23.7	86.9	21.3
1423	25.12.2020	20:00:22	23.3	88.3	21.2
1424	25.12.2020	21:00:22	23	88.8	21
1425	25.12.2020	22:00:22	22.7	89.4	20.8
1426	25.12.2020	23:00:22	22.8	89.5	20.9
1427	26.12.2020	0:00:22	22.9	88.3	20.8
1428	26.12.2020	1:00:22	22.5	89.3	20.6
1429	26.12.2020	2:00:22	22.2	90.3	20.5
1430	26.12.2020	3:00:22	21.8	90.2	20.1



NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1431	26.12.2020	4:00:22	22	87.7	19.8
1432	26.12.2020	5:00:22	22	87.1	19.7
1433	26.12.2020	6:00:22	21.6	93.8	20.5
1434	26.12.2020	7:00:22	22.5	93.4	21.3
1435	26.12.2020	8:00:22	23.8	89.8	22
1436	26.12.2020	9:00:22	23.8	91.5	22.3
1437	26.12.2020	10:00:22	28.5	72.5	23
1438	26.12.2020	11:00:22	26.5	79.1	22.5
1439	26.12.2020	12:00:22	28.1	73.8	22.9
1440	26.12.2020	13:00:22	28.2	72.6	22.8
1441	26.12.2020	14:00:22	27.3	71.9	21.7
1442	26.12.2020	15:00:22	25.8	79	21.8
1443	26.12.2020	16:00:22	25.2	83	22.1
1444	26.12.2020	17:00:22	24.2	87.1	21.9
1445	26.12.2020	18:00:22	24.1	89.5	22.2
1446	26.12.2020	19:00:22	23.8	90.5	22.1
1447	26.12.2020	20:00:22	23.8	90.6	22.1
1448	26.12.2020	21:00:22	23.6	90.1	21.8
1449	26.12.2020	22:00:22	23.3	89.2	21.4
1450	26.12.2020	23:00:22	22.8	88.8	20.8
1451	27.12.2020	0:00:22	22.3	89.3	20.4
1452	27.12.2020	1:00:22	22.7	87.2	20.4
1453	27.12.2020	2:00:22	22.7	87	20.4
1454	27.12.2020	3:00:22	22.6	87.4	20.3
1455	27.12.2020	4:00:22	22.2	90.4	20.5
1456	27.12.2020	5:00:22	22.3	91.7	20.8
1457	27.12.2020	6:00:22	22.6	92.3	21.2
1458	27.12.2020	7:00:22	22.9	91	21.3
1459	27.12.2020	8:00:22	23.5	88.1	21.4
1460	27.12.2020	9:00:22	23.2	89.9	21.4
1461	27.12.2020	10:00:22	23.6	88.2	21.5
1462	27.12.2020	11:00:22	23.2	91.6	21.7
1463	27.12.2020	12:00:22	25.4	86.4	22.9
1464	27.12.2020	13:00:22	25.9	82.8	22.7
1465	27.12.2020	14:00:22	27.2	73.2	21.9
1466	27.12.2020	15:00:22	26.7	73.7	21.6
1467	27.12.2020	16:00:22	25.9	77.2	21.5
1468	27.12.2020	17:00:22	23.8	86.7	21.4
1469	27.12.2020	18:00:22	23	90.6	21.3
1470	27.12.2020	19:00:22	22.8	90	21
1471	27.12.2020	20:00:22	22.8	89.5	20.9
1472	27.12.2020	21:00:22	22.5	89.9	20.7
1473	27.12.2020	22:00:22	22.3	91.6	20.8
1474	27.12.2020	23:00:22	21.9	91.4	20.4
1475	28.12.2020	0:00:22	21.9	91.8	20.5
1476	28.12.2020	1:00:22	21.7	91.4	20.2
1477	28.12.2020	2:00:22	21.2	91.6	19.7
1478	28.12.2020	3:00:22	21.1	90.8	19.5
1479	28.12.2020	4:00:22	21	90.8	19.4
1480	28.12.2020	5:00:22	20.6	92	19.2
1481	28.12.2020	6:00:22	21.3	92.1	19.9
1482	28.12.2020	7:00:22	23.7	83.8	20.7
1483	28.12.2020	8:00:22	26.1	74.6	21.2
1484	28.12.2020	9:00:22	30.7	61	22.3
1485	28.12.2020	10:00:22	31.8	53.2	21
1486	28.12.2020	11:00:22	31.8	54.1	21.3
1487	28.12.2020	12:00:22	30.7	59.5	21.8
1488	28.12.2020	13:00:22	29.7	61.2	21.4
1489	28.12.2020	14:00:22	29.6	62.1	21.5
1490	28.12.2020	15:00:22	28.6	62.3	20.6

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1491	28.12.2020	16:00:22	27.2	66.7	20.4
1492	28.12.2020	17:00:22	26.2	73.6	21.1
1493	28.12.2020	18:00:22	24.9	79	21
1494	28.12.2020	19:00:22	24.2	82.3	20.9
1495	28.12.2020	20:00:22	24.1	82.4	20.9
1496	28.12.2020	21:00:22	23.6	84.3	20.7
1497	28.12.2020	22:00:22	23.5	83.8	20.5
1498	28.12.2020	23:00:22	23.4	83	20.3
1499	29.12.2020	0:00:22	23	85	20.3
1500	29.12.2020	1:00:22	22.7	85.5	20.1

**Anexo 2** Valores registrados de las variaciones de masa de los recipientes en kilogramos.

Fecha	Hora	Masa de los recipientes en kilogramos						
		Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Vegetación 4	Vegetación 5	Vegetación 6	Agua
7/10/2020	6:00 a. m.	8,048	7,647	8,517	10,524	10,511	10,319	5,482
	10:00 a. m.	7,983	7,596	8,46	10,459	10,446	10,251	5,442
	2:00 p. m.	7,939	7,525	8,395	10,357	10,367	10,172	5,394
	6:00 p. m.	7,952	7,559	8,419	10,376	10,377	10,180	5,374
8/10/2020	6:00 a. m.	8,003	7,603	8,471	10,422	10,415	10,229	5,364
	10:00 a. m.	7,944	7,540	8,400	10,348	10,340	10,157	5,322
	2:00 p. m.	7,932	7,532	8,395	10,304	10,297	10,115	5,289
	6:00 p. m.	7,998	7,594	8,466	10,373	10,369	10,184	5,290
9/10/2020	6:00 a. m.	8,081	7,677	8,542	10,443	10,441	10,258	5,340
	10:00 a. m.	8,089	7,680	8,552	10,453	10,455	10,272	5,345
	2:00 p. m.	8,028	7,635	8,502	10,349	10,360	10,189	5,277
	6:00 p. m.	8,012	7,616	8,484	10,315	10,330	10,160	5,217
10/10/2020	6:00 a. m.	7,984	7,590	8,454	10,271	10,286	10,118	5,156
	10:00 a. m.	8,002	7,604	8,473	10,288	10,300	10,136	5,161
	2:00 p. m.	7,975	7,581	8,451	10,179	10,210	10,049	5,094
	6:00 p. m.	7,894	7,515	8,377	10,075	10,106	9,949	4,998
11/10/2020	6:00 a. m.	7,945	7,553	8,417	10,099	10,130	9,974	4,970
	10:00 a. m.	7,951	7,556	8,420	10,104	10,131	9,974	4,958
	2:00 p. m.	7,917	7,529	8,393	9,979	10,013	9,870	4,875
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
12/10/2020	6:00 a. m.	7,949	7,561	8,421	9,990	10,026	9,879	4,824
	10:00 a. m.	7,867	7,481	8,331	9,889	9,926	9,774	4,774
	2:00 p. m.	7,914	7,529	8,392	9,903	9,945	9,800	4,757
	6:00 p. m.	7,902	7,518	8,377	9,878	9,917	9,769	4,705
13/10/2020	6:00 a. m.	7,899	7,513	8,372	9,856	9,893	9,748	4,655
	10:00 a. m.	7,891	7,510	8,368	9,842	9,882	9,735	4,648
	2:00 p. m.	7,884	7,499	8,360	9,800	9,838	9,690	4,610
	6:00 p. m.	7,880	7,496	8,354	9,785	9,818	9,671	4,573
14/10/2020	6:00 a. m.	7,878	7,496	8,355	9,773	9,808	9,660	4,543
	10:00 a. m.	7,878	7,495	8,355	9,769	9,803	9,656	4,540
	2:00 p. m.	7,841	7,466	8,321	9,701	9,738	9,596	4,494
	6:00 p. m.	7,877	7,496	8,356	9,731	9,769	9,628	4,491
15/10/2020	6:00 a. m.	7,871	7,493	8,351	9,716	9,752	9,608	4,460
	10:00 a. m.	7,866	7,490	8,346	9,702	9,736	9,593	4,452
	2:00 p. m.	7,823	7,449	8,307	9,628	9,661	9,526	4,387
	6:00 p. m.	7,837	7,466	8,324	9,608	9,642	9,505	4,333
16/10/2020	6:00 a. m.	7,831	7,458	8,317	9,595	9,620	9,482	4,290
	10:00 a. m.	7,823	7,448	8,305	9,578	9,605	9,468	4,278
	2:00 p. m.	7,815	7,448	8,305	9,532	9,546	9,414	4,208
	6:00 p. m.	7,807	7,442	8,297	9,511	9,525	9,389	4,150
17/10/2020	6:00 a. m.	7,802	7,435	8,290	9,490	9,505	9,367	4,089
	10:00 a. m.	7,790	7,427	8,279	9,480	9,485	9,348	4,075
	2:00 p. m.	7,791	7,428	8,284	9,458	9,462	9,326	4,023
	6:00 p. m.	7,783	7,420	8,273	9,438	9,443	9,300	3,981
18/10/2020	6:00 a. m.	7,825	7,462	8,318	9,479	9,476	9,334	3,977
	10:00 a. m.	7,814	7,451	8,309	9,471	9,469	9,327	3,975
	2:00 p. m.	7,777	7,421	8,280	9,422	9,417	9,271	3,900
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-

19/10/2020	6:00 a. m.	8,669	8,313	9,168	10,296	10,284	10,162	3,816
	10:00 a. m.	8,660	8,298	9,156	10,288	10,280	10,150	3,815
	2:00 p. m.	8,540	8,186	9,070	10,200	10,192	10,077	3,749
	6:00 p. m.	8,530	8,177	9,064	10,200	10,191	10,085	3,732
20/10/2020	6:00 a. m.	8,496	8,148	9,036	10,179	10,170	10,063	3,694
	10:00 a. m.	8,488	8,134	9,019	10,168	10,162	10,050	3,686
	2:00 p. m.	8,4	8,06	8,957	10,098	10,087	9,996	3,630
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
21/10/2020	6:00 a. m.	8,521	8,180	9,074	10,226	10,223	10,129	3,706
	10:00 a. m.	8,508	8,167	9,062	10,212	10,212	10,116	3,700
	2:00 p. m.	8,404	8,074	8,991	10,106	10,114	10,049	3,625
	6:00 p. m.	8,367	8,038	8,955	10,085	10,103	10,032	3,589
22/10/2020	6:00 a. m.	8,335	8,001	8,92	10,063	10,071	10,010	3,547
	10:00 a. m.	8,315	7,979	8,890	10,039	10,047	9,98	3,536
	2:00 p. m.	8,257	7,917	8,834	9,938	9,953	9,924	3,461
	6:00 p. m.	8,230	7,886	8,815	9,921	9,932	9,901	3,417
23/10/2020	6:00 a. m.	8,211	7,864	8,782	9,900	9,913	9,882	3,365
	10:00 a. m.	8,206	7,859	8,776	9,894	9,906	9,875	3,361
	2:00 p. m.	8,185	7,828	8,751	9,835	9,845	9,830	3,317
	6:00 p. m.	8,176	7,808	8,732	9,816	9,826	9,802	3,281
24/10/2020	6:00 a. m.	8,567	8,200	9,133	10,220	10,242	10,225	3,576
	10:00 a. m.	8,534	8,169	9,099	10,182	10,218	10,189	3,559
	2:00 p. m.	8,474	8,113	9,051	10,135	10,155	10,149	3,526
	6:00 p. m.	8,446	8,082	9,029	10,119	10,136	10,133	3,496
25/10/2020	6:00 a. m.	8,404	8,043	8,992	10,081	10,101	10,099	3,463
	10:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	2:00 p. m.	8,355	8,001	8,947	10,040	10,065	10,064	3,436
	6:00 p. m.	8,336	7,978	8,919	10,013	10,040	10,044	3,416
26/10/2020	6:00 a. m.	8,307	7,951	8,896	10,003	10,020	10,018	3,392
	10:00 a. m.	8,299	7,940	8,877	9,983	10,008	10,001	3,392
	2:00 p. m.	8,248	7,886	8,840	9,907	9,944	9,962	3,343
	6:00 p. m.	8,244	7,885	8,829	9,905	9,944	9,959	3,319
27/10/2020	6:00 a. m.	8,472	8,114	9,06	10,148	10,188	10,206	3,494
	10:00 a. m.	8,445	8,097	9,034	10,148	10,183	10,194	3,487
	2:00 p. m.	8,406	8,056	9,001	10,103	10,143	10,164	3,459
	6:00 p. m.	8,388	8,041	8,981	10,083	10,127	10,150	3,439
28/10/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,7	8,366	9,311	10,421	10,466	10,504	3,700
	2:00 p. m.	8,688	8,343	9,284	10,402	10,447	10,472	3,685
	6:00 p. m.	8,677	8,328	9,269	10,389	10,434	10,469	3,674
29/10/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,893	8,545	9,451	10,627	10,673	10,705	3,835
	2:00 p. m.	8,796	8,456	9,366	10,550	10,595	10,616	3,782
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
5/11/2020	6:00 a. m.	8,777	8,363	9,338	11,121	10,861	10,660	6,468
	10:00 a. m.	8,666	8,254	9,215	10,985	10,728	10,535	6,456
	2:00 p. m.	8,531	8,122	9,071	10,853	10,589	10,395	6,362
	6:00 p. m.	8,487	8,08	9,023	10,819	10,562	10,366	6,298
6/11/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,549	8,142	9,093	10,919	10,661	10,458	6,307
	2:00 p. m.	8,539	8,131	9,078	10,935	10,655	10,452	6,093
	6:00 p. m.	8,525	8,119	9,061	10,926	10,648	10,444	6,075
9/11/2020	6:00 a. m.	8,418	8,014	8,942	10,855	10,586	10,381	5,928
	10:00 a. m.	8,392	7,994	8,914	10,828	10,564	10,362	5,912
	2:00 p. m.	8,301	7,911	8,827	10,738	10,470	10,272	5,844
	6:00 p. m.	8,271	7,883	8,8	10,711	10,443	10,244	5,802
10/11/2020	6:00 a. m.	8,802	8,382	9,355	11,366	11,100	10,919	6,247
	10:00 a. m.	8,789	8,367	9,337	11,35	11,085	10,902	6,242
	2:00 p. m.	8,683	8,273	9,240	11,250	10,985	10,798	6,176
	6:00 p. m.	8,652	8,244	9,21	11,226	10,960	10,772	6,136

11/11/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,754	8,339	9,344	11,306	11,025	10,803	6,203
	2:00 p. m.	8,689	8,281	9,280	11,240	10,961	10,739	6,169
	6:00 p. m.	8,654	8,248	9,247	11,213	10,935	10,711	6,135
12/11/2020	6:00 a. m.	8,655	8,249	9,247	11,216	10,939	10,716	6,128
	10:00 a. m.	8,64	8,235	9,231	11,198	10,920	10,696	6,121
	2:00 p. m.	8,534	8,128	9,124	11,089	10,812	10,586	6,056
	6:00 p. m.	8,494	8,091	9,086	11,063	10,783	10,560	6,006
13/11/2020	6:00 a. m.	8,701	8,318	9,274	11,267	11,007	10,752	6,344
	10:00 a. m.	8,687	8,305	9,259	11,248	10,989	10,734	6,336
	2:00 p. m.	8,642	8,262	9,213	11,206	10,945	10,688	6,309
	6:00 p. m.	8,620	8,246	9,198	11,197	10,938	10,681	6,290
14/11/2020	6:00 a. m.	8,615	8,237	9,186	11,187	10,926	10,672	6,272
	10:00 a. m.	8,605	8,225	9,174	11,172	10,911	10,657	6,267
	2:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
	6:00 p. m.	8,551	8,172	9,117	11,122	10,860	10,607	6,229
16/11/2020	6:00 a. m.	8,722	8,322	9,29	11,275	11,027	10,748	6,588
	10:00 a. m.	8,71	8,308	9,277	11,257	11,010	10,73	6,583
	2:00 p. m.	8,638	8,241	9,207	11,191	10,939	10,660	6,539
	6:00 p. m.	8,609	8,214	9,179	11,170	10,920	10,641	6,506
17/11/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,693	8,289	9,271	11,304	11,077	10,775	6,138
	2:00 p. m.	8,629	8,226	9,208	11,241	11,013	10,709	6,099
	6:00 p. m.	8,611	8,21	9,19	11,229	11,001	10,696	6,078
18/11/2020	6:00 a. m.	8,704	8,298	9,282	11,322	11,099	10,811	6,707
	10:00 a. m.	8,678	8,274	9,256	11,29	11,070	10,776	6,698
	2:00 p. m.	8,584	8,182	9,162	11,202	10,975	10,688	6,635
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
19/11/2020	6:00 a. m.	8,702	8,303	9,277	11,325	11,097	10,814	6,958
	10:00 a. m.	8,691	8,291	9,262	11,307	11,079	10,799	6,953
	2:00 p. m.	8,616	8,219	9,185	11,231	11,003	10,719	6,892
	6:00 p. m.	8,583	8,19	9,154	11,205	10,979	10,696	6,854
20/11/2020	6:00 a. m.	8,629	8,238	9,198	11,256	11,029	10,747	6,882
	10:00 a. m.	8,61	8,218	9,175	11,228	10,999	10,716	6,873
	2:00 p. m.	8,517	8,123	9,074	11,137	10,900	10,611	6,778
	6:00 p. m.	8,507	8,106	9,057	11,131	10,892	10,606	6,758
21/11/2020	6:00 a. m.	8,514	8,124	9,07	11,153	10,926	10,626	6,625
	10:00 a. m.	8,501	8,104	9,052	11,13	10,903	10,606	6,599
	2:00 p. m.	8,398	8,011	8,948	11,015	10,791	10,489	6,530
	6:00 p. m.	8,362	7,978	8,913	10,988	10,764	10,464	6,480
23/11/2020	6:00 a. m.	8,233	7,854	8,78	10,829	10,605	10,304	6,326
	10:00 a. m.	8,227	7,846	8,773	10,813	10,591	10,292	6,321
	2:00 p. m.	8,161	7,788	8,717	10,704	10,480	10,180	6,256
	6:00 p. m.	8,135	7,763	8,696	10,681	10,458	10,157	6,207
24/11/2020	6:00 a. m.	8,127	7,753	8,687	10,673	10,441	10,149	6,184
	10:00 a. m.	8,11	7,738	8,670	10,646	10,423	10,122	6,174
	2:00 p. m.	8,073	7,701	8,641	10,563	10,339	10,038	6,120
	6:00 p. m.	8,053	7,683	8,623	10,540	10,313	10,012	6,071
25/11/2020	6:00 a. m.	8,05	7,680	8,62	10,539	10,313	10,011	6,057
	10:00 a. m.	8,054	7,674	8,614	10,528	10,303	10,002	6,053
	2:00 p. m.	8,009	7,64	8,584	10,447	10,221	9,922	6,006
	6:00 p. m.	7,990	7,621	8,567	10,425	10,197	9,898	5,963
26/11/2020	6:00 a. m.	7,985	7,616	8,563	10,420	10,193	9,894	5,945
	10:00 a. m.	8,611	8,270	9,171	11,172	10,938	10,647	6,436
	2:00 p. m.	8,584	8,245	9,146	11,144	10,908	10,619	6,420
	6:00 p. m.	8,566	8,225	9,127	11,121	10,883	10,594	6,375
8/12/2020	6:00 a. m.	8,704	8,284	9,259	11,318	11,060	10,629	6,625
	10:00 a. m.	8,692	8,275	9,245	11,305	11,042	10,613	6,619
	2:00 p. m.	8,645	8,231	9,192	11,254	10,989	10,560	6,593
	6:00 p. m.	8,622	8,208	9,167	11,237	10,972	10,542	6,567

9/12/2020	6:00 a. m.	8,611	8,199	9,154	11,230	10,966	10,537	6,548
	10:00 a. m.	8,602	8,192	9,148	11,221	10,953	10,525	6,508
	2:00 p. m.	8,563	8,156	9,108	11,170	10,897	10,472	6,487
	6:00 p. m.	8,540	8,134	9,083	11,153	10,882	10,457	6,461
10/12/2020	6:00 a. m.	8,533	8,125	9,075	11,149	10,879	10,454	6,446
	10:00 a. m.	8,523	8,117	9,063	11,133	10,858	10,436	6,439
	2:00 p. m.	8,466	8,061	8,998	11,055	10,775	10,356	6,402
	6:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
11/12/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,436	8,037	8,971	11,034	10,755	10,338	6,357
	2:00 p. m.	8,378	7,984	8,916	10,955	10,673	10,259	6,318
	6:00 p. m.	8,351	7,960	8,890	10,935	10,654	10,241	6,286
12/12/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,330	7,940	8,867	10,913	10,634	10,222	6,260
	2:00 p. m.	8,272	7,888	8,816	10,818	10,529	10,118	6,214
	6:00 p. m.	8,246	7,865	8,795	10,793	10,502	10,093	6,172
14/12/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,124	7,749	8,699	10,587	10,289	9,885	5,970
	2:00 p. m.	8,092	7,722	8,675	10,497	10,199	9,795	5,930
	6:00 p. m.	8,073	7,703	8,662	10,466	10,166	9,767	5,884
15/12/2020	6:00 a. m.	8,063	7,692	8,654	10,459	10,160	9,760	5,860
	10:00 a. m.	8,053	7,682	8,644	10,438	10,136	9,737	5,850
	2:00 p. m.	8,031	7,661	8,627	10,375	10,074	9,678	5,818
	6:00 p. m.	8,017	7,646	8,615	10,349	10,047	9,656	5,782
16/12/2020	6:00 a. m.	8,010	7,640	8,611	10,345	10,044	9,652	5,764
	10:00 a. m.	7,989	7,617	8,586	10,309	10,007	9,621	5,658
	2:00 p. m.	7,976	7,606	8,574	10,277	9,963	9,582	5,644
	6:00 p. m.	7,955	7,589	8,560	10,256	9,942	9,562	5,612
17/12/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	7,954	7,585	8,560	10,255	9,938	9,558	5,591
	2:00 p. m.	7,927	7,559	8,537	10,151	9,835	9,475	5,544
	6:00 p. m.	7,911	7,543	8,528	10,119	9,805	9,453	5,494
18/12/2020	6:00 a. m.	7,905	7,535	8,520	10,112	9,799	9,447	5,468
	10:00 a. m.	7,902	7,531	8,515	10,104	9,790	9,441	5,463
	2:00 p. m.	7,882	7,513	8,501	10,034	9,727	9,391	5,429
	6:00 p. m.	7,871	7,503	8,493	10,016	9,713	9,382	5,397
19/12/2020	6:00 a. m.	7,866	7,494	8,487	10,013	9,709	9,377	5,377
	10:00 a. m.	7,862	7,491	8,483	10,000	9,698	9,369	5,371
	2:00 p. m.	7,892	7,471	8,466	9,925	9,637	9,325	5,337
	6:00 p. m.	7,830	7,460	8,456	9,905	9,625	9,314	5,291
21/12/2020	6:00 a. m.	8,304	7,744	8,785	10,672	10,540	10,248	5,142
	10:00 a. m.	8,296	7,734	8,775	10,750	10,528	10,241	5,135
	2:00 p. m.	8,199	7,672	8,708	10,631	10,415	10,134	5,078
	6:00 p. m.	8,161	7,645	8,676	10,595	10,382	10,103	5,017
22/12/2020	6:00 a. m.	8,150	7,636	8,665	10,588	10,372	10,095	4,997
	10:00 a. m.	8,141	7,628	8,656	10,574	10,359	10,083	4,989
	2:00 p. m.	8,092	7,596	8,620	10,466	10,252	9,980	4,939
	6:00 p. m.	8,070	7,581	8,606	10,436	10,221	9,951	4,893
23/12/2020	6:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	10:00 a. m.	8,053	7,568	8,589	10,411	10,195	9,927	4,865
	2:00 p. m.	8,020	7,543	8,567	10,329	10,114	9,847	4,823
	6:00 p. m.	8,006	7,534	8,558	10,307	10,094	9,829	4,785
28/12/2020	6:00 a. m.	11,739	11,229	11,436	10,245	10,044	9,798	7,023
	10:00 a. m.	11,728	11,222	11,429	10,231	10,032	9,788	7,020
	2:00 p. m.	11,619	11,116	11,321	10,127	9,920	9,680	6,971
	6:00 p. m.	11,565	11,065	11,261	10,096	9,891	9,645	6,914
29/12/2020	6:00 a. m.	11,547	11,048	11,250	10,088	9,883	9,644	6,884
	10:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
	2:00 p. m.	11,462	10,975	11,174	10,009	9,804	9,566	6,846
	6:00 p. m.	11,428	10,944	11,143	9,991	9,783	9,546	6,809

### Anexo 3 Valores medidos de evaporación y evapotranspiración en kilogramos.

Fecha	Hora	Masa del agua evaporada - evapotranspirada en kilogramos						
		Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Vegetación 4	Vegetación 5	Vegetación 6	Agua
7/10/2020	6 am - 10 am	0,065	0,051	0,057	0,065	0,065	0,068	0,040
	10 am - 2 pm	0,044	0,071	0,065	0,102	0,079	0,079	0,048
	2 pm - 6 pm	-0,013	-0,034	-0,024	-0,019	-0,010	-0,008	0,020
8/10/2020	6 am - 10 am	0,059	0,063	0,071	0,074	0,075	0,072	0,042
	10 am - 2 pm	0,012	0,008	0,005	0,044	0,043	0,042	0,033
	2 pm - 6 pm	-0,066	-0,062	-0,071	-0,069	-0,072	-0,069	-0,001
9/10/2020	6 am - 10 am	-0,008	-0,003	-0,010	-0,010	-0,014	-0,014	-0,005
	10 am - 2 pm	0,061	0,045	0,050	0,104	0,095	0,083	0,068
	2 pm - 6 pm	0,016	0,019	0,018	0,034	0,030	0,029	0,060
10/10/2020	6 am - 10 am	-0,018	-0,014	-0,019	-0,017	-0,014	-0,018	-0,005
	10 am - 2 pm	0,027	0,023	0,022	0,109	0,090	0,087	0,067
	2 pm - 6 pm	0,081	0,066	0,074	0,104	0,104	0,100	0,096
11/10/2020	6 am - 10 am	-0,006	-0,003	-0,003	-0,005	-0,001	0,000	0,012
	10 am - 2 pm	0,034	0,027	0,027	0,125	0,118	0,104	0,083
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
12/10/2020	6 am - 10 am	0,082	0,080	0,090	0,101	0,100	0,105	0,050
	10 am - 2 pm	-0,047	-0,048	-0,061	-0,014	-0,019	-0,026	0,017
	2 pm - 6 pm	0,012	0,011	0,015	0,025	0,028	0,031	0,052
13/10/2020	6 am - 10 am	0,008	0,003	0,004	0,014	0,011	0,013	0,007
	10 am - 2 pm	0,007	0,011	0,008	0,042	0,044	0,045	0,038
	2 pm - 6 pm	0,004	0,003	0,006	0,015	0,020	0,019	0,037
14/10/2020	6 am - 10 am	0,000	0,001	0,000	0,004	0,005	0,004	0,003
	10 am - 2 pm	0,037	0,029	0,034	0,068	0,065	0,060	0,046
	2 pm - 6 pm	-0,036	-0,030	-0,035	-0,030	-0,031	-0,032	0,003
15/10/2020	6 am - 10 am	0,005	0,003	0,005	0,014	0,016	0,015	0,008
	10 am - 2 pm	0,043	0,041	0,039	0,074	0,075	0,067	0,065
	2 pm - 6 pm	-0,014	-0,017	-0,017	0,020	0,019	0,021	0,054
16/10/2020	6 am - 10 am	0,008	0,010	0,012	0,017	0,015	0,014	0,012
	10 am - 2 pm	0,008	0,000	0,000	0,046	0,059	0,054	0,070
	2 pm - 6 pm	0,008	0,006	0,008	0,021	0,021	0,025	0,058
17/10/2020	6 am - 10 am	0,012	0,008	0,011	0,010	0,020	0,019	0,014
	10 am - 2 pm	-0,001	-0,001	-0,005	0,022	0,023	0,022	0,052
	2 pm - 6 pm	0,008	0,008	0,011	0,020	0,019	0,026	0,042
18/10/2020	6 am - 10 am	0,011	0,011	0,009	0,008	0,007	0,007	0,002
	10 am - 2 pm	0,037	0,030	0,029	0,049	0,052	0,056	0,075
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
19/10/2020	6 am - 10 am	0,009	0,015	0,012	0,008	0,004	0,012	0,001
	10 am - 2 pm	0,120	0,112	0,086	0,088	0,088	0,073	0,066
	2 pm - 6 pm	0,010	0,009	0,006	0,000	0,001	-0,008	0,017
20/10/2020	6 am - 10 am	0,008	0,014	0,017	0,011	0,008	0,013	0,008
	10 am - 2 pm	0,088	0,074	0,062	0,070	0,075	0,054	0,056
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
21/10/2020	6 am - 10 am	0,013	0,013	0,012	0,014	0,011	0,013	0,006
	10 am - 2 pm	0,104	0,093	0,071	0,106	0,098	0,067	0,075
	2 pm - 6 pm	0,037	0,036	0,036	0,021	0,011	0,017	0,036
22/10/2020	6 am - 10 am	0,020	0,022	0,030	0,024	0,024	0,030	0,011
	10 am - 2 pm	0,058	0,062	0,056	0,101	0,094	0,056	0,075
	2 pm - 6 pm	0,027	0,031	0,019	0,017	0,021	0,023	0,044
23/10/2020	6 am - 10 am	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,004
	10 am - 2 pm	0,021	0,031	0,025	0,059	0,061	0,045	0,044
	2 pm - 6 pm	0,009	0,020	0,019	0,019	0,019	0,028	0,036
24/10/2020	6 am - 10 am	0,033	0,031	0,034	0,038	0,024	0,036	0,017
	10 am - 2 pm	0,060	0,056	0,048	0,047	0,063	0,040	0,033
	2 pm - 6 pm	0,028	0,031	0,022	0,016	0,019	0,016	0,030

25/10/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	-	-	-	-	-	-	-
	2 pm - 6 pm	0,019	0,023	0,028	0,027	0,025	0,020	0,020
26/10/2020	6 am - 10 am	0,008	0,011	0,019	0,020	0,012	0,017	0,000
	10 am - 2 pm	0,051	0,054	0,037	0,076	0,064	0,039	0,049
	2 pm - 6 pm	0,004	0,001	0,011	0,002	0,000	0,003	0,024
27/10/2020	6 am - 10 am	0,027	0,017	0,026	0,000	0,005	0,012	0,007
	10 am - 2 pm	0,039	0,041	0,033	0,045	0,040	0,030	0,028
	2 pm - 6 pm	0,018	0,015	0,020	0,020	0,016	0,014	0,020
28/10/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,012	0,023	0,027	0,019	0,019	0,032	0,015
	2 pm - 6 pm	0,011	0,015	0,015	0,013	0,013	0,003	0,011
29/10/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,097	0,089	0,085	0,077	0,078	0,089	0,053
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
5/11/2020	6 am - 10 am	0,111	0,109	0,123	0,136	0,133	0,125	0,012
	10 am - 2 pm	0,135	0,132	0,144	0,132	0,139	0,140	0,094
	2 pm - 6 pm	0,044	0,042	0,048	0,034	0,027	0,029	0,064
6/11/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,010	0,011	0,015	-0,016	0,006	0,006	0,214
	2 pm - 6 pm	0,014	0,012	0,017	0,009	0,007	0,008	0,018
9/11/2020	6 am - 10 am	0,026	0,020	0,028	0,027	0,022	0,019	0,016
	10 am - 2 pm	0,091	0,083	0,087	0,090	0,094	0,090	0,068
	2 pm - 6 pm	0,030	0,028	0,027	0,027	0,027	0,028	0,042
10/11/2020	6 am - 10 am	0,013	0,015	0,018	0,016	0,015	0,017	0,005
	10 am - 2 pm	0,106	0,094	0,097	0,100	0,100	0,104	0,066
	2 pm - 6 pm	0,031	0,029	0,030	0,024	0,025	0,026	0,040
11/11/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,065	0,058	0,064	0,066	0,064	0,064	0,034
	2 pm - 6 pm	0,035	0,033	0,033	0,027	0,026	0,028	0,034
12/11/2020	6 am - 10 am	0,015	0,014	0,016	0,018	0,019	0,020	0,007
	10 am - 2 pm	0,106	0,107	0,107	0,109	0,108	0,110	0,065
	2 pm - 6 pm	0,040	0,037	0,038	0,026	0,029	0,026	0,050
13/11/2020	6 am - 10 am	0,014	0,013	0,015	0,019	0,018	0,018	0,008
	10 am - 2 pm	0,045	0,043	0,046	0,042	0,044	0,046	0,027
	2 pm - 6 pm	0,022	0,016	0,015	0,009	0,007	0,007	0,019
14/11/2020	6 am - 10 am	0,010	0,012	0,012	0,015	0,015	0,015	0,005
	10 am - 2 pm	-	-	-	-	-	-	-
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
16/11/2020	6 am - 10 am	0,012	0,014	0,013	0,018	0,017	0,018	0,005
	10 am - 2 pm	0,072	0,067	0,070	0,066	0,071	0,070	0,044
	2 pm - 6 pm	0,029	0,027	0,028	0,021	0,019	0,019	0,033
17/11/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,064	0,063	0,063	0,063	0,064	0,066	0,039
	2 pm - 6 pm	0,018	0,016	0,018	0,012	0,012	0,013	0,021
18/11/2020	6 am - 10 am	0,026	0,024	0,026	0,032	0,029	0,035	0,009
	10 am - 2 pm	0,094	0,092	0,094	0,088	0,095	0,088	0,063
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
19/11/2020	6 am - 10 am	0,011	0,012	0,015	0,018	0,018	0,015	0,005
	10 am - 2 pm	0,075	0,072	0,077	0,076	0,076	0,080	0,061
	2 pm - 6 pm	0,033	0,029	0,031	0,026	0,024	0,023	0,038
20/11/2020	6 am - 10 am	0,019	0,020	0,023	0,028	0,030	0,031	0,009
	10 am - 2 pm	0,093	0,095	0,101	0,091	0,099	0,105	0,095
	2 pm - 6 pm	0,010	0,017	0,017	0,006	0,008	0,005	0,020
21/11/2020	6 am - 10 am	0,013	0,020	0,018	0,023	0,023	0,020	0,026
	10 am - 2 pm	0,103	0,093	0,104	0,115	0,112	0,117	0,069
	2 pm - 6 pm	0,036	0,033	0,035	0,027	0,027	0,025	0,050
23/11/2020	6 am - 10 am	0,006	0,008	0,007	0,016	0,014	0,012	0,005
	10 am - 2 pm	0,066	0,058	0,056	0,109	0,111	0,112	0,065
	2 pm - 6 pm	0,026	0,025	0,021	0,023	0,022	0,023	0,049



24/11/2020	6 am - 10 am	0,017	0,015	0,017	0,027	0,018	0,027	0,010
	10 am - 2 pm	0,037	0,037	0,029	0,083	0,084	0,084	0,054
	2 pm - 6 pm	0,020	0,018	0,018	0,023	0,026	0,026	0,049
25/11/2020	6 am - 10 am	-0,004	0,006	0,006	0,011	0,010	0,009	0,004
	10 am - 2 pm	0,045	0,034	0,030	0,081	0,082	0,080	0,047
	2 pm - 6 pm	0,019	0,019	0,017	0,022	0,024	0,024	0,043
26/11/2020	6 am - 10 am	-0,626	-0,654	-0,608	-0,752	-0,745	-0,753	-0,491
	10 am - 2 pm	0,027	0,025	0,025	0,028	0,030	0,028	0,016
	2 pm - 6 pm	0,018	0,020	0,019	0,023	0,025	0,025	0,045
8/12/2020	6 am - 10 am	0,012	0,009	0,014	0,013	0,018	0,016	0,006
	10 am - 2 pm	0,047	0,044	0,053	0,051	0,053	0,053	0,026
	2 pm - 6 pm	0,023	0,023	0,025	0,017	0,017	0,018	0,026
9/12/2020	6 am - 10 am	0,009	0,007	0,006	0,009	0,013	0,012	0,040
	10 am - 2 pm	0,039	0,036	0,040	0,051	0,056	0,053	0,021
	2 pm - 6 pm	0,023	0,022	0,025	0,017	0,015	0,015	0,026
10/12/2020	6 am - 10 am	0,010	0,008	0,012	0,016	0,021	0,018	0,007
	10 am - 2 pm	0,057	0,056	0,065	0,078	0,083	0,080	0,037
	2 pm - 6 pm	-	-	-	-	-	-	-
11/12/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,058	0,053	0,055	0,079	0,082	0,079	0,039
	2 pm - 6 pm	0,027	0,024	0,026	0,020	0,019	0,018	0,032
12/12/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,058	0,052	0,051	0,095	0,105	0,104	0,046
	2 pm - 6 pm	0,026	0,023	0,021	0,025	0,027	0,025	0,042
14/12/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,032	0,027	0,024	0,090	0,090	0,090	0,040
	2 pm - 6 pm	0,019	0,019	0,013	0,031	0,033	0,028	0,046
15/12/2020	6 am - 10 am	0,010	0,010	0,010	0,021	0,024	0,023	0,010
	10 am - 2 pm	0,022	0,021	0,017	0,063	0,062	0,059	0,032
	2 pm - 6 pm	0,014	0,015	0,012	0,026	0,027	0,022	0,036
16/12/2020	6 am - 10 am	0,021	0,023	0,025	0,036	0,037	0,031	0,106
	10 am - 2 pm	0,013	0,011	0,012	0,032	0,044	0,039	0,014
	2 pm - 6 pm	0,021	0,017	0,014	0,021	0,021	0,020	0,032
17/12/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,027	0,026	0,023	0,104	0,103	0,083	0,047
	2 pm - 6 pm	0,016	0,016	0,009	0,032	0,030	0,022	0,050
18/12/2020	6 am - 10 am	0,003	0,004	0,005	0,008	0,009	0,006	0,005
	10 am - 2 pm	0,020	0,018	0,014	0,070	0,063	0,050	0,034
	2 pm - 6 pm	0,011	0,010	0,008	0,018	0,014	0,009	0,032
19/12/2020	6 am - 10 am	0,004	0,003	0,004	0,013	0,011	0,008	0,006
	10 am - 2 pm	-0,030	0,020	0,017	0,075	0,061	0,044	0,034
	2 pm - 6 pm	0,062	0,011	0,010	0,020	0,012	0,011	0,046
21/12/2020	6 am - 10 am	0,008	0,010	0,010	-0,078	0,012	0,007	0,007
	10 am - 2 pm	0,097	0,062	0,067	0,119	0,113	0,107	0,057
	2 pm - 6 pm	0,038	0,027	0,032	0,036	0,033	0,031	0,061
22/12/2020	6 am - 10 am	0,009	0,008	0,009	0,014	0,013	0,012	0,008
	10 am - 2 pm	0,049	0,032	0,036	0,108	0,107	0,103	0,050
	2 pm - 6 pm	0,022	0,015	0,014	0,030	0,031	0,029	0,046
23/12/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	0,033	0,025	0,022	0,082	0,081	0,080	0,042
	2 pm - 6 pm	0,014	0,009	0,009	0,022	0,020	0,018	0,038
28/12/2020	6 am - 10 am	0,011	0,007	0,007	0,014	0,012	0,010	0,003
	10 am - 2 pm	0,109	0,106	0,108	0,104	0,112	0,108	0,049
	2 pm - 6 pm	0,054	0,051	0,060	0,031	0,029	0,035	0,057
29/12/2020	6 am - 10 am	-	-	-	-	-	-	-
	10 am - 2 pm	-	-	-	-	-	-	-
	2 pm - 6 pm	0,034	0,031	0,031	0,018	0,021	0,020	0,037

**Anexo 4** Valores de los pesos específicos calculados.

Temperatura (X)	Temp Lim Inf (Xo)	Temp Lim Sup (X1)	$\gamma$ Lim Inf (Yo)	$\gamma$ Lim Sup (Y1)	$\gamma$ (Yx)
°C	°C	°C	Kn/m <sup>3</sup>	Kn/m <sup>3</sup>	Kn/m <sup>3</sup>
27,525	25	30	9,78	9,77	9,775
30,150	30	35	9,77	9,75	9,769
27,675	25	30	9,78	9,77	9,775
29,775	25	30	9,78	9,77	9,770
29,975	25	30	9,78	9,77	9,770
29,050	25	30	9,78	9,77	9,772
30,550	30	35	9,77	9,75	9,768
35,000	35	35	9,75	9,75	9,750
31,900	30	35	9,77	9,75	9,762
31,600	30	35	9,77	9,75	9,764
34,525	30	35	9,77	9,75	9,752
31,675	30	35	9,77	9,75	9,763
31,250	30	35	9,77	9,75	9,765
34,125	30	35	9,77	9,75	9,754
31,000	30	35	9,77	9,75	9,766
26,800	25	30	9,78	9,77	9,776
34,325	30	35	9,77	9,75	9,753
28,500	25	30	9,78	9,77	9,773
27,450	25	30	9,78	9,77	9,775
33,875	30	35	9,77	9,75	9,755
31,100	30	35	9,77	9,75	9,766
29,175	25	30	9,78	9,77	9,772
34,250	30	35	9,77	9,75	9,753
31,275	30	35	9,77	9,75	9,765
32,250	30	35	9,77	9,75	9,761
34,000	30	35	9,77	9,75	9,754
31,425	30	35	9,77	9,75	9,764
26,575	25	30	9,78	9,77	9,777
31,100	30	35	9,77	9,75	9,766
30,425	30	35	9,77	9,75	9,768
26,525	25	30	9,78	9,77	9,777
30,975	30	35	9,77	9,75	9,766
29,325	25	30	9,78	9,77	9,771
27,600	25	30	9,78	9,77	9,775
33,500	30	35	9,77	9,75	9,756
29,100	25	30	9,78	9,77	9,772
28,125	25	30	9,78	9,77	9,774
30,700	30	35	9,77	9,75	9,767
28,550	25	30	9,78	9,77	9,773
26,750	25	30	9,78	9,77	9,777
30,450	30	35	9,77	9,75	9,768
28,200	25	30	9,78	9,77	9,774
25,725	25	30	9,78	9,77	9,779
29,450	25	30	9,78	9,77	9,771
27,125	25	30	9,78	9,77	9,776
23,675	20	25	9,79	9,78	9,783
28,200	25	30	9,78	9,77	9,774
26,400	25	30	9,78	9,77	9,777
24,675	20	25	9,79	9,78	9,781
29,550	25	30	9,78	9,77	9,771
27,075	25	30	9,78	9,77	9,776
25,125	25	30	9,78	9,77	9,780

28,150	25	30	9,78	9,77	9,774
26,825	25	30	9,78	9,77	9,776
26,750	25	30	9,78	9,77	9,777
31,150	30	35	9,77	9,75	9,765
28,450	25	30	9,78	9,77	9,773
26,900	25	30	9,78	9,77	9,776
31,700	30	35	9,77	9,75	9,763
29,050	25	30	9,78	9,77	9,772
25,800	25	30	9,78	9,77	9,778
31,425	30	35	9,77	9,75	9,764
29,025	25	30	9,78	9,77	9,772
27,275	25	30	9,78	9,77	9,775
31,050	30	35	9,77	9,75	9,766
27,675	25	30	9,78	9,77	9,775
25,700	25	30	9,78	9,77	9,779
29,675	25	30	9,78	9,77	9,771
27,150	25	30	9,78	9,77	9,776
25,750	25	30	9,78	9,77	9,779
29,525	25	30	9,78	9,77	9,771
28,025	25	30	9,78	9,77	9,774
25,525	25	30	9,78	9,77	9,779
28,950	25	30	9,78	9,77	9,772
27,250	25	30	9,78	9,77	9,776
25,200	25	30	9,78	9,77	9,780
29,825	25	30	9,78	9,77	9,770
28,100	25	30	9,78	9,77	9,774
24,700	20	25	9,79	9,78	9,781
28,750	25	30	9,78	9,77	9,773
26,500	25	30	9,78	9,77	9,777
25,575	25	30	9,78	9,77	9,779
32,075	30	35	9,77	9,75	9,762
28,275	25	30	9,78	9,77	9,773
25,575	25	30	9,78	9,77	9,779
31,500	30	35	9,77	9,75	9,764
28,750	25	30	9,78	9,77	9,773
25,450	25	30	9,78	9,77	9,779
31,000	30	35	9,77	9,75	9,766
27,900	25	30	9,78	9,77	9,774
30,575	30	35	9,77	9,75	9,768
33,150	30	35	9,77	9,75	9,757
29,700	25	30	9,78	9,77	9,771
25,425	25	30	9,78	9,77	9,779
27,975	25	30	9,78	9,77	9,774
27,500	25	30	9,78	9,77	9,775

**Anexo 5** Valores de evaporación del recipiente con agua en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Área Sup	h	Evaporación
		Gr	Kn	°C	Kn/m3	m2	m	mm/h
13/10/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	27,525	9,77	0,036	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	38	0,00037	30,150	9,77	0,036	0,00106	0,26
	2 pm - 6 pm	37	0,00036	27,675	9,77	0,036	0,00103	0,26
14/10/2020	6 am - 10 am	3	0,00003	29,775	9,77	0,036	0,00008	0,02
	10 am - 2 pm	46	0,00045	29,975	9,77	0,036	0,00128	0,32
	2 pm - 6 pm	3	0,00003	29,050	9,77	0,036	0,00008	0,02
15/10/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	30,550	9,77	0,036	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	65	0,00064	35,000	9,75	0,036	0,00182	0,45
	2 pm - 6 pm	54	0,00053	31,900	9,76	0,036	0,00151	0,38
16/10/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	31,600	9,76	0,036	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	70	0,00069	34,525	9,75	0,036	0,00196	0,49
	2 pm - 6 pm	58	0,00057	31,675	9,76	0,036	0,00162	0,40
17/10/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	31,250	9,77	0,036	0,00039	0,10
	10 am - 2 pm	52	0,00051	34,125	9,75	0,036	0,00145	0,36
	2 pm - 6 pm	42	0,00041	31,000	9,77	0,036	0,00117	0,29
19/10/2020	6 am - 10 am	1	0,00001	26,800	9,78	0,036	0,00003	0,01
	10 am - 2 pm	66	0,00065	34,325	9,75	0,036	0,00184	0,46
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,500	9,77	0,036	0,00047	0,12
21/10/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	27,450	9,78	0,036	0,00017	0,04
	10 am - 2 pm	75	0,00074	33,875	9,75	0,036	0,00210	0,52
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	31,100	9,77	0,036	0,00100	0,25
22/10/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	29,175	9,77	0,036	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	75	0,00074	34,250	9,75	0,036	0,00210	0,52
	2 pm - 6 pm	44	0,00043	31,275	9,76	0,036	0,00123	0,31
23/10/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	32,250	9,76	0,036	0,00011	0,03
	10 am - 2 pm	44	0,00043	34,000	9,75	0,036	0,00123	0,31
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	31,425	9,76	0,036	0,00100	0,25
24/10/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	26,575	9,78	0,036	0,00047	0,12
	10 am - 2 pm	33	0,00032	31,100	9,77	0,036	0,00092	0,23
	2 pm - 6 pm	30	0,00029	30,425	9,77	0,036	0,00084	0,21
27/10/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	26,525	9,78	0,036	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	28	0,00027	30,975	9,77	0,036	0,00078	0,20
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	29,325	9,77	0,036	0,00056	0,14
5/11/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	27,600	9,77	0,036	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	94	0,00092	33,500	9,76	0,036	0,00263	0,66
	2 pm - 6 pm	64	0,00063	29,100	9,77	0,036	0,00178	0,45
9/11/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	28,125	9,77	0,036	0,00045	0,11
	10 am - 2 pm	68	0,00067	30,700	9,77	0,036	0,00190	0,47
	2 pm - 6 pm	42	0,00041	28,550	9,77	0,036	0,00117	0,29
10/11/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	26,750	9,78	0,036	0,00014	0,03
	10 am - 2 pm	66	0,00065	30,450	9,77	0,036	0,00184	0,46
	2 pm - 6 pm	40	0,00039	28,200	9,77	0,036	0,00112	0,28
12/11/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,725	9,78	0,036	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	65	0,00064	29,450	9,77	0,036	0,00181	0,45
	2 pm - 6 pm	50	0,00049	27,125	9,78	0,036	0,00139	0,35
13/11/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	23,675	9,78	0,036	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	27	0,00026	28,200	9,77	0,036	0,00075	0,19
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	26,400	9,78	0,036	0,00053	0,13

16/11/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	24,675	9,78	0,036	0,00014	0,03
	10 am - 2 pm	44	0,00043	29,550	9,77	0,036	0,00123	0,31
	2 pm - 6 pm	33	0,00032	27,075	9,78	0,036	0,00092	0,23
19/11/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	25,125	9,78	0,036	0,00014	0,03
	10 am - 2 pm	61	0,00060	28,150	9,77	0,036	0,00170	0,43
	2 pm - 6 pm	38	0,00037	26,825	9,78	0,036	0,00106	0,26
20/11/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	26,750	9,78	0,036	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	95	0,00093	31,150	9,77	0,036	0,00265	0,66
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	28,450	9,77	0,036	0,00056	0,14
21/11/2020	6 am - 10 am	26	0,00026	26,900	9,78	0,036	0,00072	0,18
	10 am - 2 pm	69	0,00068	31,700	9,76	0,036	0,00193	0,48
	2 pm - 6 pm	50	0,00049	29,050	9,77	0,036	0,00139	0,35
23/11/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	25,800	9,78	0,036	0,00014	0,03
	10 am - 2 pm	65	0,00064	31,425	9,76	0,036	0,00181	0,45
	2 pm - 6 pm	49	0,00048	29,025	9,77	0,036	0,00137	0,34
24/11/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	27,275	9,78	0,036	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	54	0,00053	31,050	9,77	0,036	0,00151	0,38
	2 pm - 6 pm	49	0,00048	27,675	9,77	0,036	0,00137	0,34
25/11/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	25,700	9,78	0,036	0,00011	0,03
	10 am - 2 pm	47	0,00046	29,675	9,77	0,036	0,00131	0,33
	2 pm - 6 pm	43	0,00042	27,150	9,78	0,036	0,00120	0,30
8/12/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,750	9,78	0,036	0,00017	0,04
	10 am - 2 pm	26	0,00026	29,525	9,77	0,036	0,00073	0,18
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	28,025	9,77	0,036	0,00072	0,18
15/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,525	9,78	0,036	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	32	0,00031	28,950	9,77	0,036	0,00089	0,22
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	27,250	9,78	0,036	0,00100	0,25
18/12/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	25,200	9,78	0,036	0,00014	0,03
	10 am - 2 pm	34	0,00033	29,825	9,77	0,036	0,00095	0,24
	2 pm - 6 pm	32	0,00031	28,100	9,77	0,036	0,00089	0,22
19/12/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	24,700	9,78	0,036	0,00017	0,04
	10 am - 2 pm	34	0,00033	28,750	9,77	0,036	0,00095	0,24
	2 pm - 6 pm	46	0,00045	26,500	9,78	0,036	0,00128	0,32
21/12/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,575	9,78	0,036	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	57	0,00056	32,075	9,76	0,036	0,00159	0,40
	2 pm - 6 pm	61	0,00060	28,275	9,77	0,036	0,00170	0,43
22/12/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	25,575	9,78	0,036	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	50	0,00049	31,500	9,76	0,036	0,00140	0,35
	2 pm - 6 pm	46	0,00045	28,750	9,77	0,036	0,00128	0,32
28/12/2020	6 am - 10 am	3	0,00003	25,450	9,78	0,036	0,00008	0,02
	10 am - 2 pm	49	0,00048	31,000	9,77	0,036	0,00137	0,34
	2 pm - 6 pm	57	0,00056	27,900	9,77	0,036	0,00159	0,40

## Anexo 6 Valores de evaporación suelo 1 en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evaporación
		Gr	Kn	°C	Kn/m3	m	m	mm/h
19/10/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	26,800	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	120	0,00118	34,330	9,75	0,045	0,00268	0,67
	2 pm - 6 pm	10	0,00010	28,500	9,77	0,045	0,00022	0,06
21/10/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	27,450	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	104	0,00102	33,880	9,75	0,045	0,00232	0,58
	2 pm - 6 pm	37	0,00036	31,100	9,77	0,045	0,00083	0,21
22/10/2020	6 am - 10 am	20	0,00020	29,180	9,77	0,045	0,00045	0,11
	10 am - 2 pm	58	0,00057	34,250	9,75	0,045	0,00130	0,32
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	31,280	9,76	0,045	0,00060	0,15
23/10/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	32,250	9,76	0,045	0,00011	0,03
	10 am - 2 pm	21	0,00021	34,000	9,75	0,045	0,00047	0,12
	2 pm - 6 pm	9	0,00009	31,430	9,76	0,045	0,00020	0,05
26/10/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	30,575	9,77	0,045	0,00018	0,04
	10 am - 2 pm	51	0,00050	33,150	9,76	0,045	0,00114	0,28
	2 pm - 6 pm	4	0,00004	29,700	9,77	0,045	0,00009	0,02
27/10/2020	6 am - 10 am	27	0,00026	26,525	9,78	0,045	0,00060	0,15
	10 am - 2 pm	39	0,00038	30,975	9,77	0,045	0,00087	0,22
	2 pm - 6 pm	18	0,00018	29,325	9,77	0,045	0,00040	0,10
9/11/2020	6 am - 10 am	26	0,00026	28,125	9,77	0,045	0,00058	0,14
	10 am - 2 pm	91	0,00089	30,700	9,77	0,045	0,00203	0,51
	2 pm - 6 pm	30	0,00029	28,550	9,77	0,045	0,00067	0,17
10/11/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	26,750	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	106	0,00104	30,450	9,77	0,045	0,00237	0,59
	2 pm - 6 pm	31	0,00030	28,200	9,77	0,045	0,00069	0,17
12/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	25,725	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	106	0,00104	29,450	9,77	0,045	0,00236	0,59
	2 pm - 6 pm	40	0,00039	27,125	9,78	0,045	0,00089	0,22
13/11/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	23,675	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	45	0,00044	28,200	9,77	0,045	0,00100	0,25
	2 pm - 6 pm	22	0,00022	26,400	9,78	0,045	0,00049	0,12
16/11/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	24,675	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	72	0,00071	29,550	9,77	0,045	0,00161	0,40
	2 pm - 6 pm	29	0,00028	27,075	9,78	0,045	0,00065	0,16
19/11/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	25,125	9,78	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	75	0,00074	28,150	9,77	0,045	0,00167	0,42
	2 pm - 6 pm	33	0,00032	26,825	9,78	0,045	0,00074	0,18
20/11/2020	6 am - 10 am	19	0,00019	26,750	9,78	0,045	0,00042	0,11
	10 am - 2 pm	93	0,00091	31,150	9,77	0,045	0,00208	0,52
	2 pm - 6 pm	10	0,00010	28,450	9,77	0,045	0,00022	0,06
21/11/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	26,900	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	103	0,00101	31,700	9,76	0,045	0,00230	0,57
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	29,050	9,77	0,045	0,00080	0,20
23/11/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,800	9,78	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	66	0,00065	31,425	9,76	0,045	0,00147	0,37
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	29,025	9,77	0,045	0,00058	0,15
24/11/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	27,275	9,78	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	37	0,00036	31,050	9,77	0,045	0,00083	0,21
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	27,675	9,77	0,045	0,00045	0,11

25/11/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,700	9,78	0,045	0,00016	0,04
	10 am - 2 pm	34	0,00033	29,675	9,77	0,045	0,00076	0,19
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	27,150	9,78	0,045	0,00042	0,11
8/12/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	25,750	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	47	0,00046	29,525	9,77	0,045	0,00105	0,26
	2 pm - 6 pm	23	0,00023	28,025	9,77	0,045	0,00051	0,13
9/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,425	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	39	0,00038	27,975	9,77	0,045	0,00087	0,22
	2 pm - 6 pm	23	0,00023	27,500	9,78	0,045	0,00051	0,13
15/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,525	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	22	0,00022	28,950	9,77	0,045	0,00049	0,12
	2 pm - 6 pm	14	0,00014	27,250	9,78	0,045	0,00031	0,08
18/12/2020	6 am - 10 am	3	0,00003	25,200	9,78	0,045	0,00007	0,02
	10 am - 2 pm	20	0,00020	29,825	9,77	0,045	0,00045	0,11
	2 pm - 6 pm	11	0,00011	28,100	9,77	0,045	0,00025	0,06
19/12/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	24,700	9,78	0,045	0,00009	0,02
	10 am - 2 pm	20	0,00020	28,750	9,77	0,045	0,00045	0,11
	2 pm - 6 pm	12	0,00012	26,500	9,78	0,045	0,00027	0,07
21/12/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	25,575	9,78	0,045	0,00018	0,04
	10 am - 2 pm	97	0,00095	32,075	9,76	0,045	0,00217	0,54
	2 pm - 6 pm	38	0,00037	28,275	9,77	0,045	0,00085	0,21
22/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,575	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	49	0,00048	31,500	9,76	0,045	0,00109	0,27
	2 pm - 6 pm	22	0,00022	28,750	9,77	0,045	0,00049	0,12

## Anexo 7 Valores de evaporación suelo 2 en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evaporación
		Gr	Kn	°C	Kn/m3	m	m	mm/h
19/10/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	26,800	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	112	0,00110	34,330	9,75	0,045	0,00250	0,63
	2 pm - 6 pm	9	0,00009	28,500	9,77	0,045	0,00020	0,05
21/10/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	27,450	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	93	0,00091	33,880	9,75	0,045	0,00208	0,52
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	31,100	9,77	0,045	0,00080	0,20
22/10/2020	6 am - 10 am	22	0,00022	29,180	9,77	0,045	0,00049	0,12
	10 am - 2 pm	62	0,00061	34,250	9,75	0,045	0,00139	0,35
	2 pm - 6 pm	31	0,00030	31,280	9,76	0,045	0,00069	0,17
23/10/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	32,250	9,76	0,045	0,00011	0,03
	10 am - 2 pm	31	0,00030	34,000	9,75	0,045	0,00069	0,17
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	31,430	9,76	0,045	0,00045	0,11
26/10/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	30,575	9,77	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	54	0,00053	33,150	9,76	0,045	0,00121	0,30
	2 pm - 6 pm	1	0,00001	29,700	9,77	0,045	0,00002	0,01
27/10/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	26,525	9,78	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	41	0,00040	30,975	9,77	0,045	0,00092	0,23
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	29,325	9,77	0,045	0,00033	0,08
9/11/2020	6 am - 10 am	20	0,00020	28,125	9,77	0,045	0,00045	0,11
	10 am - 2 pm	83	0,00081	30,700	9,77	0,045	0,00185	0,46
	2 pm - 6 pm	28	0,00027	28,550	9,77	0,045	0,00062	0,16
10/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	26,750	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	94	0,00092	30,450	9,77	0,045	0,00210	0,52
	2 pm - 6 pm	29	0,00028	28,200	9,77	0,045	0,00065	0,16
12/11/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	25,725	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	107	0,00105	29,450	9,77	0,045	0,00239	0,60
	2 pm - 6 pm	37	0,00036	27,125	9,78	0,045	0,00083	0,21
13/11/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	23,675	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	43	0,00042	28,200	9,77	0,045	0,00096	0,24
	2 pm - 6 pm	16	0,00016	26,400	9,78	0,045	0,00036	0,09
16/11/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	24,675	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	67	0,00066	29,550	9,77	0,045	0,00149	0,37
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	27,075	9,78	0,045	0,00060	0,15
19/11/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	25,125	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	72	0,00071	28,150	9,77	0,045	0,00161	0,40
	2 pm - 6 pm	29	0,00028	26,825	9,78	0,045	0,00065	0,16
20/11/2020	6 am - 10 am	20	0,00020	26,750	9,78	0,045	0,00045	0,11
	10 am - 2 pm	95	0,00093	31,150	9,77	0,045	0,00212	0,53
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,450	9,77	0,045	0,00038	0,09
21/11/2020	6 am - 10 am	20	0,00020	26,900	9,78	0,045	0,00045	0,11
	10 am - 2 pm	93	0,00091	31,700	9,76	0,045	0,00208	0,52
	2 pm - 6 pm	33	0,00032	29,050	9,77	0,045	0,00074	0,18
23/11/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	25,800	9,78	0,045	0,00018	0,04
	10 am - 2 pm	58	0,00057	31,425	9,76	0,045	0,00129	0,32
	2 pm - 6 pm	25	0,00025	29,025	9,77	0,045	0,00056	0,14
24/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	27,275	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	37	0,00036	31,050	9,77	0,045	0,00083	0,21
	2 pm - 6 pm	18	0,00018	27,675	9,77	0,045	0,00040	0,10



25/11/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,700	9,78	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	34	0,00033	29,675	9,77	0,045	0,00076	0,19
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	27,150	9,78	0,045	0,00042	0,11
8/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,750	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	44	0,00043	29,525	9,77	0,045	0,00098	0,25
	2 pm - 6 pm	23	0,00023	28,025	9,77	0,045	0,00051	0,13
9/12/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,425	9,78	0,045	0,00016	0,04
	10 am - 2 pm	36	0,00035	27,975	9,77	0,045	0,00080	0,20
	2 pm - 6 pm	22	0,00022	27,500	9,78	0,045	0,00049	0,12
15/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,525	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	21	0,00021	28,950	9,77	0,045	0,00047	0,12
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	27,250	9,78	0,045	0,00033	0,08
18/12/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	25,200	9,78	0,045	0,00009	0,02
	10 am - 2 pm	18	0,00018	29,825	9,77	0,045	0,00040	0,10
	2 pm - 6 pm	10	0,00010	28,100	9,77	0,045	0,00022	0,06
19/12/2020	6 am - 10 am	3	0,00003	24,700	9,78	0,045	0,00007	0,02
	10 am - 2 pm	20	0,00020	28,750	9,77	0,045	0,00045	0,11
	2 pm - 6 pm	11	0,00011	26,500	9,78	0,045	0,00025	0,06
21/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,575	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	62	0,00061	32,075	9,76	0,045	0,00138	0,35
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	28,275	9,77	0,045	0,00060	0,15
22/12/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	25,575	9,78	0,045	0,00018	0,04
	10 am - 2 pm	32	0,00031	31,500	9,76	0,045	0,00071	0,18
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	28,750	9,77	0,045	0,00033	0,08

## Anexo 8 Valores de evaporación suelo 3 en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evaporación
		Gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m	m	mm/h
19/10/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	26,800	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	86	0,00084	34,330	9,75	0,045	0,00192	0,48
	2 pm - 6 pm	6	0,00006	28,500	9,77	0,045	0,00013	0,03
21/10/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	27,450	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	71	0,00070	33,880	9,75	0,045	0,00159	0,40
	2 pm - 6 pm	36	0,00035	31,100	9,77	0,045	0,00080	0,20
22/10/2020	6 am - 10 am	30	0,00029	29,180	9,77	0,045	0,00067	0,17
	10 am - 2 pm	56	0,00055	34,250	9,75	0,045	0,00125	0,31
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	31,280	9,76	0,045	0,00042	0,11
23/10/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	32,250	9,76	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	25	0,00025	34,000	9,75	0,045	0,00056	0,14
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	31,430	9,76	0,045	0,00042	0,11
26/10/2020	6 am - 10 am	19	0,00019	30,575	9,77	0,045	0,00042	0,11
	10 am - 2 pm	37	0,00036	33,150	9,76	0,045	0,00083	0,21
	2 pm - 6 pm	11	0,00011	29,700	9,77	0,045	0,00025	0,06
27/10/2020	6 am - 10 am	26	0,00026	26,525	9,78	0,045	0,00058	0,14
	10 am - 2 pm	33	0,00032	30,975	9,77	0,045	0,00074	0,18
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	29,325	9,77	0,045	0,00045	0,11
9/11/2020	6 am - 10 am	28	0,00027	28,125	9,77	0,045	0,00062	0,16
	10 am - 2 pm	87	0,00085	30,700	9,77	0,045	0,00194	0,49
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	28,550	9,77	0,045	0,00060	0,15
10/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	26,750	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	97	0,00095	30,450	9,77	0,045	0,00216	0,54
	2 pm - 6 pm	30	0,00029	28,200	9,77	0,045	0,00067	0,17
12/11/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	25,725	9,78	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	107	0,00105	29,450	9,77	0,045	0,00239	0,60
	2 pm - 6 pm	38	0,00037	27,125	9,78	0,045	0,00085	0,21
13/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	23,675	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	46	0,00045	28,200	9,77	0,045	0,00103	0,26
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	26,400	9,78	0,045	0,00033	0,08
16/11/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	24,675	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	70	0,00069	29,550	9,77	0,045	0,00156	0,39
	2 pm - 6 pm	28	0,00027	27,075	9,78	0,045	0,00062	0,16
19/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	25,125	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	77	0,00076	28,150	9,77	0,045	0,00172	0,43
	2 pm - 6 pm	31	0,00030	26,825	9,78	0,045	0,00069	0,17
20/11/2020	6 am - 10 am	23	0,00023	26,750	9,78	0,045	0,00051	0,13
	10 am - 2 pm	101	0,00099	31,150	9,77	0,045	0,00225	0,56
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,450	9,77	0,045	0,00038	0,09
21/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	26,900	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	104	0,00102	31,700	9,76	0,045	0,00232	0,58
	2 pm - 6 pm	35	0,00034	29,050	9,77	0,045	0,00078	0,20
23/11/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,800	9,78	0,045	0,00016	0,04
	10 am - 2 pm	56	0,00055	31,425	9,76	0,045	0,00125	0,31
	2 pm - 6 pm	21	0,00021	29,025	9,77	0,045	0,00047	0,12
24/11/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	27,275	9,78	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	29	0,00028	31,050	9,77	0,045	0,00065	0,16
	2 pm - 6 pm	18	0,00018	27,675	9,77	0,045	0,00040	0,10

25/11/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,700	9,78	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	30	0,00029	29,675	9,77	0,045	0,00067	0,17
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	27,150	9,78	0,045	0,00038	0,09
8/12/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	25,750	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	53	0,00052	29,525	9,77	0,045	0,00118	0,30
	2 pm - 6 pm	25	0,00025	28,025	9,77	0,045	0,00056	0,14
9/12/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,425	9,78	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	40	0,00039	27,975	9,77	0,045	0,00089	0,22
	2 pm - 6 pm	25	0,00025	27,500	9,78	0,045	0,00056	0,14
15/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,525	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	17	0,00017	28,950	9,77	0,045	0,00038	0,09
	2 pm - 6 pm	12	0,00012	27,250	9,78	0,045	0,00027	0,07
18/12/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	25,200	9,78	0,045	0,00011	0,03
	10 am - 2 pm	14	0,00014	29,825	9,77	0,045	0,00031	0,08
	2 pm - 6 pm	8	0,00008	28,100	9,77	0,045	0,00018	0,04
19/12/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	24,700	9,78	0,045	0,00009	0,02
	10 am - 2 pm	17	0,00017	28,750	9,77	0,045	0,00038	0,09
	2 pm - 6 pm	10	0,00010	26,500	9,78	0,045	0,00022	0,06
21/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,575	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	67	0,00066	32,075	9,76	0,045	0,00150	0,37
	2 pm - 6 pm	32	0,00031	28,275	9,77	0,045	0,00071	0,18
22/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,575	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	36	0,00035	31,500	9,76	0,045	0,00080	0,20
	2 pm - 6 pm	14	0,00014	28,750	9,77	0,045	0,00031	0,08

## Anexo 9 Valores de evaporación promedio suelos en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evaporación
		Gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m	m	mm/h
19/10/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	26,800	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	106	0,00104	34,330	9,75	0,045	0,00237	0,59
	2 pm - 6 pm	8	0,00008	28,500	9,77	0,045	0,00019	0,05
21/10/2020	6 am - 10 am	13	0,00012	27,450	9,78	0,045	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	89	0,00088	33,880	9,75	0,045	0,00200	0,50
	2 pm - 6 pm	36	0,00036	31,100	9,77	0,045	0,00081	0,20
22/10/2020	6 am - 10 am	24	0,00024	29,180	9,77	0,045	0,00054	0,13
	10 am - 2 pm	59	0,00058	34,250	9,75	0,045	0,00131	0,33
	2 pm - 6 pm	26	0,00025	31,280	9,76	0,045	0,00057	0,14
23/10/2020	6 am - 10 am	5	0,00005	32,250	9,76	0,045	0,00012	0,03
	10 am - 2 pm	26	0,00025	34,000	9,75	0,045	0,00057	0,14
	2 pm - 6 pm	16	0,00016	31,430	9,76	0,045	0,00036	0,09
26/10/2020	6 am - 10 am	13	0,00012	30,575	9,77	0,045	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	47	0,00046	33,150	9,76	0,045	0,00106	0,26
	2 pm - 6 pm	5	0,00005	29,700	9,77	0,045	0,00012	0,03
27/10/2020	6 am - 10 am	23	0,00023	26,525	9,78	0,045	0,00052	0,13
	10 am - 2 pm	38	0,00037	30,975	9,77	0,045	0,00084	0,21
	2 pm - 6 pm	18	0,00017	29,325	9,77	0,045	0,00039	0,10
9/11/2020	6 am - 10 am	25	0,00024	28,125	9,77	0,045	0,00055	0,14
	10 am - 2 pm	87	0,00085	30,700	9,77	0,045	0,00194	0,49
	2 pm - 6 pm	28	0,00028	28,550	9,77	0,045	0,00063	0,16
10/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	26,750	9,78	0,045	0,00034	0,09
	10 am - 2 pm	99	0,00097	30,450	9,77	0,045	0,00221	0,55
	2 pm - 6 pm	30	0,00029	28,200	9,77	0,045	0,00067	0,17
12/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	25,725	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	107	0,00105	29,450	9,77	0,045	0,00238	0,59
	2 pm - 6 pm	38	0,00038	27,125	9,78	0,045	0,00085	0,21
13/11/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	23,675	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	45	0,00044	28,200	9,77	0,045	0,00100	0,25
	2 pm - 6 pm	18	0,00017	26,400	9,78	0,045	0,00039	0,10
16/11/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	24,675	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	70	0,00068	29,550	9,77	0,045	0,00155	0,39
	2 pm - 6 pm	28	0,00027	27,075	9,78	0,045	0,00062	0,16
19/11/2020	6 am - 10 am	13	0,00012	25,125	9,78	0,045	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	75	0,00073	28,150	9,77	0,045	0,00167	0,42
	2 pm - 6 pm	31	0,00030	26,825	9,78	0,045	0,00069	0,17
20/11/2020	6 am - 10 am	21	0,00020	26,750	9,78	0,045	0,00046	0,12
	10 am - 2 pm	96	0,00095	31,150	9,77	0,045	0,00215	0,54
	2 pm - 6 pm	15	0,00014	28,450	9,77	0,045	0,00033	0,08
21/11/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	26,900	9,78	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	100	0,00098	31,700	9,76	0,045	0,00223	0,56
	2 pm - 6 pm	35	0,00034	29,050	9,77	0,045	0,00077	0,19
23/11/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,800	9,78	0,045	0,00016	0,04
	10 am - 2 pm	60	0,00059	31,425	9,76	0,045	0,00134	0,33
	2 pm - 6 pm	24	0,00024	29,025	9,77	0,045	0,00054	0,13
24/11/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	27,275	9,78	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	34	0,00034	31,050	9,77	0,045	0,00077	0,19
	2 pm - 6 pm	19	0,00018	27,675	9,77	0,045	0,00042	0,10

25/11/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,700	9,78	0,045	0,00014	0,04
	10 am - 2 pm	33	0,00032	29,675	9,77	0,045	0,00073	0,18
	2 pm - 6 pm	18	0,00018	27,150	9,78	0,045	0,00041	0,10
8/12/2020	6 am - 10 am	12	0,00011	25,750	9,78	0,045	0,00026	0,07
	10 am - 2 pm	48	0,00047	29,525	9,77	0,045	0,00107	0,27
	2 pm - 6 pm	24	0,00023	28,025	9,77	0,045	0,00053	0,13
9/12/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	25,425	9,78	0,045	0,00016	0,04
	10 am - 2 pm	38	0,00038	27,975	9,77	0,045	0,00085	0,21
	2 pm - 6 pm	23	0,00023	27,500	9,78	0,045	0,00052	0,13
15/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,525	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	20	0,00020	28,950	9,77	0,045	0,00045	0,11
	2 pm - 6 pm	14	0,00013	27,250	9,78	0,045	0,00030	0,08
18/12/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	25,200	9,78	0,045	0,00009	0,02
	10 am - 2 pm	17	0,00017	29,825	9,77	0,045	0,00039	0,10
	2 pm - 6 pm	10	0,00009	28,100	9,77	0,045	0,00022	0,05
19/12/2020	6 am - 10 am	4	0,00004	24,700	9,78	0,045	0,00008	0,02
	10 am - 2 pm	19	0,00019	28,750	9,77	0,045	0,00042	0,11
	2 pm - 6 pm	11	0,00011	26,500	9,78	0,045	0,00025	0,06
21/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,575	9,78	0,045	0,00021	0,05
	10 am - 2 pm	75	0,00074	32,075	9,76	0,045	0,00168	0,42
	2 pm - 6 pm	32	0,00032	28,275	9,77	0,045	0,00072	0,18
22/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,575	9,78	0,045	0,00019	0,05
	10 am - 2 pm	39	0,00038	31,500	9,76	0,045	0,00087	0,22
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,750	9,77	0,045	0,00038	0,09

## Anexo 10 Valores de evapotranspiración vegetación 4 en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evapotranspiración
		Gr	Kn	°C	Kn/m3	m	m	mm/h
13/10/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	27,530	9,77	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	42	0,00041	30,150	9,77	0,045	0,00094	0,23
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	27,680	9,77	0,045	0,00033	0,08
15/10/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	30,550	9,77	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	74	0,00073	35,000	9,75	0,045	0,00165	0,41
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	31,900	9,76	0,045	0,00045	0,11
16/10/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	31,600	9,76	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	46	0,00045	34,530	9,75	0,045	0,00103	0,26
	2 pm - 6 pm	21	0,00021	31,680	9,76	0,045	0,00047	0,12
21/10/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	27,450	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	106	0,00104	33,880	9,75	0,045	0,00237	0,59
	2 pm - 6 pm	21	0,00021	31,100	9,77	0,045	0,00047	0,12
22/10/2020	6 am - 10 am	24	0,00024	29,180	9,77	0,045	0,00054	0,13
	10 am - 2 pm	101	0,00099	34,250	9,75	0,045	0,00226	0,56
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	31,280	9,76	0,045	0,00038	0,09
23/10/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	32,250	9,76	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	59	0,00058	34,000	9,75	0,045	0,00132	0,33
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	31,430	9,76	0,045	0,00042	0,11
9/11/2020	6 am - 10 am	27	0,00026	28,125	9,77	0,045	0,00060	0,15
	10 am - 2 pm	90	0,00088	30,700	9,77	0,045	0,00201	0,50
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	28,550	9,77	0,045	0,00060	0,15
10/11/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	26,750	9,78	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	100	0,00098	30,450	9,77	0,045	0,00223	0,56
	2 pm - 6 pm	24	0,00024	28,200	9,77	0,045	0,00054	0,13
12/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	25,725	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	109	0,00107	29,450	9,77	0,045	0,00243	0,61
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	27,125	9,78	0,045	0,00058	0,14
13/11/2020	6 am - 10 am	19	0,00019	23,675	9,78	0,045	0,00042	0,11
	10 am - 2 pm	42	0,00041	28,200	9,77	0,045	0,00094	0,23
	2 pm - 6 pm	9	0,00009	26,400	9,78	0,045	0,00020	0,05
16/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	24,675	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	66	0,00065	29,550	9,77	0,045	0,00147	0,37
	2 pm - 6 pm	21	0,00021	27,075	9,78	0,045	0,00047	0,12
19/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	25,125	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	76	0,00075	28,150	9,77	0,045	0,00170	0,42
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	26,825	9,78	0,045	0,00058	0,14
20/11/2020	6 am - 10 am	28	0,00027	26,750	9,78	0,045	0,00062	0,16
	10 am - 2 pm	91	0,00089	31,150	9,77	0,045	0,00203	0,51
	2 pm - 6 pm	6	0,00006	28,450	9,77	0,045	0,00013	0,03
21/11/2020	6 am - 10 am	23	0,00023	26,900	9,78	0,045	0,00051	0,13
	10 am - 2 pm	115	0,00113	31,700	9,76	0,045	0,00257	0,64
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	29,050	9,77	0,045	0,00060	0,15
23/11/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	25,800	9,78	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	109	0,00107	31,425	9,76	0,045	0,00243	0,61
	2 pm - 6 pm	23	0,00023	29,025	9,77	0,045	0,00051	0,13
24/11/2020	6 am - 10 am	27	0,00026	27,275	9,78	0,045	0,00060	0,15
	10 am - 2 pm	83	0,00081	31,050	9,77	0,045	0,00185	0,46
	2 pm - 6 pm	23	0,00023	27,675	9,77	0,045	0,00051	0,13

25/11/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	25,700	9,78	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	81	0,00079	29,675	9,77	0,045	0,00181	0,45
	2 pm - 6 pm	22	0,00022	27,150	9,78	0,045	0,00049	0,12
8/12/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	25,750	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	51	0,00050	29,525	9,77	0,045	0,00114	0,28
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,025	9,77	0,045	0,00038	0,09
9/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,425	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	51	0,00050	27,975	9,77	0,045	0,00114	0,28
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	27,500	9,78	0,045	0,00038	0,09
15/12/2020	6 am - 10 am	21	0,00021	25,525	9,78	0,045	0,00047	0,12
	10 am - 2 pm	63	0,00062	28,950	9,77	0,045	0,00141	0,35
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	27,250	9,78	0,045	0,00058	0,14
18/12/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	25,200	9,78	0,045	0,00018	0,04
	10 am - 2 pm	70	0,00069	29,825	9,77	0,045	0,00156	0,39
	2 pm - 6 pm	18	0,00018	28,100	9,77	0,045	0,00040	0,10
19/12/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	24,700	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	75	0,00074	28,750	9,77	0,045	0,00167	0,42
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	26,500	9,78	0,045	0,00045	0,11
22/12/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	25,575	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	108	0,00106	31,500	9,76	0,045	0,00241	0,60
	2 pm - 6 pm	30	0,00029	28,750	9,77	0,045	0,00067	0,17
28/12/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	25,450	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	104	0,00102	31,000	9,77	0,045	0,00232	0,58
	2 pm - 6 pm	31	0,00030	27,900	9,77	0,045	0,00069	0,17

## Anexo 11 Valores de evapotranspiración vegetación 5 en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evapotranspiración
		Gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m	m	mm/h
13/10/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	27,530	9,77	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	44	0,00043	30,150	9,77	0,045	0,00098	0,25
	2 pm - 6 pm	20	0,00020	27,680	9,77	0,045	0,00045	0,11
15/10/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	30,550	9,77	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	75	0,00074	35,000	9,75	0,045	0,00168	0,42
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	31,900	9,76	0,045	0,00042	0,11
16/10/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	31,600	9,76	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	59	0,00058	34,530	9,75	0,045	0,00132	0,33
	2 pm - 6 pm	21	0,00021	31,680	9,76	0,045	0,00047	0,12
21/10/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	27,450	9,78	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	98	0,00096	33,880	9,75	0,045	0,00219	0,55
	2 pm - 6 pm	11	0,00011	31,100	9,77	0,045	0,00025	0,06
22/10/2020	6 am - 10 am	24	0,00024	29,180	9,77	0,045	0,00054	0,13
	10 am - 2 pm	94	0,00092	34,250	9,75	0,045	0,00210	0,53
	2 pm - 6 pm	21	0,00021	31,280	9,76	0,045	0,00047	0,12
23/10/2020	6 am - 10 am	7	0,00007	32,250	9,76	0,045	0,00016	0,04
	10 am - 2 pm	61	0,00060	34,000	9,75	0,045	0,00136	0,34
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	31,430	9,76	0,045	0,00042	0,11
9/11/2020	6 am - 10 am	22	0,00022	28,125	9,77	0,045	0,00049	0,12
	10 am - 2 pm	94	0,00092	30,700	9,77	0,045	0,00210	0,52
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	28,550	9,77	0,045	0,00060	0,15
10/11/2020	6 am - 10 am	15	0,00015	26,750	9,78	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	100	0,00098	30,450	9,77	0,045	0,00223	0,56
	2 pm - 6 pm	25	0,00025	28,200	9,77	0,045	0,00056	0,14
12/11/2020	6 am - 10 am	19	0,00019	25,725	9,78	0,045	0,00042	0,11
	10 am - 2 pm	108	0,00106	29,450	9,77	0,045	0,00241	0,60
	2 pm - 6 pm	29	0,00028	27,125	9,78	0,045	0,00065	0,16
13/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	23,675	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	44	0,00043	28,200	9,77	0,045	0,00098	0,25
	2 pm - 6 pm	7	0,00007	26,400	9,78	0,045	0,00016	0,04
16/11/2020	6 am - 10 am	17	0,00017	24,675	9,78	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	71	0,00070	29,550	9,77	0,045	0,00158	0,40
	2 pm - 6 pm	19	0,00019	27,075	9,78	0,045	0,00042	0,11
19/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	25,125	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	76	0,00075	28,150	9,77	0,045	0,00170	0,42
	2 pm - 6 pm	24	0,00024	26,825	9,78	0,045	0,00054	0,13
20/11/2020	6 am - 10 am	30	0,00029	26,750	9,78	0,045	0,00067	0,17
	10 am - 2 pm	99	0,00097	31,150	9,77	0,045	0,00221	0,55
	2 pm - 6 pm	8	0,00008	28,450	9,77	0,045	0,00018	0,04
21/11/2020	6 am - 10 am	23	0,00023	26,900	9,78	0,045	0,00051	0,13
	10 am - 2 pm	112	0,00110	31,700	9,76	0,045	0,00250	0,63
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	29,050	9,77	0,045	0,00060	0,15
23/11/2020	6 am - 10 am	14	0,00014	25,800	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	111	0,00109	31,425	9,76	0,045	0,00248	0,62
	2 pm - 6 pm	22	0,00022	29,025	9,77	0,045	0,00049	0,12
24/11/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	27,275	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	84	0,00082	31,050	9,77	0,045	0,00188	0,47
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	27,675	9,77	0,045	0,00058	0,14



25/11/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,700	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	82	0,00080	29,675	9,77	0,045	0,00183	0,46
	2 pm - 6 pm	24	0,00024	27,150	9,78	0,045	0,00054	0,13
8/12/2020	6 am - 10 am	18	0,00018	25,750	9,78	0,045	0,00040	0,10
	10 am - 2 pm	53	0,00052	29,525	9,77	0,045	0,00118	0,30
	2 pm - 6 pm	17	0,00017	28,025	9,77	0,045	0,00038	0,09
9/12/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	25,425	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	56	0,00055	27,975	9,77	0,045	0,00125	0,31
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	27,500	9,78	0,045	0,00033	0,08
15/12/2020	6 am - 10 am	24	0,00024	25,525	9,78	0,045	0,00054	0,13
	10 am - 2 pm	62	0,00061	28,950	9,77	0,045	0,00138	0,35
	2 pm - 6 pm	27	0,00026	27,250	9,78	0,045	0,00060	0,15
18/12/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,200	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	63	0,00062	29,825	9,77	0,045	0,00141	0,35
	2 pm - 6 pm	14	0,00014	28,100	9,77	0,045	0,00031	0,08
19/12/2020	6 am - 10 am	11	0,00011	24,700	9,78	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	61	0,00060	28,750	9,77	0,045	0,00136	0,34
	2 pm - 6 pm	12	0,00012	26,500	9,78	0,045	0,00027	0,07
22/12/2020	6 am - 10 am	13	0,00013	25,575	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	107	0,00105	31,500	9,76	0,045	0,00239	0,60
	2 pm - 6 pm	31	0,00030	28,750	9,77	0,045	0,00069	0,17
28/12/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	25,450	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	112	0,00110	31,000	9,77	0,045	0,00250	0,63
	2 pm - 6 pm	29	0,00028	27,900	9,77	0,045	0,00065	0,16

**Anexo 12** Valores de evapotranspiración vegetación 6 en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evapotranspiración
		gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m	m	mm/h
13/10/2020	10:00 a. m.	13	0,00013	27,525	9,77	0,045	0,00029	0,07
	2:00 p. m.	45	0,00044	30,150	9,77	0,045	0,00100	0,25
	6:00 p. m.	19	0,00019	27,675	9,77	0,045	0,00042	0,11
15/10/2020	10:00 a. m.	15	0,00015	30,550	9,77	0,045	0,00033	0,08
	2:00 p. m.	67	0,00066	35,000	9,75	0,045	0,00150	0,37
	6:00 p. m.	21	0,00021	31,900	9,76	0,045	0,00047	0,12
16/10/2020	10:00 a. m.	14	0,00014	31,600	9,76	0,045	0,00031	0,08
	2:00 p. m.	54	0,00053	34,525	9,75	0,045	0,00121	0,30
	6:00 p. m.	25	0,00025	31,675	9,76	0,045	0,00056	0,14
21/10/2020	10:00 a. m.	13	0,00013	27,450	9,78	0,045	0,00029	0,07
	2:00 p. m.	67	0,00066	33,875	9,75	0,045	0,00150	0,37
	6:00 p. m.	17	0,00017	31,100	9,77	0,045	0,00038	0,09
22/10/2020	10:00 a. m.	30	0,00029	29,175	9,77	0,045	0,00067	0,17
	2:00 p. m.	56	0,00055	34,250	9,75	0,045	0,00125	0,31
	6:00 p. m.	23	0,00023	31,275	9,76	0,045	0,00051	0,13
23/10/2020	10:00 a. m.	7	0,00007	32,250	9,76	0,045	0,00016	0,04
	2:00 p. m.	45	0,00044	34,000	9,75	0,045	0,00101	0,25
	6:00 p. m.	28	0,00027	31,425	9,76	0,045	0,00063	0,16
9/11/2020	10:00 a. m.	19	0,00019	28,125	9,77	0,045	0,00042	0,11
	2:00 p. m.	90	0,00088	30,700	9,77	0,045	0,00201	0,50
	6:00 p. m.	28	0,00027	28,550	9,77	0,045	0,00062	0,16
10/11/2020	10:00 a. m.	17	0,00017	26,750	9,78	0,045	0,00038	0,09
	2:00 p. m.	104	0,00102	30,450	9,77	0,045	0,00232	0,58
	6:00 p. m.	26	0,00026	28,200	9,77	0,045	0,00058	0,14
12/11/2020	10:00 a. m.	20	0,00020	25,725	9,78	0,045	0,00045	0,11
	2:00 p. m.	110	0,00108	29,450	9,77	0,045	0,00245	0,61
	6:00 p. m.	26	0,00026	27,125	9,78	0,045	0,00058	0,14
13/11/2020	10:00 a. m.	18	0,00018	23,675	9,78	0,045	0,00040	0,10
	2:00 p. m.	46	0,00045	28,200	9,77	0,045	0,00103	0,26
	6:00 p. m.	7	0,00007	26,400	9,78	0,045	0,00016	0,04
16/11/2020	10:00 a. m.	18	0,00018	24,675	9,78	0,045	0,00040	0,10
	2:00 p. m.	70	0,00069	29,550	9,77	0,045	0,00156	0,39
	6:00 p. m.	19	0,00019	27,075	9,78	0,045	0,00042	0,11
19/11/2020	10:00 a. m.	15	0,00015	25,125	9,78	0,045	0,00033	0,08
	2:00 p. m.	80	0,00078	28,150	9,77	0,045	0,00178	0,45
	6:00 p. m.	23	0,00023	26,825	9,78	0,045	0,00051	0,13
20/11/2020	10:00 a. m.	31	0,00030	26,750	9,78	0,045	0,00069	0,17
	2:00 p. m.	105	0,00103	31,150	9,77	0,045	0,00234	0,59
	6:00 p. m.	5	0,00005	28,450	9,77	0,045	0,00011	0,03
21/11/2020	10:00 a. m.	20	0,00020	26,900	9,78	0,045	0,00045	0,11
	2:00 p. m.	117	0,00115	31,700	9,76	0,045	0,00261	0,65
	6:00 p. m.	25	0,00025	29,050	9,77	0,045	0,00056	0,14
23/11/2020	10:00 a. m.	12	0,00012	25,800	9,78	0,045	0,00027	0,07
	2:00 p. m.	112	0,00110	31,425	9,76	0,045	0,00250	0,63
	6:00 p. m.	23	0,00023	29,025	9,77	0,045	0,00051	0,13
24/11/2020	6 am - 10 am	27	0,00026	27,275	9,78	0,045	0,00060	0,15
	10 am - 2 pm	84	0,00082	31,050	9,77	0,045	0,00188	0,47
	2 pm - 6 pm	26	0,00026	27,675	9,77	0,045	0,00058	0,14

25/11/2020	6 am - 10 am	9	0,00009	25,700	9,78	0,045	0,00020	0,05
	10 am - 2 pm	80	0,00078	29,675	9,77	0,045	0,00178	0,45
	2 pm - 6 pm	24	0,00024	27,150	9,78	0,045	0,00054	0,13
8/12/2020	6 am - 10 am	16	0,00016	25,750	9,78	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	53	0,00052	29,525	9,77	0,045	0,00118	0,30
	2 pm - 6 pm	18	0,00018	28,025	9,77	0,045	0,00040	0,10
9/12/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	25,425	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	53	0,00052	27,975	9,77	0,045	0,00118	0,30
	2 pm - 6 pm	15	0,00015	27,500	9,78	0,045	0,00033	0,08
15/12/2020	6 am - 10 am	23	0,00023	25,525	9,78	0,045	0,00051	0,13
	10 am - 2 pm	59	0,00058	28,950	9,77	0,045	0,00132	0,33
	2 pm - 6 pm	22	0,00022	27,250	9,78	0,045	0,00049	0,12
18/12/2020	6 am - 10 am	6	0,00006	25,200	9,78	0,045	0,00013	0,03
	10 am - 2 pm	50	0,00049	29,825	9,77	0,045	0,00112	0,28
	2 pm - 6 pm	9	0,00009	28,100	9,77	0,045	0,00020	0,05
19/12/2020	6 am - 10 am	8	0,00008	24,700	9,78	0,045	0,00018	0,04
	10 am - 2 pm	44	0,00043	28,750	9,77	0,045	0,00098	0,25
	2 pm - 6 pm	11	0,00011	26,500	9,78	0,045	0,00025	0,06
22/12/2020	6 am - 10 am	12	0,00012	25,575	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	103	0,00101	31,500	9,76	0,045	0,00230	0,57
	2 pm - 6 pm	29	0,00028	28,750	9,77	0,045	0,00065	0,16
28/12/2020	6 am - 10 am	10	0,00010	25,450	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	108	0,00106	31,000	9,77	0,045	0,00241	0,60
	2 pm - 6 pm	35	0,00034	27,900	9,77	0,045	0,00078	0,20

### Anexo 13 Valores de evapotranspiración vegetación promedio en mm/h.

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evapotranspiración
		gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m	m	mm/h
13/10/2020	6 am - 10 am	12,7	0,00012	27,525	9,77	0,045	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	43,7	0,00043	30,150	9,77	0,045	0,00097	0,24
	2 pm - 6 pm	18,0	0,00018	27,675	9,77	0,045	0,00040	0,10
15/10/2020	6 am - 10 am	15,0	0,00015	30,550	9,77	0,045	0,00033	0,08
	10 am - 2 pm	72,0	0,00071	35,000	9,75	0,045	0,00161	0,40
	2 pm - 6 pm	20,0	0,00020	31,900	9,76	0,045	0,00045	0,11
16/10/2020	6 am - 10 am	15,3	0,00015	31,600	9,76	0,045	0,00034	0,09
	10 am - 2 pm	53,0	0,00052	34,525	9,75	0,045	0,00118	0,30
	2 pm - 6 pm	22,3	0,00022	31,675	9,76	0,045	0,00050	0,12
21/10/2020	6 am - 10 am	12,7	0,00012	27,450	9,78	0,045	0,00028	0,07
	10 am - 2 pm	90,3	0,00089	33,875	9,75	0,045	0,00202	0,50
	2 pm - 6 pm	16,3	0,00016	31,100	9,77	0,045	0,00036	0,09
22/10/2020	6 am - 10 am	26,0	0,00026	29,175	9,77	0,045	0,00058	0,15
	10 am - 2 pm	83,7	0,00082	34,250	9,75	0,045	0,00187	0,47
	2 pm - 6 pm	20,3	0,00020	31,275	9,76	0,045	0,00045	0,11
23/10/2020	6 am - 10 am	6,7	0,00007	32,250	9,76	0,045	0,00015	0,04
	10 am - 2 pm	55,0	0,00054	34,000	9,75	0,045	0,00123	0,31
	2 pm - 6 pm	22,0	0,00022	31,425	9,76	0,045	0,00049	0,12
9/11/2020	6 am - 10 am	22,7	0,00022	28,125	9,77	0,045	0,00051	0,13
	10 am - 2 pm	91,3	0,00090	30,700	9,77	0,045	0,00204	0,51
	2 pm - 6 pm	27,3	0,00027	28,550	9,77	0,045	0,00061	0,15
10/11/2020	6 am - 10 am	16,0	0,00016	26,750	9,78	0,045	0,00036	0,09
	10 am - 2 pm	101,3	0,00099	30,450	9,77	0,045	0,00226	0,57
	2 pm - 6 pm	25,0	0,00025	28,200	9,77	0,045	0,00056	0,14
12/11/2020	6 am - 10 am	19,0	0,00019	25,725	9,78	0,045	0,00042	0,11
	10 am - 2 pm	109,0	0,00107	29,450	9,77	0,045	0,00243	0,61
	2 pm - 6 pm	27,0	0,00026	27,125	9,78	0,045	0,00060	0,15
13/11/2020	6 am - 10 am	18,3	0,00018	23,675	9,78	0,045	0,00041	0,10
	10 am - 2 pm	44,0	0,00043	28,200	9,77	0,045	0,00098	0,25
	2 pm - 6 pm	7,7	0,00008	26,400	9,78	0,045	0,00017	0,04
16/11/2020	6 am - 10 am	17,7	0,00017	24,675	9,78	0,045	0,00039	0,10
	10 am - 2 pm	69,0	0,00068	29,550	9,77	0,045	0,00154	0,38
	2 pm - 6 pm	19,7	0,00019	27,075	9,78	0,045	0,00044	0,11
19/11/2020	6 am - 10 am	17,0	0,00017	25,125	9,78	0,045	0,00038	0,09
	10 am - 2 pm	77,3	0,00076	28,150	9,77	0,045	0,00172	0,43
	2 pm - 6 pm	24,3	0,00024	26,825	9,78	0,045	0,00054	0,14
20/11/2020	6 am - 10 am	29,7	0,00029	26,750	9,78	0,045	0,00066	0,17
	10 am - 2 pm	98,3	0,00096	31,150	9,77	0,045	0,00220	0,55
	2 pm - 6 pm	6,3	0,00006	28,450	9,77	0,045	0,00014	0,04
21/11/2020	6 am - 10 am	22,0	0,00022	26,900	9,78	0,045	0,00049	0,12
	10 am - 2 pm	114,7	0,00112	31,700	9,76	0,045	0,00256	0,64
	2 pm - 6 pm	26,3	0,00026	29,050	9,77	0,045	0,00059	0,15
23/11/2020	6 am - 10 am	14,0	0,00014	25,800	9,78	0,045	0,00031	0,08
	10 am - 2 pm	110,7	0,00109	31,425	9,76	0,045	0,00247	0,62
	2 pm - 6 pm	22,7	0,00022	29,025	9,77	0,045	0,00051	0,13
24/11/2020	6 am - 10 am	24,0	0,00024	27,275	9,78	0,045	0,00054	0,13
	10 am - 2 pm	83,7	0,00082	31,050	9,77	0,045	0,00187	0,47
	2 pm - 6 pm	25,0	0,00025	27,675	9,77	0,045	0,00056	0,14

Fecha	Hora	Δ de Peso		Temperatura	γ	Area Sup	h	Evapotranspiración
		gr	Kn	°C	Kn/m <sup>3</sup>	m	m	mm/h
25/11/2020	6 am - 10 am	10,0	0,00010	25,700	9,78	0,045	0,00022	0,06
	10 am - 2 pm	81,0	0,00079	29,675	9,77	0,045	0,00181	0,45
	2 pm - 6 pm	23,3	0,00023	27,150	9,78	0,045	0,00052	0,13
8/12/2020	6 am - 10 am	15,7	0,00015	25,750	9,78	0,045	0,00035	0,09
	10 am - 2 pm	52,3	0,00051	29,525	9,77	0,045	0,00117	0,29
	2 pm - 6 pm	17,3	0,00017	28,025	9,77	0,045	0,00039	0,10
9/12/2020	6 am - 10 am	11,3	0,00011	25,425	9,78	0,045	0,00025	0,06
	10 am - 2 pm	53,3	0,00052	27,975	9,77	0,045	0,00119	0,30
	2 pm - 6 pm	15,7	0,00015	27,500	9,78	0,045	0,00035	0,09
15/12/2020	6 am - 10 am	22,7	0,00022	25,525	9,78	0,045	0,00051	0,13
	10 am - 2 pm	61,3	0,00060	28,950	9,77	0,045	0,00137	0,34
	2 pm - 6 pm	25,0	0,00025	27,250	9,78	0,045	0,00056	0,14
18/12/2020	6 am - 10 am	7,7	0,00008	25,200	9,78	0,045	0,00017	0,04
	10 am - 2 pm	61,0	0,00060	29,825	9,77	0,045	0,00136	0,34
	2 pm - 6 pm	13,7	0,00013	28,100	9,77	0,045	0,00030	0,08
19/12/2020	6 am - 10 am	10,7	0,00010	24,700	9,78	0,045	0,00024	0,06
	10 am - 2 pm	60,0	0,00059	28,750	9,77	0,045	0,00134	0,33
	2 pm - 6 pm	14,3	0,00014	26,500	9,78	0,045	0,00032	0,08
22/12/2020	6 am - 10 am	13,0	0,00013	25,575	9,78	0,045	0,00029	0,07
	10 am - 2 pm	106,0	0,00104	31,500	9,76	0,045	0,00237	0,59
	2 pm - 6 pm	30,0	0,00029	28,750	9,77	0,045	0,00067	0,17
28/12/2020	6 am - 10 am	12,0	0,00012	25,450	9,78	0,045	0,00027	0,07
	10 am - 2 pm	108,0	0,00106	31,000	9,77	0,045	0,00241	0,60
	2 pm - 6 pm	31,7	0,00031	27,900	9,77	0,045	0,00071	0,18