



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

DETERMINACIÓN DE NECESIDADES HÍDRICAS PARA EL CULTIVO DE

AGUACATE (*Persea americana*) VARIEDAD FUERTE EN EL SECTOR

PAMBA HACIENDA -CANTÓN -MIRA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos
naturales

SUBLINEA:

AUTOR: JARET HARO ACOSTA

ASESOR: JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA

Ibarra, 20 de junio 2024

Ibarra, 20 de junio 2024

José Valdemar Andrade Cadena

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



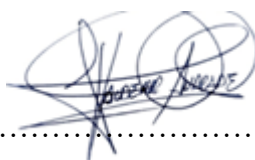
(f).....

José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

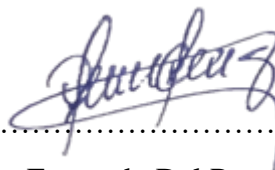
El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167



(f).....

Edwin Fernando Del Pozo Villacís

C.C.: 1001756566



(f).....


Edmundo Rene Recalde Posso

C.C.: 1001774494

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Jaret Haro Acosta, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 20 de junio del 2024


f): 

JARET HARO ACOSTA

C.C.: 1004592828

AUTORÍA

Yo, Jaret Haro Acosta, portador de la cédula de ciudadanía N°1004592828, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): 

JARET HARO ACOSTA

C.C.: 1004592828

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo. JARET HARO ACOSTA, con C.C.: 1004592828, autor del trabajo de grado intitulado: DETERMINACIÓN DE NECESIDADES HÍDRICAS PARA EL CULTIVO DE AGUACATE (Persea americana) VARIEDAD FUERTE EN EL SECTOR PAMBA HACIENDA -CANTÓN MIRA previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE SI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, 20 de junio del 2024

f): 

JARET HARO ACOSTA

C.C.: 1004592828

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: DETERMINACIÓN DE NECESIDADES HÍDRICAS PARA EL CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana*) VARIEDAD FUERTE EN EL SECTOR PAMBA HACIENDA -CANTÓN -MIRA, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 08 de diciembre de 2023.

Para constancia firma:

f):



Jaret Haro Acosta
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C/ Pasaporte: 1004592828
Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, 19 de diciembre de 2023

DEDICATORIA

A Dios, quien ha sido el motor de mi vida, la fuente de fortaleza y sabiduría en cada paso de este camino. A mi amada mamá, cuyo amor incondicional ha sido mi refugio en los momentos difíciles y mi inspiración en los triunfos. A mi valiente papá, cuyo incansable trabajo y sabios consejos han sido el faro que guía mis decisiones y acciones. A mi hermano mayor, ejemplo de perseverancia y dedicación, quien ha sido mi guía y apoyo constante en este viaje. A mi querido hermano menor, cuya alegría contagiosa y constante motivación han sido un impulso invaluable en mis desafíos. A mis amados abuelos, pilares de amor incondicional y apoyo inquebrantable, su presencia ha sido un regalo preciado en cada etapa de mi vida. A Sofí, por su apoyo invaluable y por estar siempre a mi lado, brindándome fuerzas y ánimo en cada desafío. A todos ustedes, mi familia, les dedico este logro, pues cada uno ha dejado una huella imborrable en mi corazón y ha sido parte fundamental de mi éxito. Con infinito amor y gratitud, ¡Esto es para ustedes!

Jaret

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis docentes que me han apoyado y alentado no sólo con su conocimiento sino que con todo su cariño y profesionalidad para instruirme y motivarme a seguir adelante en cada paso de la Universidad y sobre todo a ser un profesional con mente de empresario, a mis compañeros por hacer de la universidad una etapa muy bonita, a mi familia por ser un apoyo incondicional en cada proceso de mi vida, a mi asesor de Doctor Valdemar Andrade por todo el tiempo dedicado hacia mi proyecto y con su gran carácter saber moldearme para hacer las cosas correctas y de la mejor manera.

Jaret

ÍNDICE

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO III	5
ESTADO DEL ARTE	5
3.1. Necesidades hídricas de los cultivos	5
3.2. Necesidades hídricas del cultivo de aguacate	6
3.3. Evaporación	7
3.4. Transpiración	8
3.5. Precipitación	9
3.6. Humedad Relativa	10
3.7. Evapotranspiración	11
3.8. Velocidad del viento	12
3.9. Métodos de evaluación de la evapotranspiración	13
3.10. Estaciones meteorológicas	14
CAPÍTULO IV	16
MATERIALES Y MÉTODOS	16
	10

4.1. Materiales	16
4.1.1. Materiales oficina	16
4.1.2. Materiales de campo	16
4.1.3. Equipos	16
4.1.5 Insumos	17
4.2. Métodos	17
4.2.1. Localización del área de estudio	17
4.3. 18	
4.3.1. 18	
4.4. 19	
4.5. 19	
4.5.1. 20	
4.5.2. 20	
4.5.3. 21	
CAPÍTULO V	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. Datos Obtenidos de la estación metereológico inalámbrica periodo diciembre 2023 – junio 2024	.26
5.2. Resultados obtenidos del valor de Kp al aplicar la fórmula	31
5.3. Resultados de evapotranspiración con valores de la Tina Tipo A	32
5.4. Valoración n/N	36
5.5. Resultados obtenidos con el método (Blaney – Criddle) (mm/mes)	37
5.6. Discusión de los métodos de cálculo de la determinación de la evapotranspiración de Blaney – Criddle y método del tanque evaporímetro o (<i>tina tipo A</i>)	39
CAPÍTULO VI	41
CONCLUSIONES	41
CAPITULO VII	43
RECOMENDACIONES	43
CAPITULO VIII	44
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de estación meteorológica inalámbrica.....	20
Tabla 2 Datos de estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi.....	27
Tabla 3 Resultados de evapotranspiración con valores de la Tina Tipo A.....	31
Tabla 4 Datos de estación meteorológica inalámbrica ubicada sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi.....	35
Tabla 5 Resultados obtenidos con el (Blaney – Criddle) (mm/mes).....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de localización de la investigación.....	18
Figura 2 Registro de temperatura estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024.....	28
Figura 3 Registro de Humedad relativa máxima, estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024.....	29
Figura 4 Registro de humedad relativa mínima , estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024.....	30
Figura 5 Registro de velocidad del viento (m/s) estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024.....	31
Figura 6 Valores promedio evapotranspiración por mes (mm/mes).....	34
Figura 7 Cuadrantes para la predicción de ETo (Blaney – Criddle).....	36
Figura 8 Evapotranspiración mensual con método de (Blaney – Criddle).....	39
Figura 9 Comparación entre métodos de cálculo de evaporación, con satos de la estación metereológica inalámbrica Tina Tipo A.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de instalación meteorológica inalámbrica automatizado.....	58
Anexo 2 <i>Instalación de estación meteorológica inalámbrica de tina tipo A</i>	58
Anexo 3 Calibración de equipos.....	59
Anexo 4 Registro de datos.....	59
Anexo 5 Mantenimiento y seguridades de equipos.....	60
Anexo 6 Fotografías del área de investigación.....	60
Anexo 7 Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes diciembre.....	61
Anexo 8 Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes enero.....	62
Anexo 9 Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes febrero.....	63
Anexo 10 Datos de la estación meteorológica inalámbrica a mes marzo.....	64
Anexo 11 Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes abril.....	65
Anexo 12 Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes mayo.....	66
Anexo 13 Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes Junio.....	67
Anexo 14 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de diciembre 2023.....	68
Anexo 15 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de enero 2024.....	69
Anexo 16 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de febrero 2024.....	70
Anexo 17 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de marzo 2024.....	71

Anexo 18 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de abril 2024.....	72
Anexo 19 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de mayo 2024.....	73
Anexo 20 Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de junio 2024.....	74
Anexo 21 Horas de luz por día expresadas como porcentaje de total anual.....	74
Anexo 22 Duración máxima diaria media de las horas de fuerte insolación N en diferentes meses y latitudes	75
Anexo 23 Ciclo fenológico fase de producción aguacate variedad Fuerte a condiciones agroclimáticas de Pamba hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi.....	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo la verificación de los datos climáticos obtenidos en el sector de la hacienda Pamba Hacienda cantón Mira provincia del Carchi para el cultivo de referencia de aguacate (*Persea americana*), al no disponer de información de los factores climáticos requeridos para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos se instaló y valoró los datos de una estación meteorológica inalámbrica y de un tanque evaporímetro para poder monitorear y obtener información del clima, la cual fue utilizada para determinar la evapotranspiración referencial del cultivo con la aplicación del método modificado de *Blaney - Criddle* y el método de tanque evaporimétrico o *Tina Tipo A*. La información climática obtenida fue temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, horas de luminosidad, precipitación diaria y mensual evaluada desde el 9 de diciembre del 2023 al 9 de junio del 2024. Cada método utiliza fórmulas de cálculo, determinado por el método de *Blaney -Criddle* un valor de evapotranspiración de referencia de 728,94 mm/mes y por el método de tanque evaporímetro o *Tina Tipo A* de 729,26 mm/mes en los 184 días evaluados, se encontró una diferencia de 0,38 mm/mes en el tiempo evaluado, Se determinó que el valor del método de tanque evaporímetro o *Tina Tipo A* es en más fiable, la diferencia entre métodos es mínima para la determinación de la evapotranspiración de referencia del cultivo al comparar con los requerimientos hídricos del cultivo en base al kc característico de la fase de floración, cuajado, maduración del cultivo de aguacate (*Persea americana*).

Palabras clave: 1, Evaporación 2, *Tina Tipo A* 3, Estación climática 4, Evapotranspiración, 5 *Blaney – Criddle*

ABSTRACT

The objective of this research work was to verify the climatic data obtained in the sector of the Pamba farm, Mira canton, Carchi province, for the reference crop of avocado (*Persea Americana*), as there was no information on the required climatic factors. To calculate the water needs of the crops, data from an automated weather station and an evaporimeter tank were installed and valued to be able to monitor and obtain climate information, which was used to determine the reference evapotranspiration of the crop with the application of the modified *Blaney - Criddle* method and the evaporimetric tank method or type A vat. The climatic information obtained was temperature, relative humidity, wind speed, hours of light, daily and monthly precipitation evaluated from December 19, 2023, to December 9. June 2024. Each method uses calculation formulas, determined by the *Blaney-Criddle* method a reference evapotranspiration value of 728.94 mm/month and by the evaporimeter tank or vat type A method of 729.26 mm/month in the 184 days evaluated, a difference of 0.38 mm/month was found in the evaluated time. It was determined that the value of the evaporimeter tank or vat type A method is more reliable, the difference between methods is minimal for the determination of the reference evapotranspiration of the crop when compared with the water requirements of the crop based on the kc characteristic of the flowering, fruit setting, and ripening phase of the avocado crop (*Persea Americana*).

Keywords: 1, Evaporation Station 2, Class A Tub Type A Tub 3, Climatic Station Irrigation 4, Evapotranspiration, 5 *Blaney – Criddle*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Según Garrido y Pérez (2023) los efectos del cambio climático afectan a los productores agrícolas. Además, manifiesta que se requiere implementar acciones con enfoques innovadores y aumentar las inversiones en la agricultura y en los sistemas hídricos para adaptarse con resiliencia a estos efectos, especialmente en las zonas rurales, las cuales son fundamentales como generadoras de alimentos para la población mundial.

Según Harrison y Pearce (2000), solo el 0,77 % del agua dulce a nivel mundial está disponible para el ser humano. Este recurso es fundamental, siendo el centro de atención en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas [ONU]-Agua, 2016).

El rápido crecimiento de la población mundial, el desarrollo económico y la urbanización generan una creciente demanda de agua dulce por parte de todos los sectores, incluido el medio ambiente, en un contexto donde este recurso hídrico se ve disminuido por los efectos del cambio climático. Se requieren medidas urgentes, una firme voluntad política y una mayor financiación para valorar y gestionar de manera integrada el agua dulce (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020).

Actualmente, 2300 millones de personas viven en países con estrés hídrico, de las cuales más de 733 millones lo hacen en países áridos con niveles de estrés hídrico elevado y crítico (Navarro, 2023, p. 11).

La agricultura representa el consumo del 70 % del agua dulce a nivel mundial, por lo que es esencial abordar el problema del uso ineficiente de agua dulce en el mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2017). Los países experimentan escasez

de agua, sequías o inundaciones, agravadas por el cambio climático, mientras que, al mismo tiempo, la calidad del agua se deteriora (Aguilar et al., 2023). Todos estos problemas hídricos suponen una amenaza para los medios de vida, la producción agrícola (incluidas la pesca continental y la acuicultura), la seguridad alimentaria, la nutrición y el medio ambiente (Cadavid et al., 2024).

Según Velásquez et al. (2023) la variabilidad en la disponibilidad de agua plantea desafíos significativos a los agricultores, quienes deben realizar esfuerzos especiales para gestionar de manera eficiente los diversos factores que afectan la producción agrícola.

Según Pérez (2024) el riego, considerado uno de los factores productivos controlados por los agricultores, a menudo es descuidado y poco comprendido en términos de su impacto en la cantidad y calidad del producto deseado. Es crucial manejar eficientemente el riego, ya que su objetivo principal es reponer la humedad perdida debido a la evaporación y transpiración de las plantas y el suelo, ajustándose a las condiciones específicas de precipitación en cada zona de cultivo (Lagos et al., 2017)

Es fundamental que los agricultores administren eficientemente el riego para mantener un equilibrio en el crecimiento de los árboles frutales y evitar el estrés hídrico, tanto por exceso como por falta de este recurso, durante sus etapas de desarrollo fenológico, dado que esta relación tiene un impacto directo en la producción y calidad de los cultivos (Marín, 2010).

El manejo de los cultivos, especialmente en el caso de los productores de frutales, exige un dominio del diseño agronómico para lograr altos rendimientos y eficiencia en la gestión de los recursos empleados en el sistema de producción de cada cultivo. Es crucial establecer las necesidades hídricas y los factores necesarios para su determinación (Garcés, 2023, pp. 58-61-68).

Por lo general, las plantas frutales requieren una cantidad significativa de agua para un crecimiento óptimo, dado que tanto el exceso como la deficiencia de agua pueden afectar negativamente la producción y la calidad de los frutos. Es crucial considerar que el riego de los

frutales tiene una gran importancia económica para los productores, por lo tanto, es fundamental precautelar la subsistencia y sostenibilidad de los sistemas de producción (Moreno & Fischer, 2014).

Según Guerrero (2020) la forma convencional de cultivar árboles frutales se basa en el riego por gravedad o superficial, con una eficiencia del 50 % en la aplicación del agua de riego, la cual se ve afectada por varios factores como la distribución inadecuada del agua, las filtraciones y la evaporación

En la actualidad, las instituciones del estado encargadas de las competencias de riego para la agricultura, como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica (MATE), junto con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) provinciales y parroquiales, tienen la responsabilidad de mejorar la productividad mediante el uso de métodos de riego eficientes, como la microaspersión y el riego por goteo. Estos métodos permiten un aprovechamiento del agua de riego con eficiencia del 70 al 90 %, lo que se traduce en una gestión hídrica altamente efectiva con resultados en el incremento de la producción (Espinoza & Montúfar, 2022).

Para lograr una correcta programación del riego de los cultivos, es fundamental disponer de información precisa sobre sus necesidades de agua. Conocer la evapotranspiración es esencial, y para ello existen métodos de determinación que deben ser sistematizados según la zona y el predio donde se establece el cultivo (Simanca et al., 2023).

El objetivo del presente estudio fue conocer la información climática generada durante un ciclo de cultivo de aguacate recopilada en un periodo de seis meses, desde diciembre de 2023 hasta mayo de 2024. Se registró la información diariamente a las 6:30 pm utilizando un tanque tina tipo A para medir la evaporación del agua. Además, se utilizó una estación meteorológica inalámbrica de campo (Marca Logía) que proporcionó los datos necesarios para determinar la evapotranspiración potencial y comparar entre los dos métodos para el cálculo de la evapotranspiración potencial del cultivo establecido (Santos et al., 2010)

Principio del formulario

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar los parámetros climáticos necesarios, para la determinación de la evapotranspiración de referencia, en el cultivo de aguacate, mediante dos métodos (*Tanque evaporímetro tipo A* y *método modificado Blaney – Criddle*) con información de la estación meteorológica inalámbrica), como referencia para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo de aguacate en la zona de Pamba Hacienda del cantón Mira.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la información diaria de la estación meteorológica durante el ciclo productivo de cultivo de referencia de aguacate (*Persea americana*), sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi.
- Determinar los valores de evapotranspiración potencial con los métodos de *Blaney – Criddle* y *método de Tanque evaporímetro tipo A*, con datos de la estación meteorológica y del Tanque evaporímetro tipo A, según las condiciones agroclimáticas en el sector Pamba Hacienda cantón Mira provincia del Carchi.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

En los últimos años, el cultivo de aguacate ha mostrado un crecimiento sostenido, evidenciado por el aumento en la demanda global de este fruto. Por lo tanto, es crucial comprender adecuadamente el manejo del cultivo de aguacate, especialmente para satisfacer eficazmente las necesidades de agua en sus diferentes etapas fenológicas, lo cual garantiza una mejor calidad y cantidad de frutos en la cosecha. Sin embargo, para comprender y calcular de manera precisa estas necesidades hídricas, es fundamental considerar una serie de conceptos fundamentales que se detallan en el estado del arte (Naranjo y Reyes, 2021).

3.1. Necesidades hídricas de los cultivos

Según Daza et al. (2017) el requerimiento hídrico se refiere al valor necesario de agua en los cultivos, es decir, la cantidad necesaria para compensar las pérdidas debidas a la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo, determinar este requerimiento representa un gran desafío, especialmente al intentar separar estas pérdidas individuales, por lo que se utiliza el término de la variable de evapotranspiración. Además, menciona que este valor permite calcular las necesidades hídricas del cultivo mediante el coeficiente del cultivo (K_c) adaptado a las diferentes fases fenológicas del mismo.

De acuerdo a Linares (2012) existen varios métodos que emplean expresiones matemáticas (fórmulas) para estimar el volumen de agua consumido por un cultivo mediante la medición de parámetros climáticos. Aunque la información también puede ser obtenida mediante sensores climáticos, estos no pueden ser utilizados directamente para la gestión del riego. Es necesario establecer previamente relaciones entre el consumo de agua del cultivo, los parámetros climáticos y el estado fenológico de desarrollo del cultivo.

Según González et al. (2012) el ordenamiento y la accesibilidad a la información sobre el régimen hídrico de los principales cultivos agrícolas tienen un gran impacto económico y social. Esta información permite definir la función agua-rendimiento y la productividad del agua como herramientas eficientes en la planificación, diseño y operación del suministro de agua para los cultivos.

3.2. Necesidades hídricas del cultivo de aguacate

Según Dorado et al. (2017) en su análisis sobre la determinación del cálculo de las necesidades de riego para los cultivos, es crucial considerar variables climáticas como la temperatura máxima y mínima, la humedad relativa, la cantidad de precipitación, la velocidad del viento y la radiación solar. Recomiendan el uso de sensores de humedad para el suelo, cuyas mediciones deben realizarse por la mañana y simultáneamente con las otras variables mencionadas. De esta manera, es posible determinar los valores de las Necesidades de riego neta (N_{rn}), definidas como la diferencia entre la Evapotranspiración del cultivo (E_{Tc}) y la Precipitación efectiva (P_e), un cálculo que debe realizarse diariamente. Cuando la Evapotranspiración del cultivo supera la cantidad de precipitación efectiva recibida, se concluye que es necesario realizar el riego, utilizando la siguiente expresión matemática.

Principio del formulario

Final del formulario

Fórmula de cálculo

$$N_{rn} = P_e - E_{Tc}$$

N_{rn} = Necesidades de riego neta

P_e = precipitación efectiva

E_{Tc} = evapotranspiración del cultivo

Según Echeverría y Mercado (2021) proporcionar información objetiva y veraz sobre la dosis de riego óptima en la etapa de vivero es de gran importancia tanto técnica como económica para el productor de aguacates. Es fundamental conocer las diferentes fases

fenológicas de crecimiento y desarrollo para aplicar correctamente la lámina de riego calculada. Este enfoque no solo promueve la obtención de plantas saludables, sino que también se refleja en una mayor producción y salud de las plantaciones con la aplicación de una lámina de riego óptima.

Según las investigaciones realizadas por Dorado et al. (2017) sobre el requerimiento hídrico en el cultivo de aguacate, se observó que bajo condiciones con aporte hídrico solo de agua de lluvias, se obtuvo un rendimiento de 13,4 t/ha. Sin embargo, al aplicar una lámina de riego equivalente al 75 % de la Evapotranspiración de referencia (ET_o), el rendimiento aumentó a 19,2 t/ha. Esto indica que se logró un incremento de 5,75 t/ha. En el rendimiento de los cultivos de aguacate mediante un buen manejo agronómico. Es crucial considerar las condiciones edafoclimáticas específicas de cada sector para optimizar el incremento de los cultivos.

Según Tejeda et al. (2022) a nivel internacional se dispone de amplia información sobre las necesidades de riego, el consumo de agua y los coeficientes para el cultivo de aguacate al inicio del establecimiento de huertos o para cultivos establecidos en producción. Sin embargo, existe una notable falta de información para árboles establecidos con más de 4 años, particularmente en relación con las características del sistema radicular, el cual es menos profundo en comparación con sistemas radiculares de otros árboles frutales. Se ha confirmado que, en suelos profundos y bien drenados, la profundidad máxima de arraigamiento puede alcanzar hasta 1,2 - 1,5 m. Pero el 70 al 87 % del sistema radicular se encuentra entre los 0-40 cm de profundidad. Aunque hay muchas recomendaciones sobre el requerimiento hídrico de otros lugares, la falta de información específica en el país sobre los requerimientos de consumo de agua y los coeficientes de cultivo (K_c) para el aguacate debe ser determinada para cada sector donde se ha establecido el huerto.

3.3. Evaporación

La evaporación se define como el proceso físico mediante el cual el agua o cualquier sustancia líquida se transforma de su estado líquido a gaseoso debido a la exposición al sol o al aumento de temperatura. Este proceso es gradual y ocurre de manera lenta (Muñoz et al., 2022, p. 49).

La evaporación es influenciada por varios factores, siendo la insolación o radiación solar el principal, ya que proporciona la energía necesaria para este proceso (Ramírez, 2022, p. 41). Además de la radiación solar, la evaporación también depende de la temperatura y humedad del aire, así como del viento, que ayuda a remover el aire saturado cerca de la superficie de evaporación. Cuando la humedad atmosférica es baja y hay viento presente, la evaporación tiende a ser mayor. El efecto de calentamiento de la masa de agua también afecta la evaporación, influenciado por su volumen y profundidad.

Durante la operación del riego por aspersión, goteo o superficial, se pueden experimentar pérdidas por evaporación y arrastre del viento (PEA), las cuales contribuyen a una reducción de la evapotranspiración (ET) (Stambouli et al., 2012, p. 122). Esta reducción puede resultar beneficiosa para los cultivos, especialmente durante los riegos diurnos, por lo que es crucial realizar cálculos precisos para determinar el requerimiento hídrico adecuado del cultivo.

3.4. Transpiración

La transpiración de la planta se define como la pérdida de agua a través de las estomas ubicados en las hojas de los árboles, la cual se evapora debido a la influencia del sol y las condiciones de temperatura específicas de cada zona donde se desarrollan los cultivos (Reyes et al., 2023, pp. 6-11).

En las relaciones hídricas de una planta, un proceso crucial es la absorción de grandes volúmenes de agua del suelo, su transporte a través de la planta y la liberación de vapor de agua hacia la atmósfera mediante la transpiración. Por lo tanto, la transpiración se define como la liberación de agua en forma de vapor por parte de la planta (Morales et al., 2021).

Medina et al. (2013) en su investigación establecen que el valor de transpiración muestra una asociación entre el porcentaje de humedad aprovechable del suelo y la humedad relativa del ambiente. Los valores más bajos de transpiración de las plantas de aguacate se observan en primavera, cuando las hojas están completamente maduras y los frutos están en crecimiento, época caracterizada por una mayor demanda hídrica debido al déficit de humedad aprovechable del suelo. Además, indican que las tasas más altas de transpiración ocurren en la estación de verano, debido a las mayores temperaturas, humedad relativa ambiental y disponibilidad de humedad en el suelo.

3.5. Precipitación

Según Romero y Topón (2021) la precipitación se define como la lluvia o el agua natural que proviene de la atmósfera, y puede encontrarse en forma sólida o líquida. Esta se deposita en el suelo debido a fenómenos meteorológicos y se puede clasificar en lluvia convectiva, lluvia orográfica y lluvia ciclónica o frontal.

Según Anguiano et al. (2007) la precipitación y la evaporación son elementos cruciales durante la temporada de lluvias, cumpliendo con los requerimientos de agua necesarios para el cultivo del aguacate en un 100 %, siempre y cuando el patrón de lluvias sea uniforme a lo largo del ciclo anual. La precipitación se define como la cantidad de agua acumulada en un lapso de 10 minutos, medida en milímetros (mm) utilizando instrumentos como el pluviómetro y el pluviógrafo.

Desde nuestro punto de vista la precipitación es un factor importante de estudio, ya que la intensidad de la misma influye en el diseño y construcción de diversas obras hidráulicas (Ricardo et al., 2020).

Según Quispe (2022) la precipitación se define como el agua en forma sólida o líquida que proviene de la atmósfera y se deposita en la superficie terrestre. En el ciclo hidrológico, la

división de la precipitación es crucial, dado que una parte de esta agua de lluvia se evapora y otra se infiltra en el suelo, contribuyendo así a la recarga de los acuíferos (p. 15).

La precipitación se refiere al agua proveniente de la atmósfera que se deposita en la superficie de la tierra, ya sea en forma de sólido o líquido. La división de la precipitación es crucial en el ciclo hidrológico, ya que parte del agua de lluvia se evapora o se filtra en el suelo para recargar los acuíferos (Quispe, 2024).

En meteorología, la precipitación se define como cualquier forma de hidrometeoro que cae del cielo y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye la lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no la neblina ni el rocío, ya que estos últimos son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre se denomina pluviosidad o monto pluviométrico (Guadalupe, 2014).

La precipitación es una parte fundamental del ciclo hidrológico, responsable del depósito de agua dulce en el planeta y, por ende, vital para la vida tanto animal como vegetal. Este fenómeno ocurre cuando las nubes alcanzan un punto de saturación, momento en el cual las gotas de agua aumentan de tamaño hasta precipitarse por la fuerza de gravedad (Reyes, 2021).

3.6. Humedad Relativa

La humedad relativa se mide utilizando higrómetros. Los higrómetros de cabello son comúnmente utilizados en estaciones de campo y funcionan como hidrógrafos mecánicos (Lozano, 2013).

Las medidas de humedad relativa pueden perder exactitud debido al polvo y al envejecimiento de los cabellos en los higrómetros de cabello. En contraste, los higrómetros modernos emplean una película de polímero dieléctrico que varía su constante dieléctrica con los cambios en la humedad superficial. Esta variación afecta la capacidad de un condensador

que utiliza dicho dieléctrico, siendo estos instrumentos conocidos como higrómetros capacitivos de polímero dieléctrico. La precisión de estos dispositivos es destacada en la mayoría de las estaciones meteorológicas automáticas modernas (Allen et al., 2006).

La humedad relativa se define como el porcentaje de agua contenida en el aire en relación con la máxima cantidad de humedad que podría retener el aire a la misma temperatura (Rojano et al., 2012)

Podríamos también expresar que la humedad relativa es la cantidad de agua contenida en una masa de aire en relación con la máxima cantidad de agua que podría contener sin que se produzca condensación, manteniendo constantes la temperatura y la presión atmosférica. Además, se establece una relación indirectamente proporcional entre la temperatura y la humedad (Bautista et al., 2011).

Las temperaturas altas tienden a disminuir la humedad relativa, mientras que las temperaturas bajas incrementan el contenido de humedad relativa (González, 2023).

La humedad relativa se define como la cantidad de humedad presente en el aire en relación con la máxima cantidad de humedad que el aire puede contener a una temperatura específica. El exceso de humedad relativa puede propiciar el desarrollo de líquenes, algas y enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Por otro lado, un ambiente con baja humedad relativa puede resultar en la muerte del polen, afectando negativamente la fecundación y la formación de frutos en el cultivo de aguacate (Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], 2023).

3.7. Evapotranspiración

Quispe et al. (2024) concluyen en su investigación que el cambio climático tiene una estrecha relación con el agua, lo cual provoca alteraciones en el ciclo hidrológico y conduce a una distribución irregular de las precipitaciones.

De igual manera, se analiza el impacto del aumento de la temperatura en diversas regiones del mundo, lo cual se refleja en un incremento de la evaporación y evapotranspiración (ET) en los cultivos. Estas condiciones agroclimáticas son parte integral del ciclo hidrológico y son cruciales para la planificación eficiente del riego, ya que influyen directamente en la demanda de agua de los cultivos (Monterroso y Gómez, 2021).

La evapotranspiración se define como el resultado combinado de dos procesos distintos: la evaporación y la transpiración. Es crucial comprender estos procesos, dado que son componentes esenciales para calcular adecuadamente un riego tecnificado eficiente en cualquier tipo de cultivo (Vera, 2024).

Según Bazán et al. (2024) existen varias formas de medir la evapotranspiración (ET_o). Estas pueden ser instrumental, utilizando evapotranspirómetros o lisímetros de pesada, o mediante la aplicación de fórmulas. Se destaca que el evapotranspirómetro es el método más preciso, aunque presenta la desventaja de ser de grandes dimensiones, difícil de instalar y con altos costos tanto de adquisición como de mantenimiento.

Por lo que se recomienda la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o) con fórmulas debido a que son más económicas, aunque su precisión es menor en comparación con el uso de instrumentos. Es crucial contar con la información climática necesaria para aplicar la fórmula de Penman-Monteith, la cual es ampliamente utilizada por la FAO (Ortiz & Chile, 2020).

3.8. Velocidad del viento

Según Ventura & Lima (2024) en el diseño agronómico e hidráulico del riego, particularmente en la parte de control, se considera y maneja el tiempo de riego. Para esto, es fundamental realizar un análisis de las velocidades del viento y la temperatura, datos que deben

ser recolectados en campo, ya que son determinantes para calcular el valor de la evapotranspiración.

Según Cisneros et al. (2019) el factor climático más relevante en el comportamiento del modelo de repartición del agua es el viento. Es crucial considerar su velocidad, dirección y persistencia, ya que, si no se toman en cuenta estos aspectos, puede afectar directamente al diseño agronómico y a la distribución de las tuberías. Se recomienda considerar las horas sin viento y las horas de viento con menores velocidades para planificar la operación de riego de manera efectiva. Generalmente, se establece un límite de 2,5 m/s como aceptable para las velocidades del viento; velocidades superiores a este límite no son recomendables, especialmente en sistemas de riego por aspersión

Monterroso y Gómez (2021) explican que la ecuación Penman-Monteith (PM) utiliza datos de humedad relativa, radiación neta, velocidad del viento y temperatura específicos de cada localidad. Este método es ampliamente empleado por la FAO para estimar la Evapotranspiración de Referencia (ETP), siendo considerado el más adecuado para los diseños de programación de riego.

Según Cadena (2012) el método que se ajusta al no contar nuestro país con estaciones meteorológicas bien equipadas ni tener una red de ellas es el método modificado por la FAO para el cálculo de evapotranspiración de Blaney-Criddle. Este método utiliza valores de velocidad del viento, condiciones de humedad relativa mínima, horas de insolación diarias y eventos diurnos

3.9. Métodos de evaluación de la evapotranspiración

La metodología estándar para estimar la evapotranspiración (ET) y calcular el requerimiento de agua de los cultivos se basa en el método recomendado por la FAO Penman-Monteith (PM). Sin embargo, este método depende de datos que no siempre están disponibles en todas las zonas de estudio. Por lo tanto, es necesario desarrollar metodologías alternativas

que permitan calcular la evapotranspiración de referencia (ET_o) utilizando datos específicos de cada localidad (Toro et al., 2015).

Trezza (2008) establece que la determinación de las necesidades de riego de los cultivos se basa en la estimación precisa de la evapotranspiración de referencia (ET_o) de cada zona en particular. A su vez, las posibles alternativas para la estimación están sujetas a la limitación de la información meteorológica existente en cada país. La ecuación de Blaney-Criddle de la FAO-24 se considera como una alternativa en los casos donde solo se cuente con la temperatura media del aire y no se conozcan los valores de temperatura máxima y mínima.

La determinación de la evapotranspiración de referencia resulta de suma importancia para un adecuado manejo del riego, esta puede ser determinada por diferentes métodos, entre los cuales se encuentra el del tanque evaporímetro clase "A", que utiliza el coeficiente K_p para corregir las disimilitudes entre la evaporación desde una superficie libre de agua y dicha evapotranspiración de referencia (Villazón et al., 2021).

3.10. Estaciones meteorológicas

Darquea (2020) en su investigación, concluye que las estaciones meteorológicas son equipos destinados a medir y registrar el comportamiento de la atmósfera y el medio ambiente a través de las variables meteorológicas (temperatura del aire y del suelo, humedad del aire, viento, radiación solar, evaporación y precipitación) en un tiempo determinado; los datos obtenidos permiten elaborar predicciones a partir de modelos numéricos.

Calderón et al. (2018) indican que estas estaciones están constituidas por componentes como sensores aéreos, consola y software, además de instrumentos de medición como termómetro (que mide la temperatura), barómetro (que mide la presión atmosférica), higrómetro (que mide la humedad), anemómetro (que mide la velocidad del viento), veleta (que señala la dirección del viento), y piranómetro (que mide la radiación solar).

En Ecuador, la recolección de datos en las estaciones meteorológicas no se lleva a cabo de forma adecuada. En la zona de estudio, nos enfrentamos a la falta de una base de datos confiable debido a diversas situaciones que afectan su calidad. Estas situaciones incluyen el movimiento de los instrumentos, cambios en el entorno físico donde se encuentra la estación y la falta de registro de datos en el momento acordado. Debido a este motivo, ha sido imprescindible la creación de datos a partir de la información ya existente y la data recopilada por satélites (Cevallos y Yagchirema, 2023).

Zhang et al. (2018) manifiestan que las estaciones meteorológicas actualmente proporcionan acceso a información climática con el apoyo de satélites. Estas estaciones de última generación recopilan diariamente todas las variables meteorológicas y pueden ponerse a disposición del público mediante pago o, en algunos casos, de acceso abierto. Esto permite a los productores agrícolas tomar decisiones informadas. Las estaciones meteorológicas pueden ser de propiedad privada e institucional.

La metodología presentada no asegura aplicabilidad universal a nivel científico, dado que muchas de las estaciones no presentan un protocolo estándar de mantenimiento ni calibración frecuente. Sin embargo, debido a la dificultad de obtener datos de irradiancia solar medida en superficie, los filtros presentados en esta metodología permiten realizar un diagnóstico preliminar de la calidad de la información obtenida por las estaciones, proporcionando a los agricultores información crucial sobre la calidad de las observaciones utilizadas para el cálculo de las necesidades hídricas (Nollas et al., 2022).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales oficina

- Libreta de notas
- Marcadores, esferos

4.1.2. Materiales de campo

- Flexómetro´
- Escalera
- Nivel
- Martillo
- Palas, azadón
- Barras
- Taladro
- Llaves de ajuste para pernos

4.1.3. Equipos

4.1.4.1. Equipo de medición, estación meteorológica inalámbrica

- Estación Meteorológica Inalámbrica LOWSL710FWB7 Logía Weather Stations.

4.1.4.1. Equipo de medición tina tipo A

- Tina tipo A de acero inoxidable (diámetro circular 121 cm, profundidad 25,5 cm sobre plataforma de madera a una altura de suelo de 15 cm).
- Nivel
- Cinta de medición
- Malla protectora

4.1.5 Insumos

- Agua
- Pintura esmalte
- Pernos de ½ pulgada

4.2. Métodos

4.2.1. Localización del área de estudio

4.2.1.1. Ubicación

Según el (Plan de Ordenamiento Territorial cantón Mira [PDOT], 2019), la investigación se encuentra localizada en:

Provincia: Carchi

Cantón: Mira

Parroquia: Mascarilla

Sector: Pamba Hacienda

Coordenadas geográficas:

Latitud 0°29'14.61"N

Longitud 78° 5'34.79"O

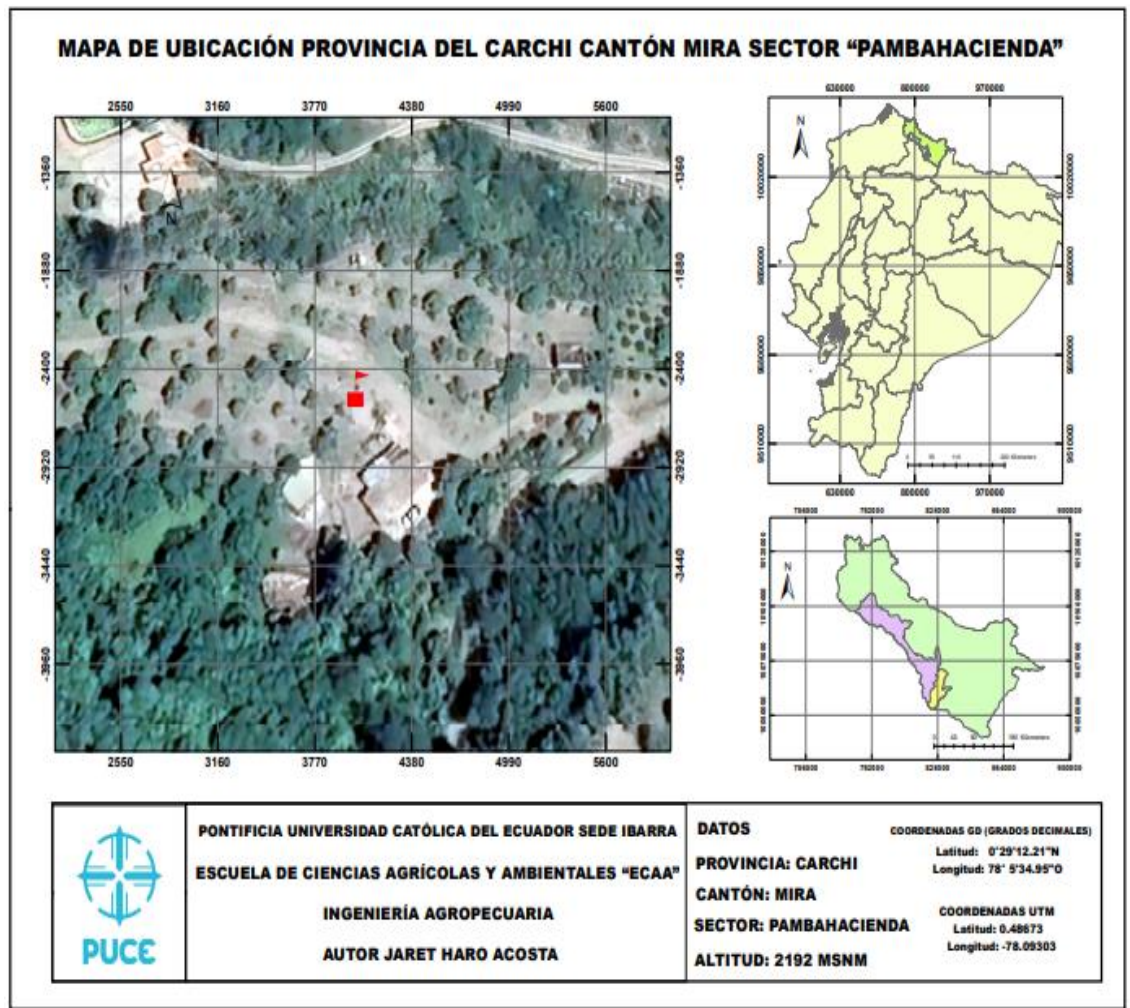
Temperatura promedio 17,45 °C.

4.2.1.2. Localización del área de estudio

La ubicación de la estación meteorológica inalámbrica se realizó en la propiedad privada del Sr. Patricio Haro, rodeado de cubierta verde baja con una distancia a barlovento de cubierta verde 100 m (Fuentes, 2003, p. 63).

Figura 1

Mapa de localización de la investigación



Nota. Tomado de Google Earth Pro 25 abril de 2024.

4.3. Manejo del experimento

4.3.1. Tipo de investigación

Para el presente estudio se utilizó el método de investigación técnico, inductivo y deductivo, que en síntesis permitió delimitar la investigación a la información requerida para responder a los objetivos planteados. El método deductivo facilitó la sistematización y organización de los datos para la determinación del valor de la evapotranspiración potencial (Prieto, 2017).

Con la información obtenida se pudo determinar la evapotranspiración diaria y mensual expresada en milímetros /día o mm/mes respectivamente, con la valoración técnica en campo en un huerto de cultivo de aguacate, con promedio de vida de vida de 8 años en un tiempo de valoración de un ciclo de seis meses (Naranjo y Reyes, 2021).

Utilizando estadísticamente un análisis de correlación, los resultados obtenidos se compararon entre la información sistematizada de la estación meteorológica inalámbrica y el tanque evaporímetro Tipo A, llegando a determinar el balance hídrico del cultivo de aguacate en la zona de investigación en etapa fenológica de producción (Cleves et al., 2016).

De igual manera se aplica el método analítico en la investigación el cual permitió llevar en forma ordenada la información, para poder llegar a determinar los valores requeridos de la estación meteorológica inalámbrica y *Tina tipo A*, vemos que va desde las aplicaciones más empíricas y concretas hasta las más abstractas y simbólicas (Lopera et al., 2010).

4.4. Fuentes de recopilación de la información

Se realizó la consulta bibliográfica aplicando los métodos de cálculo de la evapotranspiración potencial con datos agroclimáticos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica y del tanque evaporimétrico *Tina Tipo A* (Chávez et al., 2013).

4.5. Análisis de datos agroclimáticos sector Pamba Hacienda cantón Mira – provincia del Carchi

Se valoró la información obtenida, para lo cual se sistematizó los datos obtenidos en registro diarios durante seis meses después de cosecha, la información a registrada fue; Temperaturas promedio °C, precipitación (mm), velocidad del viento (m/s) Luminosidad, (Horas), Humedad relativa, insolación y altura de ubicación msnm. (Serrano et al., 2012).

Se seleccionó el huerto de cultivo de aguacate, en la propiedad de Patricio Haro, con árboles de aguacate de 8 años, a una distancia de siembra: 6 m metros entre planta y 7 metros entre hilera a los cuales se les realizó una poda del 60 % de fructificación después de la cosecha.

4.5.1. Equipo de medición tina tipo A (*Tanque evaporimétrico*)

Se realizó la construcción del tanque *Tina tipo A*, el cual está expuesto permanentemente la superficie de agua a la atmósfera, a las condiciones de cambios de temperatura, humedad, velocidad del viento y luz solar, el agua de la tina tipo A se evapora, la cual se repone una vez que se ha registrado la evaporación, el valor se multiplica por un coeficiente del tanque y luego realizamos la comparación de la Evapotranspiración ETo de cultivo de aguacate (Cadena, 2012).

4.5.2. Equipo de medición estación meteorológica inalámbrica

La estación para la toma de datos climáticos se adquirió en los Estados Unidos de Norte América, se la ubico el sector de Pamba Hacienda, cantón Mira- Provincia del Carchi, la cual tiene las siguientes características.

Tabla 1

Características de estación meteorológica inalámbrica

Especificaciones
Logía Weather Stations
Estación Meteorológica Inalámbrica WiFi LOWSL710FWB7
7-in-1 Wireless Self-Charging Weather Station with Wi-Fi®
"

Nota. Los registros de datos son registrados a diario, el registro se lo realiza a mano en libro de campo y luego sistematizarlos e interpretarlos según requerimiento de las fórmulas del método de Blaney y Criddle a utilizar en el la determinación de la ETo (Caycho, 2023).

4.5.3. Instalación de equipos de medición estación meteorológica inalámbrica y tanque evaporímetro (*tina tipo A*)

4.5.3.1. Selección del Sitio

Se identificó un sitio representativo dentro del área de estudio el mismo que no presentó problemas de obstrucción para el registro de datos de la estación meteorológica inalámbrica como también del equipo de medición *tina tipo A*, se ubicó a 100 m del huerto de aguacate, con suelo a nivel y una estructura elevada fija para la estación meteorológica inalámbrica.

4.5.3.2. Montaje de los equipos

- ***Equipo Tina Tipo A***

Se procedió al llenado la tina con agua, hasta que llegó al borde marcado verificando exactamente el nivel con el borde superior de la tina se consideró una regla graduada la cual permitió medir la altura del agua evaporada diariamente, el tiempo de monitoreo se registró en el horario de (7:00 am, 13:00 pm y 18:00 pm). Se consideró las seguridades en el montaje de la tina tipo como la implementación de una malla protectora para evitar que afecte en la toma de datos por consumo de agua de las aves de la *Tina tipo A*.

- **Equipo de medición Estación meteorológica inalámbrica**

Se realizó la limpieza de 100 m² a la redonda del lugar seleccionado para la ubicación de la estación, se utilizó la altura de un poste del servicio eléctrico de la finca para colocar la estación meteorológica inalámbrica el lugar es abierto lo que permite tener lecturas precisas y representativas, se sujetó con la adaptación de una abrazadera y extensión con un soporte de tubo galvanizado de 2” de diámetro y platinas de hierro doblada tipo abrazadera con tornillos de ajuste. La estación meteorológica inalámbrica requirió puntos de conexión de energía eléctrica, el almacenamiento de datos se registra en el equipo realizando las lecturas

permanentes estratégicamente se consideró el horario de medición diario el mismo que se realiza en la *Tina Tipo A*.

4.5.3.3. Mantenimiento

Se realizó un mantenimiento regular de la estación meteorológica inalámbrica mensual para asegurar el funcionamiento correcto y de su montaje de igual manera de la tina tipo A en la limpieza y calibración del nivel y regla de medición (Guato & Sopalo, 2022).

4.5.3.4. Configuración de equipos

Se aseguro de que todos los sensores estén correctamente conectados y calibrados midiendo parámetros como temperatura, humedad, velocidad del viento, y precipitación diaria para la estación meteorológica inalámbrica en la tina se realizó la medición y calibración del nivel en cuatro puntos de la *Tina Tipo A*, norte, sur, este y oeste (Rosillo, 2017).

4.5.3.5. Conexión a la Fuente de Energía

Se aseguro de que la estación meteorológica inalámbrica esté conectada a una fuente de energía confiable conexión eléctrica. Como también para la *Tina Tipo A* cerca de una fuente de agua limpia (Arevalo, 2015).

4.5.3.6. Toma de Datos

- Frecuencia de Muestreo

Se estableció una frecuencia de toma de datos en el día de tres veces; en la mañana, mediodía y tarde (7:00 am, 13:00 pm y 18:00 pm). Para la estación meteorológica inalámbrica y para los valores de la *Tina Tipo A* (Guato & Sopalo, 2022).

- **Registro de Datos**

Se registró las lecturas de cada sensor en la base de datos designada, se aseguró de mantener un registro preciso de la fecha y la hora de cada medición de datos.

Se diseñó una matriz de registro para el libro de campo, para luego sistematizar en una hoja de cálculo del programa Excel, datos requeridos para la determinación de la evapotranspiración y comparación de los valores obtenidos por los dos métodos de cálculo. (Oleas, 2024).

4.5.3.7. Fórmulas consideradas para medición con el método de *Tina Tipo A*

La investigación consideró los datos tomados, en el periodo diciembre 2023 a junio 2024 en la estación meteorológica inalámbrica ubicada en la finca Sr. Patricio Haro, sector Pamba Hacienda con una precipitación de 300 - 500 mm al año con una temperatura de 22,3° C promedio a 2192 msnm (metros sobre el nivel del mar), (Plan de Ordenamiento territorial del cantón Mira [PDOT], 2019).

Para el análisis de cálculo del valor de evapotranspiración con datos de la *Tina Tipo A* se sistematizó los datos obtenidos del tanque evaporímetro (*Tina Tipo A*), relacionando con la evapotranspiración de referencia por un coeficiente empírico derivado del mismo tanque, para lo cual se utilizó la fórmula:

$$ET_o = K_p * E_{pan}$$

Donde:

ET_o = evapotranspiración de referencia (mm/mes).

K_p = Coeficiente del tanque evaporimétrica tipo "A" (adimensional).

E_{pan} = Evaporación del tanque evaporímetro (mm/mes).

Para la determinación del coeficiente del tanque K_p se utilizó la ecuación propuesta por (Allen et al., 2006) siendo la fórmula:

$$K_p = 0,18 - 0,0028 v_2 + 0,0422 \ln (fet) + 0,1434 \ln (HRm) - 0,000631[\ln (fet)]^2 \ln (HRM)$$

Donde:

v_2 = Velocidad del viento a 2 m de altura (m/s)

fet = Distancia al borde de la superficie identificada (fijada a 100 m)

HRm = Humedad relativa media (%)

HRM = Humedad relativa máxima (%)

Ln = logaritmo natural

Los valores del coeficiente K_p obtenidos al aplicar las fórmulas propuestas por Allen et al. (2006) se compara con las obtenidas a partir de la ecuación del método de *Tina Tipo A*, para verificar su evapotranspiración a condiciones ambientales locales del área seleccionada para la investigación.

4.5.3.8. Fórmulas para estimación de evapotranspiración con información de la estación meteorológica inalámbrica con datos del área de estudio.

De los métodos utilizados para el cálculo de evapotranspiración con información local se utilizó el propuesto por *Blaney y Criddle* (Fuentes, 2003, p.46).

Según la FAO, aplicó el método modificado para determinar la evapotranspiración partiendo de la fórmula:

$$ET = ET_o \times K_c.$$

Donde:

ET = Evapotranspiración

ET_o = Evapotranspiración potencial o de referencia

Kc = *Coefficiente del Cultivo*

Según el método de *Blaney* y *Cridlle*, se recomienda seguir la siguiente metodología de pasos para el cálculo de la evapotranspiración.

Paso 1. Cálculo del factor climático o meteorológico “f”.

$$f = p (0,46 t + 8,13)$$

Dónde:

f = *Factor climático que tiene el mismo valor para el mes*

p = *Tanto por uno de horas diurnas del mes respecta los totales, latitud del sitio (anexo 22).*

T = *Temperatura media mensual (Fuentes, 2003, p.47).*

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con la información diaria de la estación meteorológica y del Tanque evaporímetro *Tina Tipo A*, según las condiciones climáticas del sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi, en un ciclo productivo de cultivo de aguacate (*Persea americana*). Fases del Cultivo: (60/60/60), revisar en anexo 23; floración, fructificación, cosecha, con frecuencia de riego 8 días, con ubicación del predio en la latitud: 0° 00' Norte, con estación climática privada del Sr, Patricio Haro. Se obtuvieron los siguientes resultados.

5.1. Datos Obtenidos de la estación metereológico inalámbrica periodo diciembre 2023 – junio 2024

Como se puede observar en la Tabla 2, se ha considerado un período de evaluación de seis meses para los datos agroclimáticos, desde diciembre de 2023 hasta junio de 2024. Durante estos seis meses evaluados, se obtuvo un promedio de temperatura de 22.65 °C. Además, se registró un promedio de humedad relativa máxima del 94% y una mínima del 40.2%. La velocidad promedio del viento fue de 1.7 m/s, con una distancia de 100 m entre el Tanque Tipo A y el cultivo de referencia.

Tabla 2

Datos de estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi

Mes	Temperatura (°C)	Humedad relativa (HRM) (%)	Humedad relativa (HRm) (%)	Vientos (v₂) (m/s)	fet (m)
Diciembre	21,6	97	38	1,26	100
Enero	21,98	98	39	1,56	100
Febrero	22,6	98	47	1,92	100
Marzo	21,98	90	42	1,07	100
Abril	21,27	96	41	1,10	100
Mayo	22,7	96	38	1,37	100
Junio	26,43	85	37	1,36	100

Nota. Datos obtenidos de la estación climática y ubicación de la tina Tipo “A” (*tanque evaporímetro*) periodo diciembre 2023- junio 2024 finca de propiedad del Sr. Patricio Haro. Temperatura (°C), Humedad relativa máxima HRM (%), humedad relativa mínima HRm (%), viento v₂ (m/s), distancia al cultivo de referencia fet (m)

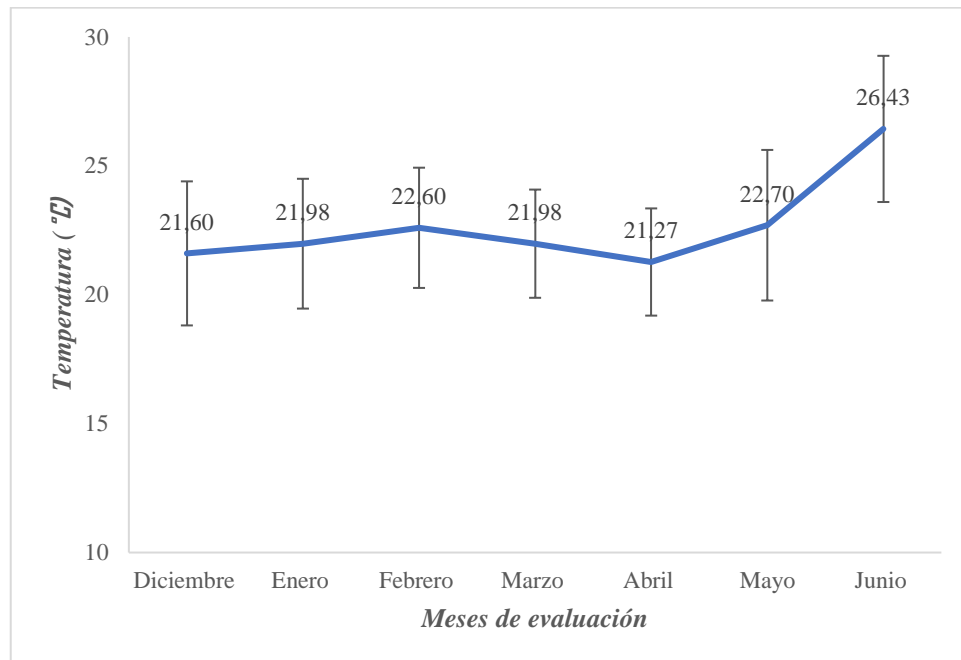
En el análisis de la figura 2 sobre la variación de la temperatura mensual con datos obtenidos de la estación climática durante el periodo diciembre 2023 hasta junio 2024 se puede observar en el eje de las abscisas los meses evaluados y en el eje vertical de las ordenadas la temperatura en ° C registrándose la temperatura más elevada en el mes de junio con 26,43 °C y la mínima temperatura en el mes de abril con 21,27 ° C factor climático de temperatura que es considerado en la evaporación del agua de la *Tina Tipo A*. según el (Plan de ordenamiento territorial del cantón Mira [PDOT cantón Mira], 2019) se tiene una temperatura promedio de 21,7°C que es similar a la establecida por la estación climática privada implementada en el sector de Pamba Hacienda como referencia comunidad de mascarilla.

En los primeros días del mes de junio se puede observar un incremento de la temperatura que puede darse por ingreso de masas de aire seco, la reducción de la humedad ambiental y el aumento de la radiación solar. Por lo tanto, bajo estas condiciones climáticas, se observa un incremento de la temperatura como los niveles extremos de radiación ultravioleta (UV) en la región sierra confirmándose con lo pronosticado por el Instituto Nacional de Meteorología e

Hidrología (INAMHI) emitió la Advertencia Meteorológica 33, para fines de mayo hasta el 26 de junio 2024.

Figura 2

Registro de temperatura estación climática sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024



Los datos de la estación meteorológica inalámbrica nos indica los resultados de humedad relativa máxima y mínima, registrándose como la humedad relativa máxima del 98% en los meses de enero, febrero y como humedad relativa mínima del 37 % en el mes de junio valores que son necesarios para poder establecer la evapotranspiración en la zona de estudio, figura 3 y 4.

Figura 3

Registro de humedad relativa máxima, estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024

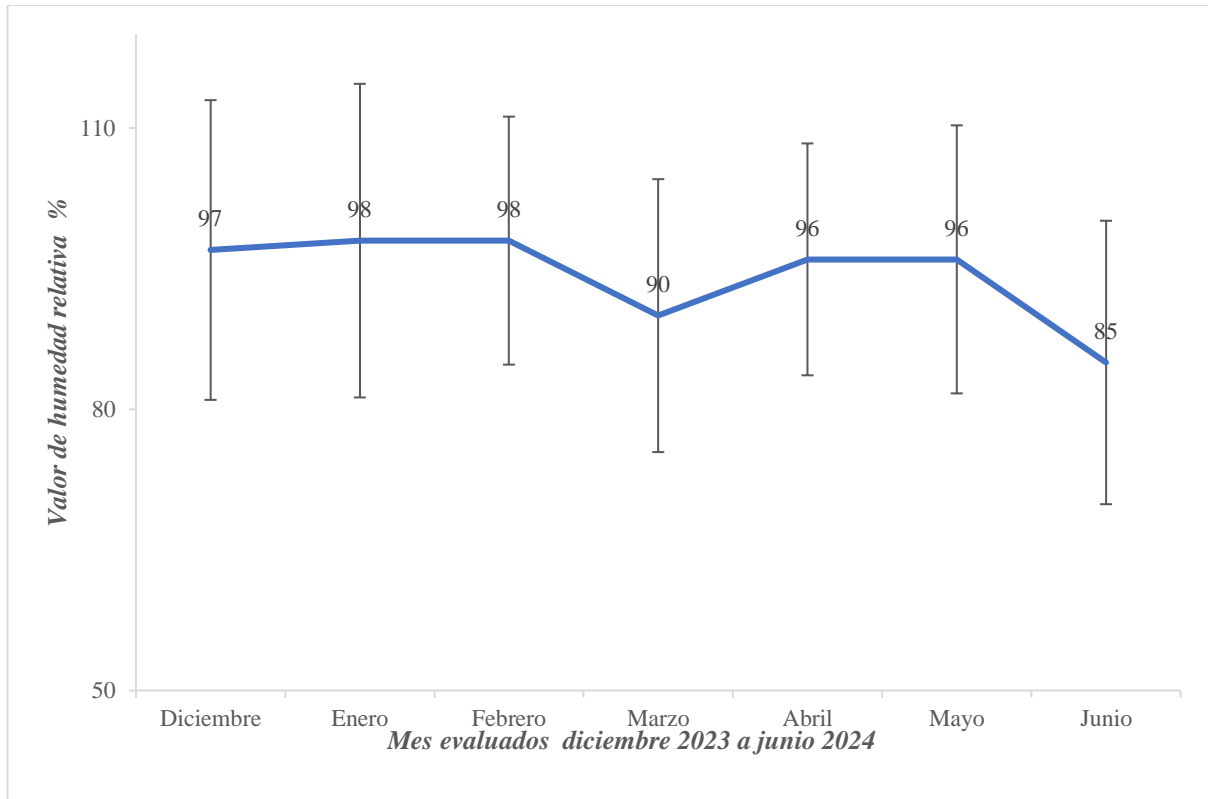
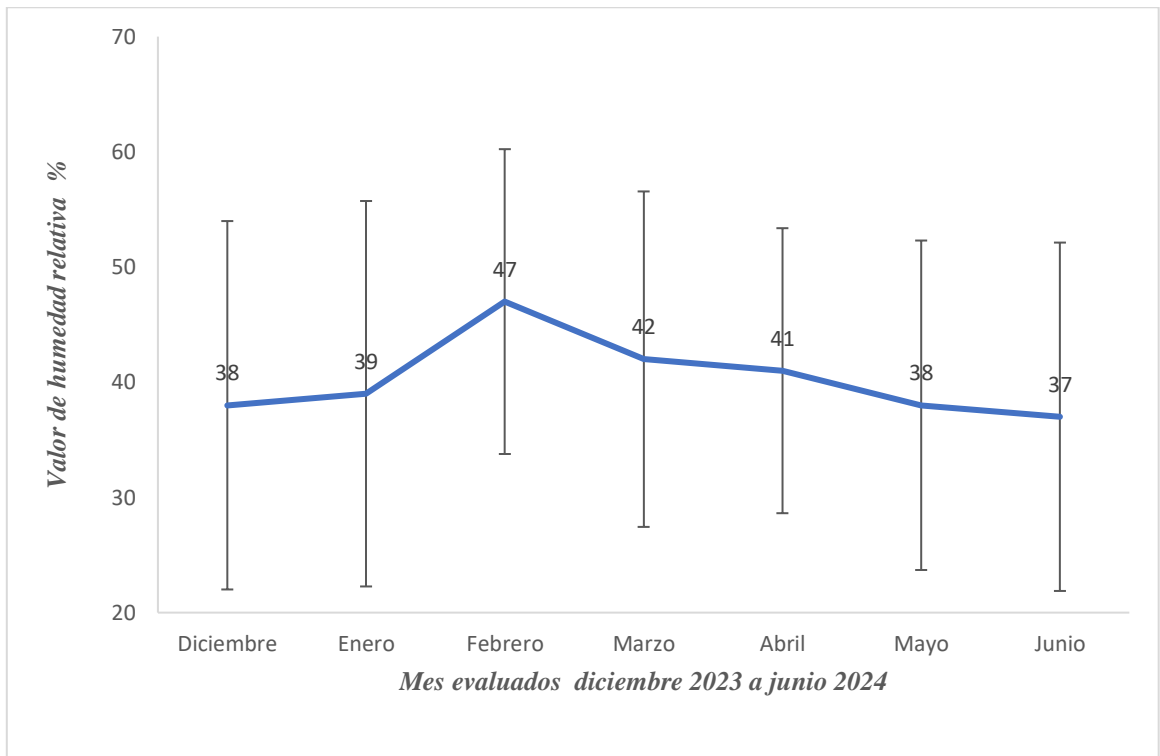


Figura 4

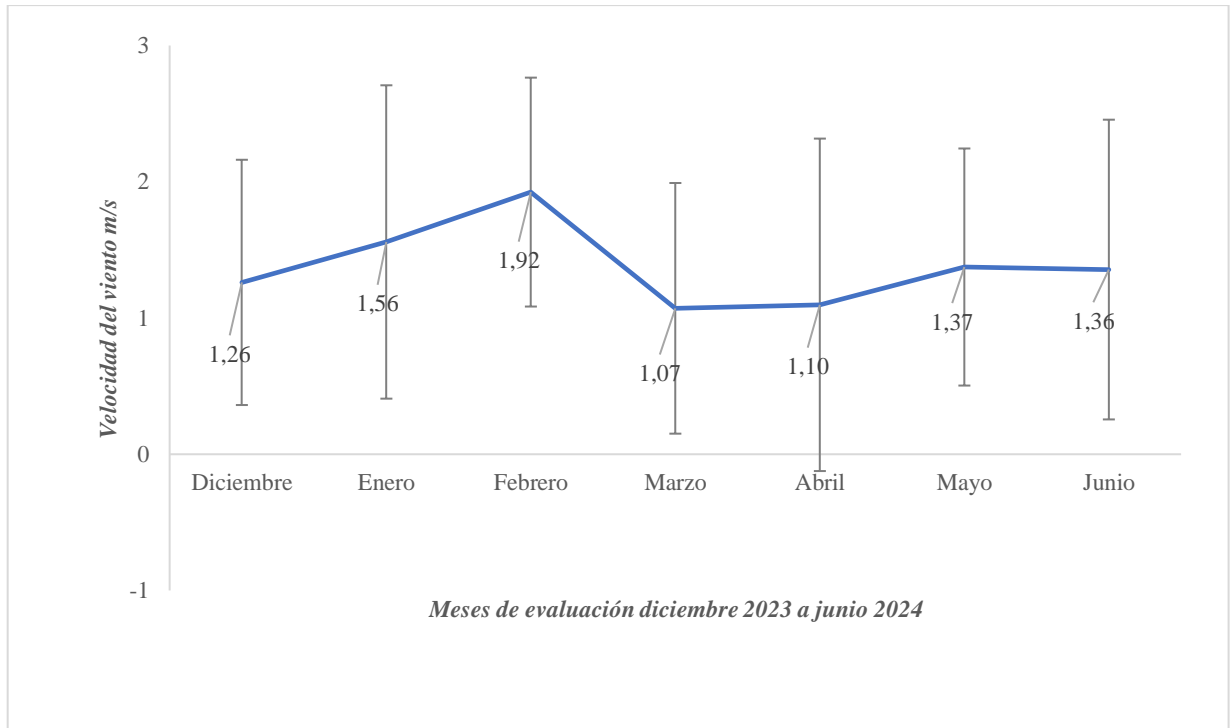
Registro de humedad relativa mínima, estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024



La velocidad registrada promedio mes según los datos obtenidos por la estación meteorológica inalámbrica en (m/s) fue como una máxima velocidad del viento de 1,92 m/s en el mes de febrero y mínima velocidad del viento de 1,07 m/s en el mes de marzo datos que se requiere para la estimación de la evapotranspiración, figura 5.

Figura 5

Registro de velocidad del viento (m/s) estación meteorológica inalámbrica sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi periodo diciembre 2023 – mayo 2024



5.2. Resultados obtenidos del valor de K_p al aplicar la fórmula

$$K_p = 0,18 - 0,028 V_2 + 0,0422 \ln(fet) + 0,1434 \ln(HRm) - 0,000631[\ln(fet)]^2 \ln(HRM)$$

en el periodo del mes de diciembre 2023 a mayo 2024 se puede observar en la tabla 3 que se consideró para el cálculo por el método de tina Tipo A;

En donde:

K_p = coeficiente de la tina tipo A

v_2 = velocidad del viento (m/s)

\ln = logaritmo natural

HRm = Humedad relativa mínima

HRM = Humedad relativa máxima

fet = distancia de la tina tipo A al cultivo de aguacate. (Fuentes, 2003)

Los resultados de la evaporación de la *Tina Tipo A* se calcularon sumando la evaporación diaria de cada mes para el número de días de cada mes evaluado, como se indica en la tabla 3 los resultados para cada mes del ciclo de cultivo en producción de seis meses. Los resultados obtenidos se obtuvieron aplicando las siguientes fórmulas.

Valor de la evapotranspiración diaria (E_p).

$$K_p = \text{Suma de } E_p \text{ diaria durante el mes} / \text{Número de días del mes}$$

Donde:

$$E_p = \text{evaporación de la tina tipo A (mm/mes)}$$

Valor de evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/mes)

$$E_{To} = K_p * E_p$$

Donde:

$$E_{To} = \text{Evapotranspiración de referencia del cultivo (mm/mes)}$$

$$K_p = \text{Coeficiente de la Tina Tipo A}$$

$$E_p = \text{Evaporación de la cubeta medida y expresada en mm/mes (Fuentes, 2003).}$$

5.3. Resultados de evapotranspiración con valores de la Tina Tipo A

Resultados que se observan en la tabla 3 con datos obtenidos del equipo de medición *Tina Tipo A*. obteniéndose el valor de evapotranspiración de cultivo de referencia de 729,6 mm/mes en un periodo evaluado de 184 días calendario desde el 9 de diciembre 2023 al 9 de junio 2024.

El valor mínimo de la evapotranspiración del cultivo de referencia se registró en el mes de junio con 53,99 mm/mes y el máximo valor en el mes de marzo con 163,87 mm/mes de evapotranspiración en el mes de marzo.

Tabla 3

Resultados de evapotranspiración con valores de la Tina Tipo A

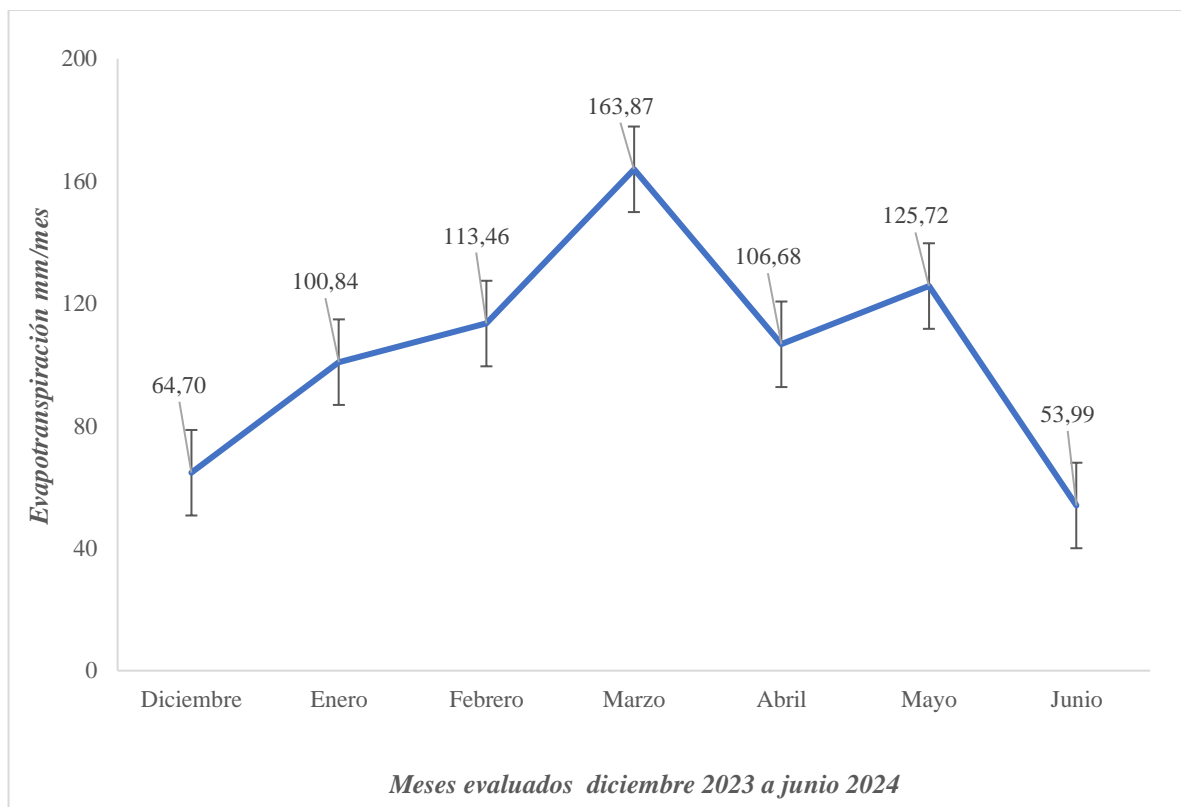
Mes	Promedio	Evaporación mm/mes	Evapotranspiración del cultivo de referencia		Número de días / mes
	Kp	Ep	ETo mm/mes	ETo mm/día	
Diciembre	0,799	81	64,7	2,81	23
Enero	0,794	127	100,84	3,25	31
Febrero	0,81	140	113,46	3,91	29
Marzo	0,819	200	163,87	5,29	31
Abril	0,814	131	106,68	3,56	30
Mayo	0,796	158	125,72	4,06	31
Junio	0,794	68	53,99	9,46	9
Total			729,26		184

Nota. Datos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica y ubicación del equipo de medición Tina Tipo “A” (tanque evaporímetro) periodo 2023-2024 finca del Sr. Patricio Haro.

En la figura 6 se puede observar una tendencia de evapotranspiración de referencia del cultivo ascendente con un valor mínimo de evapotranspiración promedio de 53,99 mm/mes que corresponde al mes de junio 2024, que se relación según las condiciones climáticas de la zona y las estaciones climáticas de invierno y verano presentes en el área de observación de la investigación, de igual manera se registra un valor máximo de evapotranspiración promedio de 122 mm/ mes.

Figura 6

Valores promedio evapotranspiración por mes (mm/mes)



Nota. La figura 6 representa el promedio de la evapotranspiración diaria registrado en cada mes de evaluación de datos obtenidos del equipo de medición Tina Tipo A, diciembre 2023-junio 2024.

Los valores de evapotranspiración con los datos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica con condiciones climáticas del sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi, aplicando el método de método de Blaney - Criddle, se calculó el factor meteorológico con la fórmula:

$$f = p (0,46 t + 8,13).$$

Donde:

f = Factor meteorológico de Blaney – Criddle, expresado en mm / día

p = Horas de luz por día expresadas como porcentaje del total anual según ubicación de la latitud de la zona de estudio (valor obtenido del anexo 21)

t = Temperatura media mensual, expresada en °C (Fuentes, 2003, p.48).

Los datos agroclimáticos se pueden observar en la tabla 4 son valores promedio mes de temperatura, Humedad relativa (HR %), Horas luz expresada en valor promedio mes, velocidad del viento (m/s) y precipitación (mm).

Tabla 4

Datos de estación meteorológica inalámbrica ubicada sector Pamba Hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi

Mes	Temperatura (°C)	Humedad relativa (HR) (%)	P (adimensional) Latitud 0° Norte	Vientos (v_2) (m/s)	Precipitación (mm /mes)
Diciembre	21,60	77,09	0,27	1,26	79,70
Enero	21,98	71,26	0,27	1,56	9,70
Febrero	22,60	73,14	0,27	1,92	24,70
Marzo	21,98	72,45	0,27	1,07	27,00
Abril	21,27	78,60	0,27	1,10	53,60
Mayo	22,70	73,29	0,27	1,37	25,50
Junio	26,43	52,22	0,27	1,36	0,00

Nota. Reporte de datos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica propiedad del Sr. Patricio Haro, mes diciembre 2023 enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio del 2024. * datos obtenidos del anexo 21 de Porcentaje diario medio (n) diurnas anuales a diferentes latitudes, (latitud norte desde el mes de diciembre 2023 a junio 2024).

Determinación de los valores de N

Con el apoyo del anexo 22 se observa el valor en la latitud y mes que se encuentra ubicada la estación meteorológica inalámbrica o el área de estudio resultando ser latitud norte con 0° dando un valor de 12,1 horas de duración máxima diaria media de fuerte insolación como podemos observar los resultados en el anexo 22 (Fuentes, 2003, p.50).

5.5. Resultados obtenidos con el método (Blaney – Criddle) (mm/mes)

Los resultados obtenidos con este método luego de aplicar las fórmulas y tablas de referencia de datos de latitud, porcentaje de horas luz día, y cuadrantes de ETo (*Blaney – Criddle*) se obtuvieron los valores de evapotranspiración del cultivo de referencia de 728,9 mm/mes siendo el mes con mayor evapotranspiración el mes de mayo con 137,64 mm/mes y el mínimo valor para el mes de junio con 42,57 mm/mes, tabla 5.

Tabla 5

Resultados obtenidos con el método (Blaney – Criddle) (mm/mes)

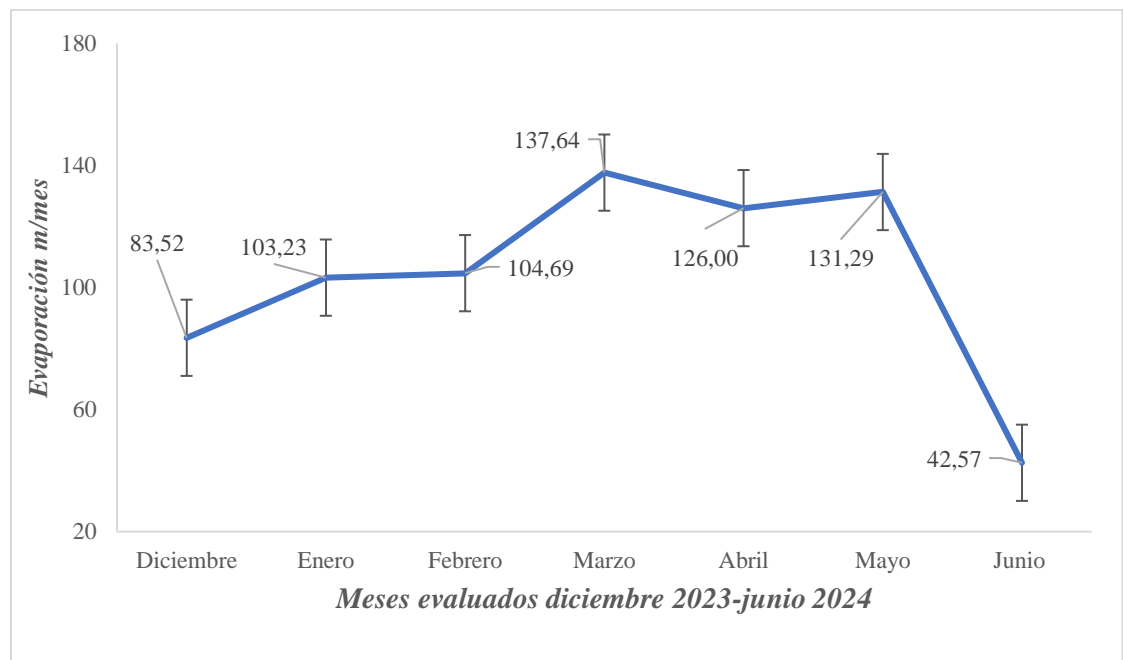
Mes	P (adimensional)) Latitud 0° Norte	factor meteorológico o “f” (mm)	Valoración n/N (adimensional)	Valor Cuadrante s para la predicción de ETo (Blaney – Criddle) (mm/día)	Valor Cuadrante s para la predicción de ETo (Blaney – Criddle) (mm/mes)	Kc (mensual)	Evapotranspiració n mensual (mm/mes) ETc
Diciembre	0,27	4,88	0,99	3,60	104,4	0,80	83,52
Enero	0,27	4,93	0,99	3,70	114,7	0,90	103,23
Febrero	0,27	5,00	0,99	3,80	110,2	0,95	104,69
Marzo	0,27	4,93	0,99	3,70	114,7	1,20	137,64
Abril	0,27	4,84	0,99	3,50	105	1,20	126
Mayo	0,27	5,01	0,99	3,85	119,35	1,10	131,285
Junio	0,27	5,48	0,99	4,30	38,7	1,10	42,57
Total							728,9

Nota. Reporte de datos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica propiedad del Sr. Patricio Haro, mes diciembre 2023 enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio del 2024. * datos obtenidos del anexo 21 de Porcentaje diario medio (n) diurnas anuales a diferentes latitudes, (latitud norte desde el mes de diciembre 2023 a junio 2024). Kc valores obtenidos de (FAO, 2006), Echeverría y Mercado, 2021),

Como se puede apreciar en la figura 8, existe una evapotranspiración ascendente que va incrementado cada mes, según los datos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica en estudio valores que nos permiten programar el manejo del recurso hídrico para riego según la necesidad hídrica del cultivo de referencia.

Figura 8

Evapotranspiración mensual con método de (Blaney – Criddle)



5.6. Discusión de los métodos de cálculo de la determinación de la evapotranspiración de Blaney – Criddle y método del tanque evaporímetro o (tina tipo A)

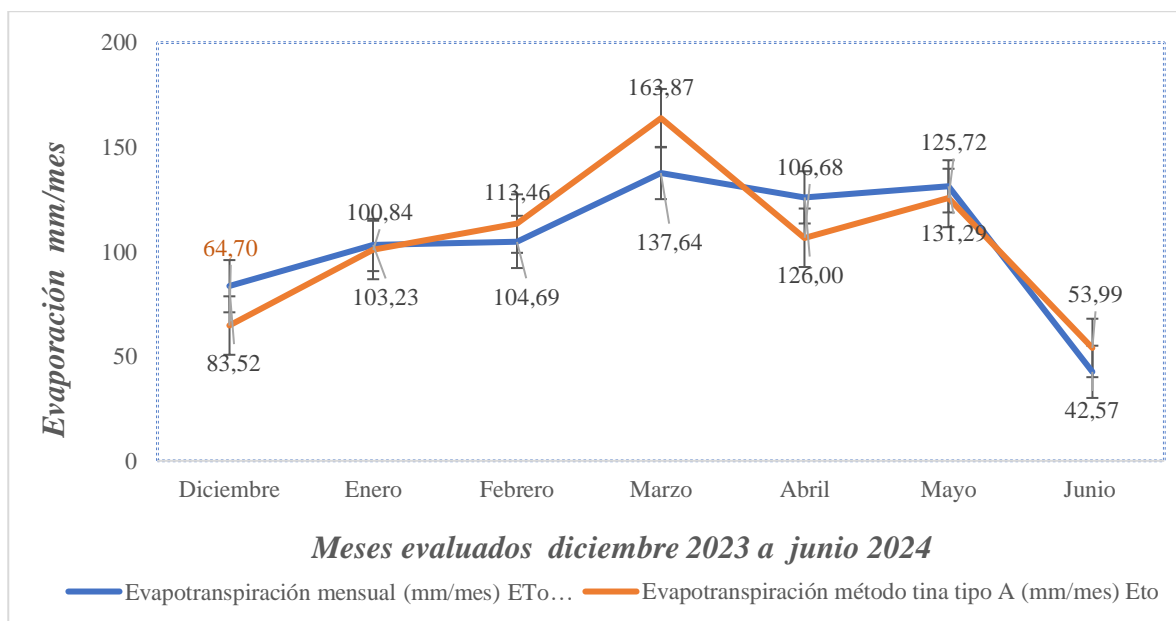
Como se puede observar al analizar la figura 9 sobre la evapotranspiración con el método de (Blaney – Criddle) y método del tanque evaporímetro o (tina tipo A) con información de la estación meteorológica inalámbrica sus tendencias son ascendentes demostrando que el método de (Blaney – Criddle) tiene una tendencia ascendente constante de la evapotranspiración mientras que los valores obtenidos con datos de la Tina Tipo A, no son constantes indicado subidas y descensos según los meses analizados (Marín , 2010), como se puede observar en la figura 9. Coincidiendo con los valores de evapotranspiración menos el mes de marzo y abril.

En la concordancia entre métodos se puede observar que existe una diferencia en la evapotranspiración del cultivo de referencia del 0,38 mm/mes entre los dos métodos de cálculo de la evapotranspiración de cultivo, según los valores obtenidos en la tabla 3 y 5, con información de la estación meteorológica inalámbrica se puede apreciar que es más fiable el método de (*tina tipo A*) que el método de (*Blaney – Criddle*) opinión que es similar a la expuesta por (Mejía, 2023) en su estudio de tendencias de la evapotranspiración y su importancia en las actividades agrícolas

Al observar el requerimiento hídrico del cultivo de referencia de aguacate en producción consumo promedio de agua de alrededor de 100-150 mm/mes con un promedio de 125 mm/mes en condiciones óptimas. El método de *Blaney – Criddle* es de 121,4 y el método de (*Tina tipo A*) es de 122 mm/mes siendo el más efectivo el método de (*tina Tipo A*) según el cultivo de referencia promedio de 125 mm/mes confirmándose a lo investigado por (Echeverría y Mercado, 2021), (Dorado et al., 2015)

Figura 9

Comparación entre métodos de cálculo de evapotranspiración, con datos de meteorológica inalámbrica y tina tipo A.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La información recopilada tanto de la estación meteorológica inalámbrica como la del tanque evaporímetro (*tina tipo A*) proporciona datos útiles para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia.

- Se observó que los datos obtenidos de la estación meteorológica inalámbrica y del *Tanque evaporímetro tina tipo A*, fueron consistentes y confiables en la medición de parámetros clave como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento radiación solar y precipitación, permitiendo confirmar la eficiencia y precisión del método de cálculo de la evapotranspiración de referencia del cultivo del tanque evaporímetro (*tina Tipo A*) en relación al método de cálculo modificado de evapotranspiración de *Blaney – Criddle* logran un a diferencia de 0,38 mm/mes .

- Los datos sistematizados son de gran importancia para la planificación el diseño agronómico e hidráulico de los proyectos riego especialmente para el riego tecnificado parcelario del cultivo de frutales ya que proporciona información útil para el cálculo del requerimiento hídrico del cultivo los equipos de medición como la estación meteorológica inalámbrica y el tanque evaporímetro *Tita tipo A*, son de bajo costo que se puede instalar fácilmente en zonas donde no se tiene información climática.

- La agricultura de precisión y los efectos del cambio climático requieren del monitoreo diario de datos para poder planificar y comprender las variaciones estacionales y anuales, mensuales y diarias de las condiciones climáticas y su impacto en la agricultura.

- La aplicación de los métodos de *Blaney-Criddle* y el *Tanque evaporímetro tipo A* permite calcular los valores de evapotranspiración potencial en el sector Pamba Hacienda. observándose diferencias en los resultados obtenidos mediante ambos métodos, lo que destaca

la importancia de utilizar múltiples enfoques para estimar la evapotranspiración potencial y comprender mejor el comportamiento del ciclo hidrológico en la región.

- Los valores de evapotranspiración determinados con los métodos de *Blaney-Criddle* y el *Tanque evaporímetro tina Tipo A*, son relevantes para las condiciones agroclimáticas específicas del sector Pamba Hacienda en el cantón Mira, provincia del Carchi. Estos resultados proporcionan información útil para la planificación y gestión del riego en la agricultura local, así como para otras actividades relacionadas con el uso sostenible del agua.

- Se observó en el mes de junio 2024 una variación específica del aumento de la temperatura que puede ser influenciada por patrones meteorológicos locales o eventos climáticos temporales como frentes cálidos o fríos, presencia de vientos dominantes, o incluso la ocurrencia de una ola de calor y posiblemente influencias del cambio climático global. Que se confirma con los informes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en donde emitió la Advertencia Meteorológica 33, señalando un aumento en la temperatura y la radiación solar hasta el 26 de junio de 2024.

-

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Asegurarse de que tanto el *Tanque evaporímetro Tina Tipo A* como la estación meteorológica inalámbrica estén correctamente instalados y calibrados para medir con precisión los parámetros climáticos necesarios. Realiza un mantenimiento regular para garantizar su buen funcionamiento a lo largo del tiempo.
- Considerar en la recopilación de datos entre el *Tanque evaporímetro tina Tipo A* y la estación meteorológica inalámbrica para garantizar que la observación de las lecturas se tome simultáneamente y de manera eficiente, siendo crucial para obtener resultados precisos verificando los resultados con otros métodos de cálculo de la evapotranspiración de referencia del cultivo
- Validar los resultados obtenidos mediante los dos métodos utilizando mediciones adicionales o datos históricos de fuentes similares del área de estudio. Esto ayudará a confirmar la precisión y la validez de los cálculos de evapotranspiración de referencia y las necesidades hídricas del cultivo de aguacate en la zona de Pamba Hacienda.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E., Lozano, I., & Díaz, A. (2023). *Tecnologías para la producción de arroz; recomendaciones para el Perú basadas en investigaciones científicas*. Obtenido de South Sustainability,4: <https://doi.org/DOI:10.211142/SS-0401-2023-e069>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evaporación del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos del agua de los cultivos*. Obtenido de FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: https://www.google.com.ec/books/edition/Evapotranspiración_Del_Cultivo/YJgylETfEnAC?hl=es&gbpv=1&dq=humedad+relativa+riego&printsec=frontcover
- Anguiano, C., Alcantar, J., Toledo, B., Tapia, L., & Vidales, J. (noviembre de 2007). *Caracterización edafoclimática del área productora de aguacate de Michoacán, México*. Obtenido de Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate) 2007. Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 nov. 2007. ISBN No 978-956-17-0413-8.: <https://www.avocadosource.com/wac6/es/Extenso/3c-112.pdf>
- Arevalo, R. (2015). *Diseño de un sistema automatizado de adquisición de datos meteorológicos de la estación meteorológica de la granja UDGLA, ubicada en la población de Nono*. Obtenido de Tesis de grado de la Universidad de las Américas: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4369/3/UDLA-EC-TIRT-2015-10.p>
- Barrenietos, R. (2024). *“Manejo agronómico del cultivo de palto (Persea americana mill.) Cv. Hass en el proyecto Olmos”*. Obtenido de Tesis de grado. Universidad Agraria la Molina:

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6191/barrientos-pozo-ronald-esmit.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bautista, A., Tovar, J., Palacios, O., & Mancilla, O. (mayo de 2011). *La humedad atmosférica como fuente opcional de agua para uso doméstico*. Obtenido de Revista Agro ciencia vol.45 no.3 Texcoco:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000300003

Bazán, R., Vergara, G., Casagrande, G., & Méndez, M. (2024). *Comparación y evolución de la evaporación de tanque y evapotranspiración*. Obtenido de SEMIÁRIDA Vol 34(1), 5-12 6300 Santa Rosa - Argentina ISSN 2408-4077: DOI: [http://dx.doi.org/10.19137/semiarida.2024\(1\).5-12](http://dx.doi.org/10.19137/semiarida.2024(1).5-12)

Cadavid, A., Murillo, A., Nieto, A., Bohórquez, C., Ramírez, A., Durán, O., . . . González, C. (2024). *El Libro del agua*. Obtenido de Corporación Universitaria Minuto De Dios – Un minuto Programa De Desarrollo Y Paz Del Magdalena Medio – Pdpmm Friedrich–Ebert–Stiftung FES (Fundación Friedrich Ebert): <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-comunicacion/21162.pdf#page=102>

Cadena, V. (2012). *Hablemos de Riego*. Obtenido de Congope: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>

Calderón, G., Muñoz, J., & Rivera, J. (2018). *Dispositivo para medir tiempo y temperatura usando un microcontrolador*. Obtenido de Rev. Brasil. Ensino Fís. 40 (2): <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0228>

Caycho, J. (2023). *Implementación del método estándar FAO, Lenman-Monteith en una estación meteorológica automática para la determinación de la evapotranspiración de*

- referencia (ETo)*. Obtenido de Tesis de grado. Universidad Nacional Federico Villarreal Lima Perú: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8073>
- Cevallos, M., & Yagchirema, J. (2023). *Análisis de variabilidad de precipitación, temperatura y evapotranspiración en la subcuenca del río Chambo, período 1960-2021*. Obtenido de Tesis de grado Universidad Nacional de Chimborazo: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10803>
- Chávez, E., González, G., & González, J. (octubre de 2013). *Uso de estaciones climatológicas automáticas y modelos matemáticos para determinar la evapotranspiración*. Obtenido de revista. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. IV, núm. 4, pp. 115-126: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n4/v4n4a7.pdf>
- Cisneros, E., Venero, Y., Placeres, Z., & González, F. (29 de julio de 2019). *El viento y su influencia en los parámetros de calidad del riego*. Obtenido de Revista Ingeniería Agrícola, vol. 9, núm. 4, e04, 2019: <https://www.redalyc.org/journal/5862/586262756004/html/>
- Cleves, J., Toro, J., & Martínez, L. (junio de 2016). *Los balances hídricos agrícolas en modelos de simulación agroclimáticos. Una revisión analítica*. Obtenido de Revista Colombiana. Ciencias. hortícolas. vol.10 no.1 Bogotá: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732016000100013
- Darquea, J. (2020). *“Diseño y construcción de una estación meteorológica autónoma e inalámbrica basada en hardware embebido que soporte entornos gráficos de programación”*. Obtenido de Tesis de grado, Universidad Politécnica del Chimborazo: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/18048/1/108T0334.pdf>
- Dorado, D., Grajales, L., & Rebolledo, A. (2017). *Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (Persea americana) variedad Hass en zonas productoras de Colombia*.

Obtenido de la Colección Transformación del agro. CORPOICA:
<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/14/12/115-1?inline=1?inline=1>

Dorado, D., Grajales, L., Reyes, H., & Rebolledo, A. (5 de noviembre de 2015). *Uso eficiente del agua en la producción de aguacate Hass*. Obtenido de Revista Suelos Ecuatoriales 45 (1): 31-35, Centro de Investigación Palmira, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831447>

Echeverría, R., & Mercado, T. (2021). *Requerimiento hídrico del aguacate (Persea americana Miller) variedad americana, en etapa de vivero en los Montes de María, Sucre, norte de Colombia*. Obtenido de Revista Idesia vol.39 no.2 Arica:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292021000200091#aff2

Espinoza, D., & Montúfar, A. (2022). *Evaluación socio - ambiental del desarrollo de la actividad pecuaria en la microcuenca piedras perteneciente a la parroquia la Bocana*. Obtenido de Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala:
https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18823/1/T-27170_ESPINOZA%20SALAZAR%20DIEGO%20HERNAN%20%2012.pdf

FAO. (2017). *Water for Sustainable Food*. Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations and Agriculture: <https://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf>

FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo guía para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos*. Estudio riego y drenaje 56:
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8802ddc9-86b6-4f13-96b7-4871dd3aee65/content>

Fuentes, J. (2003). *Técnicas de riego*. Madrid: ediciones Mundi Prensa. Obtenido de Ministerio de agricultura y. alimentación https://books.google.com.ec/books/about/T%C3%A9cnicas_de_riego.html?id=P-FByIgVfNoC&redir_esc=y

Garrido, C., & Pérez, D. (15 de diciembre de 2023). “*Universidades, Economía Circular y los ODS en el espacio birregional ALCUE*”. Obtenido de Red Universidad-Empresa América Latina y el Caribe-Unión Europea (ALCUE) A.C. Calle Galeana, Col Santa Ursula: https://www.researchgate.net/profile/Andrea-Lauric/publication/378103545_Universidades_Economia_Circular_y_los_ODS_en_el_espacio_birregional_ALCUE/links/65c671721bed776ae33b7a68/Universidades-Economia-Circular-y-los-ODS-en-el-espacio-birregional-ALCUE.pdf

González, E. (2023). *UFO162: Operaciones Culturales, recolección. almacenamiento y envasado de productos*. Obtenido de ic editorial: https://www.google.com.ec/books/edition/Operaciones_culturales_recolecti%C3%B3n_alma/E6PiEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=humedad+relativa+riego&pg=PT76&printsec=frontcover

González, F., Herrera, J., Hernández, O., López, T., & Cid, G. (2012). Base de datos sobre necesidades hídricas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 21, No. 2, 6. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000200008

Guadalupe, N. (2014). “*Análisis de las variables meteorológicas temperatura y precipitación y su influencia provincia de coronel Portillo, Ucayali*”. Obtenido de Tesis de grado. Universidad Nacional de Ucayali: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2243/000002086T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guato, M., & Sopalo, R. (2022). *Implementación de un sistema de adquisición de datos para la obtención de variables meteorológicas en tiempo real*. Obtenido de Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9658/1/PI-002227.pdf>

Guerrero, J. (2020). *Calidad y eficiencia del agua para irrigación en los sistemas agrícolas convencionales con énfasis en los cultivos de aguacate en la región Andino Colombiana*. Obtenido de Tesis de grado. Universidad de Pamplona Colombia: repositorio https://www.dspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/6186/1/Guerrero_2020_TG.pdf

Lagos, L., Lama, W., Hiezal, J., Souto, C., & Lillo, M. (2017). *Evaluación de riego deficitario controlado sobre la producción de Kiwi*. Obtenido de Revista Agro ciencia 51(19) 359.372. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30251182001.pdf>

Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J. (2010). *El método analítico como método natural*. Obtenido de Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas: <https://www.redalyc.org/pdf/181/18112179017.pdf>

López, A., Trejo, C., Ramírez, C., Peña, C., Tijerina, L., & Carrillo, J. (agosto de 2011). *Técnica de riego para incrementar la eficiencia del uso de agua en jitomate**. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol.2 no.4 Texcoco: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000400001

Lozano, W. (2013). *Construcción de Estaciones agrometeorológicas*. Obtenido de Escuela del agua : https://www.google.com.ec/books/edition/Construcci%C3%B3n_de_estaciones_meter_eol%C3%B3gi/7uk0DwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=La+humedad+relativa+se+mid

[e+usando+los+higr%C3%B3metros.+estaciones+agrometeorol%C3%B3gicas&pg=PT29&printsec=frontcover](https://core.ac.uk/download/pdf/71418925.pdf)

Marín, V. (2010). *Evaluación de la relación entre la evapotranspiración potencial teórica y la evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca*. Obtenido de Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia: <https://core.ac.uk/download/pdf/71418925.pdf>

Medina, R., Salazar, S., Castillo, B., & Barrientos, A. (2013). *Variación de la transpiración del aguacate 'Colinmex' usando Interinjerto bajo dos regímenes de humedad edáfica*. Obtenido de Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.19 no.1: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2013000100009

Mejía, M. (2023). *Tendencias de la evapotranspiración en Cuautitlán Izcalli, México y su importancia en las actividades agrícolas*. Obtenido de Tesis de grado, Universidad nacional de México: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000847753/3/0847753.pdf>

Monterroso, A., & Gómez, J. (abril de 2021). *Impacto del cambio climático en la evapotranspiración potencial y periodo de crecimiento en México*. Obtenido de Revista Terra latinoamericana: <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.774>

Morales, C., Aguayo, S., Montero, K., Días, M., Ospina, S., Orrego, C., & Viera, W. (2021). *Productividad Y Competitividad Frutícola Andina*. Obtenido de FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria): https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111_-_Producto_2.pdf

Naranjo, J., & Reyes, H. (13 de julio de 2021). *Huella hídrica del cultivo de aguacate cv. Hass (Persea americana Mill.), en el Distrito de Conservación de Suelos Barbas - Bremen,*

- Quindío, Colombia*. Obtenido de Revista Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 15, no. 29, pp. 63-70: <http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v15n29/1909-8367-ecei-15-29-63.pdf>
- Nollas, F., Orte, P., Lell, J., Suarez, A., & Salazar, G. (2022). *Control de calidad de datos de radiación solar global obtenidos por estaciones meteorológicas automáticas*. Obtenido de INENCO-CONICET: https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Alonso-Suarez/publication/376954131_Control_de_calidad_de_datos_de_radiacion_solar_global_obtenidos_por_estaciones_meteorologicas_automaticas/links/658f3d492468df72d3e66511/Control-de-calidad-de-datos-de-radiac
- Nuño, R., Hernández, E., Nuño R., R., & Morales, A. (junio de 2022). *Gestión de los recursos hídricos en apoyo a la producción agropecuaria y conservación forestal*. Obtenido de Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Departamento de Producción Forestal Academia de Ingeniería Rural: https://www.researchgate.net/profile/Efren-Hernandez-Alvarez/publication/376169695_Gestion_de_los_Recursos_Hídricos_en_Apoyo_a_la_Produccion_Agropecuaria_y_Conservacion_Forestal/links/656b6364ce88b870312ad2b8/Gestion-de-los-Recursos-Hídricos-en-Apoyo-a-la
- Oleas, E. (2024). *Diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el Proyecto Chambo – Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos, Módulo 3, cantón Guano*. Obtenido de Tesis de grado de maestría. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20486/1/20T01863.pdf>
- OPS. (2020). *Plan andino de salud y cambio climático 2020 - 2025*. Obtenido de Organismo Andino de Salud-Convenio Hipólito Unanue y Organización Panamericana de la Salud: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>.
- Ortiz, R., & Chile, M. (28 de febrero de 2020). *Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco*. Obtenido de Revista

Siembra, vol. 7, núm. 1 Universidad Central del Ecuador:
<https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1450>

Ortiz, R., & Chile, M. (junio de 2020). *Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco*. Obtenido de Revista Siembra vol.7 no.1 Quito:
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502020000200001

PDOT, (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Mira*.
<https://www.mira.gob.ec/Transparencia2023/Enero/Literalk/PDYOTCANTONMIRA2020-2023.pdf>

Pérez, M. (2024). *Evaluación de tres prácticas culturales para la inducción de floración en el cultivo de aguacate (Persea americana) en el Cantón Patate*. Obtenido de Tesis de grado Universidad Técnica de Ambato:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/41071/1/095%20Agronom%c3%ada%20-%20P%c3%a9rez%20Niquinga%20Mercy%20Lizbeth.pdf>

Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17047/1/Agroclimatologia%20del%20Ecuador.pdf>

Prieto, B. (abril de 2017). *El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la ciencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales*. Obtenido de Revista javeriana ORCID: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/23681>

Quispe, R. (2022). *Análisis de precipitaciones y estimación de las curvas IDF para las estaciones meteorológicas de Tambobamba y Curahuasi- Apurímac*. Obtenido de Tesis de grado UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC:
https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1253/T_058.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Quispe, D., Fernández, L., Pino, E., Quille, J., & Torres, A. (2024). *RPAS para precisión de la evapotranspiración en arrozales y reducir el consumo de agua*. Obtenido de Revista Agronomía Mesoamericana Volumen 35: Artículo 56529, e-ISSN 2215-3608 Costa Rica: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/56529/59543>
- Ramírez, R. (2022). *Contaminación atmosférica por material particulado en un territorio urbano y de montaña. Caso de estudio Valle de Aburrá, Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia, Tesis de maestría en recursos Hidráulicos: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83340/1146437679.2022.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Reyes, A. (2021). *Diseño e implementación de estación automática de bajo costo para lectura óptica de partículas pm10 y pm2.5 de calidad de aire, en puntos críticos de contaminación a nivel nacional en el instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidro*. Obtenido de Tesis de grado- Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16583/1/Araely%20Ovidio%20Reyes%20Carrillo.pdf>
- Reyes, M., Toledo, D., López, A., Pacheco, J., Mandariaga, A., & Saucedo, M. (2023). *Impacto del cambio climático sobre la fotosíntesis, fotorrespiración y respiración de plantas*. Obtenido de Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/issue/archive>
- Ricardo, M., Gómez, A., Martín, R., Cutie, V., & Martínez, O. (13 de marzo de 2020). *Estudio de las precipitaciones para el diseño de sistema de captación de agua de lluvia*. Obtenido de Revista Ingeniería Agrícola, vol. 10, núm. 2, e05: <https://www.redalyc.org/journal/5862/586263256005/html/>

- Rodríguez, P., Armaignac, A., Fernández, K., & Méndez, A. (1 de diciembre de 2021). *Consideraciones para el diseño racional de sistemas de riego por goteo*. Obtenido de Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol.30 no.4 San José de las Lajas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207100542021000400004&script=sci_arttext&tln_g=es
- Rojano, R., Pérez, J., & Edesnel, F. (agosto de 2012). *Efecto de la humedad relativa en la determinación de PM10 utilizando un DataRam 4, en una zona costera de Colombia*. Obtenido de Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia vol.35 no.2 Maracaibo: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702012000200010
- Romero, Y., & Topón, E. (Septiembre de 2021). *Evaluación de los umbrales de precipitación extrema, sus conexiones con variables meteorológicas locales y teleconexiones con oscilaciones oceánicas en la ciudad de Quito*. Obtenido de Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20824/1/UPS%20-%20TTS485.pdf>
- Ron, S., & Valera, A. (2022). *Geografía y clima del Ecuador*. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/>
- Rosillo, R. (2017). *Implementación de un sistema de transmisión de datos para una estación meteorológica de la Universidad de las Américas sede Granados*. Obtenido de Tesis de grado Universidad de las Américas: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8361/1/UDLA-EC-TIRT-2017-38.pdf>
- Ruiz, Á. (07 de 09 de 2023). *Cultivo eficiente y sostenible de aguacate con el programa Ecoculture*. Obtenido de Ecoculture Stress Specialists: <https://ecoculturebs.com/cultivo-eficiente-y-sostenible-de-aguacate-con-el-programa-ecoculture/>

Saucedo, C., & Regalado, G. (2024). *Monitoreo ambiental de las microcuencas Colpamayo y san mateo utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS, Chota, 2022*. Obtenido de Tesis de Grado. Universidad Autónoma de Chota - Perú: <http://www.repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/495>

SENA. (2023). *Conceptos, métodos y procedimientos en la producción de frutales perennes (Aguacate, plátano, cacao) / Luz Stella Ballesteros [y otros 4]. -- Bogotá : Servicio Nacional de Aprendizaje(SENA). Dirección General, 2023*. Obtenido de SENA emprende rural N°5: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/8354/Conceptos_métodos_produccion_de_frutales.pdf?sequence=1

Serrano, S., Zuleta, D., Moscoso, V., Jacome, P., Palacios, E., & Villacis, M. (2012). *Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito*. Obtenido de LA GRANJA, Revista de Ciencias de la Vida, 16(2) 2012: 23-47: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400004.pdf>

Simanca, F., Páez, J., Díaz, E., & Palacio, J. (2023). *La agricultura de precisión y las herramientas TIC de apoyo*. Obtenido de Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia: <https://doi.org/1016925/9789587604153>

Stambouil, T., Zapata, N., Martínez, C., & Faci, J. (2012). *¿Son útiles las pérdidas de evaporación en el riego por aspersión?* Obtenido de Dossier Tierras N° 190 regadío: https://digital.csic.es/bitstream/10261/72951/1/Martinez-CobA_Tierras_2012.pdf

Tejeda, V., Herrera, J., Sarmiento, O., Cruz, K., & Chaterlán, Y. (diciembre de 2022). *Consumo de agua y coeficientes de cultivo en plantaciones de fomento de aguacate cv Govin*. Obtenido de Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias ol.31 no.4 San José de las Lajas:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207100542022000400005&script=sci_arttext&tlng=es

Toro, M., Arteaga, R., Vázquez, A., & Ibáñez, A. (2015). *Modelos para estimar la evapotranspiración de referencia en la zona norte bananera de Urabá Antioqueño (Colombia)*. Obtenido de Revista. Agro ciencia vol.49, n.8, pp.821-836. ISSN 2521-9766.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952015000800001&script=sci_abstract

Trezza, R. (2008). *Estimación de evapotranspiración de referencia a nivel mensual en Venezuela. ¿Cuál método utilizar?* Obtenido de Revista Bioagro v.20 n.2 Barquisimeto ISSN 1316-3361: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000200002

Velásquez, C., Sosa, D., Fuentes, H., & Mora, I. (2023). *Sistema de recepción, almacenamiento y riego automatizado de agua para cultivos de hortalizas en Boyacá*. Obtenido de Tesis de grado Universidad EAN: <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/13288/VelasquezCarolina2023.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Ventura, R., & Lima, F. (11 de enero de 2024). *Diseño de un sistema automatizado de riego por aspersión con generación fotovoltaica para optimizar el consumo del recurso hídrico en un terreno de cultivo de aguaymanto en el CPM de Mayobamba 2022*. Obtenido de Tesis de grado Universidad Continental: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14202/1/IV_FIN_109_T_E_Ventura_Lima_2024.pdf

Vera, V. (2024). *Evaluación de tres láminas y tres frecuencias de riego por goteo en el cultivo de maíz*. Obtenido de Tesis de grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí:

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6285/1/Vera%20Bravo%20Victor%20Junior.pdf>

Villazón, J., Noris, P., Vásquez, R., Martín, G., & Cobo, Y. (2021). *Coeficiente Kp del tanque evaporímetro clase "A" para la estimación de la evapotranspiración de referencia*. Obtenido de Revista Idesia vol.39 no.3 Arica : https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292021000300111

Zhang, L., Dapibi, I., & Brown, W. (mayo de 2018). *Innovaciones y avances tecnológicos en la agricultura*. Obtenido de Internet of Things Applications for Agriculture. Internet Of Things A To Z, 507-528: <http://doi.org/czg6>

ANEXOS

Anexo 1

Fotografías de instalación meteorológica inalámbrica



Anexo 2

Instalación de estación meteorológica inalámbrica de tina tipo A



Anexo 3

Calibración de equipos



Anexo 4

Registro de datos



No.	Date	Time	In	In	Baro	Out	Out	Feels like	Dew point	Heat index
00353	05/03/2024	03:30	22.9	72	761.32	18.6	94	18.6	17.6	26.0
00354	05/03/2024	04:00	22.9	72	761.32	18.7	94	18.7	17.7	26.0
00355	05/03/2024	04:30	22.7	73	761.32	18.7	94	18.7	17.7	26.0
00356	05/03/2024	05:00	22.4	76	761.32	18.5	95	18.5	17.7	26.0
00357	05/03/2024	05:30	22.3	75	761.32	18.5	95	18.5	17.7	26.0
00358	05/03/2024	06:00	22.3	75	761.32	18.5	95	18.5	17.7	26.0
00359	05/03/2024	06:30	22.2	75	761.32	18.5	95	18.5	17.7	26.0
00360	05/03/2024	07:00	22.2	75	761.32	18.5	95	18.5	17.7	26.0
00361	05/03/2024	07:30	22.2	75	762.09	18.5	95	18.5	17.7	26.0
00362	05/03/2024	08:00	22.2	75	762.09	18.7	95	18.7	17.9	26.0
00363	05/03/2024	08:30	22.4	75	762.09	18.8	94	18.8	17.8	26.0
00364	05/03/2024	09:00	22.7	75	762.85	19.9	92	19.9	18.6	26.0
00365	05/03/2024	09:30	23.4	74	762.85	20.2	89	20.2	18.3	26.0
00366	05/03/2024	10:00	24.5	70	762.85	21.5	83	21.5	18.5	26.0
00367	05/03/2024	10:30	24.4	72	762.85	22.1	81	22.1	18.7	26.0
00368	05/03/2024	11:00	24.8	72	762.85	22.6	76	22.6	18.1	26.0

Anexo 5

Mantenimiento y seguridades de equipos



Anexo 6

Fotografías del área de investigación



Anexo 7

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes diciembre

DATOS CLIMÁTICOS METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Diciembre					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA %	VIENTO m/s	PRECIPITACIÓN mm
SÁBADO	09/12/2023	27,5	40	2,1	0
DOMINGO	10/12/2023	23	71	2,6	0
LUNES	11/12/2023	17,8	92	0	0
MARTES	12/12/2023	26,8	38	2,1	0
MIÉRCOLES	13/12/2023	22	79	1,1	0
JUEVES	14/12/2023	22,8	70	1,4	0
VIERNES	15/12/2023	18,8	97	1,3	15,7
SÁBADO	16/12/2023	22,9	70	2,9	26,9
DOMINGO	17/12/2023	21,3	82	2	0
LUNES	18/12/2023	25,5	61	1,1	0
MARTES	19/12/2023	17,7	95	1	16,7
MIÉRCOLES	20/12/2023	21,9	75	3,2	0
JUEVES	21/12/2023	23,3	74	2,6	0
VIERNES	22/12/2023	22,6	75	3,3	0
SÁBADO	23/12/2023	17,4	97	0,6	0
DOMINGO	24/12/2023	20,4	89	1,7	0
LUNES	25/12/2023	21,3	79	0,6	0
MARTES	26/12/2023	20	83	1,5	0
MIÉRCOLES	27/12/2023	20,7	82	1,1	0
JUEVES	28/12/2023	18	96	0,7	14,2
VIERNES	29/12/2023	19,7	88	1,6	6
SÁBADO	30/12/2023	21	79	2,9	0,2
DOMINGO	31/12/2023	24,5	61	1,7	0
Promedio		21,6	77,1	1,7	3,5

Anexo 8

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes enero

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Enero					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD RELATIVA %	VIENTO m/s	PRECIPITACIÓN mm
LUNES	01/01/2024	18	98	0	1,5
MARTES	02/01/2024	21,4	78	4	0
MIÉRCOLES	03/01/2024	18,6	97	0,7	3,8
JUEVES	04/01/2024	20,4	87	3,3	1,7
VIERNES	05/01/2024	20,1	87	1,6	0
SÁBADO	06/01/2024	19,8	91	0,7	0
DOMINGO	07/01/2024	25,8	39	1,4	0
LUNES	08/01/2024	22,9	74	2,5	0
MARTES	09/01/2024	24,4	62	1,9	0
MIÉRCOLES	10/01/2024	23,3	65	1,7	0
JUEVES	11/01/2024	20,6	82	3,2	0
VIERNES	12/01/2024	18,8	86	3,3	2,7
SÁBADO	13/01/2024	21,1	83	1,7	0
DOMINGO	14/01/2024	23,4	70	0,9	0
LUNES	15/01/2024	22,7	60	2,2	0
MARTES	16/01/2024	19,5	80	0	0
MIÉRCOLES	17/01/2024	21,6	61	0	0
JUEVES	18/01/2024	23,7	56	0	0
VIERNES	19/01/2024	23,1	68	1,3	0
SÁBADO	20/01/2024	19,2	60	0	0
DOMINGO	21/01/2024	24,2	47	1,2	0
LUNES	22/01/2024	24,9	41	1	0
MARTES	23/01/2024	26,9	42	0,9	0
MIÉRCOLES	24/01/2024	18,1	91	0	0
JUEVES	25/01/2024	25,4	58	1,5	0
VIERNES	26/01/2024	20,9	85	2,2	0
SÁBADO	27/01/2024	27,1	51	3	0
DOMINGO	28/01/2024	20,3	70	2,4	0
LUNES	29/01/2024	21,7	80	3,3	0
MARTES	30/01/2024	22,2	77	0,9	0
MIÉRCOLES	31/01/2024	21,3	83	1,5	0
Promedio		21,98	71,26	1,56	0,31

Anexo 9

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes febrero

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA AFINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Febrero					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD RELATIVA %	VIENTO m/s	PRECIPITACIÓN mm
JUEVES	01/02/2024	22,4	78	2,4	0
VIERNES	02/02/2024	16,5	98	2	1,2
SÁBADO	03/02/2024	28,4	47	1,1	0
DOMINGO	04/02/2024	21,6	81	2,1	5,5
LUNES	05/02/2024	20,8	83	3,1	6,3
MARTES	06/02/2024	21,3	78	2,6	0,2
MIÉRCOLES	07/02/2024	22,1	80	2,7	0
JUEVES	08/02/2024	24,4	67	2	0
VIERNES	09/02/2024	22,2	90	0,9	0
SÁBADO	10/02/2024	27,4	54	2,3	0
DOMINGO	11/02/2024	20,4	87	1,7	0
LUNES	12/02/2024	25,8	61	2,6	0
MARTES	13/02/2024	23	76	0,9	0
MIÉRCOLES	14/02/2024	23,9	52	1	0
JUEVES	15/02/2024	24,4	49	1,4	0
VIERNES	16/02/2024	24,2	67	1,1	0
SÁBADO	17/02/2024	18,7	94	0	0
DOMINGO	18/02/2024	23,9	72	1,1	0
LUNES	19/02/2024	21,6	79	1,6	0
MARTES	20/02/2024	21,9	77	2,4	7,8
MIÉRCOLES	21/02/2024	22,4	70	2,5	0,5
JUEVES	22/02/2024	25,3	54	1,9	0
VIERNES	23/02/2024	22,1	75	2,9	0
SÁBADO	24/02/2024	19,4	86	0,8	0
DOMINGO	25/02/2024	22,4	70	1,9	0,2
LUNES	26/02/2024	21,1	80	1,6	3
MARTES	27/02/2024	22,9	69	3,3	0
MIÉRCOLES	28/02/2024	24,4	65	2,3	0
JUEVES	29/02/2024	20,4	82	3,6	0
Promedio		22,60	73,14	1,92	0,85

Anexo 10

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes marzo

DATOS CLIMÁTICOS METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Marzo					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA%	VIENTO M/S	PRECIPITACIÓN mm
VIERNES	01/03/2024	19	88	1,7	0,5
SÁBADO	02/03/2024	24,7	60	1,9	0,2
DOMINGO	03/03/2024	21,4	73	2,8	8,3
LUNES	04/03/2024	25,7	57	3,7	12,9
MARTES	05/03/2024	19,4	89	0	0
MIÉRCOLES	06/03/2024	21,7	79	1,2	0
JUEVES	07/03/2024	20,4	90	0,9	0,2
VIERNES	08/03/2024	20,9	85	1	0
SÁBADO	09/03/2024	22,3	78	0	0,5
DOMINGO	10/03/2024	22,3	50	0	0
LUNES	11/03/2024	22,7	72	0,9	0
MARTES	12/03/2024	23,8	67	1,9	0
MIÉRCOLES	13/03/2024	20,5	86	0	0
JUEVES	14/03/2024	24,1	50	0	0
VIERNES	15/03/2024	19,9	74	0	0
SÁBADO	16/03/2024	25,1	42	0,9	0
DOMINGO	17/03/2024	24,5	42	0,8	0
LUNES	18/03/2024	21,5	82	0,8	0
MARTES	19/03/2024	20,5	84	0,8	0
MIÉRCOLES	20/03/2024	18,4	82	0,5	0
JUEVES	21/03/2024	22,6	67	2,2	0,5
VIERNES	22/03/2024	22	74	1,1	0
SÁBADO	23/03/2024	20,4	87	0	0
DOMINGO	24/03/2024	22,5	65	2,3	0
LUNES	25/03/2024	21,7	82	0,7	0
MARTES	26/03/2024	20,8	86	1,5	0
MIÉRCOLES	27/03/2024	19,7	85	0,9	0,7
JUEVES	28/03/2024	22,2	87	1,4	0,5
VIERNES	29/03/2024	26,5	51	1,1	2,2
SÁBADO	30/03/2024	19,4	70	2,1	0
DOMINGO	31/03/2024	24,8	62	0,1	0,5
Promedio		21,98	72,45	1,07	0,87

Anexo 11

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes abril

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Abril					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD RELATIVA %	VIENTO m/s	PRECIPITACIÓN mm
LUNES	01/04/2024	18,5	96	0,3	23,6
MARTES	02/04/2024	20,1	79	1,3	4,3
MIÉRCOLES	03/04/2024	18,9	89	0	0
JUEVES	04/04/2024	18,8	89	0	0
VIERNES	05/04/2024	20,7	83	0	0
SÁBADO	06/04/2024	24,2	65	1,1	0
DOMINGO	07/04/2024	22,8	68	1,1	0
LUNES	08/04/2024	22,6	71	0,9	0
MARTES	09/04/2024	24,5	41	1,5	0
MIÉRCOLES	10/04/2024	19,2	91	0,6	0
JUEVES	11/04/2024	18,4	85	0,3	0
VIERNES	12/04/2024	21,4	84	0	0
SÁBADO	13/04/2024	20,1	88	0,9	0
DOMINGO	14/04/2024	25,7	59	3,3	0
LUNES	15/04/2024	23,4	71	1,1	0
MARTES	16/04/2024	21,9	79	4,9	0
MIÉRCOLES	17/04/2024	19,5	90	0	0
JUEVES	18/04/2024	20,8	74	0,8	0
VIERNES	19/04/2024	21,2	94	0	4,8
SÁBADO	20/04/2024	21,7	77	4,6	0
DOMINGO	21/04/2024	18,1	93	0	2,5
LUNES	22/04/2024	21,6	77	1,1	0
MARTES	23/04/2024	20,7	84	0,9	0
MIÉRCOLES	24/04/2024	21,6	77	2,2	0
JUEVES	25/04/2024	21,9	75	1,1	0
VIERNES	26/04/2024	23,5	69	0,7	0
SÁBADO	27/04/2024	19,6	87	0,8	0
DOMINGO	28/04/2024	25,5	56	1	4,5
LUNES	29/04/2024	19,7	86	0,8	13,9
MARTES	30/04/2024	21,5	81	1,6	0
Promedio		21,27	78,60	1,10	1,79

Anexo 12

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes mayo

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Mayo					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD RELATIVA %	VIENTO m/s	PRECIPITACIÓN mm
MIÉRCOLES	01/05/2024	20,8	84	1,1	0
JUEVES	02/05/2024	21,8	78	1,2	0
VIERNES	03/05/2024	20,4	74	1,1	0
SÁBADO	04/05/2024	25	59	3	0,7
DOMINGO	05/05/2024	21,5	85	2,1	16,7
LUNES	06/05/2024	21,3	83	0,8	0,2
MARTES	07/05/2024	27,2	53	2,1	0
MIÉRCOLES	08/05/2024	19,8	91	0,9	6,6
JUEVES	09/05/2024	23,1	75	1,4	0,2
VIERNES	10/05/2024	22,3	77	1,3	0
SÁBADO	11/05/2024	22,4	78	0,9	0
DOMINGO	12/05/2024	16,6	96	0	0
LUNES	13/05/2024	24,5	68	1,6	0
MARTES	14/05/2024	19,3	91	0	0
MIÉRCOLES	15/05/2024	21,3	77	3,5	0,7
JUEVES	16/05/2024	19,6	89	1,4	0
VIERNES	17/05/2024	22,7	77	1,5	0
SÁBADO	18/05/2024	20,7	82	2,6	0
DOMINGO	19/05/2024	18,9	94	0	0
LUNES	20/05/2024	23,1	73	2,1	0
MARTES	21/05/2024	22,3	68	0	0
MIÉRCOLES	22/05/2024	25,6	60	1,7	0
JUEVES	23/05/2024	21,1	78	1,6	0,2
VIERNES	24/05/2024	26,4	57	2,1	0
SÁBADO	25/05/2024	23,9	69	0,9	0,2
DOMINGO	26/05/2024	30,7	41	1,2	0
LUNES	27/05/2024	26,3	62	2,4	0
MARTES	28/05/2024	23,9	67	0,1	0
MIÉRCOLES	29/05/2024	23,8	64	1,9	0
JUEVES	30/05/2024	20,6	84	0,8	0
VIERNES	31/05/2024	26,7	38	1,3	0
Promedio		22,70	73,29	1,37	0,82

Anexo 13

Datos de la estación meteorológica inalámbrica mes Junio

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO					
Mes: Junio					
DÍA	FECHA	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD RELATIVA %	VIENTO m/s	PRECIPITACIÓN mm
SÁBADO	01/06/2024	27,70	40,00	1,20	0,00
DOMINGO	02/06/2024	29,90	44,00	1,50	0,00
LUNES	03/06/2024	21,30	85,00	0,70	0,00
MARTES	04/06/2024	25,80	55,00	2,10	0,00
MIÉRCOLES	05/06/2024	23,60	63,00	0,00	0,00
JUEVES	06/06/2024	24,60	57,00	1,00	0,00
VIERNES	07/06/2024	29,10	37,00	2,40	0,00
SÁBADO	08/06/2024	27,30	40,00	0,00	0,00
DOMINGO	09/06/2024	28,60	49,00	3,30	0,00
LUNES	10/06/2024	21,76	71,00	0,70	0,00
MARTES	11/06/2024	22,23	65,00	2,20	0,00
MIÉRCOLES	12/06/2024	22,58	67,00	2,50	0,00
JUEVES	13/06/2024	22,15	72,00	1,20	0,00
VIERNES	14/06/2024	20,87	73,00	0,80	0,00
SÁBADO	15/06/2024	22,09	68,00	2,10	0,00
DOMINGO	16/06/2024	17,61	87,00	2,70	0,00
LUNES	17/06/2024	22,64	93,00	1,40	8,00
MARTES	18/06/2024	21,93	90,00	1,80	3,00
MIÉRCOLES	19/06/2024	23,01	87,00	0,50	2,70
JUEVES	20/06/2024	22,11	74,00	0,60	0,00
VIERNES	21/06/2024	24,14	69,00	2,30	0,00
SÁBADO	22/06/2024	23,98	66,00	2,70	0,00
DOMINGO	23/06/2024	22,87	67,00	1,90	0,00
LUNES	24/06/2024	24,06	57,00	1,70	0,00
MARTES	25/06/2024	23,04	75,00	1,40	0,00
MIÉRCOLES	26/06/2024	22,72	68,00	0,80	0,00
JUEVES	27/06/2024	21,31	89,00	2,20	0,00
VIERNES	28/06/2024	23,89	75,00	2,60	0,00
SÁBADO	29/06/2024	23,12	64,00	2,70	0,00
DOMINGO	30/06/2024	22,81	68,00	2,80	0,00
Promedio		23,63	67,17	1,66	0,46

Anexo 14

Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de diciembre 2023

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Diciembre		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
SÁBADO	09/12/2023	9
DOMINGO	10/12/2023	3
LUNES	11/12/2023	4
MARTES	12/12/2023	10
MIÉRCOLES	13/12/2023	4
JUEVES	14/12/2023	5
VIERNES	15/12/2023	5
SÁBADO	16/12/2023	2
DOMINGO	17/12/2023	3
LUNES	18/12/2023	2
MARTES	19/12/2023	5
MIÉRCOLES	20/12/2023	3
JUEVES	21/12/2023	2
VIERNES	22/12/2023	2
SÁBADO	23/12/2023	2
DOMINGO	24/12/2023	3
LUNES	25/12/2023	4
MARTES	26/12/2023	2
MIÉRCOLES	27/12/2023	2
JUEVES	28/12/2023	2
VIERNES	29/12/2023	0
SÁBADO	30/12/2023	5
DOMINGO	31/12/2023	2
Total, mm/mes		81

Anexo 15

Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de enero 2024

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Enero		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
LUNES	01/01/2024	0
MARTES	02/01/2024	10
MIÉRCOLES	03/01/2024	0
JUEVES	04/01/2024	0
VIERNES	05/01/2024	4
SÁBADO	06/01/2024	5
DOMINGO	07/01/2024	4
LUNES	08/01/2024	3
MARTES	09/01/2024	3
MIÉRCOLES	10/01/2024	3
JUEVES	11/01/2024	4
VIERNES	12/01/2024	3
SÁBADO	13/01/2024	3
DOMINGO	14/01/2024	3
LUNES	15/01/2024	2
MARTES	16/01/2024	2
MIÉRCOLES	17/01/2024	2
JUEVES	18/01/2024	3
VIERNES	19/01/2024	3
SÁBADO	20/01/2024	2
DOMINGO	21/01/2024	3
LUNES	22/01/2024	2
MARTES	23/01/2024	4
MIÉRCOLES	24/01/2024	5
JUEVES	25/01/2024	5
VIERNES	26/01/2024	10
SÁBADO	27/01/2024	10
DOMINGO	28/01/2024	7
LUNES	29/01/2024	10
MARTES	30/01/2024	5
MIÉRCOLES	31/01/2024	7
Total, mm/mes		127

Anexo 16*Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de febrero 2024*

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Febrero		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
JUEVES	01/02/2024	5
VIERNES	02/02/2024	5
SÁBADO	03/02/2024	5
DOMINGO	04/02/2024	5
LUNES	05/02/2024	0
MARTES	06/02/2024	4
MIÉRCOLES	07/02/2024	5
JUEVES	08/02/2024	5
VIERNES	09/02/2024	7
SÁBADO	10/02/2024	4
DOMINGO	11/02/2024	5
LUNES	12/02/2024	6
MARTES	13/02/2024	5
MIÉRCOLES	14/02/2024	6
JUEVES	15/02/2024	7
VIERNES	16/02/2024	1
SÁBADO	17/02/2024	8
DOMINGO	18/02/2024	7
LUNES	19/02/2024	6
MARTES	20/02/2024	0
MIÉRCOLES	21/02/2024	5
JUEVES	22/02/2024	7
VIERNES	23/02/2024	6
SÁBADO	24/02/2024	4
DOMINGO	25/02/2024	5
LUNES	26/02/2024	6
MARTES	27/02/2024	7
MIÉRCOLES	28/02/2024	0
JUEVES	29/02/2024	4
Total, mm/mes		140

Anexo 17

Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de marzo 2024

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Marzo		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
VIERNES	01/03/2024	6
SÁBADO	02/03/2024	8
DOMINGO	03/03/2024	0
LUNES	04/03/2024	4
MARTES	05/03/2024	6
MIÉRCOLES	06/03/2024	7
JUEVES	07/03/2024	5
VIERNES	08/03/2024	8
SÁBADO	09/03/2024	4
DOMINGO	10/03/2024	6
LUNES	11/03/2024	5
MARTES	12/03/2024	8
MIÉRCOLES	13/03/2024	8
JUEVES	14/03/2024	7
VIERNES	15/03/2024	6
SÁBADO	16/03/2024	8
DOMINGO	17/03/2024	10
LUNES	18/03/2024	10
MARTES	19/03/2024	8
MIÉRCOLES	20/03/2024	7
JUEVES	21/03/2024	8
VIERNES	22/03/2024	8
SÁBADO	23/03/2024	7
DOMINGO	24/03/2024	8
LUNES	25/03/2024	6
MARTES	26/03/2024	5
MIÉRCOLES	27/03/2024	7
JUEVES	28/03/2024	6
VIERNES	29/03/2024	5
SÁBADO	30/03/2024	5
DOMINGO	31/03/2024	4
Total, mm/mes		200

Anexo 18

Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de abril 2024

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Abril		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
LUNES	01/04/2024	0
MARTES	02/04/2024	0
MIÉRCOLES	03/04/2024	10
JUEVES	04/04/2024	2
VIERNES	05/04/2024	4
SÁBADO	06/04/2024	6
DOMINGO	07/04/2024	4
LUNES	08/04/2024	7
MARTES	09/04/2024	5
MIÉRCOLES	10/04/2024	4
JUEVES	11/04/2024	6
VIERNES	12/04/2024	3
SÁBADO	13/04/2024	5
DOMINGO	14/04/2024	5
LUNES	15/04/2024	7
MARTES	16/04/2024	4
MIÉRCOLES	17/04/2024	5
JUEVES	18/04/2024	4
VIERNES	19/04/2024	0
SÁBADO	20/04/2024	4
DOMINGO	21/04/2024	3
LUNES	22/04/2024	4
MARTES	23/04/2024	5
MIÉRCOLES	24/04/2024	4
JUEVES	25/04/2024	6
VIERNES	26/04/2024	5
SÁBADO	27/04/2024	7
DOMINGO	28/04/2024	5
LUNES	29/04/2024	4
MARTES	30/04/2024	3
Total, mm/mes		131

Anexo 19

Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de mayo 2024

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Mayo		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
MIÉRCOLES	01/05/2024	4
JUEVES	02/05/2024	5
VIERNES	03/05/2024	3
SÁBADO	04/05/2024	4
DOMINGO	05/05/2024	2
LUNES	06/05/2024	5
MARTES	07/05/2024	6
MIÉRCOLES	08/05/2024	0
JUEVES	09/05/2024	3
VIERNES	10/05/2024	4
SÁBADO	11/05/2024	5
DOMINGO	12/05/2024	6
LUNES	13/05/2024	4
MARTES	14/05/2024	5
MIÉRCOLES	15/05/2024	5
JUEVES	16/05/2024	6
VIERNES	17/05/2024	7
SÁBADO	18/05/2024	8
DOMINGO	19/05/2024	7
LUNES	20/05/2024	5
MARTES	21/05/2024	8
MIÉRCOLES	22/05/2024	4
JUEVES	23/05/2024	6
VIERNES	24/05/2024	5
SÁBADO	25/05/2024	4
DOMINGO	26/05/2024	7
LUNES	27/05/2024	5
MARTES	28/05/2024	6
MIÉRCOLES	29/05/2024	4
JUEVES	30/05/2024	8
VIERNES	31/05/2024	7
Total, mm/mes		158

Anexo 20

Valor de evaporación de tanque evaporímetro o tina tipo A mes de junio 2024

DATOS CLIMÁTICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA FINCA DEL Sr. PATRICIO HARO		
Mes: Junio		
DÍA	FECHA	EVAPORACIÓN mm/día
SÁBADO	01/06/2024	10
DOMINGO	02/06/2024	9
LUNES	03/06/2024	8
MARTES	04/06/2024	5
MIÉRCOLES	05/06/2024	7
JUEVES	06/06/2024	6
VIERNES	07/06/2024	7
SÁBADO	08/06/2024	9
DOMINGO	09/06/2024	7
Total, mm/mes		68

Anexo 21

Horas de luz por día expresadas como porcentaje del total anual

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Latitud Sur	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
60°	0,15	0,2	0,26	0,32	0,38	0,41	0,4	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13
58°	0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,4	0,39	0,34	0,28	0,23	0,18	0,15
56°	0,17	0,21	0,26	0,32	0,36	0,39	0,38	0,33	0,28	0,23	0,18	0,16
54°	0,18	0,21	0,26	0,31	0,36	0,38	0,37	0,33	0,28	0,23	0,19	0,17
52°	0,19	0,22	0,27	0,31	0,35	0,37	0,36	0,33	0,28	0,24	0,2	0,17
50°	0,19	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,2	0,18
48°	0,2	0,23	0,27	0,31	0,34	0,36	0,35	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19
46°	0,2	0,23	0,27	0,3	0,34	0,35	0,34	0,32	0,28	0,24	0,21	0,2
44°	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,35	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
42°	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
40°	0,22	0,24	0,27	0,3	0,32	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
35°	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,3	0,28	0,25	0,23	0,22
30°	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,31	0,3	0,28	0,26	0,24	0,23
25°	0,24	0,26	0,27	0,29	0,3	0,31	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24
20°	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,3	0,29	0,28	0,26	0,25	0,25
15°	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25
10°	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
5°	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
0°	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27

Nota. Tomado de (Fuentes, 2003).

Anexo 22






Duración máxima diaria media de las horas de fuerte insolación N en diferentes meses y latitudes

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Latitud Sur	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
50°	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48°	8,8	10,2	11,9	13,6	15,2	16	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46°	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44°	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14	12,6	11	9,7	8,9
42°	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
40°	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15	14,7	13,7	12,5	11,2	10	9,3
35°	10,1	11	11,9	13,1	14	14,5	14,6	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30°	10,4	11,1	12	12,9	13,6	14	14,4	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25°	10,7	11,3	12	12,7	13,3	13,7	14	13	12,3	11,6	10,9	10,6
20°	11	11,5	12	12,6	13,1	13,3	13,6	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15°	11,3	11,6	12	12,5	12,8	13	13,3	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10°	11,6	11,8	12	12,3	12,6	12,7	13,1	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5°	11,8	11,9	12	12,2	12,3	12,4	12,8	12,3	12,1	12	11,9	11,8
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Nota. Tomado de (Fuentes, 2003).

Anexo 23

Ciclo fenológico fase de producción aguacate variedad Fuerte a condiciones agroclimáticas de Pamba hacienda, cantón Mira, provincia del Carchi.

						
20	22	22	30	30	30	30
Mes: diciembre	Mes: enero	Mes: febrero	Mes: marzo	Mes: abril	Mes: mayo	Mes: junio
Kc=0,8	Kc=0,9	kc=0,95	Kc=1,2	Kc=1,2	Kc=1,1	Kc=1,1

Nota. Tomado del documento publicado por (Ruiz, 2023).