

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



**Análisis comparativo del método lisimétrico y métodos analíticos
para estimar la evapotranspiración en el Centro Experimental
Tumpis.**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola

Autor:

Br. Marlon Jesus Palacios Villar.

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



**Análisis comparativo del método lisimétrico y métodos analíticos
para estimar la evapotranspiración en el Centro Experimental
Tumpis.**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente)

Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

M.Sc. Felix Alcoser Torres (Secretario)

Código ORCID: 0000-0001-9929-4763

Mg. Atoche Ortiz, Deciderio (Vocal)

Código ORCID: 0000-0002-3300-330

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



**Análisis comparativo del método lisimétrico y métodos analíticos
para estimar la evapotranspiración en el Centro Experimental
Tumpis.**

**Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido
y forma**

Bach. Marlon Jesus Palacios Villar

DNI: 74939612

Código UNTUMBES: 120280171

Mg. Atoche Ortiz, Deciderio

Código ORCID: 000-0002-3300-330

Tumbes, 2026



**Universidad Nacional
de Tumbes**



**Facultad de Ciencias Agrarias
Programa Académico de Ingeniería Agrícola
Ex Fundo Fiscal La Cruz – Campus Universitario**

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

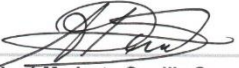
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los un día días del mes de Junio del dos mil veintiséis, siendo las once horas con veinte minutos, en el Campus Universitario, de la Facultad de Ciencias Agrarias en el aula 3, del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, de forma presencial, se reunieron los miembros del el Jurado Calificador designados por RESOLUCIÓN N°255-2025/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, de fecha 14 de octubre del 2025, Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente); MSc. Ing. Félix Enrique Alcóser Torres (secretario); Ing. Deciderio Atoche Ortiz (Vocal) y el Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya (Accesitario); reconociendo en la misma resolución, al Ing. Deciderio Atoche Ortiz como (Asesor), se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación del informe final de la tesis, titulada “Análisis comparativo del método lisimétrico y métodos analíticos para estimar la evapotranspiración en el Centro Experimental Tumpis”, presentado por el Br. Palacios Villar Marlon Jesús, del Programa Académico Profesional de Ingeniería Agrícola. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, en concordancia con el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, Aprobado por Resolución N° 0714-2023/UNTUMBES-CU, con fecha 29 de mayo del 2023, declaró Aprobado, por Unánimidad, con el calificativo Muy Buena. Se le hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones realizadas si las hubiera que el jurado calificador indique.

En consecuencia, queda Apto para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las once horas con veinte minutos del mismo día, mes y año se dio por terminado el acto académico, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 01 de Junio del año 2026

 Dr. José Modesto Carrillo Sarango DNI N° <u>0022 3850</u> CODIGO ORCID: <u>0000-0003-0841-3064</u> Presidente	 MSc. Ing. Félix Enrique Alcóser Torres DNI N° <u>00210359</u> CODIGO ORCID: <u>0000-0001-9989-4713</u> Secretario
 Ing. Deciderio Atoche Ortiz DNI N° : <u>00251292</u> CODIGO ORCID: <u>0000-0002-3300-3300</u> Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)
-INTERESADO- Decanato- Archivo

MARLON JESUS PALACIOS VILLAR

Análisis comparativo del método lisimétrico y métodos analíticos para estimar la evapotranspiración en el Centro Exp...

 Análisis comparativo del método lisimétrico y métodos analíticos para estimar la evapotranspiración en el Centro Experimental Tumpis.

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:599078973

Fecha de entrega

10 jun 2026, 17:09 GMT-5

Fecha de descarga

10 jun 2026, 17:23 GMT-5

Nombre del archivo

Tesis - Marlon Palacios Villar - PASE TURNITIN.pdf

Tamaño del archivo

4.0 MB

100 páginas

43.985 palabras

153.643 caracteres



Mg. Atoche Ortiz, Deciderio
COD. ORCID N° 000-0002-3300-330

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Mg. Atoche Ortiz, Deciderio
COD. ORCID N° 000-0002-3300-330

Fuentes principales

- 6% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	www.emmsa.com.pe	3%
2	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2025-04-22	2%
3	Internet	www.imf.org	<1%
4	Internet	docplayer.es	<1%
5	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	<1%
6	Internet	fdocuments.es	<1%
7	Internet	www.worldclim.org	<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-05-21	<1%
9	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2026-01-08	<1%
11	Publicación	CONAMTECI ORIENTE E.I.R.L. "Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Res...	<1%

Mg. Atoche Ortiz, Deciderio
COD. ORCID N° 000-0002-3300-330

12	Publicación	DESSAU S&Z S.A.. "EIA-SD de la Central Hidroeléctrica Ayanunga-IGA0011410", R.D...	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo on 2025-07-25	<1%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2025-07-23	<1%
15	Publicación	Dora Ocampo, Raúl Rivas. "Evaluación de métodos de estimación de la evapotran...	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2022-05-19	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2021-02-16	<1%
18	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
19	Publicación	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "PMA Variación del ...	<1%
20	Internet	doaj.org	<1%
21	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-05-06	<1%
22	Trabajos del estudiante	Grand Canyon University on 2013-03-02	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Hermilio Valdizan on 2024-07-02	<1%
24	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
25	Trabajos del estudiante	University College London on 2025-11-01	<1%



Mg. Atoche Ortiz, Deciderio
COD. ORCID N° 000-0002-3300-330

26	Internet	id.123dok.com	<1%
27	Internet	livrosdeamor.com.br	<1%
28	Internet	repositorio.isil.pe	<1%
29	Internet	dspace.uazuay.edu.ec	<1%
30	Internet	es.scribd.com	<1%
31	Internet	hdl.handle.net	<1%
32	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
33	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%



Mg. Atoche Ortiz, Deciderio
COD. ORCID N° 000-0002-3300-330

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la vida, la fortaleza de enfrentar las adversidades y la sabiduría para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi pareja:

Estefany por estar a mi lado en cada momento, por su amor, paciencia, apoyo y por ser mi constante motivación para seguir esforzándome y no rendirme.

A mi familia:

Por el apoyo y confianza que me brindaron durante todo este proceso

A mis padres:

Gaby y Marlon por ser los pilares fundamentales de mi vida, por inculcarme valores, brindarme sus consejos, su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi formación.

A mis abuelos:

En memoria de mi abuela Sobeida, cuya partida dejó un gran vacío en mi corazón, pero también por su amor, sus consejos y enseñanzas, que fueron de aliento en momentos difíciles.

A mis abuelos Felipe, Balbina y Belizario quienes me guían y cuidan desde el cielo.

A mis docentes

Quienes con sus enseñanzas contribuyeron a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la vida, la salud, la sabiduría y conocimientos para realizar esta investigación satisfactoriamente. Así mismo cada una de sus bendiciones

A mis padres por haberme permitido realizar mis estudios en esta prestigiosa casa de estudios, por inculcarme a ser una persona de bien y a no rendirme en este camino profesional.

A mi pareja y sus padres, por su apoyo constante, por brindarme la acogida en su hogar debido a mis responsabilidades laborales, lo cual hizo posible la culminación de esta investigación.

A mi asesor de tesis, por su orientación, apoyo constante y valiosos conocimientos que hicieron posible el desarrollo de esta investigación

A mis compañeros y jefes de trabajo, por brindarme las facilidades y el tiempo necesario para el desarrollo de esta investigación, así como su apoyo en la realización de los trámites correspondientes.

ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA	X
AGRADECIMIENTO	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN	18
ABSTRAC	20
CAPÍTULO I	21
1. INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO II	23
2. ESTADO DEL ARTE	23
2.1. ANTECEDENTES	23
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN	25
2.2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	26
2.2.3. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)	29
2.2.4. FACTORES DEL CULTIVO O COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c)	30
2.2.5. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	31
2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	37
2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	38
2.5. OBJETIVOS	39
2.5.1. OBJETIVO GENERAL	39
2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
2.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	39
2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL	39

2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	39
2.7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	40
2.7.1. PROBLEMA GENERAL	40
2.7.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	40
2.8. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES	40
2.8.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES	40
CAPÍTULO III	42
3. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO EN ESTUDIO	42
3.2. UBICACIÓN	42
3.2.1. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA	42
3.2.2. UBICACIÓN GEODÉSICA	42
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS	44
3.3.1. MATERIALES	44
3.3.2. EQUIPOS	44
3.3.3. SOFTWARE	44
3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.6.1. POBLACIÓN	45
3.6.2. MUESTRA	45
3.7. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	45
3.7.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	45
3.7.2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	46
3.7.3. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL	52
3.7.4. MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA COMPARACIÓN DE RESULTADOS	52

CAPÍTULO IV.....	55
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1. RESULTADOS.....	55
4.1.1. VARIABLES CLIMATOLÓGICAS	55
4.1.2. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ETO)	58
4.1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO LISIMÉTRICO Y LOS MÉTODOS ANALÍTICOS.....	61
4.2. DISCUSIÓN.....	62
4.2.1. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIAL (ETO)	62
4.2.2. INDICADORES ESTADÍSTICOS.....	63
CAPÍTULO V.....	66
5. CONCLUSIONES	66
CAPÍTULO VI.....	67
6. RECOMENDACIONES	67
CAPÍTULO VII.....	68
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CAPÍTULO VIII.....	70
8. ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variable.	41
Tabla 2: Ubicación geopolítica	42
Tabla 3: Ubicación geodésica	42
Tabla 4: Estación en estudio	45
Tabla 5: Datos Meteorológicos.....	46
Tabla 6: Evapotranspiración de referencia (mm/día), periodo (2015-2024) Estación Tumpis.	58
Tabla 7: Evapotranspiración de referencia (mm/mes), periodo (2015-2024) Estación Tumpis.	60
Tabla 8: Indicadores estadísticos	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes que intervienen en la evapotranspiración.	25
Figura 2 Componentes y factores que influyen en la Evapotranspiración.	27
Figura 3: Evapotranspiración referencial del cultivo.	29
Figura 4: Evapotranspiración real o del cultivo.	30
Figura 5: Localización de tanque evaporímetro tipo A.	33
Figura 6: Mapa de ubicación del área en estudio.	43
Figura 7: Diagrama de flujo para el tratamiento de datos hidrometereológicos. ...	46
Figura 8: Metodos para Estimar la Evapotranspiración.	52
Figura 9: Métodos estadísticos	53
Figura 10: Temperatura máxima, mínima y media (°C)	56
Figura 11: Humedad relativa (%).....	56
Figura 12: Horas de sol (Hrs/mes)	57
Figura 13: Velocidad del viento (m/seg)	57
Figura 14: Gráfica de líneas de la Evapotranspiración de referencia (mm/día) 2015-2024 Estación Tumpis.....	59
Figura 15: Grafica de barras de la Evapotranspiración de referencia (mm/día) 2015-2024 Estación Tumpis.....	59
Figura 16: Gráfica de líneas de la Evapotranspiración de referencia (mm/mes) 2015-2024 Estación Tumpis.....	60

Figura 17: Gráfica de barras de la Evapotranspiración de referencia (mm/mes) 2015-2024 Estación Tumpis.....	60
Figura 18: Indicadores estadísticos (valor óptimo 0)	61
Figura 19: Indicadores estadísticos (valor óptimo 1)	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Consistencia	70
Anexo N° 2: Variables meteorológicas medidas en la estación Tumpis	71
Anexo N° 3: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Humedad relativa %) .	74
Anexo N° 4: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Temperatura Máxima °C)	77
Anexo N° 5: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Temperatura Mínima °C)	80
Anexo N° 6: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Temperatura Media °C)	83
Anexo N° 7: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Horas de sol Hrs)	86
Anexo N° 8: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Velocidad del viento m/seg).....	89
Anexo N° 9: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Lisímetro mm)	92
Anexo N° 10: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Lisímetro corregido mm)	95
Anexo N° 11: Tabla de t - Student.....	98
Anexo N° 12: Duración máxima diaria media de las horas de fuerte insolación (N) en diferentes meses y latitudes	100
Anexo N° 13: Factor de Evapotranspiración potencial (MF) mm/mes.....	100
Anexo N° 14: La radiación extraterrestre (Ra) expresada en equivalente de evaporación mm/día.....	101
Anexo N° 15: Factor de ajuste, en función a las horas de sol efectiva, humedad relativa y velocidad de viento	101
Anexo N° 16: Método lisimétrico	102
Anexo N° 17: Método Thornthwaite.....	103
Anexo N° 18: Método Hargreaves Temperatura.....	104
Anexo N° 19: Método Hargreaves Radiación	105

Anexo N° 20: Método Blaney – Criddle	106
Anexo N° 21: Método Penman Monteith aplicado el software CROPWAT	107
Anexo N° 22: Método Ivanov.....	108
Anexo N° 23: Estimación de la evapotranspiración de referencia (ET _o mm/mes)	109
Anexo N° 24: Estimación de la evapotranspiración de referencia (ET _o mm/día)	111
Anexo N° 25: Índices estadísticos	113
Anexo N° 26: Evapotranspiración de referencia - Método Penman Monteith aplicado el software CROPWAT	115
Anexo N° 27: Panel Fotográfico – Visita estación meteorológica Tumpis.....	116

RESUMEN

El objetivo de la investigación es realizar el análisis comparativo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante el método directo del lisímetro y métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves en sus variantes de temperatura y radiación, Penman-Monteith, Blaney–Criddle e Ivanov), en el Centro Experimental Tumpis, ubicado en la región de Tumbes en el periodo de 2015-2024.

Para ello, utilizó datos climatológicos correspondientes al periodo de estudio, considerando variables como temperatura, humedad relativa, horas de sol y velocidad del viento, las cuales permitieron estimar la ET_o mediante los métodos analíticos y compararlos con los valores obtenidos por el método directo del lisímetro.

Los resultados evidenciaron que la ET_o determinada mediante el método lisimétrico presentó valores comprendidos entre 2.96 mm/día y 3.74 mm/día, mientras que los métodos analíticos mostraron diferencias en su estimación. El método de Blaney–Criddle presentó una sobreestimación con resultados que oscilaron entre (5.12 mm/día y 5.78 mm/día) y el método de Ivanov evidenció una subestimación con valores de (1.65 y 2.60 mm/día). Asimismo, el método de Thornthwaite mostró la mayor variabilidad temporal con resultados que oscilaron entre (3.02 y 5.21 mm/día) mientras que los métodos de Penman-Monteith y Hargreaves (temperatura) presentaron la mejor aproximación a los valores obtenidos por el método directo del lisímetro, con valores (3.03- 4.00 mm/día) y (2.93 - 4.13 mm/día), respectivamente.

El análisis estadístico, basado en indicadores como el error medio cuadrático (RMSE), coeficiente de determinación (R^2), error medio absoluto (MAE), error medio porcentual (EP), índice de concordancia (d) y coeficiente de desempeño (c), permitió determinar que el método de Penman-Monteith presenta el mayor nivel de confiabilidad, seguido del método de Hargreaves (temperatura).

En conclusión, el método de Penman-Monteith resulta el más adecuado para la estimación de la evapotranspiración de referencia en el Centro Experimental Tumpis, seguido por el método de Hargreaves basado en temperatura, el cual constituye una alternativa viable en condiciones de limitada disponibilidad de datos meteorológicos.

Palabra clave: Evapotranspiración de referencia, lisímetro, Penman-Monteith, Hargreaves, métodos analíticos, variables climatológicas.

ABSTRAC

The objective of this research is to perform a comparative analysis of reference evapotranspiration (ET_o) using the direct lysimeter method and analytical methods (Thornthwaite, Hargreaves in its temperature- and radiation-based variants, Penman–Monteith, Blaney–Criddle, and Ivanov) at the Tumpis Experimental Center, located in the Tumbes region, during the 2015–2024 period.

Climatological data corresponding to the study period were used, considering variables such as temperature, relative humidity, sunshine duration, and wind speed. These variables enabled the estimation of ET_o through analytical methods and their comparison with values obtained from the direct lysimeter method.

The results showed that ET_o determined by the lysimetric method ranged between 2.96 mm/day and 3.74 mm/day, while the analytical methods exhibited differences in their estimations. The Blaney–Criddle method showed an overestimation, with values ranging from 5.12 mm/day to 5.78 mm/day, whereas the Ivanov method showed an underestimation, with values between 1.65 and 2.60 mm/day. Likewise, the Thornthwaite method presented the highest temporal variability, with results ranging from 3.02 to 5.21 mm/day. In contrast, the Penman–Monteith and Hargreaves (temperature-based) methods showed the best agreement with lysimeter values, with ranges of 3.03–4.00 mm/day and 2.93–4.13 mm/day, respectively.

The statistical analysis, based on indicators such as root mean square error (RMSE), coefficient of determination (R^2), mean absolute error (MAE), mean percentage error (MPE), index of agreement (d), and performance coefficient (c), indicated that the Penman–Monteith method has the highest level of reliability, followed by the Hargreaves (temperature-based) method.

In conclusion, the Penman–Monteith method is the most suitable for estimating reference evapotranspiration at the Tumpis Experimental Center, followed by the temperature-based Hargreaves method, which represents a viable alternative under conditions of limited meteorological data availability.

Keywords: Reference evapotranspiration, lysimeter, Penman–Monteith, Hargreaves, analytical methods, climatological variables.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el tiempo actual, el agua se reconoce como un recurso esencial y estratégico para el desarrollo de sociedades y preservación de los ecosistemas. Su disponibilidad en cantidad y calidad adecuada resulta indispensable para satisfacer las necesidades del consumo humano, actividades industriales y producción agrícola. Debido al incremento sostenido de la demanda hídrica, es necesario fortalecer estrategias orientadas al uso eficiente, manejo adecuado y gestión sostenible de este recurso.

A nivel nacional, el sector agrario constituye el principal usuario del recurso hídrico, concentrando aproximadamente el 89% de la demanda consuntiva, de acuerdo al Plan Nacional de los Recursos Hídricos. En este contexto, resulta fundamental determinar con precisión los requerimientos hídricos de los cultivos, lo cual depende en gran medida una adecuada estimación de la evapotranspiración; este proceso corresponde a la combinación de dos fenómenos que ocurren en la interacción suelo – planta: La evaporación del agua presente en el suelo y transpiración del cultivo.

La estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) puede efectuarse mediante diversas metodologías clasificadas en procedimientos directos e indirectos. Los métodos directos se fundamentan en mediciones realizadas en campo, mediante el uso de equipos como lisímetros, así también como el tanque evaporímetro tipo A y las evaluaciones del contenido de humedad del suelo. Por otro lado, los métodos indirectos, también llamados analíticos utilizan modelos empíricos fundamentados en variables meteorológicas para estimar la ET_o, en los cuales se encuentran Ivanov, Thornthwaite, Blaney-Criddle, Hargreaves y el método respaldado por la FAO Penman-Monteith, entre otros.

En esta investigación se estimó la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis – región Tumbes, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos mediante el método directo (Lisímetro) y los métodos empíricos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov). Para ello, se utilizó información climática histórica correspondiente al periodo 2015 - 2024, con el propósito de identificar el método empírico que presenta mayor nivel

de confiabilidad y que pueda ser aplicado en otras zonas aledañas del el Valle de Zarumilla-Tumbes, donde la disponibilidad de información meteorológica es limitada.

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. ANTECEDENTES

En este capítulo se presenta un resumen de trabajos e investigaciones realizadas a nivel internacional, nacional y regional para calcular la evapotranspiración referencial, utilizando métodos directos e indirectos, que por su contenido y metodología empleada se convirtieron en bases referenciales para el desarrollo de esta investigación.

Villazón et al, (2021) en la publicación del artículo de investigación “Comparación de métodos empíricos para la estimación de la evapotranspiración de referencia en Holguín, Cuba”, haciendo uso de los métodos de FAO Penman – Monteith; Thornthwaite; Blaney – Criddle; Hargreaves; Hargreaves y Samani; Teniendo como resultados confiables (r^2) más cercano a 1, en estos dos últimos métodos; los métodos restantes obtuvieron un (r^2) menor a 0.90, concluyendo que no son recomendables para esta zona.

Randon (2020), en su trabajo de investigación el objetivo es estimar la evapotranspiración referencial haciendo uso de 8 métodos en el Valle de Tumbaco, provincia de Pichincha (Ecuador), los métodos empleados fueron: FAO56, Tanque evaporímetro tipo A, Thornthwaite modificado, Hargreaves, Jansen-Haise, Makkink, Priestley-Taylor, Turc y FAO Radiación. Tomando como referencia los resultados obtenidos de FAO56 se concluyó que el método que se asemeja con precisión buena es FAO Radiación; Los métodos Jensen-Haise, Makkink y Priestley-Taylor presentaron resultados tolerables; los métodos restantes obtuvieron valores muy deficientes frente al método FAO56. Concluyendo que los únicos métodos que se pueden utilizar para esta zona de estudio son: FAO56, FAO Radiación.

A´ Prado (2022), en su investigación para alcanzar su título profesional “Comparación de modelos alternativos para la estimación de evapotranspiración de referencia en la estación meteorológica de INIA – Ayacucho – 2022”, tiene como finalidad comparar los resultados de evapotranspiración obtenidos del tanque evaporímetro clase A frente a los

métodos analíticos, teniendo como resultado de evapotranspiración anual: Tanque evaporímetro clase A 1305.88 mm/año; Hargreaves en base a la radiación solar y en la temperatura 1386.92 mm/año y 1290.55 mm/año respectivamente; Jensen-Haise 1462 mm/año; Makkink 1210.12 mm/año; Turc 1295 mm/año; Penman Monteith 1363 mm/año. Los 3 primeros métodos presentan un índice de confiabilidad tolerables, mientras que los 2 últimos métodos presentaron una confiabilidad bastante buena.

Acuña (2020), en su investigación para alcanzar su título profesional estima y compara la evapotranspiración referencial con ecuaciones empíricas y la evaporación del Tanque Tipo A, también describe y comprende los resultados obtenidos mediante los métodos analíticos realizando una calibración en las fórmulas frente al resultado obtenido por el Tanque Tipo A, en la estación de Purhuay – Huari. Se correlacionó el método directo (Tanque Tipo A) con las ecuaciones analíticas (Hargreaves y Samani, Penman-Monteith, Ivanov, Jensen-Haise); Los resultados que tuvieron un buen ajuste en las ecuaciones frente a la evaporación del tanque tipo A, fueron los métodos Penman -Monteith y Ivanov con una correlación de 89.23% y 88.09% respectivamente, por lo que se concluyó que para esta zona de estudio es recomendable hacer uso de la ecuación de Penman – Monteith por tener el mayor porcentaje de ajuste frente a las otras ecuaciones empíricas.

H' More (2021), en su investigación realizó una comparación entre distintos métodos analíticos utilizados para estimar la ET en la región de Tumbes, el objetivo de la investigación es realizar la comparación de los resultados obtenidos con 8 métodos empíricos simples (FAO Penman-Monteith, Thornthwaite, Hargreaves simple y en base a la temperatura, Blaney-Criddle, Ivanov, Papadakis, Linacre, Holdridge), teniendo como referencia el método estándar recomendado por la FAO Penman-Monteith, haciendo uso de información climatológica mensual en el periodo del 2007 - 2020. Para la estimación se consideró los índices estadísticos: Error cuadrático medio, error porcentual, coeficiente de correlación Pearson, índice de concordancia y coeficiente de confiabilidad. Teniendo como el mejor resultado el método de Linacre obtiene un porcentaje alto de confiabilidad de 72%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN

La ET, corresponde al proceso mediante el cual el agua es transferida hacia la atmósfera desde la superficie terrestre, resultado de la interacción de dos procesos que ocurren al mismo tiempo: la evaporación, que consiste en la pérdida de agua desde la superficie del suelo, y la transpiración, que se produce a través de los tejidos vegetales de los cultivos. Durante este proceso, el agua pasa al estado de vapor y se desplaza desde el sistema suelo-planta hacia la atmósfera. La magnitud de la evaporación depende principalmente de las condiciones climáticas presentes en el ambiente, entre las cuales destacan la radiación solar, la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, la presión atmosférica y el flujo de calor en el suelo, factores que influyen directamente en la tasa de transferencia de vapor de agua hacia la atmósfera. (Allen et al., 2006)

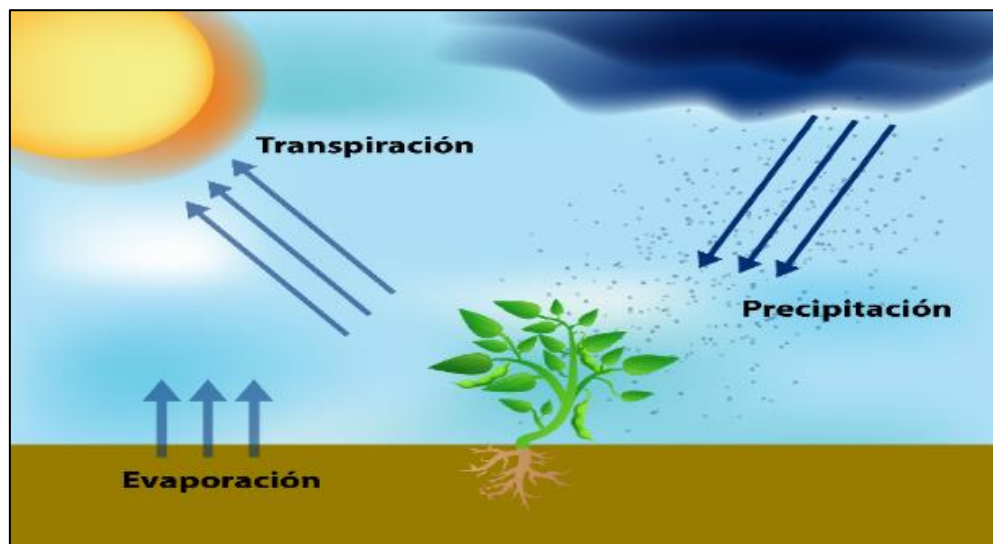


Figura 1: Componentes que intervienen en la evapotranspiración.

2.2.1.1. Evaporación

La evaporación se define como el cambio de estado del agua líquida presente en el suelo a estado de vapor, el cual posteriormente se libera a la atmósfera. Este proceso está condicionado por diversos factores meteorológicos entre ellos tenemos la energía disponible para la vaporización, la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento, la precipitación y la presión atmosférica, variables que influyen

directamente en la transferencia del vapor de agua desde la superficie del suelo hacia el ambiente. (Barco et al., 2000)

2.2.1.2. Transpiración

La transpiración corresponde al proceso fisiológico mediante el cual las plantas liberan agua hacia la atmósfera en forma de vapor. Este fenómeno ocurre principalmente a través de los estomas, pequeñas estructuras ubicadas en la superficie de las hojas que permiten el intercambio de gases y vapor de agua entre la planta y el ambiente (Allen et al., 2006).

El agua utilizada en este proceso es absorbida por las raíces desde el suelo junto con los nutrientes, y posteriormente es transportada a través del sistema vascular de la planta hasta llegar a las hojas. En estas estructuras se produce la transformación del agua líquida en vapor dentro de los espacios intercelulares, proceso que está regulado por la apertura y cierre de los estomas. Cabe señalar que la mayor proporción del agua absorbida por las plantas no se utiliza directamente en la formación de tejidos, sino que se pierde hacia la atmósfera mediante la transpiración, mientras que solo una pequeña fracción es incorporada en las funciones metabólicas y estructurales del cultivo. La intensidad de este fenómeno está condicionada por diferentes factores climáticos, tales como las horas de sol, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento, ya que estos elementos influyen en la disponibilidad de energía y en el gradiente de presión de vapor. Asimismo, ciertas características del suelo, como la disponibilidad de agua, su capacidad de movimiento hacia la zona radicular, el pH y la concentración de sales presentes en el suelo o en el agua de riego, también pueden afectar el comportamiento de la transpiración. (Santana et al., 2020)

2.2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

De acuerdo al capítulo 01 de la FAO 56, Los procesos de evaporación y transpiración están determinados por diversos factores. Entre los principales y más importantes encontramos las variables climáticas, las características propias del cultivo, así como el manejo agronómico y las condiciones ambientales presentes en área de estudio. (FAO, 1990)

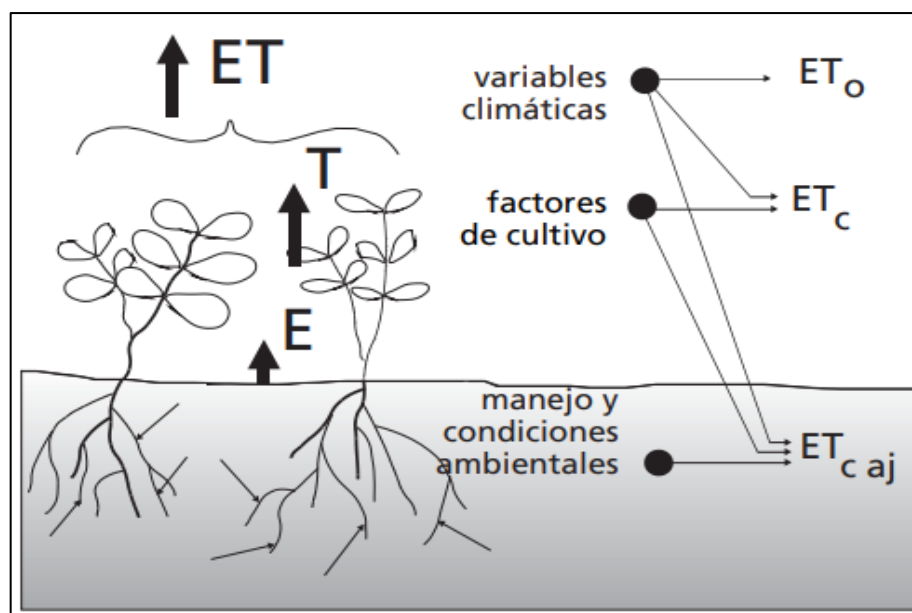


Figura 2 Componentes y factores que influyen en la Evapotranspiración.

2.2.2.1. Factores Climáticos

Los parámetros climáticos que presenta mayor influencia en el proceso de evapotranspiración comprenden principalmente la temperatura del aire, las horas de sol, la velocidad del viento y el contenido de humedad presente en la atmósfera. A partir de estos parámetros se han desarrollado distintos métodos para estimar la evapotranspiración representado por diversos autores. La intensidad con la que la atmósfera demanda agua desde la superficie terrestre se representa mediante la evapotranspiración de referencia (ET_0), concepto que describe la pérdida de agua producida por evaporación y transpiración en una superficie cubierta por un cultivo patrón, bajo condiciones ideales de disponibilidad de agua en el suelo y adecuado desarrollo vegetativo. (Allen G et al., 2006)

Temperatura del aire

Es una de la variable influenciada directamente por la radiación solar que es absorbida o atrapada por la atmósfera y junto con el calor desprendido por la tierra aumentan la temperatura del aire. Este calor que circula en el aire es transferido hacia el cultivo; por lo que influye en el control de la tasa de evapotranspiración. En los días cálidos y soleados la pérdida de agua por evapotranspiración será en mayor proporción en comparación a días frescos y nublados. Estas son expresadas como temperaturas máximas y mínimas en grados Celsius (Allen G et al., 2006)

Humedad relativa

La humedad relativa, indica que tan saturado se encuentra en aire como el cociente entre la presión real de vapor a una cierta temperatura y la presión de saturación de vapor a la misma temperatura, es decir que la Humedad relativa es la medida que permite conocer que tan húmedo o seco se encuentra el aire. Se expresa en porcentaje % (Allen G et al., 2006)

Velocidad de viento

Es una variable meteorológica fundamental en la estimación de la evapotranspiración de referencia (ETo), ya que influye directamente en el gradiente de presión de vapor entre la superficie evaporante y la atmósfera. Se define como la magnitud del flujo de aire medido, generalmente, a una altura estándar de 2 metros sobre el nivel del suelo. Es expresa en m/s (Allen G et al., 2006)

Radiación solar

Es una de las fuentes de energía más importante en el planeta ya que realiza el proceso de transformar el agua en estado líquido en vapor. La radiación solar se ve influenciada por la localización, época del año, distancia y movimiento alrededor del sol, posición del planeta y las estaciones del año. Generalmente se expresa en ($\text{calorías/cm}^2 - \text{día}$) (Allen G et al., 2006)

2.2.2.2. Características del Cultivo

Entre los factores que intervienen se encuentra el tipo y variedad del cultivo, asimismo las distintas fases fenológicas, las cuales deben considerarse al momento de realizar la estimación de la evapotranspiración. De igual manera, características de la resistencia estomática (transpiración), la rugosidad de la superficie vegetal, la altura del cultivo, sistema radicular y el grado de cobertura del suelo influyen en la magnitud de la evapotranspiración. Por ello, distintas variedades pueden presentar valores diferenciados de evapotranspiración, incluso aunque se cultiven bajo el mismo ambiente climático. (Allen G et al., 2006)

2.2.2.3. Prácticas de manejo y variables ambientales

La evapotranspiración está condicionada por múltiples elementos asociados tanto al suelo como al manejo agronómico del cultivo. Entre los aspectos

más relevantes se encuentra el nivel de salinidad y la disponibilidad de nutrientes en los diferentes horizontes del suelo, además de las prácticas empleadas en la fertilización. Asimismo, las propiedades físicas del suelo, como la presencia de capas compactadas o barreras que restringen el desarrollo el crecimiento radicular, pueden afectar el movimiento del agua y el desarrollo de las plantas. Del mismo modo, un manejo ineficiente del cultivo, reflejado en un control inadecuado de plagas y enfermedades o en una administración ineficiente del terreno, puede limitar el crecimiento vegetal y ocasionar imprecisiones en la estimación de la evapotranspiración. También es importante considerar características como la cobertura del suelo, la capacidad de este para retener humedad y la densidad vegetal, ya que estos aspectos influyen directamente en la magnitud de este proceso. (Allen G et al.,2006)

2.2.3. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)

2.2.3.1. Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Está representa por la pérdida de agua que ocurre bajo condiciones estándares de superficie, en donde el suelo se dispone del suministro continuo de humedad, cercano a la capacidad de campo, y a la vez se encuentra completamente cubierto por un cultivo hipotético de pasto con características definidas. Este concepto fue establecido con la finalidad de evaluar la demanda evaporativa de la atmósfera de manera independiente al tipo de cultivo, su etapa de crecimiento o las prácticas de manejo agrícola aplicadas. (Aroni, 2019)



Figura 3: Evapotranspiración referencial del cultivo.

2.2.3.2. Evapotranspiración real (ETr) o del cultivo (ETc)

Corresponde al consumo del suministro hídrico de la planta bajo las condiciones reales del campo, teniendo en consideración los factores como la incidencia de plagas y enfermedades, la fertilidad y salinidad de los estratos del suelo, así como la situación de déficit o exceso de agua. Todos estos factores son fundamentales para determinar la adecuada lámina de riego y la frecuencia del mismo.

La ETr es estimado de manera indirecta a partir de los resultados de la evapotranspiración de referencia (ETo), ajustándola mediante el coeficiente del cultivo (Kc), Este último varía según el tipo y estado fenológico del cultivo. (Aroni, 2019)

$$ETr = Kc * ETo$$

Ecuación 1: Evapotranspiración real

Donde: ETr: Evapotranspiración real

ETo: Evapotranspiración de cultivo de referencia

Kc: Coeficiente de cultivo

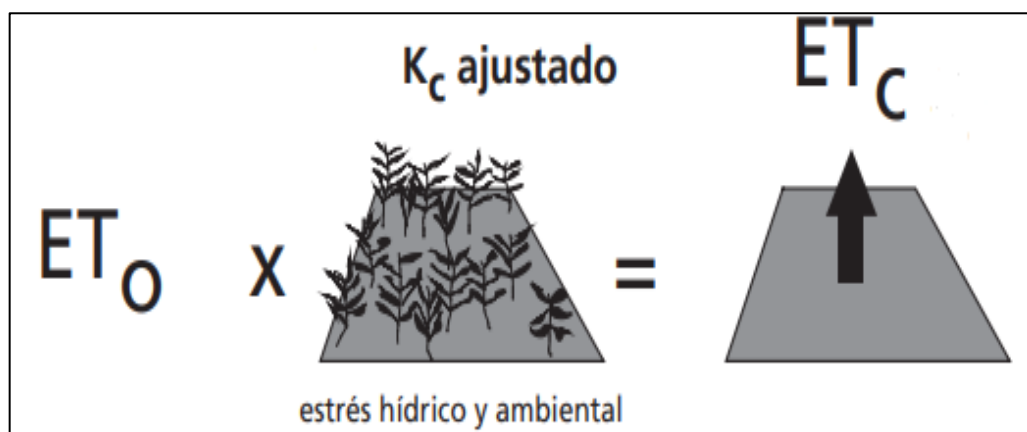


Figura 4: Evapotranspiración real o del cultivo.

2.2.4. FACTORES DEL CULTIVO O COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

El coeficiente de cultivo (Kc) es la variable o el parámetro que expresa la influencia de las características propias de un cultivo específico en relación con el cultivo de referencia, el cual generalmente es un pasto uniforme que cubre totalmente la superficie del suelo. Cada especie agrícola presenta un valor particular de (Kc), el cual varía según la etapa fenológica en la que se encuentra el cultivo. Asimismo, los valores del coeficiente del cultivo están influenciados por diversos aspectos, como el momento de la siembra, la

velocidad de crecimiento del cultivo, la duración de su etapa vegetativa, características fisiologías de la planta, la frecuencia con la que se aplica el riego y las condiciones climatológicas predominantes en la zona. (FAO, 1990)

2.2.5. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La ETo puede determinarse mediante procedimientos de medición directa o a través de métodos de estimación. En función a ello, los enfoques empleados se clasifican en métodos directos e indirectos. Generalmente, las mediciones son realizadas en estaciones meteorológicas mediante el registro de variables climatológicas, y las estimaciones se dan en sitios experimentales. Actualmente, muchos de estos métodos presentan cierto grado de complejidad operativa, es por ello que ha cobrado relevancia el empleo de técnica de teledetección. (Villaorduña, 2014)

2.2.5.1. Métodos directos

En entorno a los métodos directos, también conocidos como métodos de campo, se incluyen el uso del tanque evaporímetro tipo A, los lisímetros y el muestreo de suelos para la determinación del contenido de humedad. Estos procedimientos suelen implicar mayores costos operativos, ya que requieren mediciones precisas y un análisis adecuado de los datos obtenidos. Asimismo, su correcta aplicación demanda de participación de personal capacitado para garantizar la confiabilidad de los resultados. (More, 2021)

Lisímetro

La evapotranspiración potencial puede ser determinado de manera directa, haciendo uso de un dispositivo denominado lisímetro, también denominado evapotranspirómetro. El equipo consiste en un contenedor o tanque instalado en el suelo, en cuyo interior se cultiva una cobertura vegetal de referencia, generalmente pasto. Durante el proceso de diseño e instalación del equipo, es esencial asegurar que las condiciones presentes dentro del lisímetro sean lo más similares posible a las del suelo que lo rodea, con el fin de obtener mediciones representativas. Los valores obtenidos se expresan normalmente en milímetros por día (mm/día) (URPIS, 2015)

Tenemos distintos tipos de lisímetros, de los cuales podemos mencionar los siguientes: (Zamata, 2019)

- **Lisímetro de pesada:** Este tipo de lisímetro permite estimar la evapotranspiración mediante el registro de las variaciones de peso del sistema, las cuales se producen como consecuencia de la pérdida de agua ocurrida entre los distintos eventos de riego.
- **Lisímetro de balance:** Estima la evapotranspiración mediante el análisis del balance hídrico del suelo, considerando la diferencia o desviación entre el volumen de agua aplicado y el volumen de agua drenada.

$$ET_o = D_a - D_d$$

Ecuación 2: Evapotranspiración potencial (Lisímetro)

Donde: ET_o = Evapotranspiración potencial (mm).

D_a = Volumen de agua aplicado (mm)

$$D_a = P + I$$

P = Precipitación

I = Lámina de riego

D_d = Volumen de agua drenada (mm)

Tanque Evaporímetro tipo A

Este instrumento se emplea para determinar la cantidad de agua que se evapora hacia la atmósfera, proceso que resulta de la acción conjunta de distintos factores climatológicos, tales como las horas de sol, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. La evaporación observada en el tanque presenta una relación con la evapotranspiración de referencia (ET_o), la cual se establece mediante la aplicación de un coeficiente empírico característico del evaporímetro. Dicho coeficiente permite ajustar los datos registrados y obtener una estimación más precisa de la ET_o . (Allen G et al., 2006)

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

Ecuación 3: Evapotranspiración potencial mm/día (Tanque evaporímetro tipo A)

Donde: ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día).

E_{pan} = Evaporación del tanque (mm/día)

K_p = Coeficiente empírico.

Coeficiente empírico del tanque evaporímetro

El coeficiente empírico presenta variaciones según el tipo y las dimensiones del tanque evaporímetro, el estado de borde o tampón, así como las condiciones de cobertura del terreno en se encuentra instalado. En la figura N° 5 se presentan dos situaciones distintas: En la primera situación el **caso A**, el tanque está colocado sobre una superficie cubierta por pasto verde y se encuentra rodeado por un terreno en barbecho. En cambio, en el **caso B**, el evaporímetro está instalado directamente sobre un suelo en barbecho y el área circundante presenta una cobertura de pasto verde. (Allen G. et al., 2006)

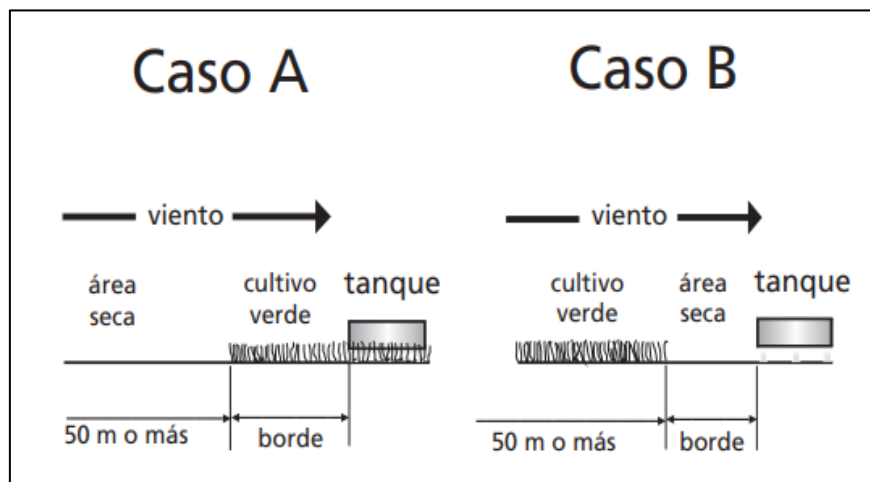


Figura 5: Localización de tanque evaporímetro tipo A.

2.2.5.2. Métodos indirectos o indirectos

Estos procedimientos se fundamentan en formulaciones matemáticas y modelos teóricos desarrollados por diferentes científicos en distintos periodos de tiempo. Estos métodos consideran diversas variables climatológicas que influyen de manera directa en la evapotranspiración potencial. Cada modelo propuesto ha sido desarrollado y ajustado para aplicarse en regiones con condiciones climáticas específicas, con ciertas características particulares. (Vasquez V et al., 2017)

Thornthwaite

El método Thornthwaite fue propuesto en 1948 con el propósito de estimar la evapotranspiración potencial. Su formulación se fundamenta principalmente en la temperatura media como variable meteorológica determinante. Esta ecuación permite calcular la ETo a escala mensual,

expresando sus resultados en milímetros (mm), su expresión matemática se presenta a continuación. (Carchi, 2015)

$$ET_o = 16 \left(\frac{10 * t}{I} \right)^a * \left(\frac{N}{12} \right) * \left(\frac{d}{30} \right)$$

Ecuación 4: Evapotranspiración potencial (Método de Thornthwaite)

Donde: ETo = Evapotranspiración potencial (mm/mes)

N = Número de horas de sol máximas, dependiente del mes y latitud (Anexo N° 12)

I = Índice calor anual, se expresa así:

$$I = \sum_{1}^{12} \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

t = Temperatura media mensual (°C)

d = número de días del mes que corresponde.

a = Coeficiente y se expresa así:

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

Hargreaves

Este método es uno de los más empleados debido a su simplicidad y facilidad de aplicación, ya que utiliza información meteorológica accesible, entre las variables que emplea se encuentra la temperatura media mensual, las horas de sol promedio, el factor mensual relacionado con la latitud, la humedad relativa, la altitud y la radiación extraterrestre equivalente. La estimación de la evapotranspiración potencial puede realizarse considerando principalmente la temperatura o a radiación como variables base del cálculo. Los resultados se expresan en milímetros por mes (mm/mes), y su formulación matemática se presenta a continuación (Vasquez V et al., 2017)

- **En base a la temperatura**

$$ET_o = MF * TMF * CH * CE$$

Ecuación 5: Evapotranspiración potencial (Método de Hargreaves en base a la temperatura)

Donde: ETo = Evapotranspiración potencial (mm/mes)

MF = Factor mensual de latitud (Anexo N° 13)

TMF = Temperatura media mensual (°F)

CH = Factor de correlación de humedad relativa, y se expresa así:

$$CH = 0.166 * (100 - HR)^{0.5}$$

HR = Humedad relativa mensual (%). Si, $HR > 64\%$, se emplea la ecuación anterior, pero si $HR < 64\%$, entonces $CH = 1$.

CE = Factor de elevación, y se expresa así:

$$CE = 1 + 0.04 * \left(\frac{E}{2000}\right)$$

E = Elevación del lugar (msnm)

- **En función a la Radiación**

Con datos registrado de Radiación Solar Equivalente

$$ET_o = 0.0075 * RSM * TMF$$

Ecuación 6: Evapotranspiración potencial (Método Hargreaves en base a la radiación solar equivalente)

Donde: ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/mes)

TMF = Temperatura media mensual en grados Fahrenheit ($^{\circ}F$), y se expresa así:

$$TMF = \frac{9}{5} * T_{med}(^{\circ}C) + 32$$

RSM = Radiación solar equivalente en mm/mes, y se expresa así:

$$RSM = 0.075 * RMM * S^{0.5}$$

RMM = Radiación extraterrestre equivalente en mm/mes, y se expresa así:

$$RMM = Ra * DM$$

Ra = Radiación extraterrestre equivalentes diaria mm/día (Anexo N° 14)

DM = Número de días que tiene el mes.

S = Porcentaje de horas de insolación (%), y se expresa así:

$$S = \frac{n}{N} * 100$$

n = Horas de insolación promedio del lugar

N = Número de horas de sol máximas, dependiente de mes y latitud (Anexo N° 12)

Penman - Monteith

El método Penman-Monteith es reconocido como el procedimiento estándar para estimar la evapotranspiración a partir de variables meteorológicas. Este modelo ha sido recomendado por la FAO para el cálculo de la ETo diaria, cuyos resultados se expresan en milímetros por día (mm/día). Para la aplicación de este método se requieren de datos climatológicos, entre los que destacan encontramos la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento. (Villazón et al, 2021)

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

Ecuación 7: Evapotranspiración potencial (Método Penman - Monteith)

Donde: ETo = Evapotranspiración potencial (mm/día)

Rn = Radiación neta en la superficie el cultivo (Mj/m² día)

Ra = Radiación extraterrestre (mm/día)

G = Flujo de calor de suelo (Mj/m² día)

T = Temperatura media del aire a 2 metros de altura (°C)

U₂ = Velocidad del viento 2 metros de altura (m/seg)

$$u_2 = u_z * \frac{4.87}{\ln(67.8 * Z - 5.42)}$$

U_z = Velocidad del viento a Z m sobre la superficie (m/seg)

Z = Altura de medición sobre la superficie (m)

E_s = Presión de vapor de saturación (kPa)

E_a = Presión real de vapor (kPa)

E_s – E_a = Déficit de presión de vapor (kPa)

Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)

Γ = Constante psicrométrica (kPa/°C)

La estimación de la Et referencial mediante el método Penman – Monteith resulta compleja, es por ello que la FAO propuso a disposición el programa CROPWAT.

Blaney – Criddle

El método analítico de Blaney-Criddle se emplea para calcular la evapotranspiración diaria, expresada en milímetros por día (mm/día). Para su aplicación se consideran diversas variables meteorológicas, entre ellas la

temperatura del aire, la humedad relativa, la duración de las horas de sol y la velocidad del viento: (More, 2021)

$$ET_o = CP * (0.46 * T + 8.13)$$

Ecuación 8: Evapotranspiración potencial mm/día (Método Blaney - Criddle)

Donde: ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día)

CP = Factor de ajuste, en función a las horas de sol efectiva, velocidad del viento y humedad relativa (anexo 15)

T = Temperatura media diaria del mes (°C)

Ivanov

Este método fue propuesto por Konstantin Ivanov en 1957 y se emplea para estimar la evapotranspiración potencial diaria. Su formulación se fundamenta principalmente en dos variables meteorológicas: la temperatura del aire y la humedad relativa, las cuales influyen directamente en la demanda evaporativa de la atmósfera. (Acuña, 2020)

$$ET_o = 0.0018 * (25 + T_m)^2 * (100 - HR)$$

Ecuación 9: Evapotranspiración potencial mm/día (Método Ivanov)

Donde: ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día)

T_m = Temperatura media del aire (°C)

HR = Humedad relativa del aire (%)

2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En diversas zonas agrícolas del Perú, la adecuada estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia constituye un aspecto fundamental para la planificación y gestión eficiente del recurso hídrico. Sin embargo, en muchas regiones la disponibilidad de información meteorológica completa es limitada, lo cual dificulta la aplicación de ciertos métodos de estimación que requieren un mayor número de variables climáticas.

En el valle de Zarumilla, ubicado en la región Tumbes, la determinación precisa de la evapotranspiración resulta necesaria para mejorar la gestión del riego y optimizar el uso del agua en la producción agrícola. No obstante, existe incertidumbre respecto a cuál de los métodos empíricos disponibles

proporciona resultados más confiables en comparación con los datos obtenidos mediante métodos directos de medición, como el lisímetro.

Ante esta situación, surge la necesidad de evaluar y comparar diferentes métodos de estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia, con la finalidad de identificar el modelo que presente mayor nivel de precisión bajo las condiciones climáticas del Centro Experimental Tumpis, permitiendo así su posible aplicación en zonas cercanas donde la información meteorológica es limitada.

2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la región de Tumbes la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia presenta ciertas limitaciones debido a la escasa disponibilidad de estaciones meteorológicas y, en otros casos, la falta de implementación adecuada de instrumentos y equipos que permitan registrar la información necesaria para aplicar los diferentes métodos directos e indirectos de estimación. Esta situación dificulta la determinación precisa de la evapotranspiración, la cual constituye un insumo fundamental para determinar la demanda hídrica de los cultivos dentro de los sistemas de producción agrícola. En este contexto, la presente investigación permitió determinar cuál de los métodos analíticos presenta mayor grado de similitud con respecto al método directo del lisímetro instalado en la estación meteorológica del Centro Experimental Tumpis, propiedad del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes.

La estimación adecuada de la evapotranspiración es un aspecto clave para la planificación y gestión eficiente del recurso hídrico, ya que permite calcular con mayor precisión los requerimientos de agua de los cultivos en el momento oportuno, evitando tanto la sobreestimación como la subestimación de las necesidades hídricas de los cultivos.

En la presente investigación se realizó el análisis comparativo de la evapotranspiración del cultivo de referencia entre el método directo (Lisímetro) y los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov) en el Centro experimental Tumpis. Los resultados obtenidos constituyen un aporte importante para la estimación

referencial de la evapotranspiración, permitiendo identificar el método analítico que presenta mayor nivel de confiabilidad para su aplicación en zonas aledañas, considerando la disponibilidad de variables meteorológicas.

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis comparativo de la evapotranspiración referencial haciendo uso del método directo de lisímetro y los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov).

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia en Centro Experimental Tumpis por el método directo del Lisímetro.
- Estimar la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis por los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov)
- Determinar estadísticamente, que método analítico presenta mayor nivel de confiabilidad frente al método del lisímetro, para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia, utilizando los métodos (Error Medio Cuadrático (RMSE), Coeficiente de determinación (R^2), Error Medio Absoluto (MAE), Error porcentual EP (%), Índice de concordancia (d), Índice de confianza (c))

2.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

Existe correlación significativa entre la evapotranspiración del cultivo de referencia estimada por el método de lisímetro y los métodos empíricos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov), en el Centro Experimental Tumpis.

2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Es posible estimar con precisión por métodos empíricos y/o analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov), la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis.

- Los resultados obtenidos de la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis, por los métodos analíticos, presentan semejanza significativa, con respecto al método directo del lisímetro.

2.7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.7.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la relación y el grado de concordancia que existe entre la evapotranspiración de referencia obtenida mediante el método directo de lisímetro y los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman-Monteith, Blaney-Criddle e Ivanov)?

2.7.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la evapotranspiración de referencia en el Centro Experimental Tumpis, haciendo uso del método directo (Lisímetro)?
- ¿Cuál es la estimación de la ETo en el Centro Experimental Tumpis, mediante los métodos empíricos y/o analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov)?
- ¿Qué método analítico muestra un mayor porcentaje de confiabilidad frente al método de lisímetro para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia?

2.8. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

2.8.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente

Evapotranspiración referencial

La evapotranspiración de referencia (ETo), esta representa por la pérdida de agua que ocurre bajo condiciones estándares de superficie, en donde el suelo se dispone del suministro continuo de humedad, cercano a la capacidad de campo, y a la vez se encuentra completamente cubierto por un cultivo hipotético de pasto con características definidas. Este concepto fue establecido con la finalidad de evaluar la demanda evaporativa de la atmósfera de manera independiente al tipo de cultivo, su etapa de crecimiento o las prácticas de manejo agrícola aplicadas. (Aroni, 2019)

Variables independientes

Lisímetro

Este método permite estimar de manera directa la evapotranspiración del cultivo de referencia mediante un dispositivo denominado Lisímetro, también conocido como evapotranspirómetro. Su funcionamiento consiste en instalar un recipiente enterrado en el suelo, dentro del cual se establece un cultivo patrón o pasto de referencia. Durante su construcción y colocación es necesario asegurar que las condiciones dentro del equipo sean las más similares posible a las del terreno natural. A través de este sistema se puede determinar la evapotranspiración, y se expresa en mm/día. (URPIS, 2015)

Métodos empíricos

Corresponden a ecuaciones empíricas o semiempíricas formuladas por diversos investigadores, las cuales utilizan variables meteorológicas como factores determinantes en el proceso de la evapotranspiración. Entre los métodos que se emplearan tenemos: Thornthwaite, Hargreaves, Penman-Monteith, Blaney-Criddle e Ivanov. (VASQUEZ et al., 2017)

Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variable.

Variables		Dimensión	Indicador
Variable dependiente	Evapotranspiración referencial	1. Evaporación 2. Transpiración	- mm/día o cm/mes
Variables independientes	Métodos de lisímetro y analíticos	1. Lisímetro	- mm/día
		2. Thornthwaite	- Horas de sol (Tablas) - Temperatura media
		3. Hargreaves	- Temperatura media - Humedad relativa - Horas luz
		4. Penman Monteith	- Radiación solar - Velocidad de viento - Temperatura media
		5. Blaney – Criddle	- Porcentaje de horas luz - Temperatura media
		6. Ivanov	- Humedad relativa - Temperatura media

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO EN ESTUDIO

La presente investigación estuvo centrada en la estimación de la evapotranspiración de referencia haciendo uso de los registros meteorológicos de la estación Tumpis, siendo uno de las estaciones más completas dentro de la región. Ubicada en el norte del territorio peruano, localizada en distrito y provincia de Zarumilla, región de Tumbes, a una altitud sobre el nivel del mar de 18 metros. Esta zona está caracterizada por sus temperaturas altas y sus precipitaciones en una cierta época del año, debido a sus condiciones tropicales. por lo que se convierte en un entorno especial de interés para la gestión y manejo adecuado del recurso hídrico.

3.2. UBICACIÓN

3.2.1. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA

Tabla 2: Ubicación geopolítica

REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR
Tumbes	Zarumilla	Zarumilla	Estación Tumpis

Fuente: Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT-2025).

3.2.2. UBICACIÓN GEODÉSICA

Tabla 3: Ubicación geodésica

Coordenadas (UTM) (m)		Datum geodésico	Zona / Banda UTM	Altitud (m.s.n.m)
ESTE	NORTE	WGS 84	17 M	18
575324,84	9610540,99			

Fuente: Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT-2025).

Ubicación del área en estudio:

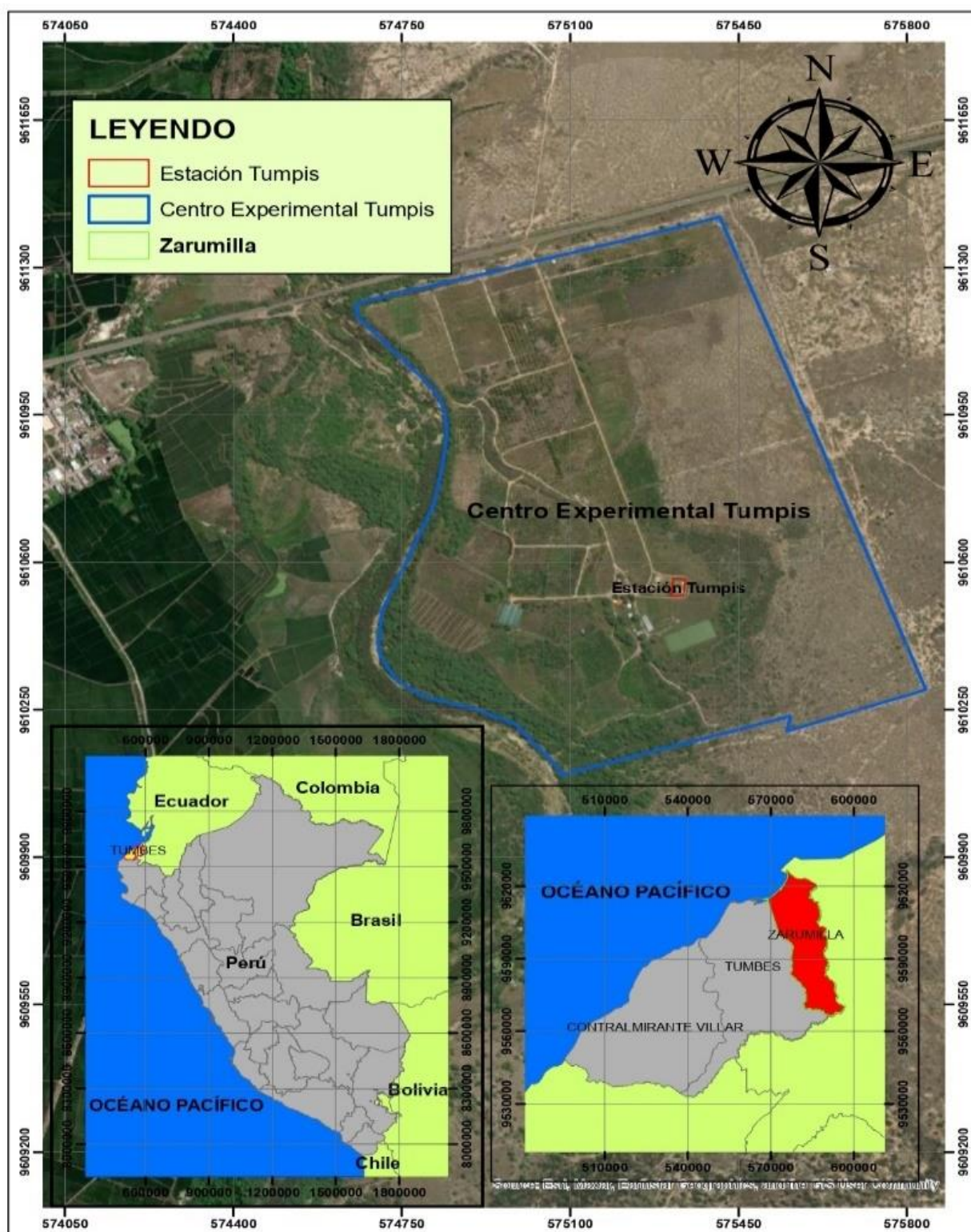


Figura 6: Mapa de ubicación del área en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. MATERIALES

- Registros históricos de información meteorológicos.
- Hojas de papel bond tamaño A4.
- Corrector líquido.
- Resaltador
- Lapiceros

3.3.2. EQUIPOS

- Teléfono celular (utilizado como cámara digital)
- Procesador de datos (PC - Laptop HP Core i7 Última generación)
- Sistema de posicionamiento global GPS marca Garmin, modelo: eTrex 32X
- Impresora Epson L3050
- Memoria externa 1 TB (utilizado para almacenar información)

3.3.3. SOFTWARE

- Paquete office 2016
- Cropwat 8.0
- Google Earth Pro
- UTM Geo Map (App Mobil)
- ArcMap 10.8

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación estará orientada al enfoque Cuantitativa, Descriptiva Comparativa.

Es cuantitativa porque se trabajará con datos numéricos en las diferentes ecuaciones empleadas en los métodos directos e indirectos.

Descriptiva porque realizará la descripción de eventos, situaciones y acontecimiento. Finalmente es comparativa porque se realizará la comparación de resultados obtenidos entre los distintos modelos aplicar. (Sampieri, 2014)

3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño no experimental – transeccional; debido a que estará enfocada a estudiar, analizar y comparar fenómenos tal y como suceden en un determinado periodo de tiempo. (Sampieri, 2014)

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. POBLACIÓN

La población está constituida por todas las estaciones meteorológicas de la región de Tumbes. (Estaciones convencionales y estaciones automáticas)

3.6.2. MUESTRA

La muestra estará constituida solo por la estación meteorológica Tumpis.

3.7. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.7.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En la etapa inicial de la investigación se realizó la recopilación de información de la zona en estudio, esta información se obtuvo directamente del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT), de la estación meteorológica convencional Tumpis en un rango de registros históricos de 10 años (2015 – 2024)

Tabla 4: Estación en estudio

Estación	Tipo	Región	Provincia	Distrito	Datum geodésico	Zona / Banda UTM	Coordenadas		Altitud m.s.n.m
							Este (m)	Norte (m)	
Tumpis	Convencional	Tumbes	Zarumilla	Zarumilla	WGS 84	17 M	575324.84	9610540.99	18

Fuente: Elaboración propia

3.7.1.1. Datos meteorológicos

Se adquirió los registros históricos de las variables meteorológicas desde los años 2014 – 2015, información que fue proporcionada por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT).

Tabla 5: Datos Meteorológicos

Método	Agua aplicada Da	Agua drenada Dd	Temperatura T (°C)	Humedad relativa HR (%)	Velocidad del viento (m/s)	Horas de sol Hrs
Lisímetro	✓	✓	-	-	-	-
Thornthwaite	-	-	✓	-	-	✓
Hargreaves	-	-	✓	✓	-	-
Penman Monteith	-	-	✓	✓	✓	✓
Blaney – Criddle	-	-	✓	-	-	-
Ivanov	-	-	✓	✓	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.7.2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

Después de adquirir los registros históricos, se efectuó el análisis de consistencia con la finalidad de obtener una serie confiable, homogénea y consistente, que posteriormente pudiera ser procesada y sintetizada para transformarse en un producto elaborado valido dentro del presente estudio. (Máximo, 2006)

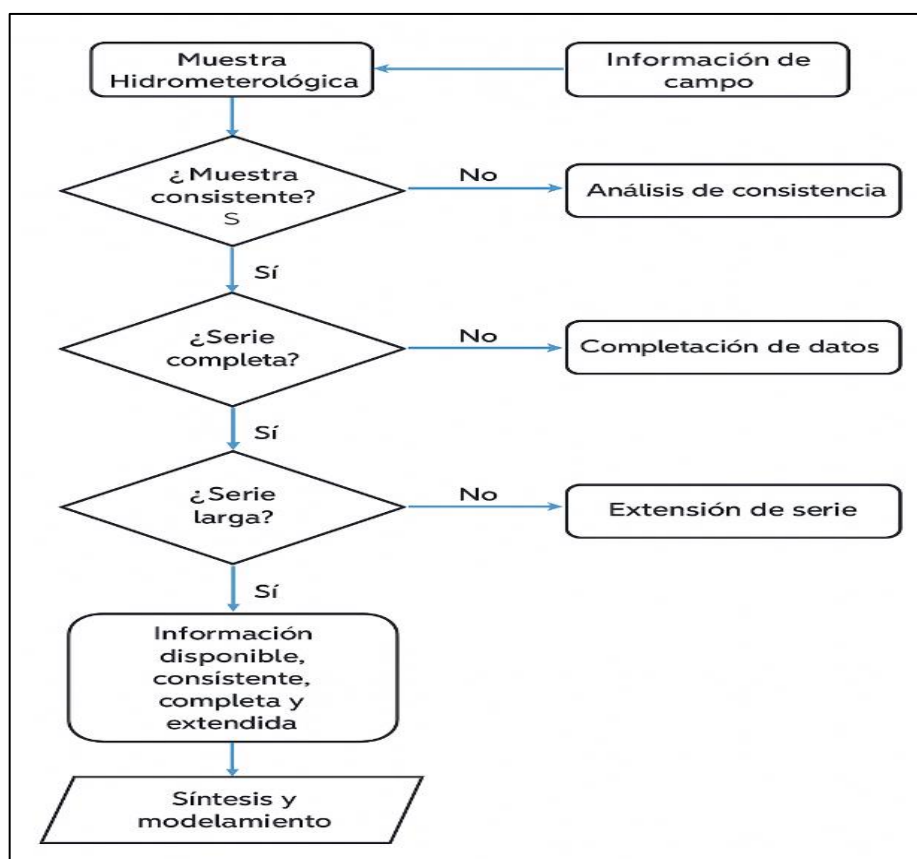


Figura 7: Diagrama de flujo para el tratamiento de datos hidrometeorológicos.

Fuente: Máximo Villón Béjar

El análisis de consistencia se realizó empleando los siguientes procesos:
Análisis visual gráfico y Análisis estadístico

3.7.2.1. Análisis de visual grafico

La información histórica registrada es representada en un gráfico de coordenadas cartesianas, con la finalidad de identificar el comportamiento que tiene la serie de datos, y detectar las posibles anomalías, valores atípicos o inconsistencias que alteran el comportamiento en el periodo de la investigación. Los valores de la serie son ubicación en el eje de la ordenada Y, mientras que el periodo de tiempo (días, meses, años, etc) en el eje de abscisas X. (Máximo, 2006)

3.7.2.2. Análisis estadístico

Después de obtener los gráficos de análisis visual, se identifican los posibles periodos que podrían presentar correcciones. Posteriormente se realiza las aplicaciones métodos cuantitativos que permiten evaluar la homogeneidad y confiabilidad a través de los análisis estadísticos de la media y la desviación estándar. (Máximo, 2006)

Análisis de saltos

- **Consistencia de la Media**

- a. Estimación de la media y desviación estándar para cada periodo, según:

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i ; S_1(x) = \left[\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 \right]^{0.5}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} x_j ; S_2(x) = \left[\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{j=1}^{n_2} (x_j - \bar{x}_2)^2 \right]^{0.5}$$

Donde: $x_i ; x_j$ = Valores de la serie del periodo 1 y 2

$\bar{x}_1 ; \bar{x}_2$ = Media del periodo 1 y 2

$S_1(x) ; S_2(x)$ = Desviación estándar del periodo 1 y 2

n = Tamaño de la muestra

$n_1 ; n_2$ = Tamaño de las submuestras

- b. Cálculo del t calculado (t_c):

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S_{\bar{d}}}$$

$$S_{\bar{d}} = S_p \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]^{0.5}$$

$$S_p = \left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{0.5}$$

Donde: $S_{\bar{d}}$ = Desviación de diferencias de promedios

S_p = Desviación estándar ponderada

- c. Cálculo del t tabular (t_t):

Este valor de (t_t) es obtenido de la tabla de t de student, en esta investigación se utilizó el software Excel con la Herramienta Análisis de datos (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales), con una probabilidad del 95%, un $\alpha = 0.05$ y grados de libertad de $V = n_1 + n_2 - 2$

- d. comparación

$t_c \leq t_t$ (95%) estadísticamente aceptable (consistente)

$t_c \geq t_t$ (95%) estadísticamente se debe de corregir (inconsistente)

- **Consistencia de la Desviación Estándar (prueba F)**

- a. Estimación de las varianzas de ambos períodos:

$$S_1^2(x) = \left(\frac{1}{n_1 - 1} \right) \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x}_1)^2$$

$$S_2^2(x) = \left(\frac{1}{n_2 - 1} \right) \sum_{i=1}^{n_2} (x_i - \bar{x}_2)^2$$

- b. Cálculo estadístico de F calculo (F_c):

$$F_c = \frac{S_1^2(x)}{S_2^2(x)} ; \text{si } S_1^2(x) > S_2^2(x)$$

$$F_c = \frac{S_2^2(x)}{S_1^2(x)} ; \text{si } S_2^2(x) > S_1^2(x)$$

c. Cálculo del F tabular (F_t):

Este valor de (F_t) es obtenido de la tabla de F de Fisher, en esta investigación se utilizó el software Excel con la Herramienta Análisis de datos (Prueba F para varianzas de dos muestras), con una probabilidad del 95%, un $\alpha = 0.05$ y grados de libertad:

$$\frac{G.L.N = n_1 - 1}{G.L.D = n_2 - 1} ; si S_1^2(x) > S_2^2(x)$$

$$\frac{G.L.N = n_2 - 1}{G.L.D = n_1 - 1} ; si S_2^2(x) > S_1^2(x)$$

Donde:

$G.L.N$; $G.L.D$ = Grados de libertad del numerador y denominador

d. Comparación

$F_c \leq F_t$ (95%) estadísticamente aceptable (consistente)

$F_c \geq F_t$ (95%) estadísticamente se debe de corregir (inconsistente)

Corrección de datos

Si la media y la desviación estándar de las submuestras en las series de tiempo resultas estadísticamente aceptables y confiables entonces no se necesita corregir. En caso contrario, se corrigen los valores de las submuestras con las siguientes ecuaciones:

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1(x)} * S_2(x) + \bar{X}_2$$

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_2}{S_2(x)} * S_1(x) + \bar{X}_1$$

Donde: $X'_{(t)}$ = Valor corregido.

X_t = Valor a corregir.

Análisis de tendencias

- **Tendencia en la Media (T_m)**

Se expresa de forma general así:

$$Tm_{p,t} = A_m + B_mt + C_mt^2 + D_mt^3 + \dots$$

De forma particular:

$$Tm_{p,t} = A_m + B_mt$$

Donde: t = Tiempo.

p = 1, 2, 3... Número de años del registro.

$Tm_{p,t}$ = Proceso no estacionario, información hidrometeorológica corregida por saltos.

A_m, B_m, C_m = Coeficientes de los polinomios de regresión.

a. Estimación de parámetros de la regresión lineal simple:

$$A_m = \overline{T_m} - \bar{t}B_m$$

$$B_m = R \frac{S_{tm}}{S_t}$$

$$R = \frac{\overline{tT_m} - \bar{t} * \overline{T_m}}{S_t * S_{tm}}$$

Donde: $T_m = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n T_{mi} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n X'_{(t)i}$

$$\bar{t} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n t_i$$

$$\overline{t * T_m} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n t_i * T_{mi}$$

$$S_{tm} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (t_{mi} - \overline{T_m})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

$$S_t = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

Donde: $\overline{T_m}$ = Promedio de tendencias T_m , o promedio de datos corregidos de saltos X.

$\bar{t}$ = Promedio de tiempo t.

S_{tm} = Desviación estándar de tendencias de la media T_m .

S_t = Desviación estándar del tiempo t.

b. Evaluación de la tendencia T_m

1. Cálculo estadístico t calculado t_c :

$$t_c = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

Donde: t_c = Valor estadístico t calculado.

n = Número total de datos.

R = Coeficiente de correlación

2. Estimación de t tabular t_t

Es obtenido de la tabla t de student, considerado 95% de probabilidad o 5% de nivel de significancia:

$$G.L = n - 2$$

$$\alpha = 0.05$$

3. Comparación

$|t_c| \leq t_t$ (95%) estadísticamente aceptable (consistente)

$|t_c| \geq t_t$ (95%) estadísticamente se debe de corregir (inconsistente)

- **Tendencia en la desviación estándar T_s**

Se expresa generalmente en datos semanales o mensuales, no en datos anuales. La tendencia en la desviación estándar T_s se expresa en ecuación polinomial:

$$T_s = A_s + B_s t + C_s t^2 + D_s t^3 + \dots$$

Donde: T_s = Tendencia en la desviación estándar.

t = Tiempo.

$A_s; B_s \dots$ = Coeficiente de los polígonos.

3.7.3. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REFERENCIAL

Después de haber realizado la evaluación estadística y comprobando que la información meteorológica utilizada es consistente y de calidad, se realizó la estimación de la Evapotranspiración referencial con los métodos siguientes:

Métodos	
Lisímetro	$ET_o = D_a - D_d$
Thornthwaite	$ET_o = 16 \left(\frac{10 * t}{I} \right)^a * \left(\frac{N}{12} \right) * \left(\frac{d}{30} \right)$
Hargreaves	$ET_o = MF * TMF * CH * CE$ $ET_o = 0.0075 * RSM * TMF$
Penman Monteith	$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$
Blaney – Criddle	$ET_o = CP * (0.46 * T + 8.13)$
Ivanov	$ET_o = 0.0018 * (25 + T_m)^2 * (100 - HR)$

Figura 8: Metodos para Estimar la Evapotranspiración.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.4. MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA COMPARACIÓN DE RESULTADOS

La comparación de los resultados meteorológicos permitió evaluar el grado de concordancia, exactitud y precisión entre los distintos métodos utilizados para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia. Para ello, se analizaron los valores obtenidos mediante el método directo y los métodos empíricos empleados en la investigación. Con la finalidad de determinar las diferencias existentes entre los valores observados y los valores estimados, se aplicaron diversos métodos estadísticos que permitieron evaluar la magnitud de las discrepancias, el nivel de correlación y la calidad del ajuste entre los datos analizados.

En la presente investigación se utilizaron diversos indicadores estadísticos para realizar la comparación de resultados, los cuales permitieron identificar el método que presentó mayor nivel de precisión y confiabilidad en la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia bajo las condiciones climáticas del área de estudio. (Máximo, 2006)

ÍNDICES ESTADÍSTICOS	FÓRMULA	VALOR ÓPTIMO
Error Medio Cuadrático (RMSE)	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2}{n}}$	0
Coeficiente de determinación (R ²)	$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \right)^2$	1
Error medio absoluto (MAE)	$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i - X_i $	0
Error porcentual (PE)	$EP = \frac{Y_i - X_i}{X_i} * 100$	0
Índice de concordancia (d)	$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y} + X_i - \bar{X})^2}$	1
Índice de confianza (c)	$c = R * d$	1

Figura 9: Métodos estadísticos

Fuente: Elaboración propia.

3.7.4.1. Error Medio Cuadrático (RMSE)

Es un indicador estadístico que cuantifica la magnitud promedio de los valores observados o estimados por un modelo o métodos. Si el resultado es cercano a 0, entonces se indica que mayor es la precisión. (Máximo, 2006)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2}{n}}$$

3.7.4.2. Coeficiente de determinación (R²)

Evalúa el grado de asociación entre los valores observados y estimados, este coeficiente permite estimar si la proporción de la variabilidad entre los datos estimados siguen una tendencia semejante a los valores observados. Si el resultado es cercano a 1, entonces se indica que mayor es la precisión. (Máximo, 2006)

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \right)^2$$

3.7.4.3. Error medio absoluto (MAE)

Es una medida estadística que cuantifica la magnitud promedio de las diferencias absolutas entre los valores observados y los datos estimados por un modelo o método. Si el resultado es cercano a 0, entonces se indica que mayor es la precisión. (Máximo, 2006)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - X_i|$$

3.7.4.4. Error porcentual EP (%)

Es un indicador que expresa el error en términos relativos (%), permite conocer la desviación que existe entre los valores observados y los valores estimados por un modelo o método. Si el resultado es cercano a 0, entonces se indicar que mayor es la precisión. (Máximo, 2006)

$$EP = \frac{Y_i - X_i}{X_i} * 100$$

3.7.4.5. Índice de concordancia (d)

Evalúa el grado de concordancia entre los valores observados y los datos estimados por un modelo o método. Si el resultado es cercano a 1, entonces se indicar que mayor es la precisión. (Máximo, 2006)

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|Y_i - \bar{X}| + |X_i - \bar{X}|)^2}$$

3.7.4.6. Índice de confianza (c)

Determina la precisión de los resultados se estima multiplicando el coeficiente de determinación y el coeficiente de correlación. Si el resultado es cercano a 1, entonces se indicar que mayor es la precisión. (Máximo, 2006)

$$c = R * d$$

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis comparativo entre el método lisimétrico y los métodos analíticos empleados para la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en el Centro Experimental Tumpis.

En primer lugar, se describe el comportamiento de las variables climatológicas que influyen en la evapotranspiración, tales como la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y las horas de sol. Posteriormente, se presentan los valores de ET_o obtenidos mediante el lisímetro, considerado como método de referencia, y aquellos estimados a través de los distintos métodos analíticos. Finalmente, se realiza la comparación entre los métodos, con el propósito de evaluar su grado de precisión y determinar su aplicabilidad en las condiciones climáticas de la zona de estudio.

4.1.1. VARIABLES CLIMATOLÓGICAS

a) Temperatura del aire °C (máxima, mínima y media)

En la figura 10 se representa los valores de temperatura máxima, mínima y media del aire registrados en el centro experimental tumbes durante el periodo 2015-2024. Se observa que esta variable presenta variaciones a lo largo de los meses y año, mostrando un comportamiento estacional característico de la zona.

La temperatura máxima osciló entre 25.8 °C y 33.4 °C, registrándose los valores más elevados en los meses de verano (enero – abril), mientras que los valores más bajos se presentaron durante los meses de invierno (julio – septiembre).

La temperatura mínima varió entre los valores 19.1 °C y 24.8 °C, mostrando un comportamiento similar, con valores más altos en los primeros meses del año y con descensos en la temporada más fría.

La temperatura media, presentó valores intermedios, oscilando en los valores 22.2 °C y 29.2 °C, reflejando las condiciones térmicas de la zona en estudio.

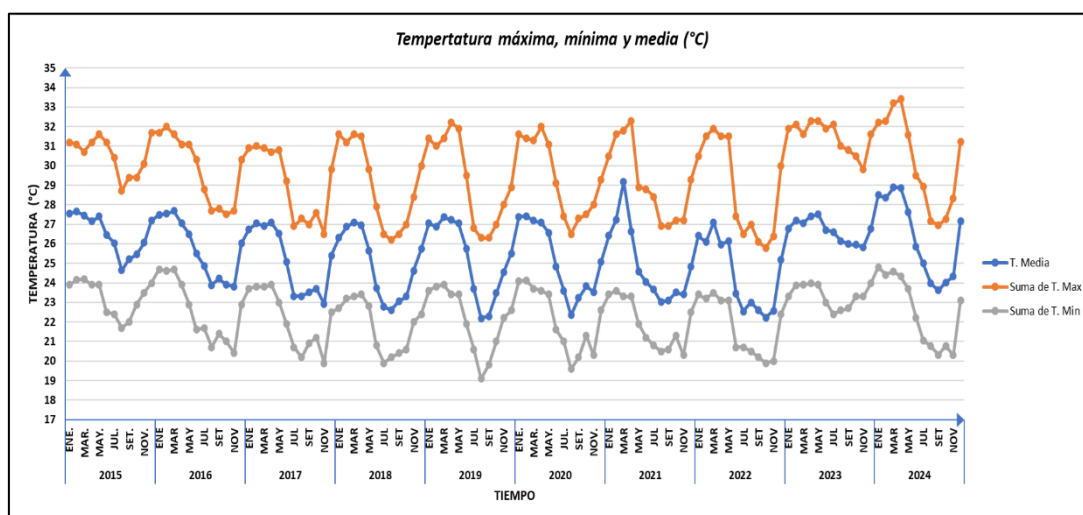


Figura 10: Temperatura máxima, mínima y media (°C)

b) Humedad relativa (%)

En la figura 11 se presentan los valores de humedad relativa, estos oscilan entre 77% y 92%, manteniéndose generalmente por encima de 80%, lo que evidencia condiciones climáticas húmedas en la zona.

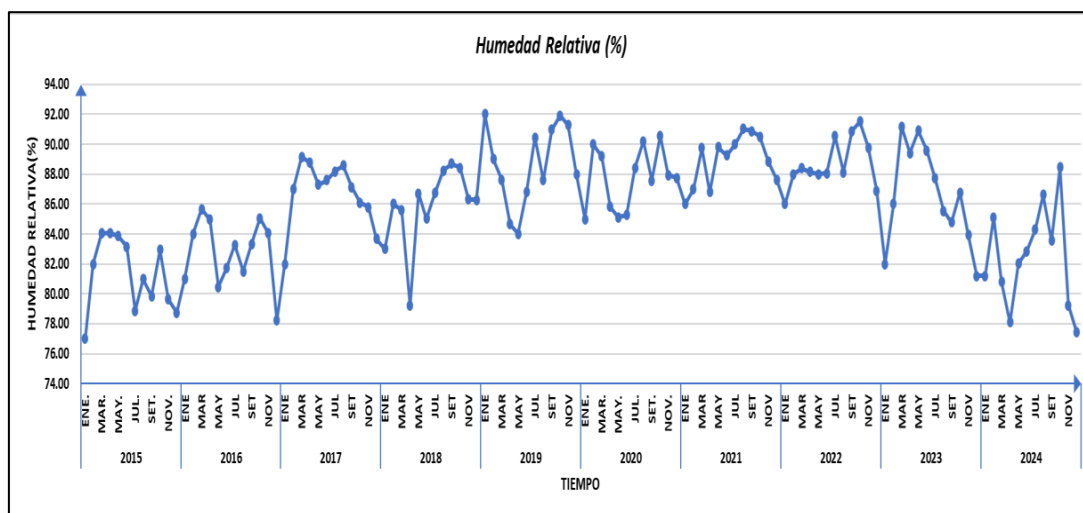


Figura 11: Humedad relativa (%)

c) Horas de sol (Hrs/mes)

En la Figura 12 se presentan los valores de horas de sol mensual registrados en el Centro Experimental Tumpis, los cuales oscilaron entre 83.4 y 222.3 horas durante el periodo de estudio. Asimismo, se observa que los mayores valores de horas de sol se registran en los meses de marzo a mayo,

evidenciando una mayor duración de la insolación, lo cual es característico de las condiciones climáticas de la zona de estudio.

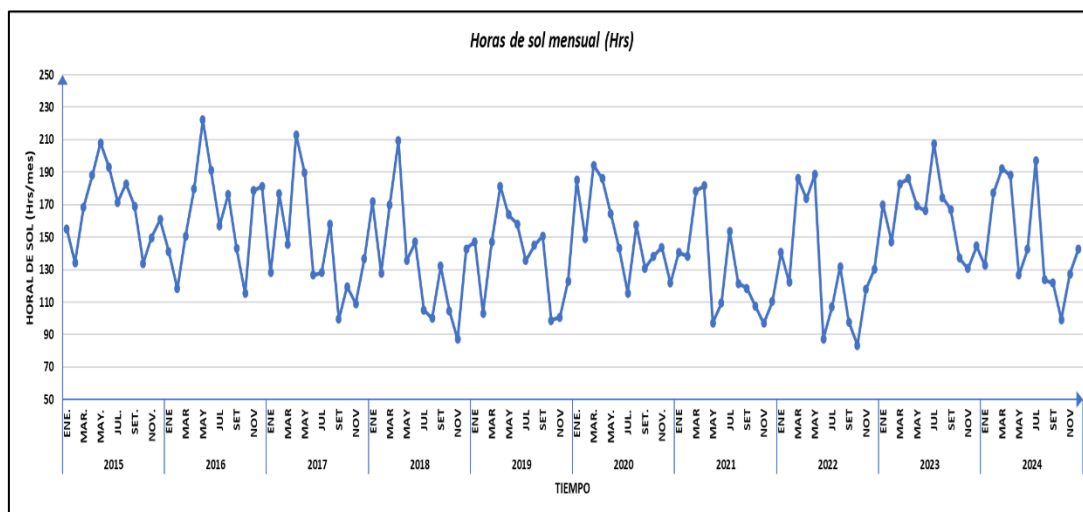


Figura 12: Horas de sol (Hrs/mes)

d) Velocidad del viento (m/seg)

En la Figura 13 se presentan los valores de la velocidad del viento registrados en el Centro Experimental Tumpis, los cuales oscilaron entre 1.1 m/s y 2.9 m/s durante el periodo de estudio. Asimismo, se observa que los meses más calmados corresponden a febrero a mayo, donde se registran las menores velocidades, mientras que los meses más ventosos se presentan entre agosto y octubre, alcanzando valores más elevados.

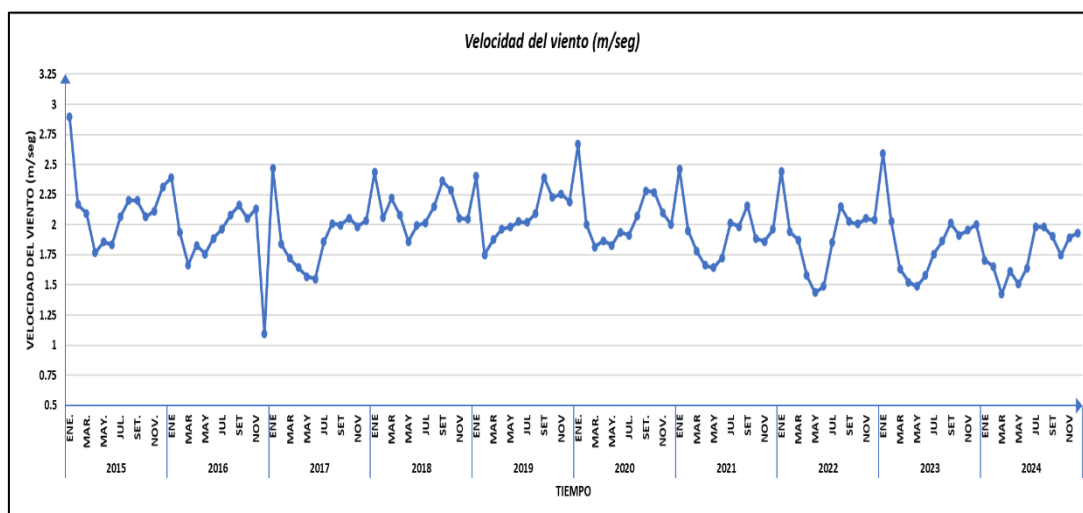


Figura 13: Velocidad del viento (m/seg)

4.1.2. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET_o)

En las tablas 6 y 7 se presentan los resultados de la evapotranspiración de referencia (ET_o), expresados en mm/día y mm/mes, respectivamente, obtenidos mediante el método lisimétrico y los métodos analíticos evaluados.

Los valores de ET_o determinados con el método lisimétrico oscilaron entre 2.96 mm/día y 3.74 mm/día, registrándose el valor máximo en febrero y el mínimo en junio, mostrando una variación moderada a lo largo del año.

En cuanto a los métodos analíticos, se observa que el método de Blaney–Criddle presenta los valores más altos durante todo el año, con rangos entre 5.12 mm/día y 5.78 mm/día, mientras que el método de Ivanov muestra los valores más bajos, con valores entre 1.65 mm/día y 2.60 mm/día.

Por otro lado, los métodos de Penman-Monteith, Hargreaves (temperatura), Hargreaves (radiación) y Thornthwaite presentan valores intermedios, evidenciándose diferencias en la estimación de la ET_o a lo largo de los meses.

Tabla 6: Evapotranspiración de referencia (mm/día), periodo (2015-2024) Estación Tumpis.

Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem.	Hargreaves Rad.	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov
ENE.	3.54	4.95	4.13	4.42	5.70	3.81	2.60
FEB.	3.74	5.10	3.82	4.60	5.78	3.84	2.39
MAR.	3.49	5.21	3.68	4.85	5.77	3.92	2.07
ABR.	3.53	4.91	3.72	4.91	5.57	4.00	2.46
MAY.	3.22	4.55	3.30	4.15	5.49	3.47	2.20
JUN.	2.96	3.77	3.04	3.68	5.32	3.09	2.13
JUL.	3.04	3.33	2.93	3.62	5.20	3.03	1.87
AGO.	3.02	3.02	3.10	3.77	5.12	3.13	1.81
SET.	2.98	3.11	3.35	3.85	5.14	3.25	1.90
OCT.	3.04	3.26	3.28	3.61	5.30	3.11	1.65
NOV.	3.05	3.38	3.62	3.80	5.33	3.24	2.09
DIC.	3.49	4.29	4.00	4.09	5.55	3.48	2.49

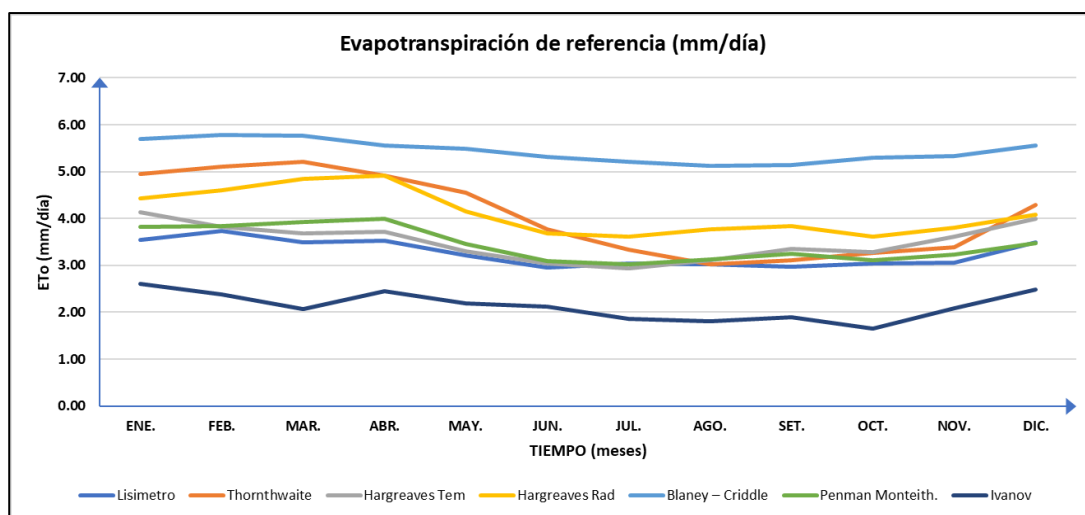


Figura 14: Gráfica de líneas de la Evapotranspiración de referencia (mm/día) 2015-2024 Estación Tumpis.

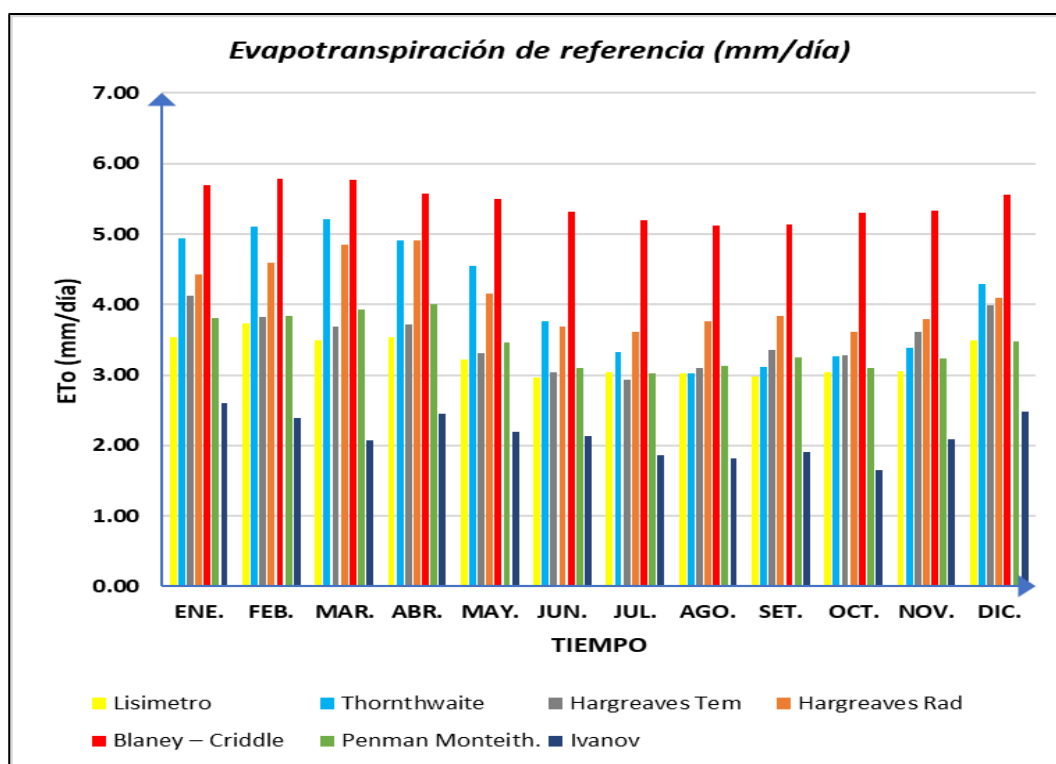


Figura 15: Grafica de barras de la Evapotranspiración de referencia (mm/día) 2015-2024 Estación Tumpis.

Tabla 7: Evapotranspiración de referencia (mm/mes), periodo (2015-2024) Estación Tumpis.

Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov
ENE.	109.72	153.36	128.04	137.08	176.76	118.23	80.60
FEB.	104.68	142.84	106.97	128.74	161.96	107.51	66.84
MAR.	108.09	161.64	114.16	150.32	178.85	121.61	64.19
ABR.	106.00	147.39	111.62	147.43	166.99	120.12	73.72
MAY.	99.87	140.95	102.43	128.70	170.30	107.45	68.09
JUN.	88.88	112.97	91.26	110.43	159.54	92.82	63.80
JUL.	94.38	103.21	90.93	112.08	161.27	93.78	57.86
AGO.	93.69	93.60	96.24	116.83	158.58	97.09	56.14
SET.	89.36	93.29	100.51	115.38	154.10	97.35	57.07
OCT.	94.15	101.00	101.81	111.84	164.41	96.32	51.10
NOV.	91.61	101.53	108.57	113.92	159.95	97.08	62.75
DIC.	108.27	133.04	123.88	126.80	172.11	107.94	77.10

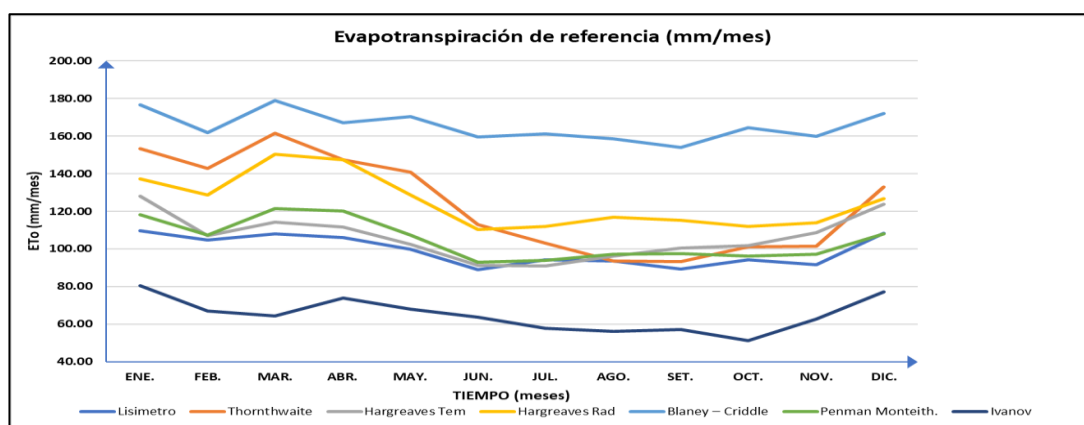


Figura 16: Gráfica de líneas de la Evapotranspiración de referencia (mm/mes) 2015-2024 Estación Tumpis

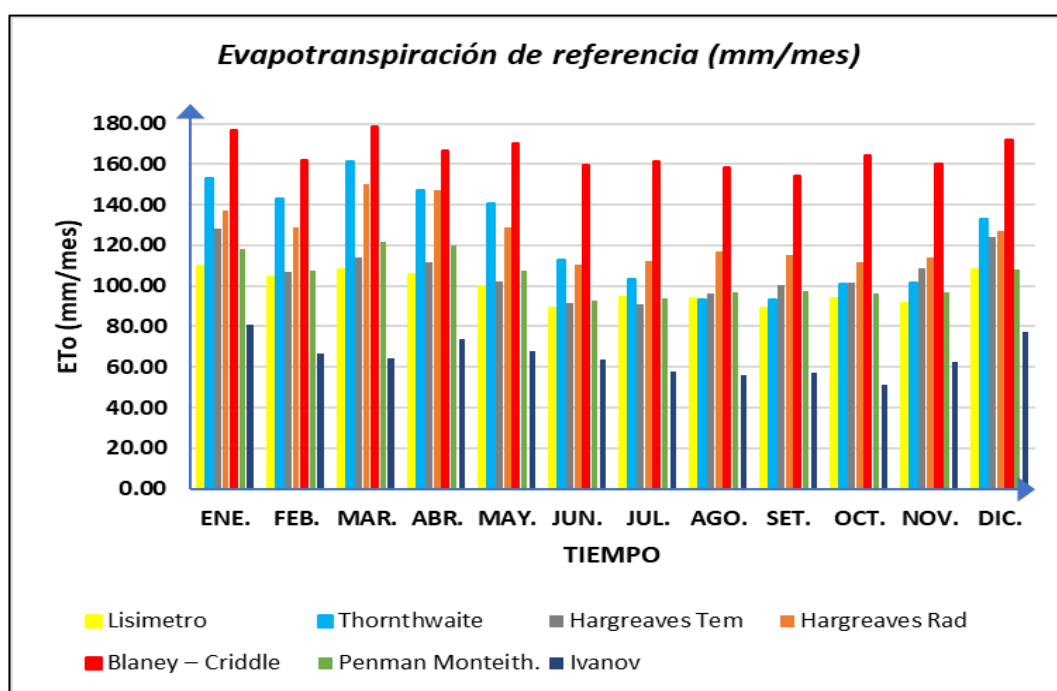


Figura 17: Gráfica de barras de la Evapotranspiración de referencia (mm/mes) 2015-2024 Estación Tumpis.

4.1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO LISIMÉTRICO Y LOS MÉTODOS ANALÍTICOS

En la tabla 8 se presentan los resultados de los indicadores estadísticos utilizados para evaluar el desempeño de los métodos analíticos en la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o), en comparación con el método lisímetro.

Tabla 8: Indicadores estadísticos

Métodos	RMSE	MAE	EP	R ²	d	C
Thornthwaite	1.00	0.81	0.24	0.91	0.46	0.44
Hargreaves Tem	0.32	0.26	0.08	0.82	0.78	0.71
Hargreaves Rad	0.89	0.85	0.26	0.87	0.45	0.42
Blaney – Criddle	2.18	2.18	0.67	0.92	0.20	0.19
Penman Monteith.	0.24	0.19	0.06	0.91	0.85	0.81
Ivanov	1.14	1.12	0.35	0.79	0.34	0.30

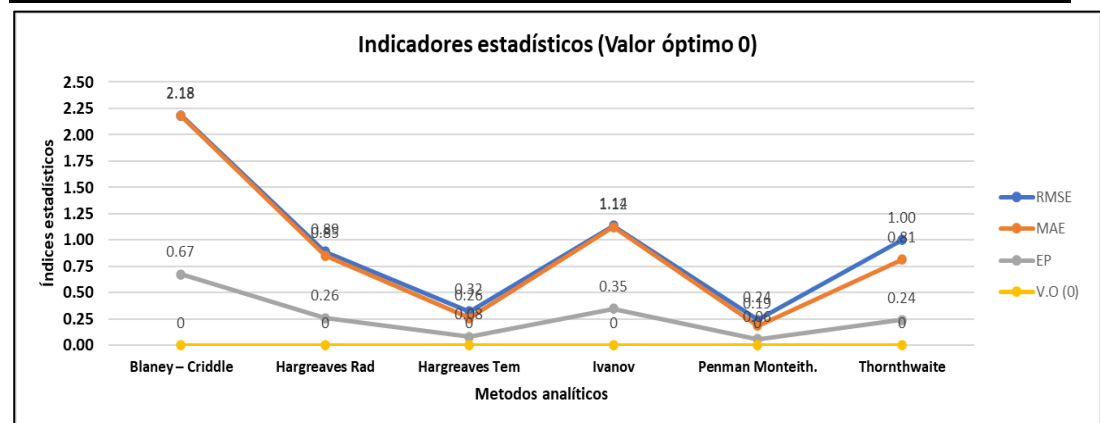


Figura 18: Indicadores estadísticos (valor óptimo 0)

Para los índices estadísticos tales como el Error Medio Cuadrático (RMSE), Error Medio Absoluto (MAE) y Error porcentual (EP), los valores significativos cercanos al 0 son los métodos de Penman Monteith, Hargreaves Temp y Rad

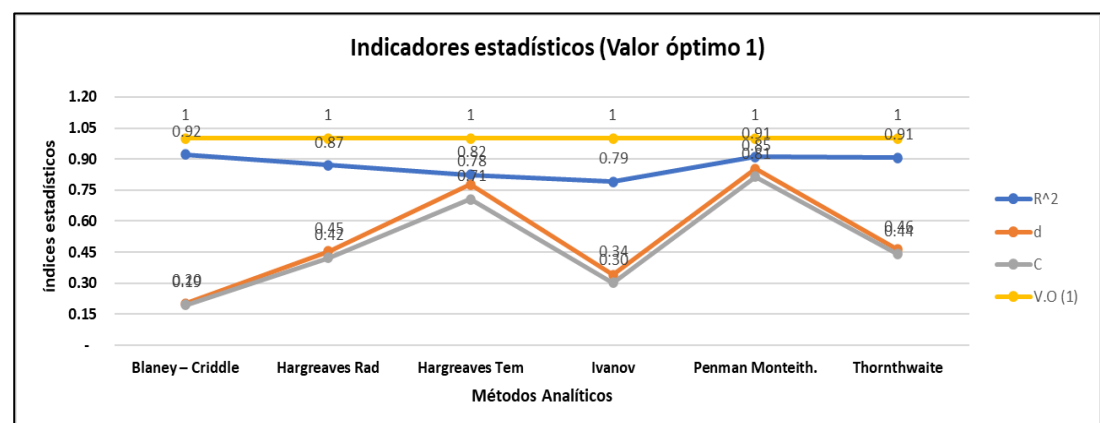


Figura 19: Indicadores estadísticos (valor óptimo 1)

Asimismo, para los índices estadísticos de Coeficiente de determinación (R^2), Índice de concordancia (d), Índice de confianza (c); los valores significativos cercanos al 1 son los métodos de Penman Monteith, Hargreaves Temp y Rad

4.2. DISCUSIÓN

En la presente sección se interpretan los resultados obtenidos en los análisis previos, con el propósito de comprender el comportamiento de la evapotranspiración de referencia (ET_o) y evaluar el desempeño de los métodos analíticos en comparación con el método lisimétrico.

4.2.1. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIAL (ETO)

Los resultados obtenidos mediante el método del lisímetro y los métodos empíricos se presentan en las Tablas 6 y 7, expresados en mm/día y mm/mes respectivamente. Asimismo, se incluyen las figuras 14, 15, 16 y 17, las cuales permiten analizar el comportamiento y la variabilidad de la evapotranspiración según cada método empleado.

Los valores estimados mediante el método del lisímetro evidencian una oscilación de la evapotranspiración entre 2.96 mm/día y 3.74 mm/día, lo cual refleja la influencia de las condiciones climatológicas registradas en la estación Tumpis durante el periodo de estudio.

El método de Blaney–Criddle presenta una sobreestimación, con valores que varían entre 5.12 mm/día y 5.78 mm/día, superando ampliamente los registros del lisímetro. Por el contrario, el método de Ivanov muestra una subestimación, con valores entre 1.65 mm/día y 2.60 mm/día, inferiores a los observados.

El método de Thornthwaite presenta valores que oscilan entre 3.02 mm/día y 5.21 mm/día. Asimismo, se observa que este método presenta la mayor variación temporal en comparación con los demás métodos evaluados evidenciando fluctuaciones más pronunciados a lo largo del año

Los métodos de Penman Monteith y Hargreaves (temperatura) presentan la mejor aproximación a los valores obtenidos mediante el lisímetro, con rangos que oscilan entre 3.09- 4.00 mm/día y 2.93 - 4.13 mm/día, respectivamente,

evidenciando una alta concordancia y una menor desviación respecto a los valores del lisímetro.

El método de Hargreaves (radiación) presenta valores que oscilan entre 3.61 mm/día y 4.9 mm/día, evidenciando una sobreestimación moderada en comparación con los resultados del lisímetro, lo que indica una menor precisión.

En conjunto, los resultados evidencian diferencias significativas en el desempeño de los métodos empíricos en la estimación de la evapotranspiración de referencia respecto al método lisimétrico. Mientras que los métodos de Penman-Monteith y Hargreaves (temperatura) presentan una mayor aproximación a los valores observados, otros métodos como Blaney-Criddle e Ivanov muestran una tendencia marcada a la sobreestimación y subestimación, respectivamente. Asimismo, métodos como Thornthwaite y Hargreaves (radiación) presentan variaciones intermedias, con limitaciones en su precisión. Estos resultados ponen en evidencia la influencia de las variables climatológicas consideradas por cada método, así como la importancia de seleccionar el modelo más adecuado según las condiciones específicas del área de estudio.

4.2.2. INDICADORES ESTADÍSTICOS.

En la Tabla 8 se presentan los indicadores estadísticos empleados para evaluar el desempeño de los métodos analíticos en la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o), en comparación con el método lisimétrico. Asimismo, se muestran las figuras 18 y 19 que permiten analizar la relación, ajuste y concordancia entre los valores estimados y los registrados.

El método de Penman Monteith presenta el mejor desempeño registrando los valores más cercanos a 0 en los indicadores de error (RMSE = 0.24 mm/día, MAE = 0.19 mm/día y EP = 0.06), así como un alto desempeño con valores cercanos a 1 en los índices estadísticos ($R^2 = 0.91$, $d = 0.85$ Y $C = 0.81$), lo que clasifica como un método de muy buena precisión.

De manera similar, el método de Hargreaves (Temperatura) muestra un buen desempeño, con valores bajos de error (RMSE = 0.32 mm/día, MAE = 0.26

mm/día y EP = 0.08), así como un alto desempeño con valores cercanos a 1 en los índices estadísticos ($R^2 = 0.82$, $d = 0.78$ y $C = 0.71$), lo que indica que es una alternativa confiable cuando no se dispone de suficientes variables meteorológicas.

El método de Hargreaves (Radiación) muestra un desempeño moderado, con valores de error más elevados (RMSE = 0.89 mm/día, MAE = 0.85 mm/día y EP = 0.26) y, aunque muestra un coeficiente de determinación aceptable ($R^2 = 0.87$), sus índices de concordancia ($d = 0.45$ y $C = 0.42$), lo que evidencia limitaciones en la precisión de sus estimaciones.

El método de Thornthwaite presenta un desempeño moderado, con valores de error relativamente altos (RMSE = 1.00 mm/día, MAE = 0.81 mm/día y EP = 0.24), aunque muestra un coeficiente de determinación elevado ($R^2 = 0.91$). Sin embargo, sus índices de concordancia ($d = 0.46$ y $C = 0.44$) indican que, a pesar de seguir la tendencia de los datos observados, no reproduce con precisión los valores reales de la evapotranspiración.

En cuanto al método de Ivanov, se observa un desempeño bajo, con valores de error elevados (RMSE = 1.14 mm/día, MAE = 1.12 mm/día y EP = 0.35), una correlación aceptable ($R^2 = 0.79$) y bajos índices de concordancia ($d = 0.34$ y $C = 0.30$), lo que evidencia una limitada capacidad para estimar la evapotranspiración bajo las condiciones climatológicas del área de estudio.

Finalmente, el método de Blaney–Criddle presenta el menor desempeño entre los métodos evaluados, registrando los valores más altos de error (RMSE = 2.18 mm/día, MAE = 2.18 mm/día y EP = 0.67). A pesar de mostrar un coeficiente de determinación elevado ($R^2 = 0.92$), sus muy bajos índices de concordancia ($d = 0.20$ y $C = 0.19$) indican que no logra reproducir adecuadamente los valores observados, por lo que su aplicación en estas condiciones resulta poco confiable.

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que el método de Penman-Monteith presenta el mejor desempeño en la estimación de la evapotranspiración de referencia, seguido por el método de Hargreaves basado en temperatura, el cual constituye una alternativa viable en condiciones de limitada disponibilidad de datos meteorológicos. Por otro

lado, los métodos simplificados como Thornthwaite, Ivanov y Blaney–Criddle presentan mayores discrepancias respecto a los valores observados mediante lisímetro, lo que limita su aplicabilidad en la zona de estudio. Estos resultados confirman que los métodos que incorporan un mayor número de variables climatológicas tienden a proporcionar estimaciones más precisas de la evapotranspiración.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

Se realizó el análisis comparativo de los resultados obtenidos de la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante el método del lisímetro y los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves “Temperatura y Radiación”, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov), evidenciándose diferencias en la estimación de la ET_o entre los métodos, lo que permitió identificar variaciones en su comportamiento y precisión bajo las condiciones del Centro Experimental Tumpis.

Se determinaron los valores de la evapotranspiración de referencia mediante el método directo (lisímetro), obteniéndose resultados que oscilaron entre 2.96 y 3.74 mm/día, lo que evidencia una variabilidad asociada a las condiciones climatológicas propias de la zona de estudio durante el periodo de evaluación.

Los resultados obtenidos de ET_o estimada mediante los métodos analíticos mostraron diferencias significativas en comparación con el lisímetro, evidenciándose que el método de Blaney–Criddle tiende a sobreestimar los valores, mientras que el método de Ivanov presenta una subestimación. Asimismo, el método de Thornthwaite presentó la mayor variabilidad temporal, mientras que los métodos de Penman-Monteith y Hargreaves (temperatura) mostraron una mejor aproximación a los valores observados.

El análisis estadístico permitió determinar que el método de Penman-Monteith presenta el mayor nivel de confiabilidad frente al método lisimétrico, al registrar los menores valores de error (RMSE, MAE y EP), así como los mayores valores de ajuste (R^2), índice de concordancia (d) y coeficiente de desempeño (c). De manera complementaria, el método de Hargreaves (temperatura) mostró un desempeño aceptable, constituyéndose como una alternativa viable en condiciones donde la disponibilidad de datos es limitada.

Las presentes conclusiones sintetizan los principales hallazgos de la investigación y evidencian el cumplimiento de los objetivos planteados, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones relacionadas con la estimación de la evapotranspiración de referencia.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el método de Penman-Monteith para la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en el Centro Experimental Tumpis, debido a su mayor nivel de precisión y confiabilidad en comparación con los demás métodos evaluados. Y en situaciones donde exista limitada disponibilidad de datos climatológicos, se recomienda emplear el método de Hargreaves (temperatura) como una alternativa viable, debido a su aceptable desempeño en la estimación de la ET_o.

Implementar y optimizar la red de estaciones meteorológicas en la región de Tumbes, a fin de garantizar la disponibilidad de datos climáticos confiables, continuos y representativos, que permitan la aplicación adecuada de métodos como Penman-Monteith y Hargreaves (temperatura) para la estimación precisa de la evapotranspiración de referencia (ET_o).

Se recomienda fortalecer el monitoreo de las variables climatológicas (temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento), con el fin de mejorar la precisión en la estimación de la evapotranspiración en futuras investigaciones.

CAPÍTULO VII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, B. M. (2020). *Calibración de las Formulas Empericas de Evapotranspiración de Referencia, Respecto a la Evapotranpiracion del Tanque Tipo A, en la Esación de Purhuay - Huari, Periodo 2014 - 2018*. Huaraz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Allen G., R., Pereira S., L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Estudio FAO Riego y Drenaje. Roma: Organización De Las Naciones Unidad Para La Agricultura y La Alimentación.
- Aroni, Q. D. (2019). *Análisis Comparativo De La Evapotranspiración Mediante El Modelo SEBAL y El Método Tanque Evaporímetro En La Cuenca Huancané - Puno*. Universidad Nacional Del Altiplano De Puno , Puno, Perú.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, (. (2013). *PLAN NACIONAL DE RECUROS HÍDRICOS DEL PERÚ*. LIMA: ICONO PERÚ S.A.C.
- Barco, J., Cuartas, A., Mesa , O., Poveda, G., Vélez, J., Mantilla, R., . . . Montoya, M. (Noviembre de 2000). Aprovechamiento de Recursos Hidricos. (07), 43-51.
- Carchi, G. E. (2015). *Elaboracion de un Balance Hidrico de la Cuenca del Río Machangara* (Universidad de Cuenca ed.). Cuenca, Ecuador.
- Carrasco, S. (2019). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Lima: San Marcos EIRLTDA.
- FAO, E. F. (1990). *Evapotranspiración del Cultivo*. Roma.
- Máximo, V. B. (2006). *Hidrologia Estadística*. Lima, Perú: Instituto Tenológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Agrícola.
- More, H. F. (2021). *Análisis Comparativo Entre Métodos Empíricos Para El Cálculo De La Evapotranspiración De Referencia En La Región De Tumbes*. Universidad Nacional De Tumbes, Facultad de Ciencias Agrarias, Tumbes.
- Randon, O. (2020). Métodos de cálculos para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. *Reoalyc.org*, 7(1), 15.

- Sampieri, H. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de Mexico, Mexico.
- Santana Pérez, L. M., & Delgado Izquierdo, A. (2020). *Pérdidas Hídricas En El Suelo y Vegetación, Evapotranspiración Potencial Penman - Monteith en Tenerife Periodo 2004 a 2019*. Museo De Tenerife Naturaleza y Arqueología.
- URPIS, A. R. (2015). *Determinación de la Evapotranspiración de Método del Lisímetro y Método de Hargreaves*. Universidad Nacional De San Cristobal de Huamanga, Relacion agua, suelo y planta, Ayacucho. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/determinacin-de-la-evapotranspiracion-por-mtodo-del-lisimetro-y-mtodo-de-hargreaves/55679608>
- Vasquez V, A., Vasquez R., I., Vasquez R, C., & Cañamero K, M. (2017). *Fundamento de la Ingenieria de Riegos*. Lima: Universidad Nacional Agraria De La Molina.
- Villaorduña, L. M. (2014). *Estimación De La Evapotranspiración Espacial En El Valle Mantaro Mediante El Algoritmo SEBAL*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad De Ingeniería Agrícola, LIMA.
- Villazón Gómez, J. A., Noris Noris, P., Vazquez Montenegro, R., Martin Gutierrez, G., & Cobo Videl, Y. (2021). Comparación de métodos empíricos para la estimación de la evapotranspiracion de referencua en Holguín, Cuba. (Cuba, Ed.) *SCIELO*.
- Zamata, Q. C. (2019). *Determinación del coeficiente de cultivo (Kc) de la papa (Solanum Tuberosum) Variedad unica utilizando, Lísímetro de drenaje en la Molina*. Facultad de Ingenierias. Lima: Universidad Nacional Agraria de la Molina.

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Consistencia

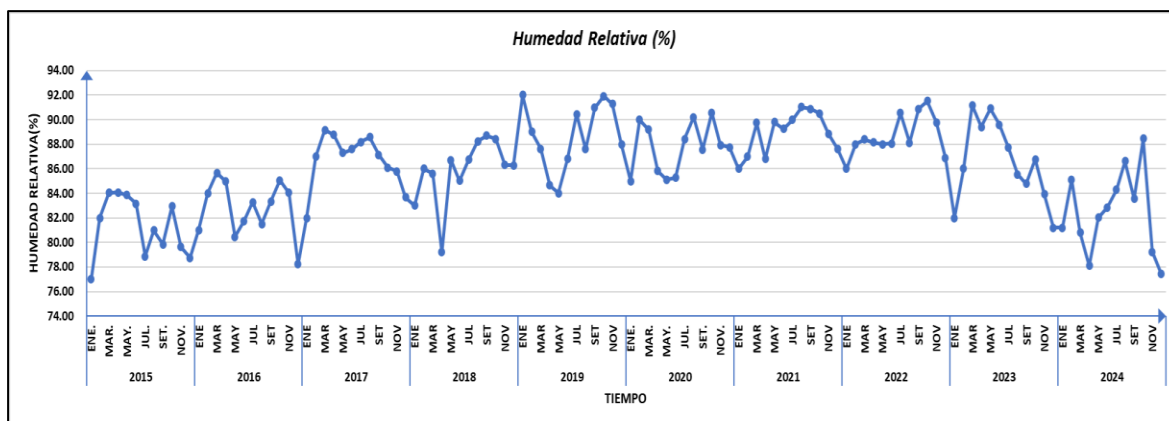
Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Hipotesis General y Específicos	Varianles e Indicadores	Diseño de Investigación	Metodos y Tecnicas de Investigación	Población y Muestra del Estudio
"Análisis comparativo del método lisimétrico y metodos analíticos para estimar la evapotranspiración en el Centro Experimental Tumpis."	Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variables Dependiente	Diseño no experimental – transeccional	Metodos	Población
	¿Cuál es la relación y el grado de concordancia que existe entre la evapotranspiración de referencia obtenida mediante el método directo de lisímetro y los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman-Monteith, Blaney–Criddle e Ivanov)?	Realizar un análisis comparativo de la evapotranspiración referencial haciendo uso del método directo de lisímetro y los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov).	Existe correlación significativa entre la evapotranspiración del cultivo de referencia estimada por el método de lisímetro y los métodos empíricos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov), en el Centro Experimental Tumpis.	Evapotranspiración referencial (mm/día o cm/mes)		Cuantitativa, Descriptiva Comparativa	Todas las estaciones meteorológicas de la región de Tumbes
	Problemas Especificos	Objetivo Especificos	Hipotesis Especificos	Variables Independiente		Tecnicas de Investigación	Muestra del Estudio
	¿Cuál es la evapotranspiración de referencia en el Centro Experimental Tumpis, haciendo uso del método directo (Lisímetro)?	Calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia en Centro Experimental Tumpis por el método directo del Lisímetro.	Es posible estimar con precisión por métodos empíricos y/o analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov), la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis.	1. Lisímetro 2.Thornthwaite 3. Hargreaves 4. Penman Monteith 5. Blaney – Criddle 6. Ivanov		Técnica bibliográfica o documental	Estacion meteorológica Tumpis
	¿Cuál es la estimación de la ETo en el Centro Experimental Tumpis, mediante los métodos métodos empíricos y/o analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov)?	Estimar la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis por los métodos analíticos (Thornthwaite, Hargreaves, Penman Monteith, Blaney – Criddle, Ivanov)				Técnica de observación indirecta	
	¿Qué método analítico muestra un mayor porcentaje de confiabilidad frente al método de lisímetro para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia?	Determinar estadísticamente, que método analítico presenta mayor nivel de confiabilidad frente al método del lisímetro, para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia, utilizando los métodos (Error Medio Cuadrático (RMSE), Coeficiente de determinación (R^2), Error Medio Absoluto (MAE), Error porcentual EP (%), Índice de concordancia (d), Índice de confianza (c))	Los resultados obtenidos de la evapotranspiración del cultivo de referencia en el Centro Experimental Tumpis, por los métodos analíticos, presentan semejanza significativa, con respecto al método directo del lisímetro.			Equipos de Ingeniería	

Fuente: Elaboracion propia.

Anexo N° 2: Variables meteorológicas medidas en la estación Tumpis

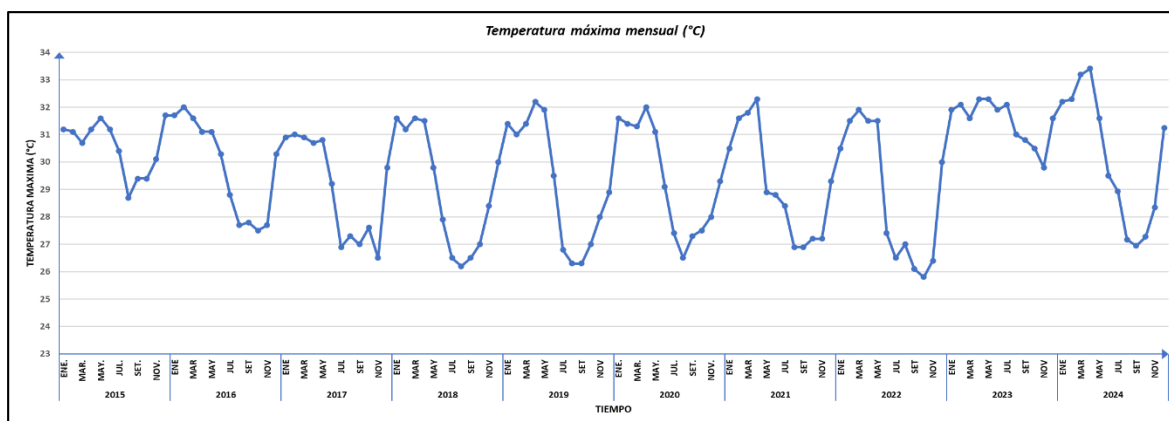
Humedad relativa mensual (%)

HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)												
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2015	77.00	82.00	84.03	84.07	83.87	83.17	78.87	80.97	79.83	82.94	79.63	78.74
2016	81.00	84.00	85.68	84.97	80.45	81.73	83.29	81.52	83.33	85.06	84.03	78.23
2017	82.00	87.00	89.16	88.77	87.29	87.60	88.19	88.58	87.13	86.10	85.80	83.68
2018	83.00	86.00	85.61	79.20	86.71	85.03	86.74	88.26	88.70	88.42	86.30	86.29
2019	92.00	89.00	87.65	84.67	84.00	86.80	90.45	87.61	90.97	91.94	91.27	87.97
2020	85.00	90.00	89.19	85.83	85.13	85.27	88.42	90.19	87.57	90.58	87.93	87.74
2021	86.00	87.00	89.74	86.80	89.80	89.27	90.00	91.03	90.87	90.52	88.87	87.65
2022	86.00	88.00	88.39	88.17	88.00	88.07	90.55	88.13	90.87	91.52	89.77	86.90
2023	82.00	86.00	91.19	89.40	90.90	89.60	87.71	85.55	84.77	86.77	83.93	81.19
2024	81.21	85.11	80.79	78.10	82.01	82.85	84.30	86.61	83.55	88.46	79.23	77.41



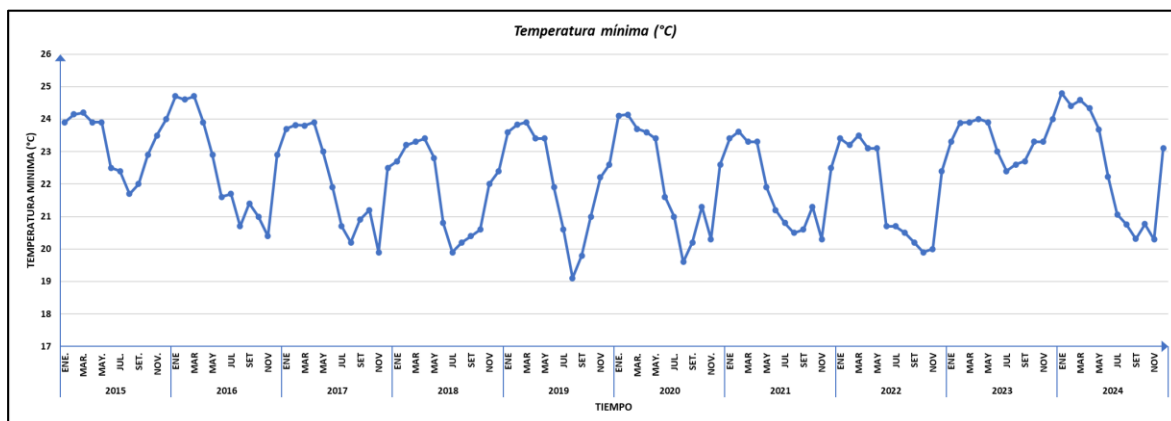
Temperatura máxima mensual (°C)

TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)												
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2015	31.20	31.10	30.70	31.20	31.60	31.20	30.40	28.70	29.40	29.40	30.10	31.70
2016	31.70	32.00	31.60	31.10	31.10	30.30	28.80	27.70	27.80	27.50	27.70	30.30
2017	30.90	31.00	30.90	30.70	30.80	29.20	26.90	27.30	27.00	27.60	26.50	29.80
2018	31.60	31.20	31.60	31.50	29.80	27.90	26.50	26.20	26.50	27.00	28.40	30.00
2019	31.40	31.00	31.40	32.20	31.90	29.50	26.80	26.30	26.30	27.00	28.00	28.90
2020	31.60	31.40	31.30	32.00	31.10	29.10	27.40	26.50	27.30	27.50	28.00	29.30
2021	30.50	31.60	31.80	32.30	28.90	28.80	28.40	26.90	26.90	27.20	27.20	29.30
2022	30.50	31.50	31.90	31.50	31.50	27.40	26.50	27.00	26.10	25.80	26.40	30.00
2023	31.90	32.10	31.60	32.30	32.30	31.90	32.10	31.00	30.80	30.50	29.80	31.60
2024	32.20	32.29	33.19	33.41	31.59	29.51	28.93	27.17	26.94	27.27	28.34	31.24



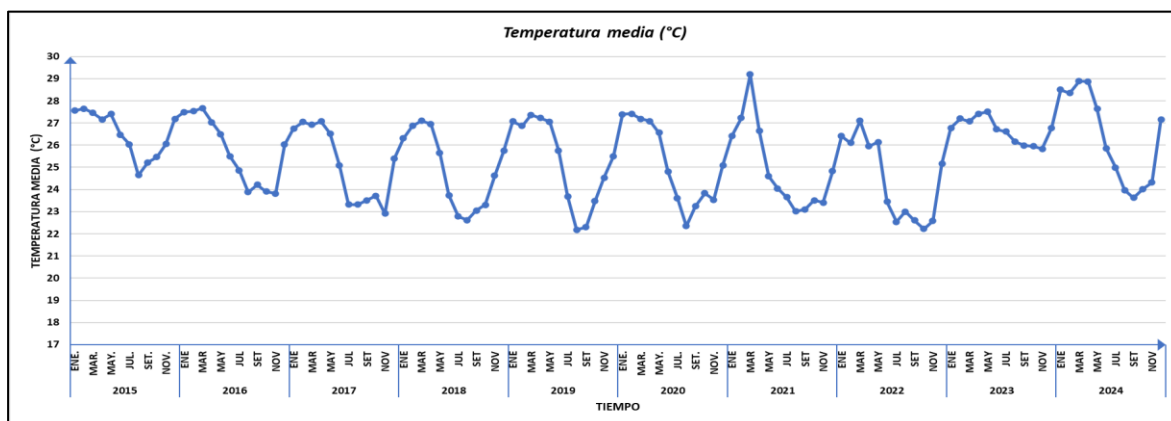
Temperatura mínima mensual (°C)

TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)												
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2015	23.90	24.14	24.20	23.90	23.90	22.50	22.40	21.70	22.00	22.90	23.50	24.00
2016	24.70	24.60	24.70	23.90	22.90	21.60	21.70	20.70	21.40	21.00	20.40	22.90
2017	23.70	23.81	23.80	23.90	23.00	21.90	20.70	20.20	20.90	21.20	19.90	22.50
2018	22.70	23.20	23.30	23.40	22.80	20.80	19.90	20.20	20.40	20.60	22.00	22.40
2019	23.60	23.82	23.90	23.40	23.40	21.90	20.60	19.10	19.80	21.00	22.20	22.60
2020	24.10	24.13	23.70	23.60	23.40	21.60	21.00	19.60	20.20	21.30	20.30	22.60
2021	23.40	23.61	23.30	23.30	21.90	21.20	20.80	20.50	20.60	21.30	20.30	22.50
2022	23.40	23.20	23.50	23.10	23.10	20.70	20.70	20.50	20.20	19.90	20.00	22.40
2023	23.30	23.88	23.90	24.00	23.90	23.00	22.40	22.60	22.70	23.30	23.30	24.00
2024	24.80	24.41	24.59	24.33	23.69	22.23	21.07	20.76	20.31	20.77	20.30	23.10



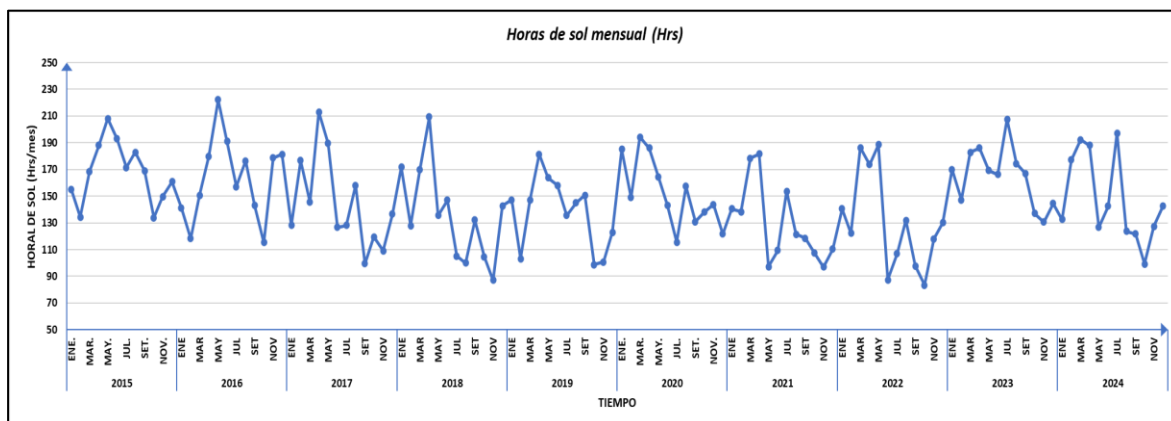
Temperatura media mensual (°C)

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)												
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2015	27.55	27.65	27.45	27.16	27.41	26.47	26.04	24.65	25.22	25.46	26.05	27.19
2016	27.50	27.54	27.68	27.04	26.49	25.50	24.87	23.88	24.22	23.90	23.82	26.03
2017	26.75	27.05	26.92	27.08	26.53	25.08	23.32	23.32	23.51	23.71	22.92	25.41
2018	26.30	26.87	27.10	26.96	25.65	23.74	22.78	22.62	23.05	23.31	24.62	25.75
2019	27.07	26.88	27.37	27.23	27.05	25.76	23.69	22.19	22.30	23.48	24.54	25.50
2020	27.39	27.42	27.19	27.09	26.56	24.81	23.61	22.35	23.24	23.84	23.54	25.09
2021	26.42	27.23	29.19	26.65	24.60	24.05	23.65	23.01	23.10	23.51	23.41	24.82
2022	26.42	26.10	27.09	25.95	26.14	23.45	22.54	23.00	22.60	22.22	22.58	25.17
2023	26.78	27.20	27.07	27.42	27.51	26.72	26.61	26.15	25.99	25.95	25.83	26.77
2024	28.50	28.35	28.89	28.87	27.64	25.87	25.00	23.97	23.63	24.02	24.32	27.17



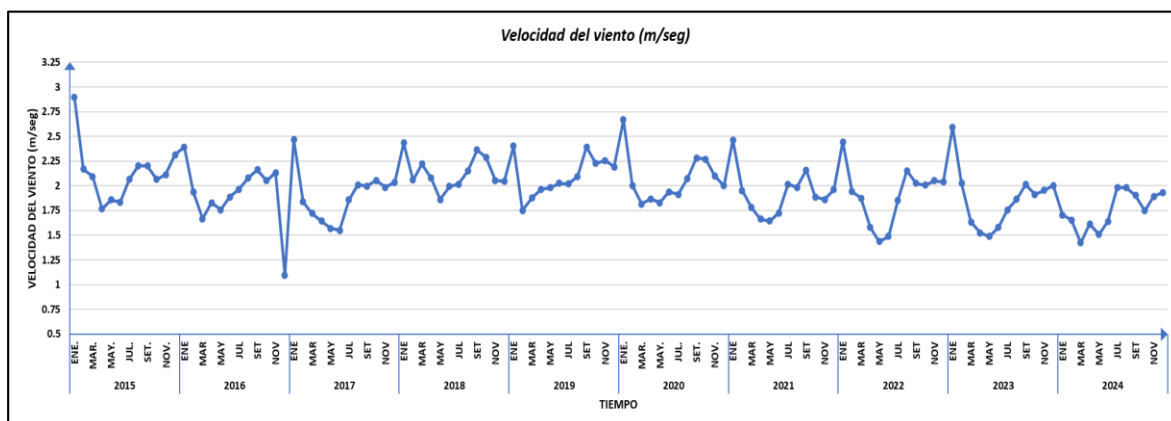
Horas de sol mensual (Hrs)

HORAS DE SOL MENSUAL (Hrs)												
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2015	154.90	134.30	168.50	188.10	208.10	193.00	171.40	182.90	169.10	133.90	149.60	160.90
2016	141.40	118.30	150.60	179.80	222.30	191.00	157.20	176.40	143.40	115.40	178.60	181.50
2017	128.30	176.80	145.40	213.00	189.60	126.70	128.30	158.10	99.40	119.60	109.10	136.50
2018	171.80	127.90	170.00	209.40	135.60	147.00	105.30	99.90	132.20	104.70	87.20	142.90
2019	147.30	103.10	147.10	181.40	163.90	158.13	135.70	144.90	150.60	98.72	100.70	123.00
2020	185.00	149.00	194.20	186.00	164.30	143.30	115.50	157.40	130.80	138.00	143.80	121.80
2021	140.64	138.30	178.30	181.70	97.20	109.30	153.70	121.60	118.60	107.50	97.00	110.40
2022	140.64	122.20	186.40	173.60	188.50	87.40	106.90	131.90	97.70	83.40	118.10	130.20
2023	170.10	147.30	182.90	186.10	169.30	166.20	207.60	174.40	167.10	137.20	130.60	144.50
2024	132.70	177.10	192.20	187.95	126.78	142.60	197.18	123.80	121.88	99.30	127.50	142.77



Velocidad del viento mensual (m/seg)

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL (m/seg)												
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2015	2.89	2.17	2.09	1.77	1.86	1.83	2.06	2.20	2.20	2.06	2.11	2.32
2016	2.39	1.94	1.67	1.83	1.76	1.89	1.96	2.08	2.16	2.05	2.13	1.10
2017	2.47	1.84	1.72	1.64	1.57	1.55	1.86	2.01	2.00	2.05	1.98	2.04
2018	2.44	2.06	2.22	2.08	1.86	1.99	2.02	2.15	2.36	2.29	2.06	2.05
2019	2.40	1.75	1.88	1.96	1.98	2.03	2.02	2.09	2.39	2.23	2.26	2.19
2020	2.67	2.00	1.82	1.87	1.83	1.94	1.91	2.07	2.28	2.27	2.10	2.00
2021	2.46	1.95	1.78	1.66	1.65	1.72	2.02	1.98	2.16	1.89	1.86	1.96
2022	2.45	1.94	1.87	1.58	1.44	1.49	1.85	2.15	2.03	2.01	2.05	2.04
2023	2.59	2.03	1.64	1.52	1.49	1.58	1.76	1.86	2.01	1.91	1.95	2.00
2024	1.71	1.65	1.42	1.62	1.51	1.64	1.98	1.98	1.90	1.75	1.89	1.93



Anexo N° 3: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Humedad relativa %)

Humedad relativa (%)

Año	Mes	Item (t)	H.R (%) = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	H.R (%) = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	77.00	77.00	2020	ENE.	61	85.00	5185.00
2015	FEB.	2	82.00	164.00	2020	FEB.	62	90.00	5580.00
2015	MAR.	3	84.03	252.10	2020	MAR.	63	89.19	5619.19
2015	ABR.	4	84.07	336.27	2020	ABR.	64	85.83	5493.33
2015	MAY.	5	83.87	419.35	2020	MAY.	65	85.13	5533.67
2015	JUN.	6	83.17	499.00	2020	JUN.	66	85.27	5627.60
2015	JUL.	7	78.87	552.10	2020	JUL.	67	88.42	5924.10
2015	AGO.	8	80.97	647.74	2020	AGO.	68	90.19	6133.16
2015	SET.	9	79.83	718.50	2020	SET.	69	87.57	6042.10
2015	OCT.	10	82.94	829.35	2020	OCT.	70	90.58	6340.65
2015	NOV.	11	79.63	875.97	2020	NOV.	71	87.93	6243.27
2015	DIC.	12	78.74	944.90	2020	DIC.	72	87.74	6317.42
2016	ENE.	13	81.00	1053.00	2021	ENE.	73	86.00	6278.00
2016	FEB.	14	84.00	1176.00	2021	FEB.	74	87.00	6438.00
2016	MAR.	15	85.68	1285.16	2021	MAR.	75	89.74	6730.65
2016	ABR.	16	84.97	1359.47	2021	ABR.	76	86.80	6596.80
2016	MAY.	17	80.45	1367.68	2021	MAY.	77	89.80	6914.60
2016	JUN.	18	81.73	1471.20	2021	JUN.	78	89.27	6962.80
2016	JUL.	19	83.29	1582.52	2021	JUL.	79	90.00	7110.00
2016	AGO.	20	81.52	1630.32	2021	AGO.	80	91.03	7282.58
2016	SET.	21	83.33	1750.00	2021	SET.	81	90.87	7360.20
2016	OCT.	22	85.06	1871.42	2021	OCT.	82	90.52	7422.32
2016	NOV.	23	84.03	1932.77	2021	NOV.	83	88.87	7375.93
2016	DIC.	24	78.23	1877.42	2021	DIC.	84	87.65	7362.19
2017	ENE.	25	82.00	2050.00	2022	ENE.	85	86.00	7310.00
2017	FEB.	26	87.00	2262.00	2022	FEB.	86	88.00	7568.00
2017	MAR.	27	89.16	2407.35	2022	MAR.	87	88.39	7689.68
2017	ABR.	28	88.77	2485.47	2022	ABR.	88	88.17	7758.67
2017	MAY.	29	87.29	2531.42	2022	MAY.	89	88.00	7832.00
2017	JUN.	30	87.60	2628.00	2022	JUN.	90	88.07	7926.00
2017	JUL.	31	88.19	2734.00	2022	JUL.	91	90.55	8239.90
2017	AGO.	32	88.58	2834.58	2022	AGO.	92	88.13	8107.87
2017	SET.	33	87.13	2875.40	2022	SET.	93	90.87	8450.60
2017	OCT.	34	86.10	2927.29	2022	OCT.	94	91.52	8602.52
2017	NOV.	35	85.80	3003.00	2022	NOV.	95	89.77	8527.83
2017	DIC.	36	83.68	3012.39	2022	DIC.	96	86.90	8342.71
2018	ENE.	37	83.00	3071.00	2023	ENE.	97	82.00	7954.00
2018	FEB.	38	86.00	3268.00	2023	FEB.	98	86.00	8428.00
2018	MAR.	39	85.61	3338.90	2023	MAR.	99	91.19	9028.16
2018	ABR.	40	79.20	3168.00	2023	ABR.	100	89.40	8940.00
2018	MAY.	41	86.71	3555.10	2023	MAY.	101	90.90	9180.90
2018	JUN.	42	85.03	3571.40	2023	JUN.	102	89.60	9139.20
2018	JUL.	43	86.74	3729.90	2023	JUL.	103	87.71	9034.10
2018	AGO.	44	88.26	3883.35	2023	AGO.	104	85.55	8897.03
2018	SET.	45	88.70	3991.50	2023	SET.	105	84.77	8900.50
2018	OCT.	46	88.42	4067.29	2023	OCT.	106	86.77	9198.06
2018	NOV.	47	86.30	4056.10	2023	NOV.	107	83.93	8980.87
2018	DIC.	48	86.29	4141.94	2023	DIC.	108	81.19	8768.90
2019	ENE.	49	92.00	4508.00	2024	ENE.	109	81.21	8851.90
2019	FEB.	50	89.00	4450.00	2024	FEB.	110	85.11	9362.17
2019	MAR.	51	87.65	4469.90	2024	MAR.	111	80.79	8967.20
2019	ABR.	52	84.67	4402.67	2024	ABR.	112	78.10	8747.14
2019	MAY.	53	84.00	4452.00	2024	MAY.	113	82.01	9267.32
2019	JUN.	54	86.80	4687.20	2024	JUN.	114	82.85	9445.19
2019	JUL.	55	90.45	4974.84	2024	JUL.	115	84.30	9694.41
2019	AGO.	56	87.61	4906.32	2024	AGO.	116	86.61	10046.33
2019	SET.	57	90.97	5185.10	2024	SET.	117	83.55	9775.26
2019	OCT.	58	91.94	5332.26	2024	OCT.	118	88.46	10438.62
2019	NOV.	59	91.27	5384.73	2024	NOV.	119	79.23	9428.40
2019	DIC.	60	87.97	5278.06	2024	DIC.	120	77.41	9289.71

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	76.00	T. muestra	44.00
Media	85.61	Media	86.61
D. estandar	3.46	D. estandar	3.80
G.L	75.00	G.L	43.00
Varianza	12.00	Varianza	14.42

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	85.614	86.614
Varianza	12.004	14.419
Observaciones	76.000	44.000
Varianza agrupada	12.884	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	-1.469	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión		
$ t_c = 1.469 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	86.614	85.614
Varianza	14.419	12.004
Observaciones	44.000	76.000
Grados de libertad	43.000	75.000
Valor de F calculado (Fc)	1.201	
Valor de F tabular (Ft)	1.542	
Conclusión		
$ F_c = 1.201 \leq F_t = 1.542$		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	H.R (%) = Tm	t*Tm
Promedio	60.50	85.98	5235.75
Desviación	34.79	5.45	2990.82
N	120		
R	0.178912422		
Valor de T calculado (tc)	1.975358772		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión			
$ t_c = 1.975 \leq T_t = 1.980$		Consistente	

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	975.12	975.12
2016	2	993.29	1986.58
2017	3	1041.30	3123.90
2018	4	1030.27	4121.06
2019	5	1064.31	5321.56
2020	6	1052.86	6317.17
2021	7	1067.54	7472.75
2022	8	1064.35	8514.80
2023	9	1039.02	9351.17
2024	10	989.63	9896.32

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																													
Promedio	5.50	1031.77	5708.05																																																																													
Desviacion	3.03	34.08	3122.90																																																																													
N	10	Tabla t-Student  <table><thead><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>3.0777</td><td>6.3137</td><td>12.7062</td><td>31.8210</td><td>63.6559</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8165</td><td>1.8856</td><td>2.9200</td><td>4.3027</td><td>6.9645</td><td>9.9250</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7649</td><td>1.6377</td><td>2.3534</td><td>3.1824</td><td>4.5407</td><td>5.8408</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>1.5332</td><td>2.1318</td><td>2.7765</td><td>3.7469</td><td>4.6041</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7267</td><td>1.4759</td><td>2.0150</td><td>2.5706</td><td>3.3649</td><td>4.0321</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>1.4398</td><td>1.9432</td><td>2.4478</td><td>3.1427</td><td>3.7074</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>1.4149</td><td>1.8946</td><td>2.3646</td><td>2.9979</td><td>3.4995</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>1.3968</td><td>1.8595</td><td>2.3060</td><td>2.8965</td><td>3.3554</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>1.3830</td><td>1.8331</td><td>2.2622</td><td>2.8214</td><td>3.2498</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>1.3722</td><td>1.8125</td><td>2.2281</td><td>2.7638</td><td>3.1693</td></tr></tbody></table>		Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559	2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250	3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041	5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4478	3.1427	3.7074	7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995	8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
Grados de libertad	0.25			0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000			3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559																																																																								
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250																																																																										
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408																																																																										
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041																																																																										
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321																																																																										
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4478	3.1427	3.7074																																																																										
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995																																																																										
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554																																																																										
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498																																																																										
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693																																																																										
R	0.323																																																																															
Valor de T calculado (tc)	0.965																																																																															
G.L	8.000																																																																															
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																															

Conclusión

$|t_c| = 0.965 \leq T_t = 2.306$

Consistente

Anexo N° 4: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Temperatura Máxima °C)

Temperatura máxima (°C)

Año	Mes	Item (t)	T max (°C) = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	T max (°C) = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	31.20	31.20	2020	ENE.	61	31.60	1927.60
2015	FEB.	2	31.10	62.20	2020	FEB.	62	31.40	1946.80
2015	MAR.	3	30.70	92.10	2020	MAR.	63	31.30	1971.90
2015	ABR.	4	31.20	124.80	2020	ABR.	64	32.00	2048.00
2015	MAY.	5	31.60	158.00	2020	MAY.	65	31.10	2021.50
2015	JUN.	6	31.20	187.20	2020	JUN.	66	29.10	1920.60
2015	JUL.	7	30.40	212.80	2020	JUL.	67	27.40	1835.80
2015	AGO.	8	28.70	229.60	2020	AGO.	68	26.50	1802.00
2015	SET.	9	29.40	264.60	2020	SET.	69	27.30	1883.70
2015	OCT.	10	29.40	294.00	2020	OCT.	70	27.50	1925.00
2015	NOV.	11	30.10	331.10	2020	NOV.	71	28.00	1988.00
2015	DIC.	12	31.70	380.40	2020	DIC.	72	29.30	2109.60
2016	ENE	13	31.70	412.10	2021	ENE	73	30.50	2226.50
2016	FEB	14	32.00	448.00	2021	FEB	74	31.60	2338.40
2016	MAR	15	31.60	474.00	2021	MAR	75	31.80	2385.00
2016	ABR	16	31.10	497.60	2021	ABR	76	32.30	2454.80
2016	MAY	17	31.10	528.70	2021	MAY	77	28.90	2225.30
2016	JUN	18	30.30	545.40	2021	JUN	78	28.80	2246.40
2016	JUL	19	28.80	547.20	2021	JUL	79	28.40	2243.60
2016	AGO	20	27.70	554.00	2021	AGO	80	26.90	2152.00
2016	SET	21	27.80	583.80	2021	SET	81	26.90	2178.90
2016	OCT	22	27.50	605.00	2021	OCT	82	27.20	2230.40
2016	NOV	23	27.70	637.10	2021	NOV	83	27.20	2257.60
2016	DIC	24	30.30	727.20	2021	DIC	84	29.30	2461.20
2017	ENE	25	30.90	772.50	2022	ENE	85	30.50	2592.50
2017	FEB	26	31.00	806.00	2022	FEB	86	31.50	2709.00
2017	MAR	27	30.90	834.30	2022	MAR	87	31.90	2775.30
2017	ABR	28	30.70	859.60	2022	ABR	88	31.50	2772.00
2017	MAY	29	30.80	893.20	2022	MAY	89	31.50	2803.50
2017	JUN	30	29.20	876.00	2022	JUN	90	27.40	2466.00
2017	JUL	31	26.90	833.90	2022	JUL	91	26.50	2411.50
2017	AGO	32	27.30	873.60	2022	AGO	92	27.00	2484.00
2017	SET	33	27.00	891.00	2022	SET	93	26.10	2427.30
2017	OCT	34	27.60	938.40	2022	OCT	94	25.80	2425.20
2017	NOV	35	26.50	927.50	2022	NOV	95	26.40	2508.00
2017	DIC	36	29.80	1072.80	2022	DIC	96	30.00	2880.00
2018	ENE	37	31.60	1169.20	2023	ENE	97	31.90	3094.30
2018	FEB	38	31.20	1185.60	2023	FEB	98	32.10	3145.80
2018	MAR	39	31.60	1232.40	2023	MAR	99	31.60	3128.40
2018	ABR	40	31.50	1260.00	2023	ABR	100	32.30	3230.00
2018	MAY	41	29.80	1221.80	2023	MAY	101	32.30	3262.30
2018	JUN	42	27.90	1171.80	2023	JUN	102	31.90	3253.80
2018	JUL	43	26.50	1139.50	2023	JUL	103	32.10	3306.30
2018	AGO	44	26.20	1152.80	2023	AGO	104	31.00	3224.00
2018	SET	45	26.50	1192.50	2023	SET	105	30.80	3234.00
2018	OCT	46	27.00	1242.00	2023	OCT	106	30.50	3233.00
2018	NOV	47	28.40	1334.80	2023	NOV	107	29.80	3188.60
2018	DIC	48	30.00	1440.00	2023	DIC	108	31.60	3412.80
2019	ENE	49	31.40	1538.60	2024	ENE	109	32.20	3510.15
2019	FEB	50	31.00	1550.00	2024	FEB	110	32.29	3551.48
2019	MAR	51	31.40	1601.40	2024	MAR	111	33.19	3684.13
2019	ABR	52	32.20	1674.40	2024	ABR	112	33.41	3741.55
2019	MAY	53	31.90	1690.70	2024	MAY	113	31.59	3569.49
2019	JUN	54	29.50	1593.00	2024	JUN	114	29.51	3363.76
2019	JUL	55	26.80	1474.00	2024	JUL	115	28.93	3326.99
2019	AGO	56	26.30	1472.80	2024	AGO	116	27.17	3151.83
2019	SET	57	26.30	1499.10	2024	SET	117	26.94	3152.29
2019	OCT	58	27.00	1566.00	2024	OCT	118	27.27	3218.35
2019	NOV	59	28.00	1652.00	2024	NOV	119	28.34	3372.86
2019	DIC	60	28.90	1734.00	2024	DIC	120	31.24	3748.84

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	68.00	T. muestra	52.00
Media	29.59	Media	29.77
D. estandar	1.92	D. estandar	2.21
G.L	67.00	G.L	51.00
Varianza	3.68	Varianza	4.90

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	29.591	29.769
Varianza	3.681	4.905
Observaciones	68.000	52.000
Varianza agrupada	4.210	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	-0.470	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión		
$ t_c = 0.470 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	29.769	29.591
Varianza	4.905	3.681
Observaciones	52.000	68.000
Grados de libertad	51.000	67.000
Valor de F calculado (Fc)	1.332	
Valor de F tabular (Ft)	1.535	
Conclusión		
$ F_c = 1.332 \leq F_t = 1.535$		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	T max (°C) = Tm	t*Tm
Promedio	60.50	29.67	1795.29
Desviacion	34.79	2.05	1059.96
N	120		
R	0.005169245		
Valor de T calculado (tc)	0.056153119		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión			
$ t_c = 0.056 \leq T_t = 1.980$			Consistente

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	366.70	366.70
2016	2	357.60	715.20
2017	3	348.60	1045.80
2018	4	348.20	1392.80
2019	5	350.70	1753.50
2020	6	352.50	2115.00
2021	7	349.80	2448.60
2022	8	346.10	2768.80
2023	9	377.90	3401.10
2024	10	362.08	3620.83

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																												
Promedio	5.50	356.02	1962.83																																																																												
Desviación	3.03	10.14	1107.56																																																																												
N	10	Tabla t-Student  <table><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>3.0777</td><td>6.3137</td><td>12.7062</td><td>31.8210</td><td>63.6555</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8163</td><td>1.8856</td><td>2.9200</td><td>4.3027</td><td>6.9646</td><td>9.9248</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7649</td><td>1.6377</td><td>2.3534</td><td>3.1824</td><td>4.5407</td><td>5.8408</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>1.5332</td><td>2.1318</td><td>2.7708</td><td>3.7469</td><td>4.6041</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7267</td><td>1.4759</td><td>2.0150</td><td>2.5706</td><td>3.3649</td><td>4.0321</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>1.4398</td><td>1.9432</td><td>2.4479</td><td>3.1427</td><td>3.7074</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>1.4149</td><td>1.8946</td><td>2.3646</td><td>2.9979</td><td>3.4995</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>1.3984</td><td>1.8601</td><td>2.3060</td><td>2.8982</td><td>3.3554</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>1.3830</td><td>1.8331</td><td>2.2622</td><td>2.8214</td><td>3.2498</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>1.3722</td><td>1.8125</td><td>2.2281</td><td>2.7638</td><td>3.1831</td></tr></table>	Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555	2	0.8163	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7708	3.7469	4.6041	5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4479	3.1427	3.7074	7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995	8	0.7064	1.3984	1.8601	2.3060	2.8982	3.3554	9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1831
Grados de libertad	0.25		0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000		3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555																																																																								
2	0.8163		1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248																																																																								
3	0.7649		1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408																																																																								
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7708	3.7469	4.6041																																																																									
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321																																																																									
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4479	3.1427	3.7074																																																																									
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995																																																																									
8	0.7064	1.3984	1.8601	2.3060	2.8982	3.3554																																																																									
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498																																																																									
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1831																																																																									
R	0.154																																																																														
Valor de T calculado (tc)	0.441																																																																														
G.L	8.000																																																																														
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																														

Conclusión

$|t_c| = 0.441 \leq T_t = 2.306$

Consistente

Anexo N° 5: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Temperatura Mínima °C)

Temperatura mínima (°C)

Año	Mes	Item (t)	T mín (°C) = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	T mín (°C) = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	23.90	23.90	2020	ENE.	61	24.10	1470.10
2015	FEB.	2	24.14	48.29	2020	FEB.	62	24.13	1496.34
2015	MAR.	3	24.20	72.60	2020	MAR.	63	23.70	1493.10
2015	ABR.	4	23.90	95.60	2020	ABR.	64	23.60	1510.40
2015	MAY.	5	23.90	119.50	2020	MAY.	65	23.40	1521.00
2015	JUN.	6	22.50	135.00	2020	JUN.	66	21.60	1425.60
2015	JUL.	7	22.40	156.80	2020	JUL.	67	21.00	1407.00
2015	AGO.	8	21.70	173.60	2020	AGO.	68	19.60	1332.80
2015	SET.	9	22.00	198.00	2020	SET.	69	20.20	1393.80
2015	OCT.	10	22.90	229.00	2020	OCT.	70	21.30	1491.00
2015	NOV.	11	23.50	258.50	2020	NOV.	71	20.30	1441.30
2015	DIC.	12	24.00	288.00	2020	DIC.	72	22.60	1627.20
2016	ENE.	13	24.70	321.10	2021	ENE.	73	23.40	1708.20
2016	FEB.	14	24.60	344.45	2021	FEB.	74	23.61	1747.19
2016	MAR.	15	24.70	370.50	2021	MAR.	75	23.30	1747.50
2016	ABR.	16	23.90	382.40	2021	ABR.	76	23.30	1770.80
2016	MAY.	17	22.90	389.30	2021	MAY.	77	21.90	1686.30
2016	JUN.	18	21.60	388.80	2021	JUN.	78	21.20	1653.60
2016	JUL.	19	21.70	412.30	2021	JUL.	79	20.80	1643.20
2016	AGO.	20	20.70	414.00	2021	AGO.	80	20.50	1640.00
2016	SET.	21	21.40	449.40	2021	SET.	81	20.60	1668.60
2016	OCT.	22	21.00	462.00	2021	OCT.	82	21.30	1746.60
2016	NOV.	23	20.40	469.20	2021	NOV.	83	20.30	1684.90
2016	DIC.	24	22.90	549.60	2021	DIC.	84	22.50	1890.00
2017	ENE.	25	23.70	592.50	2022	ENE.	85	23.40	1989.00
2017	FEB.	26	23.81	619.17	2022	FEB.	86	23.20	1995.20
2017	MAR.	27	23.80	642.60	2022	MAR.	87	23.50	2044.50
2017	ABR.	28	23.90	669.20	2022	ABR.	88	23.10	2032.80
2017	MAY.	29	23.00	667.00	2022	MAY.	89	23.10	2055.90
2017	JUN.	30	21.90	657.00	2022	JUN.	90	20.70	1863.00
2017	JUL.	31	20.70	641.70	2022	JUL.	91	20.70	1883.70
2017	AGO.	32	20.20	646.40	2022	AGO.	92	20.50	1886.00
2017	SET.	33	20.90	689.70	2022	SET.	93	20.20	1878.60
2017	OCT.	34	21.20	720.80	2022	OCT.	94	19.90	1870.60
2017	NOV.	35	19.90	696.50	2022	NOV.	95	20.00	1900.00
2017	DIC.	36	22.50	810.00	2022	DIC.	96	22.40	2150.40
2018	ENE.	37	22.70	839.90	2023	ENE.	97	23.30	2260.10
2018	FEB.	38	23.20	881.74	2023	FEB.	98	23.88	2340.45
2018	MAR.	39	23.30	908.70	2023	MAR.	99	23.90	2366.10
2018	ABR.	40	23.40	936.00	2023	ABR.	100	24.00	2400.00
2018	MAY.	41	22.80	934.80	2023	MAY.	101	23.90	2413.90
2018	JUN.	42	20.80	873.60	2023	JUN.	102	23.00	2346.00
2018	JUL.	43	19.90	855.70	2023	JUL.	103	22.40	2307.20
2018	AGO.	44	20.20	888.80	2023	AGO.	104	22.60	2350.40
2018	SET.	45	20.40	918.00	2023	SET.	105	22.70	2383.50
2018	OCT.	46	20.60	947.60	2023	OCT.	106	23.30	2469.80
2018	NOV.	47	22.00	1034.00	2023	NOV.	107	23.30	2493.10
2018	DIC.	48	22.40	1075.20	2023	DIC.	108	24.00	2592.00
2019	ENE.	49	23.60	1156.40	2024	ENE.	109	24.80	2703.20
2019	FEB.	50	23.82	1191.07	2024	FEB.	110	24.41	2685.14
2019	MAR.	51	23.90	1218.90	2024	MAR.	111	24.59	2729.17
2019	ABR.	52	23.40	1216.80	2024	ABR.	112	24.33	2725.33
2019	MAY.	53	23.40	1240.20	2024	MAY.	113	23.69	2676.50
2019	JUN.	54	21.90	1182.60	2024	JUN.	114	22.23	2533.84
2019	JUL.	55	20.60	1133.00	2024	JUL.	115	21.07	2422.57
2019	AGO.	56	19.10	1069.60	2024	AGO.	116	20.76	2408.31
2019	SET.	57	19.80	1128.60	2024	SET.	117	20.31	2376.58
2019	OCT.	58	21.00	1218.00	2024	OCT.	118	20.77	2450.97
2019	NOV.	59	22.20	1309.80	2024	NOV.	119	20.30	2415.30
2019	DIC.	60	22.60	1356.00	2024	DIC.	120	23.10	2771.74

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	68.00	T. muestra	52.00
Media	22.40	Media	22.28
D. estandar	1.49	D. estandar	1.48
G.L	67.00	G.L	51.00
Varianza	2.21	Varianza	2.19

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	22.400	22.278
Varianza	2.212	2.191
Observaciones	68.000	52.000
Varianza agrupada	2.203	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	0.448	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión		
$ t_c = 0.448 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	22.400	22.278
Varianza	2.212	2.191
Observaciones	68.000	52.000
Grados de libertad	67.000	51.000
Valor de F calculado (Fc)	1.009	
Valor de F tabular (Ft)	1.558	
Conclusión		
$ F_c = 1.009 \leq F_t = 1.558$		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	T min (°C) = Tm	t*Tm
Promedio	60.50	22.35	1347.39
Desviacion	34.79	1.48	788.41
N	120		
R	-0.089673443		
Valor de T calculado (tc)	-0.978043249		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión $t_c = 0.978 \leq T_t = 1.980$ Consistente			

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	279.04	279.04
2016	2	270.50	541.01
2017	3	265.51	796.54
2018	4	261.70	1046.81
2019	5	265.32	1326.61
2020	6	265.53	1593.21
2021	7	262.71	1838.98
2022	8	260.70	2085.60
2023	9	280.28	2522.54
2024	10	270.35	2703.48

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																													
Promedio	5.50	268.17	1473.38																																																																													
Desviacion	3.03	6.87	822.87																																																																													
N	10	Tabla t-Student  <table><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>3.0777</td><td>6.3137</td><td>12.7062</td><td>31.8210</td><td>63.6559</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8165</td><td>1.8856</td><td>2.9200</td><td>4.3027</td><td>6.9645</td><td>9.9250</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7649</td><td>1.6377</td><td>2.3534</td><td>3.1824</td><td>4.5407</td><td>5.8408</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>1.5332</td><td>2.1318</td><td>2.7765</td><td>3.7469</td><td>4.6041</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7267</td><td>1.4759</td><td>2.0150</td><td>2.5708</td><td>3.3649</td><td>4.0321</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>1.4398</td><td>1.9432</td><td>2.4469</td><td>3.1427</td><td>3.7074</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>1.4149</td><td>1.8946</td><td>2.3646</td><td>2.9979</td><td>3.4995</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>1.3968</td><td>1.8595</td><td>2.3060</td><td>2.8965</td><td>3.3554</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>1.3830</td><td>1.8331</td><td>2.2622</td><td>2.8214</td><td>3.2498</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>1.3722</td><td>1.8125</td><td>2.2281</td><td>2.7638</td><td>3.1693</td></tr></table>		Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559	2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250	3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041	5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5708	3.3649	4.0321	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995	8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
Grados de libertad	0.25			0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000			3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559																																																																								
2	0.8165			1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250																																																																								
3	0.7649			1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408																																																																								
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041																																																																										
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5708	3.3649	4.0321																																																																										
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074																																																																										
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995																																																																										
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554																																																																										
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498																																																																										
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693																																																																										
R	-0.074																																																																															
Valor de T calculado (tc)	-0.209																																																																															
G.L	8.000																																																																															
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																															

Conclusión

$|t_c| = 0.209 \leq T_t = 2.306$

Consistente

Anexo N° 6: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Temperatura Media °C)

Temperatura media (°C)

Año	Mes	Item (t)	T med (°C) = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	T med (°C) = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	27.55	27.55	2020	ENE.	61	27.39	1670.61
2015	FEB.	2	27.65	55.30	2020	FEB.	62	27.42	1700.13
2015	MAR.	3	27.45	82.35	2020	MAR.	63	27.19	1712.99
2015	ABR.	4	27.16	108.63	2020	ABR.	64	27.09	1733.55
2015	MAY.	5	27.41	137.03	2020	MAY.	65	26.56	1726.69
2015	JUN.	6	26.47	158.82	2020	JUN.	66	24.81	1637.68
2015	JUL.	7	26.04	182.27	2020	JUL.	67	23.61	1581.85
2015	AGO.	8	24.65	197.21	2020	AGO.	68	22.35	1519.80
2015	SET.	9	25.22	226.95	2020	SET.	69	23.24	1603.56
2015	OCT.	10	25.46	254.65	2020	OCT.	70	23.84	1668.48
2015	NOV.	11	26.05	286.59	2020	NOV.	71	23.54	1671.34
2015	DIC.	12	27.19	326.28	2020	DIC.	72	25.09	1806.50
2016	ENE	13	27.50	357.46	2021	ENE	73	26.42	1928.38
2016	FEB	14	27.54	385.50	2021	FEB	74	27.23	2015.18
2016	MAR	15	27.68	415.16	2021	MAR	75	29.19	2189.27
2016	ABR	16	27.04	432.64	2021	ABR	76	26.65	2025.40
2016	MAY	17	26.49	450.39	2021	MAY	77	24.60	1893.95
2016	JUN	18	25.50	459.00	2021	JUN	78	24.05	1875.64
2016	JUL	19	24.87	472.55	2021	JUL	79	23.65	1868.73
2016	AGO	20	23.88	477.68	2021	AGO	80	23.01	1841.03
2016	SET	21	24.22	508.62	2021	SET	81	23.10	1871.37
2016	OCT	22	23.90	525.87	2021	OCT	82	23.51	1927.79
2016	NOV	23	23.82	547.86	2021	NOV	83	23.41	1942.75
2016	DIC	24	26.03	624.62	2021	DIC	84	24.82	2085.10
2017	ENE	25	26.75	668.71	2022	ENE	85	26.42	2245.37
2017	FEB	26	27.05	703.39	2022	FEB	86	26.10	2244.60
2017	MAR	27	26.92	726.91	2022	MAR	87	27.09	2357.14
2017	ABR	28	27.08	758.24	2022	ABR	88	25.95	2283.89
2017	MAY	29	26.53	769.25	2022	MAY	89	26.14	2326.76
2017	JUN	30	25.08	752.50	2022	JUN	90	23.45	2110.50
2017	JUL	31	23.32	723.00	2022	JUL	91	22.54	2051.02
2017	AGO	32	23.32	746.32	2022	AGO	92	23.00	2116.30
2017	SET	33	23.51	775.72	2022	SET	93	22.60	2102.11
2017	OCT	34	23.71	806.24	2022	OCT	94	22.22	2088.62
2017	NOV	35	22.92	802.08	2022	NOV	95	22.58	2144.78
2017	DIC	36	25.41	914.63	2022	DIC	96	25.17	2416.10
2018	ENE	37	26.30	973.22	2023	ENE	97	26.78	2598.04
2018	FEB	38	26.87	1020.98	2023	FEB	98	27.20	2665.25
2018	MAR	39	27.10	1057.03	2023	MAR	99	27.07	2680.35
2018	ABR	40	26.96	1078.27	2023	ABR	100	27.42	2741.67
2018	MAY	41	25.65	1051.72	2023	MAY	101	27.51	2778.48
2018	JUN	42	23.74	997.22	2023	JUN	102	26.72	2725.10
2018	JUL	43	22.78	979.57	2023	JUL	103	26.61	2741.13
2018	AGO	44	22.62	995.11	2023	AGO	104	26.15	2720.10
2018	SET	45	23.05	1037.25	2023	SET	105	25.99	2728.95
2018	OCT	46	23.31	1072.25	2023	OCT	106	25.95	2751.21
2018	NOV	47	24.62	1157.14	2023	NOV	107	25.83	2763.81
2018	DIC	48	25.75	1235.77	2023	DIC	108	26.77	2891.61
2019	ENE	49	27.07	1326.32	2024	ENE	109	28.50	3106.68
2019	FEB	50	26.88	1343.75	2024	FEB	110	28.35	3118.31
2019	MAR	51	27.37	1395.75	2024	MAR	111	28.89	3206.65
2019	ABR	52	27.23	1415.96	2024	ABR	112	28.87	3233.44
2019	MAY	53	27.05	1433.91	2024	MAY	113	27.64	3122.99
2019	JUN	54	25.76	1390.86	2024	JUN	114	25.87	2948.80
2019	JUL	55	23.69	1302.79	2024	JUL	115	25.00	2874.78
2019	AGO	56	22.19	1242.48	2024	AGO	116	23.97	2780.07
2019	SET	57	22.30	1270.91	2024	SET	117	23.63	2764.44
2019	OCT	58	23.48	1361.88	2024	OCT	118	24.02	2834.66
2019	NOV	59	24.54	1447.86	2024	NOV	119	24.32	2894.08
2019	DIC	60	25.50	1530.19	2024	DIC	120	27.17	3260.29

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	68.00	T. muestra	52.00
Media	25.54	Media	25.48
D. estandar	1.69	D. estandar	1.91
G.L	67.00	G.L	51.00
Varianza	2.86	Varianza	3.65

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	25.538	25.478
Varianza	2.865	3.652
Observaciones	68.000	52.000
Varianza agrupada	3.205	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	0.183	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión		
$ t_c = 0.183 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	25.478	25.538
Varianza	3.652	2.865
Observaciones	52.000	68.000
Grados de libertad	51.000	67.000
Valor de F calculado (Fc)	1.275	
Valor de F tabular (Ft)	1.535	
Conclusión		
$ F_c = 1.275 \leq F_t = 1.535$		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	T med (°C) = Tm	t*Tm
Promedio	60.50	25.51	1540.68
Desviacion	34.79	1.78	909.38
N	120		
R	-0.044980245		
Valor de T calculado (tc)	-0.48910556		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión			
$ t_c = 0.489 \leq T_t = 1.980$			Consistente

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	318.30	318.30
2016	2	308.47	616.93
2017	3	301.60	904.80
2018	4	298.75	1194.99
2019	5	303.05	1515.23
2020	6	302.13	1812.77
2021	7	299.64	2097.49
2022	8	293.27	2346.12
2023	9	320.01	2880.13
2024	10	316.22	3162.16

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																												
Promedio	5.50	306.14	1684.89																																																																												
Desviacion	3.03	9.17	949.86																																																																												
N	10	Tabla t-Student  <table><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>3.0777</td><td>6.3137</td><td>12.7062</td><td>31.8210</td><td>63.6555</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8165</td><td>1.8856</td><td>2.9200</td><td>4.3027</td><td>6.9645</td><td>9.9250</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7648</td><td>1.6377</td><td>2.3534</td><td>3.1824</td><td>4.9407</td><td>6.8408</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>1.5332</td><td>2.1318</td><td>2.7765</td><td>3.7469</td><td>4.8041</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7267</td><td>1.4759</td><td>2.0150</td><td>2.5708</td><td>3.3649</td><td>4.0321</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>1.4398</td><td>1.9432</td><td>2.4479</td><td>3.1427</td><td>3.7074</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>1.4149</td><td>1.8946</td><td>2.3646</td><td>2.9979</td><td>3.4995</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>1.3968</td><td>1.8595</td><td>2.3060</td><td>2.8965</td><td>3.3554</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>1.3830</td><td>1.8331</td><td>2.2622</td><td>2.8214</td><td>3.2498</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>1.3722</td><td>1.8125</td><td>2.2281</td><td>2.7538</td><td>3.1593</td></tr></table>	Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555	2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250	3	0.7648	1.6377	2.3534	3.1824	4.9407	6.8408	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.8041	5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5708	3.3649	4.0321	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4479	3.1427	3.7074	7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995	8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7538	3.1593
Grados de libertad	0.25		0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000		3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555																																																																								
2	0.8165		1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250																																																																								
3	0.7648		1.6377	2.3534	3.1824	4.9407	6.8408																																																																								
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.8041																																																																									
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5708	3.3649	4.0321																																																																									
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4479	3.1427	3.7074																																																																									
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995																																																																									
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554																																																																									
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498																																																																									
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7538	3.1593																																																																									
R	0.040																																																																														
Valor de T calculado (tc)	0.113																																																																														
G.L	8.000																																																																														
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																														

Conclusión

$|t_c| = 0.113 \leq T_t = 2.306$

Consistente

Anexo N° 7: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Horas de sol Hrs)

Horas de sol (Hrs)

Año	Mes	Item (t)	Hrs = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	Hrs = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	154.90	154.90	2020	ENE.	61	185.00	11285.00
2015	FEB.	2	134.30	268.60	2020	FEB.	62	149.00	9238.00
2015	MAR.	3	168.50	505.50	2020	MAR.	63	194.20	12234.60
2015	ABR.	4	188.10	752.40	2020	ABR.	64	186.00	11904.00
2015	MAY.	5	208.10	1040.50	2020	MAY.	65	164.30	10679.50
2015	JUN.	6	193.00	1158.00	2020	JUN.	66	143.30	9457.80
2015	JUL.	7	171.40	1199.80	2020	JUL.	67	115.50	7738.50
2015	AGO.	8	182.90	1463.20	2020	AGO.	68	157.40	10703.20
2015	SET.	9	169.10	1521.90	2020	SET.	69	130.80	9025.20
2015	OCT.	10	133.90	1339.00	2020	OCT.	70	138.00	9660.00
2015	NOV.	11	149.60	1645.60	2020	NOV.	71	143.80	10209.80
2015	DIC.	12	160.90	1930.80	2020	DIC.	72	121.80	8769.60
2016	ENE.	13	141.40	1838.20	2021	ENE.	73	140.64	10266.72
2016	FEB.	14	118.30	1656.20	2021	FEB.	74	138.30	10234.20
2016	MAR.	15	150.60	2259.00	2021	MAR.	75	178.30	13372.50
2016	ABR.	16	179.80	2876.80	2021	ABR.	76	181.70	13809.20
2016	MAY.	17	222.30	3779.10	2021	MAY.	77	97.20	7484.40
2016	JUN.	18	191.00	3438.00	2021	JUN.	78	109.30	8525.40
2016	JUL.	19	157.20	2986.80	2021	JUL.	79	153.70	12142.30
2016	AGO.	20	176.40	3528.00	2021	AGO.	80	121.60	9728.00
2016	SET.	21	143.40	3011.40	2021	SET.	81	118.60	9606.60
2016	OCT.	22	115.40	2538.80	2021	OCT.	82	107.50	8815.00
2016	NOV.	23	178.60	4107.80	2021	NOV.	83	97.00	8051.00
2016	DIC.	24	181.50	4356.00	2021	DIC.	84	110.40	9273.60
2017	ENE.	25	128.30	3207.50	2022	ENE.	85	140.64	11954.40
2017	FEB.	26	176.80	4596.80	2022	FEB.	86	122.20	10509.20
2017	MAR.	27	145.40	3925.80	2022	MAR.	87	186.40	16216.80
2017	ABR.	28	213.00	5964.00	2022	ABR.	88	173.60	15276.80
2017	MAY.	29	189.60	5498.40	2022	MAY.	89	188.50	16776.50
2017	JUN.	30	126.70	3801.00	2022	JUN.	90	87.40	7866.00
2017	JUL.	31	128.30	3977.30	2022	JUL.	91	106.90	9727.90
2017	AGO.	32	158.10	5059.20	2022	AGO.	92	131.90	12134.80
2017	SET.	33	99.40	3280.20	2022	SET.	93	97.70	9086.10
2017	OCT.	34	119.60	4066.40	2022	OCT.	94	83.40	7839.60
2017	NOV.	35	109.10	3818.50	2022	NOV.	95	118.10	11219.50
2017	DIC.	36	136.50	4914.00	2022	DIC.	96	130.20	12499.20
2018	ENE.	37	171.80	6356.60	2023	ENE.	97	170.10	16499.70
2018	FEB.	38	127.90	4860.20	2023	FEB.	98	147.30	14435.40
2018	MAR.	39	170.00	6630.00	2023	MAR.	99	182.90	18107.10
2018	ABR.	40	209.40	8376.00	2023	ABR.	100	186.10	18610.00
2018	MAY.	41	135.60	5559.60	2023	MAY.	101	169.30	17099.30
2018	JUN.	42	147.00	6174.00	2023	JUN.	102	166.20	16952.40
2018	JUL.	43	105.30	4527.90	2023	JUL.	103	207.60	21382.80
2018	AGO.	44	99.90	4395.60	2023	AGO.	104	174.40	18137.60
2018	SET.	45	132.20	5949.00	2023	SET.	105	167.10	17545.50
2018	OCT.	46	104.70	4816.20	2023	OCT.	106	137.20	14543.20
2018	NOV.	47	87.20	4098.40	2023	NOV.	107	130.60	13974.20
2018	DIC.	48	142.90	6859.20	2023	DIC.	108	144.50	15606.00
2019	ENE.	49	147.30	7217.70	2024	ENE.	109	132.70	14464.30
2019	FEB.	50	103.10	5155.00	2024	FEB.	110	177.10	19481.00
2019	MAR.	51	147.10	7502.10	2024	MAR.	111	192.20	21334.20
2019	ABR.	52	181.40	9432.80	2024	ABR.	112	187.95	21050.40
2019	MAY.	53	163.90	8686.70	2024	MAY.	113	126.78	14325.58
2019	JUN.	54	158.13	8538.80	2024	JUN.	114	142.60	16256.40
2019	JUL.	55	135.70	7463.50	2024	JUL.	115	197.18	22675.70
2019	AGO.	56	144.90	8114.40	2024	AGO.	116	123.80	14360.80
2019	SET.	57	150.60	8584.20	2024	SET.	117	121.88	14259.96
2019	OCT.	58	98.72	5725.76	2024	OCT.	118	99.30	11717.40
2019	NOV.	59	100.70	5941.30	2024	NOV.	119	127.50	15172.50
2019	DIC.	60	123.00	7380.00	2024	DIC.	120	142.77	17132.00

c) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	52.00	T. muestra	68.00
Media	152.20	Media	143.84
D. estandar	32.64	D. estandar	30.97
G.L	51.00	G.L	67.00
Varianza	1065.57	Varianza	959.34

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	152.196	143.838
Varianza	1065.571	959.340
Observaciones	52.000	68.000
Varianza agrupada	1005.254	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	1.431	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión		
$ t_c = 1.431 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	152.196	143.838
Varianza	1065.571	959.340
Observaciones	52.000	68.000
Grados de libertad	51.000	67.000
Valor de F calculado (Fc)	1.111	
Valor de F tabular (Ft)	1.535	
Conclusión		
$ F_c = 1.111 \leq F_t = 1.535$		Consistente

d) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	Hrs = Tm	t*Tm
Promedio	60.50	147.46	8735.46
Desviacion	34.79	31.85	5502.71
N	120		
R	-0.167786982		
Valor de T calculado (tc)	-1.848843703		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión			
$ t_c = 1.849 \leq T_t = 1.980$		Consistente	

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	2014.70	2014.70
2016	2	1955.90	3911.80
2017	3	1730.80	5192.40
2018	4	1633.90	6535.60
2019	5	1654.55	8272.73
2020	6	1829.10	10974.60
2021	7	1554.24	10879.68
2022	8	1566.94	12535.52
2023	9	1983.30	17849.70
2024	10	1771.75	17717.52

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																													
Promedio	5.50	1769.52	9588.42																																																																													
Desviacion	3.03	171.47	5442.29																																																																													
N	10	Tabla t-Student  <table><thead><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>3.0777</td><td>6.3137</td><td>12.7062</td><td>31.8210</td><td>63.6555</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8165</td><td>1.8856</td><td>2.9200</td><td>4.3027</td><td>6.9645</td><td>9.9250</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7649</td><td>1.6377</td><td>2.3534</td><td>3.1824</td><td>4.5407</td><td>5.8408</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>1.5332</td><td>2.1318</td><td>2.7765</td><td>3.7469</td><td>4.6041</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7207</td><td>1.4759</td><td>2.0150</td><td>2.5706</td><td>3.3645</td><td>4.0321</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>1.4398</td><td>1.9432</td><td>2.4469</td><td>3.1427</td><td>3.7074</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>1.4149</td><td>1.8945</td><td>2.3645</td><td>2.9979</td><td>3.4995</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>1.3988</td><td>1.8595</td><td>2.3060</td><td>2.8965</td><td>3.3554</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>1.3830</td><td>1.8331</td><td>2.2622</td><td>2.8214</td><td>3.2498</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>1.3722</td><td>1.8125</td><td>2.2281</td><td>2.7638</td><td>3.1893</td></tr></tbody></table>		Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555	2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250	3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041	5	0.7207	1.4759	2.0150	2.5706	3.3645	4.0321	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	7	0.7111	1.4149	1.8945	2.3645	2.9979	3.4995	8	0.7064	1.3988	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1893
Grados de libertad	0.25			0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000			3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555																																																																								
2	0.8165			1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250																																																																								
3	0.7649			1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408																																																																								
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041																																																																										
5	0.7207	1.4759	2.0150	2.5706	3.3645	4.0321																																																																										
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074																																																																										
7	0.7111	1.4149	1.8945	2.3645	2.9979	3.4995																																																																										
8	0.7064	1.3988	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554																																																																										
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498																																																																										
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1893																																																																										
Valor de T calculado (tc)	-0.816																																																																															
G.L	8.000																																																																															
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																															

Conclusión

$|t_c| = 0.816 \leq T_t = 2.306$

Consistente

Anexo N° 8: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Velocidad del viento m/seg)

Velocidad del viento (m/seg)

Año	Mes	Item (t)	V. Viento = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	V. Viento = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	2.89	2.89	2020	ENE.	61	2.67	162.73
2015	FEB.	2	2.17	4.34	2020	FEB.	62	2.00	124.22
2015	MAR.	3	2.09	6.28	2020	MAR.	63	1.82	114.42
2015	ABR.	4	1.77	7.07	2020	ABR.	64	1.87	119.47
2015	MAY.	5	1.86	9.29	2020	MAY.	65	1.83	118.89
2015	JUN.	6	1.83	11.00	2020	JUN.	66	1.94	128.04
2015	JUL.	7	2.06	14.45	2020	JUL.	67	1.91	128.16
2015	AGO.	8	2.20	17.63	2020	AGO.	68	2.07	141.05
2015	SET.	9	2.20	19.80	2020	SET.	69	2.28	157.55
2015	OCT.	10	2.06	20.65	2020	OCT.	70	2.27	158.74
2015	NOV.	11	2.11	23.25	2020	NOV.	71	2.10	149.10
2015	DIC.	12	2.32	27.79	2020	DIC.	72	2.00	144.00
2016	ENE	13	2.39	31.12	2021	ENE	73	2.46	179.91
2016	FEB	14	1.94	27.15	2021	FEB	74	1.95	144.30
2016	MAR	15	1.67	25.02	2021	MAR	75	1.78	133.55
2016	ABR	16	1.83	29.28	2021	ABR	76	1.66	126.41
2016	MAY	17	1.76	29.89	2021	MAY	77	1.65	126.68
2016	JUN	18	1.89	33.96	2021	JUN	78	1.72	134.42
2016	JUL	19	1.96	37.33	2021	JUL	79	2.02	159.27
2016	AGO	20	2.08	41.61	2021	AGO	80	1.98	158.71
2016	SET	21	2.16	45.43	2021	SET	81	2.16	174.96
2016	OCT	22	2.05	45.14	2021	OCT	82	1.89	154.74
2016	NOV	23	2.13	49.07	2021	NOV	83	1.86	154.38
2016	DIC	24	1.10	26.32	2021	DIC	84	1.96	164.75
2017	ENE	25	2.47	61.77	2022	ENE	85	2.45	207.84
2017	FEB	26	1.84	47.82	2022	FEB	86	1.94	167.09
2017	MAR	27	1.72	46.51	2022	MAR	87	1.87	163.05
2017	ABR	28	1.64	46.01	2022	ABR	88	1.58	139.04
2017	MAY	29	1.57	45.46	2022	MAY	89	1.44	127.76
2017	JUN	30	1.55	46.50	2022	JUN	90	1.49	133.80
2017	JUL	31	1.86	57.60	2022	JUL	91	1.85	168.79
2017	AGO	32	2.01	64.31	2022	AGO	92	2.15	197.95
2017	SET	33	2.00	65.89	2022	SET	93	2.03	188.48
2017	OCT	34	2.05	69.86	2022	OCT	94	2.01	188.61
2017	NOV	35	1.98	69.42	2022	NOV	95	2.05	195.07
2017	DIC	36	2.04	73.28	2022	DIC	96	2.04	195.72
2018	ENE	37	2.44	90.11	2023	ENE	97	2.59	251.57
2018	FEB	38	2.06	78.17	2023	FEB	98	2.03	198.45
2018	MAR	39	2.22	86.55	2023	MAR	99	1.64	161.91
2018	ABR	40	2.08	83.07	2023	ABR	100	1.52	152.33
2018	MAY	41	1.86	76.31	2023	MAY	101	1.49	150.20
2018	JUN	42	1.99	83.72	2023	JUN	102	1.58	161.16
2018	JUL	43	2.02	86.69	2023	JUL	103	1.76	181.08
2018	AGO	44	2.15	94.53	2023	AGO	104	1.86	193.91
2018	SET	45	2.36	106.35	2023	SET	105	2.01	211.40
2018	OCT	46	2.29	105.21	2023	OCT	106	1.91	202.77
2018	NOV	47	2.06	96.66	2023	NOV	107	1.95	209.01
2018	DIC	48	2.05	98.17	2023	DIC	108	2.00	216.35
2019	ENE	49	2.40	117.76	2024	ENE	109	1.71	186.05
2019	FEB	50	1.75	87.50	2024	FEB	110	1.65	181.78
2019	MAR	51	1.88	95.75	2024	MAR	111	1.42	157.98
2019	ABR	52	1.96	102.09	2024	ABR	112	1.62	180.88
2019	MAY	53	1.98	104.97	2024	MAY	113	1.51	170.30
2019	JUN	54	2.03	109.44	2024	JUN	114	1.64	187.07
2019	JUL	55	2.02	111.06	2024	JUL	115	1.98	228.22
2019	AGO	56	2.09	117.24	2024	AGO	116	1.98	229.66
2019	SET	57	2.39	136.42	2024	SET	117	1.90	222.77
2019	OCT	58	2.23	129.10	2024	OCT	118	1.75	206.34
2019	NOV	59	2.26	133.14	2024	NOV	119	1.89	225.49
2019	DIC	60	2.19	131.42	2024	DIC	120	1.93	232.05

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	50.00	T. muestra	70.00
Media	2.02	Media	1.93
D. estandar	0.28	D. estandar	0.26
G.L	49.00	G.L	69.00
Varianza	0.08	Varianza	0.07

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	2.020	1.930
Varianza	0.081	0.069
Observaciones	50.000	70.000
Varianza agrupada	0.074	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	1.777	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión		
$ t_c = 1.777 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	2.020	1.930
Varianza	0.081	0.069
Observaciones	50.000	70.000
Grados de libertad	49.000	69.000
Valor de F calculado (Fc)	1.173	
Valor de F tabular (Ft)	1.536	
Conclusión		
$ F_c = 1.173 \leq F_t = 1.536$		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
Promedio	60.50	1.97	116.43
Desviacion	34.79	0.42	65.08
N	120		
R	-0.178221436		
Valor de T calculado (tc)	-1.967478878		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión $t_c = 1.974 \leq T_t = 1.980$ Consistente			

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	25.57	25.57
2016	2	22.97	45.93
2017	3	22.73	68.20
2018	4	25.56	102.24
2019	5	25.18	125.90
2020	6	24.76	148.57
2021	7	23.10	161.67
2022	8	22.90	183.17
2023	9	22.35	201.15
2024	10	20.99	209.91

Prueba de T de Student	Ítem (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																													
Promedio	5.50	23.61	127.23																																																																													
Desviación	3.03	1.56	65.09																																																																													
N	10	Tabla t-Student  <table><thead><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>0.6772</td><td>0.6327</td><td>0.6171</td><td>0.5909</td><td>0.5659</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8163</td><td>0.5546</td><td>0.5200</td><td>0.4327</td><td>0.3645</td><td>0.3250</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7649</td><td>0.5377</td><td>0.5000</td><td>0.4599</td><td>0.3408</td><td>0.3008</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>0.5332</td><td>0.5118</td><td>0.4778</td><td>0.3489</td><td>0.3091</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7287</td><td>0.5309</td><td>0.5160</td><td>0.4850</td><td>0.3501</td><td>0.3107</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>0.5286</td><td>0.5193</td><td>0.4915</td><td>0.3527</td><td>0.3126</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7077</td><td>0.5267</td><td>0.5224</td><td>0.4973</td><td>0.3556</td><td>0.3146</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7000</td><td>0.5250</td><td>0.5252</td><td>0.5033</td><td>0.3586</td><td>0.3167</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>0.5236</td><td>0.5281</td><td>0.5092</td><td>0.3617</td><td>0.3188</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>0.5224</td><td>0.5309</td><td>0.5151</td><td>0.3648</td><td>0.3209</td></tr></tbody></table>		Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	0.6772	0.6327	0.6171	0.5909	0.5659	2	0.8163	0.5546	0.5200	0.4327	0.3645	0.3250	3	0.7649	0.5377	0.5000	0.4599	0.3408	0.3008	4	0.7407	0.5332	0.5118	0.4778	0.3489	0.3091	5	0.7287	0.5309	0.5160	0.4850	0.3501	0.3107	6	0.7176	0.5286	0.5193	0.4915	0.3527	0.3126	7	0.7077	0.5267	0.5224	0.4973	0.3556	0.3146	8	0.7000	0.5250	0.5252	0.5033	0.3586	0.3167	9	0.7027	0.5236	0.5281	0.5092	0.3617	0.3188	10	0.6998	0.5224	0.5309	0.5151	0.3648	0.3209
Grados de libertad	0.25			0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000			0.6772	0.6327	0.6171	0.5909	0.5659																																																																								
2	0.8163			0.5546	0.5200	0.4327	0.3645	0.3250																																																																								
3	0.7649			0.5377	0.5000	0.4599	0.3408	0.3008																																																																								
4	0.7407	0.5332	0.5118	0.4778	0.3489	0.3091																																																																										
5	0.7287	0.5309	0.5160	0.4850	0.3501	0.3107																																																																										
6	0.7176	0.5286	0.5193	0.4915	0.3527	0.3126																																																																										
7	0.7077	0.5267	0.5224	0.4973	0.3556	0.3146																																																																										
8	0.7000	0.5250	0.5252	0.5033	0.3586	0.3167																																																																										
9	0.7027	0.5236	0.5281	0.5092	0.3617	0.3188																																																																										
10	0.6998	0.5224	0.5309	0.5151	0.3648	0.3209																																																																										
R	-0.557																																																																															
Valor de T calculado (tc)	-1.896																																																																															
G.L	8.000																																																																															
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																															
Conclusión $t_c = 1.896 \leq T_t = 2.306$ Consistente																																																																																

Anexo N° 9: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Lisímetro mm)

Evapotranspiración de referencia (lisímetro mm)

Año	Mes	Item (t)	mm = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	mm = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	3.79	3.79	2020	ENE.	61	3.72	226.96
2015	FEB.	2	4.15	8.29	2020	FEB.	62	3.26	202.39
2015	MAR.	3	4.12	12.36	2020	MAR.	63	3.85	242.65
2015	ABR.	4	4.21	16.85	2020	ABR.	64	4.26	272.43
2015	MAY.	5	3.53	17.63	2020	MAY.	65	4.33	281.60
2015	JUN.	6	2.80	16.78	2020	JUN.	66	3.44	226.82
2015	JUL.	7	2.96	20.73	2020	JUL.	67	3.35	224.13
2015	AGO.	8	2.76	22.06	2020	AGO.	68	4.47	303.81
2015	SET.	9	2.95	26.55	2020	SET.	69	3.99	275.08
2015	OCT.	10	3.04	30.39	2020	OCT.	70	4.43	310.26
2015	NOV.	11	2.97	32.67	2020	NOV.	71	4.26	302.22
2015	DIC.	12	3.14	37.70	2020	DIC.	72	4.14	298.22
2016	ENE	13	3.69	48.02	2021	ENE	73	4.00	292.00
2016	FEB	14	4.03	56.42	2021	FEB	74	4.21	311.33
2016	MAR	15	3.50	52.50	2021	MAR	75	2.81	210.73
2016	ABR	16	4.38	70.08	2021	ABR	76	3.61	274.36
2016	MAY	17	3.00	51.05	2021	MAY	77	2.08	160.46
2016	JUN	18	2.94	52.98	2021	JUN	78	2.63	205.14
2016	JUL	19	2.64	50.14	2021	JUL	79	2.63	207.44
2016	AGO	20	2.45	49.10	2021	AGO	80	2.35	188.13
2016	SET	21	2.27	47.67	2021	SET	81	2.84	230.31
2016	OCT	22	2.20	48.40	2021	OCT	82	3.10	253.94
2016	NOV	23	2.36	54.36	2021	NOV	83	3.37	279.71
2016	DIC	24	3.06	73.39	2021	DIC	84	4.19	351.99
2017	ENE	25	3.03	75.65	2022	ENE	85	4.06	345.21
2017	FEB	26	4.09	106.23	2022	FEB	86	4.04	347.38
2017	MAR	27	4.50	121.59	2022	MAR	87	4.59	399.64
2017	ABR	28	3.17	88.76	2022	ABR	88	4.42	388.96
2017	MAY	29	2.79	80.92	2022	MAY	89	4.50	400.79
2017	JUN	30	2.28	68.30	2022	JUN	90	4.61	414.60
2017	JUL	31	2.20	68.10	2022	JUL	91	4.55	414.20
2017	AGO	32	2.49	79.69	2022	AGO	92	4.54	417.26
2017	SET	33	2.22	73.26	2022	SET	93	4.42	411.06
2017	OCT	34	2.40	81.71	2022	OCT	94	4.53	425.43
2017	NOV	35	2.38	83.18	2022	NOV	95	4.42	419.58
2017	DIC	36	2.79	100.34	2022	DIC	96	4.53	434.48
2018	ENE	37	3.34	123.53	2023	ENE	97	4.42	428.36
2018	FEB	38	4.05	154.04	2023	FEB	98	3.20	313.60
2018	MAR	39	3.48	135.87	2023	MAR	99	3.12	308.82
2018	ABR	40	3.12	124.67	2023	ABR	100	3.27	326.67
2018	MAY	41	3.28	134.64	2023	MAY	101	4.01	405.30
2018	JUN	42	2.79	117.18	2023	JUN	102	4.60	469.54
2018	JUL	43	2.74	117.90	2023	JUL	103	4.49	462.17
2018	AGO	44	2.55	112.27	2023	AGO	104	3.65	379.43
2018	SET	45	2.53	113.70	2023	SET	105	3.85	404.60
2018	OCT	46	2.60	119.60	2023	OCT	106	3.83	405.54
2018	NOV	47	2.66	125.18	2023	NOV	107	3.48	372.72
2018	DIC	48	3.44	164.90	2023	DIC	108	4.12	444.54
2019	ENE	49	3.50	171.50	2024	ENE	109	3.94	428.97
2019	FEB	50	3.99	199.46	2024	FEB	110	4.11	451.79
2019	MAR	51	3.88	197.91	2024	MAR	111	3.72	412.85
2019	ABR	52	3.55	184.60	2024	ABR	112	4.00	448.00
2019	MAY	53	3.92	207.90	2024	MAY	113	3.46	390.76
2019	JUN	54	3.14	169.56	2024	JUN	114	3.10	353.78
2019	JUL	55	4.15	228.52	2024	JUL	115	3.44	395.45
2019	AGO	56	4.28	239.90	2024	AGO	116	3.38	392.15
2019	SET	57	4.20	239.40	2024	SET	117	3.22	376.74
2019	OCT	58	4.17	242.10	2024	OCT	118	2.76	326.21
2019	NOV	59	4.13	243.87	2024	NOV	119	3.19	379.61
2019	DIC	60	4.10	246.19	2024	DIC	120	4.02	481.94

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	62.00	T. muestra	58.00
Media	3.26	Media	3.79
D. estandar	0.67	D. estandar	0.65
G.L	61.00	G.L	57.00
Varianza	0.45	Varianza	0.42

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	3.256	3.791
Varianza	0.454	0.417
Observaciones	62.000	58.000
Varianza agrupada	0.436	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	4.437	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión $ t_c = 4.437 \geq T_t = 1.980$		
		inconsistente

En este caso se presenta inconsistencia por lo que se debe realizar una corrección de información

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	3.256	3.791
Varianza	0.454	0.417
Observaciones	62.000	58.000
Grados de libertad	61.000	57.000
Valor de F calculado (Fc)	1.087	
Valor de F tabular (Ft)	1.543	
Conclusión $ F_c = 1.087 \leq F_t = 1.536$		
		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
Promedio	60.50	3.51	221.27
Desviacion	34.79	0.71	143.36
N	120		
R	0.349206507		
Valor de T calculado (tc)	4.048205182		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión $t_c = 4.048 \geq T_t = 1.980$ inconsistente			

En este caso se presenta inconsistencia por lo que se debe realizar una corrección de información

- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	40.41	40.41
2016	2	36.53	73.07
2017	3	34.33	102.98
2018	4	36.59	146.34
2019	5	47.03	235.16
2020	6	47.49	284.96
2021	7	37.82	264.73
2022	8	53.20	425.60
2023	9	46.03	414.29
2024	10	42.33	423.33

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																													
Promedio	5.50	42.18	241.09																																																																													
Desviacion	3.03	6.10	147.70																																																																													
N	10	Tabla t-Student <table><thead><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>0.6777</td><td>0.5137</td><td>0.7062</td><td>1.8210</td><td>2.0150</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8163</td><td>0.4851</td><td>0.3982</td><td>0.5591</td><td>1.6985</td><td>1.9247</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7648</td><td>0.4377</td><td>0.3534</td><td>0.5182</td><td>1.5497</td><td>1.8408</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>0.4129</td><td>0.3362</td><td>0.4973</td><td>1.5266</td><td>1.8014</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7267</td><td>0.3982</td><td>0.3235</td><td>0.4826</td><td>1.4760</td><td>1.7599</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>0.3900</td><td>0.3153</td><td>0.4759</td><td>1.4427</td><td>1.7274</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>0.3845</td><td>0.3093</td><td>0.4709</td><td>1.4149</td><td>1.6979</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>0.3805</td><td>0.3055</td><td>0.4671</td><td>1.3958</td><td>1.6774</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>0.3772</td><td>0.3026</td><td>0.4645</td><td>1.3763</td><td>1.6579</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>0.3745</td><td>0.3001</td><td>0.4621</td><td>1.3581</td><td>1.6393</td></tr></tbody></table>		Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	0.6777	0.5137	0.7062	1.8210	2.0150	2	0.8163	0.4851	0.3982	0.5591	1.6985	1.9247	3	0.7648	0.4377	0.3534	0.5182	1.5497	1.8408	4	0.7407	0.4129	0.3362	0.4973	1.5266	1.8014	5	0.7267	0.3982	0.3235	0.4826	1.4760	1.7599	6	0.7176	0.3900	0.3153	0.4759	1.4427	1.7274	7	0.7111	0.3845	0.3093	0.4709	1.4149	1.6979	8	0.7064	0.3805	0.3055	0.4671	1.3958	1.6774	9	0.7027	0.3772	0.3026	0.4645	1.3763	1.6579	10	0.6998	0.3745	0.3001	0.4621	1.3581	1.6393
Grados de libertad	0.25			0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000			0.6777	0.5137	0.7062	1.8210	2.0150																																																																								
2	0.8163			0.4851	0.3982	0.5591	1.6985	1.9247																																																																								
3	0.7648			0.4377	0.3534	0.5182	1.5497	1.8408																																																																								
4	0.7407	0.4129	0.3362	0.4973	1.5266	1.8014																																																																										
5	0.7267	0.3982	0.3235	0.4826	1.4760	1.7599																																																																										
6	0.7176	0.3900	0.3153	0.4759	1.4427	1.7274																																																																										
7	0.7111	0.3845	0.3093	0.4709	1.4149	1.6979																																																																										
8	0.7064	0.3805	0.3055	0.4671	1.3958	1.6774																																																																										
9	0.7027	0.3772	0.3026	0.4645	1.3763	1.6579																																																																										
10	0.6998	0.3745	0.3001	0.4621	1.3581	1.6393																																																																										
R	0.493412166																																																																															
Valor de T calculado (tc)	1.60449226																																																																															
G.L	8																																																																															
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																															

Conclusión

$|t_c| = 1.896 \leq T_t = 2.306$

Consistente

Se corrige la información del grupo 2 debido a que presenta ya que es la que presenta el periodo dudoso

Anexo N° 10: Análisis estadísticos de saltos y tendencias (Lisímetro corregido mm)

Evapotranspiración de referencia (lisímetro corregido mm)

Año	Mes	Item (t)	mm = Tm	t*Tm	Año	Mes	Item (t)	mm = Tm	t*Tm
2015	ENE.	1	3.79	3.79	2020	ENE.	61	3.72	226.96
2015	FEB.	2	4.15	8.29	2020	FEB.	62	3.26	202.39
2015	MAR.	3	4.12	12.36	2020	MAR.	63	3.32	209.10
2015	ABR.	4	4.21	16.85	2020	ABR.	64	3.74	239.45
2015	MAY.	5	3.53	17.63	2020	MAY.	65	3.82	248.32
2015	JUN.	6	2.80	16.78	2020	JUN.	66	2.89	190.50
2015	JUL.	7	2.96	20.73	2020	JUL.	67	2.79	186.99
2015	AGO.	8	2.76	22.06	2020	AGO.	68	3.96	269.38
2015	SET.	9	2.95	26.55	2020	SET.	69	3.46	238.73
2015	OCT.	10	3.04	30.39	2020	OCT.	70	3.92	274.72
2015	NOV.	11	2.97	32.67	2020	NOV.	71	3.74	265.64
2015	DIC.	12	3.14	37.70	2020	DIC.	72	3.62	260.77
2016	ENE.	13	3.69	48.02	2021	ENE.	73	3.47	253.59
2016	FEB.	14	4.03	56.42	2021	FEB.	74	3.69	273.04
2016	MAR.	15	3.50	52.50	2021	MAR.	75	2.23	167.44
2016	ABR.	16	4.38	70.08	2021	ABR.	76	3.07	233.10
2016	MAY.	17	3.00	51.05	2021	MAY.	77	1.48	113.62
2016	JUN.	18	2.94	52.98	2021	JUN.	78	2.05	159.52
2016	JUL.	19	2.64	50.14	2021	JUL.	79	2.04	161.22
2016	AGO.	20	2.45	49.10	2021	AGO.	80	1.75	140.38
2016	SET.	21	2.27	47.67	2021	SET.	81	2.27	183.67
2016	OCT.	22	2.20	48.40	2021	OCT.	82	2.53	207.61
2016	NOV.	23	2.36	54.36	2021	NOV.	83	2.82	233.79
2016	DIC.	24	3.06	73.39	2021	DIC.	84	3.67	308.47
2017	ENE.	25	3.03	75.65	2022	ENE.	85	3.54	300.70
2017	FEB.	26	4.09	106.23	2022	FEB.	86	3.51	302.27
2017	MAR.	27	4.50	121.59	2022	MAR.	87	4.09	356.07
2017	ABR.	28	3.17	88.76	2022	ABR.	88	3.91	344.23
2017	MAY.	29	2.79	80.92	2022	MAY.	89	4.00	355.87
2017	JUN.	30	2.28	68.30	2022	JUN.	90	4.11	369.58
2017	JUL.	31	2.20	68.10	2022	JUL.	91	4.05	368.46
2017	AGO.	32	2.49	79.69	2022	AGO.	92	4.03	370.96
2017	SET.	33	2.22	73.26	2022	SET.	93	3.91	363.79
2017	OCT.	34	2.40	81.71	2022	OCT.	94	4.02	378.08
2017	NOV.	35	2.38	83.18	2022	NOV.	95	3.91	371.29
2017	DIC.	36	2.79	100.34	2022	DIC.	96	4.02	386.12
2018	ENE.	37	3.34	123.53	2023	ENE.	97	3.91	379.05
2018	FEB.	38	4.05	154.04	2023	FEB.	98	2.64	258.67
2018	MAR.	39	3.48	135.87	2023	MAR.	99	2.56	252.99
2018	ABR.	40	3.12	124.67	2023	ABR.	100	2.71	270.90
2018	MAY.	41	3.28	134.64	2023	MAY.	101	3.49	352.21
2018	JUN.	42	2.79	117.18	2023	JUN.	102	4.10	418.50
2018	JUL.	43	2.74	117.90	2023	JUL.	103	3.98	410.12
2018	AGO.	44	2.55	112.27	2023	AGO.	104	3.11	323.14
2018	SET.	45	2.53	113.70	2023	SET.	105	3.32	348.69
2018	OCT.	46	2.60	119.60	2023	OCT.	106	3.29	348.96
2018	NOV.	47	2.66	125.18	2023	NOV.	107	2.93	314.04
2018	DIC.	48	3.44	164.90	2023	DIC.	108	3.59	388.25
2019	ENE.	49	3.50	171.50	2024	ENE.	109	3.41	371.31
2019	FEB.	50	3.99	199.46	2024	FEB.	110	3.59	394.41
2019	MAR.	51	3.88	197.91	2024	MAR.	111	3.18	353.10
2019	ABR.	52	3.55	184.60	2024	ABR.	112	3.47	389.06
2019	MAY.	53	3.92	207.90	2024	MAY.	113	2.91	328.67
2019	JUN.	54	3.14	169.56	2024	JUN.	114	2.54	289.41
2019	JUL.	55	4.15	228.52	2024	JUL.	115	2.89	332.17
2019	AGO.	56	4.28	239.90	2024	AGO.	116	2.83	328.04
2019	SET.	57	4.20	239.40	2024	SET.	117	2.66	311.26
2019	OCT.	58	4.17	242.10	2024	OCT.	118	2.19	257.87
2019	NOV.	59	4.13	243.87	2024	NOV.	119	2.63	312.86
2019	DIC.	60	4.10	246.19	2024	DIC.	120	3.49	418.87

a) **Análisis de saltos**

- Consistencia de la media

PERIODO 01		PERIODO 02	
T. muestra	62.00	T. muestra	58.00
Media	3.26	Media	3.26
D. estandar	0.67	D. estandar	0.67
G.L	61.00	G.L	57.00
Varianza	0.45	Varianza	0.45

Prueba de T de student

Prueba de T de Student	Variable 1	Variable 2
Media	3.256	3.256
Varianza	0.454	0.454
Observaciones	62.000	58.000
Varianza agrupada	0.454	
Diferencia hipotética de las medias	0.000	
Grados de libertad	118.000	
Valor de T calculado (tc)	-1.08E-14	
Valor de T tabular (Tt)	1.980	
Conclusión $ t_c = 1.08E - 14 \leq T_t = 1.980$		Consistente

- Consistencia de la desviación estándar

Prueba de F de Fisher	Variable 1	Variable 2
Media	3.256	3.256
Varianza	0.454	0.454
Observaciones	62.000	58.000
Grados de libertad	61.000	57.000
Valor de F calculado (Fc)	1.000	
Valor de F tabular (Ft)	1.543	
Conclusión $ F_c = 1.000 \leq F_t = 1.543$		Consistente

b) **Análisis de tendencias**

- Tendencia de la media

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
Promedio	60.50	3.26	197.59
Desviacion	34.79	0.67	121.84
N	120		
R	0.025497504		
Valor de T calculado (tc)	0.277063862		
G.L	118		
Valor de T tabular (Tt)	1.980272249		
Conclusión $ F_c = 0.277 < F_t = 1.980$		Consistente	

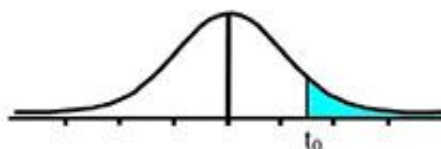
- Tendencia de la desviación estándar (dispersión para periodo anual)

Año	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp
2015	1	40.41	40.41
2016	2	36.53	73.07
2017	3	34.33	102.98
2018	4	36.59	146.34
2019	5	47.03	235.16
2020	6	42.25	253.51
2021	7	31.07	217.47
2022	8	47.11	376.86
2023	9	39.63	356.70
2024	10	35.78	357.76

Prueba de T de Student	Item (t)	Datos (Sp)	t*Sp																																																																													
Promedio	5.50	39.07	216.03																																																																													
Desviacion	3.03	5.27	123.12																																																																													
N	10	 Tabla t-Student <table><tr><th>Grados de libertad</th><th>0.25</th><th>0.1</th><th>0.05</th><th>0.025</th><th>0.01</th><th>0.005</th></tr><tr><td>1</td><td>1.0000</td><td>3.0777</td><td>6.3137</td><td>12.7062</td><td>31.8210</td><td>63.6555</td></tr><tr><td>2</td><td>0.8165</td><td>1.8856</td><td>2.9200</td><td>4.3027</td><td>6.9645</td><td>9.9250</td></tr><tr><td>3</td><td>0.7649</td><td>1.6377</td><td>2.3534</td><td>3.1824</td><td>5.8409</td><td>8.4513</td></tr><tr><td>4</td><td>0.7407</td><td>1.5332</td><td>2.1318</td><td>2.7765</td><td>5.1915</td><td>7.1714</td></tr><tr><td>5</td><td>0.7287</td><td>1.4759</td><td>2.0150</td><td>2.5758</td><td>4.7791</td><td>6.6079</td></tr><tr><td>6</td><td>0.7176</td><td>1.4398</td><td>1.9432</td><td>2.4479</td><td>4.5568</td><td>6.3138</td></tr><tr><td>7</td><td>0.7111</td><td>1.4149</td><td>1.8946</td><td>2.3646</td><td>4.3981</td><td>6.1626</td></tr><tr><td>8</td><td>0.7064</td><td>1.3984</td><td>1.8595</td><td>2.3060</td><td>4.2968</td><td>6.0591</td></tr><tr><td>9</td><td>0.7027</td><td>1.3850</td><td>1.8331</td><td>2.2622</td><td>4.2141</td><td>5.9646</td></tr><tr><td>10</td><td>0.6998</td><td>1.3722</td><td>1.8125</td><td>2.2281</td><td>4.1439</td><td>5.8812</td></tr></table>		Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555	2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250	3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	5.8409	8.4513	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	5.1915	7.1714	5	0.7287	1.4759	2.0150	2.5758	4.7791	6.6079	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4479	4.5568	6.3138	7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	4.3981	6.1626	8	0.7064	1.3984	1.8595	2.3060	4.2968	6.0591	9	0.7027	1.3850	1.8331	2.2622	4.2141	5.9646	10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	4.1439	5.8812
Grados de libertad	0.25			0.1	0.05	0.025	0.01	0.005																																																																								
1	1.0000			3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6555																																																																								
2	0.8165			1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250																																																																								
3	0.7649			1.6377	2.3534	3.1824	5.8409	8.4513																																																																								
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	5.1915	7.1714																																																																										
5	0.7287	1.4759	2.0150	2.5758	4.7791	6.6079																																																																										
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4479	4.5568	6.3138																																																																										
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	4.3981	6.1626																																																																										
8	0.7064	1.3984	1.8595	2.3060	4.2968	6.0591																																																																										
9	0.7027	1.3850	1.8331	2.2622	4.2141	5.9646																																																																										
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	4.1439	5.8812																																																																										
R	0.070579312																																																																															
Valor de T calculado (tc)	0.200127525																																																																															
G.L	8																																																																															
Valor de T tabular (Tt)	2.306																																																																															
Conclusión $t_c = 0.200 \leq T_t = 2.306$ Consistente																																																																																

Anexo N° 11: Tabla de t - Student

Tabla t -Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

Continuación...

50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

*Anexo N° 12: 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.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Latitud Sur	Jul	Ago.	Set.	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	11.8	13.6	15.2	16.0	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	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42°	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.9	11.1	9.8	9.1
40°	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35°	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30°	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25°	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20°	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15°	11.3	11.6	12.0	12.5	12.3	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10°	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5°	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	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

Fuente (Vasquez V et al., 2017)

Anexo N° 13: Factor de Evapotranspiración potencial (MF) mm/mes

Lat Sur	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	2.788	2.117	2.354	2.197	2.137	1.990	2.091	2.216	2.256	2.358	2.234	2.265
2	2.371	2.136	2.357	2.182	2.108	1.956	2.050	2.194	2.251	2.372	2.263	2.301
3	2.353	2.154	2.360	2.167	2.079	1.922	2.026	2.172	2.246	2.386	2.290	2.337
4	2.385	2.172	2.362	2.151	2.050	1.888	1.995	2.150	2.240	2.398	2.318	2.372
5	2.416	2.189	2.363	2.134	2.020	1.854	1.960	2.126	2.234	2.411	2.345	2.407
6	2.447	2.050	2.363	2.117	1.980	1.820	1.976	2.103	2.226	2.422	2.371	2.442
7	2.478	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	1.893	2.078	2.218	2.233	2.397	2.476
8	2.508	2.237	2.362	2.081	1.927	1.750	1.858	2.054	2.210	2.443	2.423	2.510
9	2.538	2.251	2.360	2.062	1.896	1.715	1.824	2.028	2.201	2.453	2.448	2.544
10	2.567	2.266	2.357	2.043	1.864	1.679	1.789	2.003	2.191	2.462	2.473	2.577
11	2.596	2.279	2.354	2.023	1.832	1.644	1.754	1.976	2.180	2.470	2.497	2.610
12	2.625	2.292	2.350	2.002	1.799	1.608	1.719	1.950	2.169	2.477	2.520	2.643
13	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.572	1.684	1.922	2.157	2.464	2.543	2.675
14	2.680	2.317	2.340	1.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.490	2.566	2.706
15	2.707	2.326	2.334	2.937	1.700	1.500	1.612	1.867	2.131	2.496	2.588	2.738
16	2.734	2.339	2.317	1.914	1.666	1.464	1.576	1.838	2.117	2.500	2.610	2.769
17	2.760	2.349	2.319	1.891	1.632	1.427	1.540	1.809	2.103	2.504	2.631	2.799
18	2.785	2.359	2.311	1.867	1.598	1.391	1.504	1.780	2.068	2.508	2.651	2.830
19	2.811	2.368	2.302	1.843	1.564	1.354	1.467	1.750	2.072	2.510	2.671	2.859

Fuente (Vasquez V et al., 2017)

Anexo N° 14: La radiación extraterrestre (Ra) expresada en equivalente de evaporación mm/día

Hemisferio Norte												Lat	Hemisferio Sur											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48°	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46°	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44°	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42°	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40°	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38°	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36°	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.6	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.4	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34°	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32°	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.6	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30°	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28°	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26°	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24°	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22°	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20°	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18°	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16°	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	11.4	14°	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12°	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10°	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8°	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.5	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6°	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4°	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.0	15.0	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2°	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0°	15.0	15.2	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

Fuente (Vasquez V et al., 2017)

Anexo N° 15: Factor de ajuste, en función a las horas de sol efectiva, humedad relativa y velocidad de viento

Lat	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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
-5	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28
-10	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29
-15	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29
-20	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30
-25	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31
-30	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.24	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32
-35	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22	0.23	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32
-40	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21	0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.34
-42	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.34
-44	0.34	0.31	0.28	0.25	0.11	0.20	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.35
-46	0.34	0.32	0.28	0.24	0.21	0.20	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.35
-48	0.35	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36
-50	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36
-52	0.36	0.33	0.28	0.24	0.20	0.17	0.19	0.22	0.27	0.31	0.35	0.37
-54	0.37	0.33	0.28	0.23	0.19	0.17	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.38
-56	0.38	0.33	0.28	0.23	0.18	0.16	0.17	0.21	0.26	0.32	0.36	0.39
-58	0.39	0.34	0.28	0.23	0.18	0.15	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.40
-60	0.40	0.34	0.28	0.22	0.17	0.13	0.15	0.20	0.26	0.32	0.38	0.41

Fuente: (More, 2021)

Anexo N° 16: Método lisimétrico

Método Lisimetro						Método Lisimetro					
Año	Mes	Item (t)	Eto (mm/día)	Días	Eto (mm/mes)	Año	Mes	Item (t)	Eto (mm/día)	Días	Eto (mm/mes)
2015	ENE.	1	3.79	31.00	117.50	2020	ENE.	61	3.72	31.00	115.34
2015	FEB.	2	4.15	28.00	116.10	2020	FEB.	62	3.26	29.00	94.66
2015	MAR.	3	4.12	31.00	127.72	2020	MAR.	63	3.32	31.00	102.89
2015	ABR.	4	4.21	30.00	126.40	2020	ABR.	64	3.74	30.00	112.24
2015	MAY.	5	3.53	31.00	109.30	2020	MAY.	65	3.82	31.00	118.43
2015	JUN.	6	2.80	30.00	83.90	2020	JUN.	66	2.89	30.00	86.59
2015	JUL.	7	2.96	31.00	91.80	2020	JUL.	67	2.79	31.00	86.52
2015	AGO.	8	2.76	31.00	85.50	2020	AGO.	68	3.96	31.00	122.81
2015	SET.	9	2.95	30.00	88.50	2020	SET.	69	3.46	30.00	103.80
2015	OCT.	10	3.04	31.00	94.20	2020	OCT.	70	3.92	31.00	121.66
2015	NOV.	11	2.97	30.00	89.10	2020	NOV.	71	3.74	30.00	112.24
2015	DIC.	12	3.14	31.00	97.40	2020	DIC.	72	3.62	31.00	112.28
2016	ENE	13	3.69	31.00	114.50	2021	ENE	73	3.47	31.00	107.69
2016	FEB	14	4.03	29.00	116.86	2021	FEB	74	3.69	28.00	103.31
2016	MAR	15	3.50	31.00	108.50	2021	MAR	75	2.23	31.00	69.21
2016	ABR	16	4.38	30.00	131.40	2021	ABR	76	3.07	30.00	92.01
2016	MAY	17	3.00	31.00	93.10	2021	MAY	77	1.48	31.00	45.74
2016	JUN	18	2.94	30.00	88.30	2021	JUN	78	2.05	30.00	61.35
2016	JUL	19	2.64	31.00	81.80	2021	JUL	79	2.04	31.00	63.26
2016	AGO	20	2.45	31.00	76.10	2021	AGO	80	1.75	31.00	54.40
2016	SET	21	2.27	30.00	68.10	2021	SET	81	2.27	30.00	68.03
2016	OCT	22	2.20	31.00	68.20	2021	OCT	82	2.53	31.00	78.49
2016	NOV	23	2.36	30.00	70.90	2021	NOV	83	2.82	30.00	84.50
2016	DIC	24	3.06	31.00	94.80	2021	DIC	84	3.67	31.00	113.84
2017	ENE	25	3.03	31.00	93.80	2022	ENE	85	3.54	31.00	109.67
2017	FEB	26	4.09	28.00	114.40	2022	FEB	86	3.51	28.00	98.41
2017	MAR	27	4.50	31.00	139.60	2022	MAR	87	4.09	31.00	126.87
2017	ABR	28	3.17	30.00	95.10	2022	ABR	88	3.91	30.00	117.35
2017	MAY	29	2.79	31.00	86.50	2022	MAY	89	4.00	31.00	123.95
2017	JUN	30	2.28	30.00	68.30	2022	JUN	90	4.11	30.00	123.19
2017	JUL	31	2.20	31.00	68.10	2022	JUL	91	4.05	31.00	125.52
2017	AGO	32	2.49	31.00	77.20	2022	AGO	92	4.03	31.00	125.00
2017	SET	33	2.22	30.00	66.60	2022	SET	93	3.91	30.00	117.35
2017	OCT	34	2.40	31.00	74.50	2022	OCT	94	4.02	31.00	124.68
2017	NOV	35	2.38	30.00	71.30	2022	NOV	95	3.91	30.00	117.25
2017	DIC	36	2.79	31.00	86.40	2022	DIC	96	4.02	31.00	124.68
2018	ENE	37	3.34	31.00	103.50	2023	ENE	97	3.91	31.00	121.14
2018	FEB	38	4.05	28.00	113.50	2023	FEB	98	2.64	28.00	73.91
2018	MAR	39	3.48	31.00	108.00	2023	MAR	99	2.56	31.00	79.22
2018	ABR	40	3.12	30.00	93.50	2023	ABR	100	2.71	30.00	81.27
2018	MAY	41	3.28	31.00	101.80	2023	MAY	101	3.49	31.00	108.10
2018	JUN	42	2.79	30.00	83.70	2023	JUN	102	4.10	30.00	123.09
2018	JUL	43	2.74	31.00	85.00	2023	JUL	103	3.98	31.00	123.43
2018	AGO	44	2.55	31.00	79.10	2023	AGO	104	3.11	31.00	96.32
2018	SET	45	2.53	30.00	75.80	2023	SET	105	3.32	30.00	99.62
2018	OCT	46	2.60	31.00	80.60	2023	OCT	106	3.29	31.00	102.06
2018	NOV	47	2.66	30.00	79.90	2023	NOV	107	2.93	30.00	88.05
2018	DIC	48	3.44	31.00	106.50	2023	DIC	108	3.59	31.00	111.44
2019	ENE	49	3.50	31.00	108.50	2024	ENE	109	3.41	31.00	105.60
2019	FEB	50	3.99	28.00	111.70	2024	FEB	110	3.59	29.00	103.98
2019	MAR	51	3.88	31.00	120.30	2024	MAR	111	3.18	31.00	98.61
2019	ABR	52	3.55	30.00	106.50	2024	ABR	112	3.47	30.00	104.21
2019	MAY	53	3.92	31.00	121.60	2024	MAY	113	2.91	31.00	90.17
2019	JUN	54	3.14	30.00	94.20	2024	JUN	114	2.54	30.00	76.16
2019	JUL	55	4.15	31.00	128.80	2024	JUL	115	2.89	31.00	89.54
2019	AGO	56	4.28	31.00	132.80	2024	AGO	116	2.83	31.00	87.66
2019	SET	57	4.20	30.00	126.00	2024	SET	117	2.66	30.00	79.81
2019	OCT	58	4.17	31.00	129.40	2024	OCT	118	2.19	31.00	67.75
2019	NOV	59	4.13	30.00	124.00	2024	NOV	119	2.63	30.00	78.87
2019	DIC	60	4.10	31.00	127.20	2024	DIC	120	3.49	31.00	108.21

Anexo N° 17: Método Thornthwaite

Método Thornthwaite										Método Thornthwaite											
Año	Mes	Item	Tem Med	N	Días	i	l	a	Eo (mm/mes)	Eo (mm/día)	Año	Mes	Item	Tem Med	N	Días	i	l	a	Eo (mm/mes)	Eo (mm/día)
2015	ENE	1	27.55	12.24	31.00	13.25	150.18	3.73	162.35	5.24	2020	ENE	61	27.39	12.24	31.00	13.13	138.97	3.31	158.79	5.12
2015	FEB	2	27.65	12.24	28.00	13.32	150.18	3.73	148.53	5.30	2020	FEB	62	27.42	12.24	29.00	13.15	138.97	3.31	149.16	5.14
2015	MAR	3	27.45	12.10	31.00	13.18	150.18	3.73	158.25	5.10	2020	MAR	63	27.19	12.10	31.00	12.99	138.97	3.31	153.27	4.94
2015	ABR	4	27.16	12.03	30.00	12.96	150.18	3.73	146.24	4.87	2020	ABR	64	27.09	12.03	30.00	12.91	138.97	3.31	145.61	4.85
2015	MAY	5	27.41	11.96	31.00	13.14	150.18	3.73	155.44	5.01	2020	MAY	65	26.56	11.96	31.00	12.54	138.97	3.31	140.26	4.52
2015	JUN	6	26.47	11.89	30.00	12.47	150.18	3.73	131.35	4.38	2020	JUN	66	24.81	11.89	30.00	11.31	138.97	3.31	107.70	3.59
2015	JUL	7	26.04	11.89	31.00	12.16	150.18	3.73	127.66	4.12	2020	JUL	67	23.61	11.89	31.00	10.49	138.97	3.31	94.43	3.05
2015	AGO	8	24.65	11.96	31.00	11.19	150.18	3.73	104.70	3.38	2020	AGO	68	22.35	11.96	31.00	9.65	138.97	3.31	79.24	2.56
2015	SET	9	25.22	12.03	30.00	11.59	150.18	3.73	110.91	3.70	2020	SET	69	23.24	12.03	30.00	10.24	138.97	3.31	87.76	2.93
2015	OCT	10	25.46	12.17	31.00	11.76	150.18	3.73	120.26	3.88	2020	OCT	70	23.84	12.17	31.00	10.64	138.97	3.31	99.76	3.22
2015	NOV	11	26.05	12.24	30.00	12.17	150.18	3.73	127.47	4.25	2020	NOV	71	23.54	12.24	30.00	10.44	138.97	3.31	93.17	3.11
2015	DIC	12	27.19	12.31	31.00	12.99	150.18	3.73	155.37	5.01	2020	DIC	72	25.09	12.31	31.00	11.50	138.97	3.31	119.56	3.86
2016	ENE	13	27.50	12.24	31.00	13.21	143.31	3.46	161.16	5.20	2021	ENE	73	26.42	12.24	31.00	12.43	137.27	3.25	141.14	4.55
2016	FEB	14	27.54	12.24	29.00	13.24	143.31	3.46	151.50	5.22	2021	FEB	74	27.23	12.24	28.00	13.02	137.27	3.25	140.71	5.03
2016	MAR	15	27.68	12.10	31.00	13.34	143.31	3.46	162.96	5.26	2021	MAR	75	29.19	12.10	31.00	14.46	137.27	3.25	192.92	6.22
2016	ABR	16	27.04	12.03	30.00	12.88	143.31	3.46	144.63	4.82	2021	ABR	76	26.65	12.03	30.00	12.60	137.27	3.25	138.12	4.60
2016	MAY	17	26.49	11.96	31.00	12.49	143.31	3.46	138.43	4.47	2021	MAY	77	24.60	11.96	31.00	11.16	137.27	3.25	109.38	3.53
2016	JUN	18	25.50	11.89	30.00	11.78	143.31	3.46	116.66	3.89	2021	JUN	78	24.05	11.89	30.00	10.78	137.27	3.25	97.78	3.26
2016	JUL	19	24.87	11.89	31.00	11.35	143.31	3.46	110.56	3.57	2021	JUL	79	23.65	11.89	31.00	10.52	137.27	3.25	95.79	3.09
2016	AGO	20	23.88	11.96	31.00	10.67	143.31	3.46	96.66	3.12	2021	AGO	80	23.01	11.96	31.00	10.09	137.27	3.25	88.13	2.84
2016	SET	21	24.22	12.03	30.00	10.90	143.31	3.46	98.76	3.29	2021	SET	81	23.10	12.03	30.00	10.15	137.27	3.25	86.89	2.90
2016	OCT	22	23.90	12.17	31.00	10.68	143.31	3.46	98.64	3.18	2021	OCT	82	23.51	12.17	31.00	10.42	137.27	3.25	96.13	3.10
2016	NOV	23	23.82	12.24	30.00	10.63	143.31	3.46	94.86	3.16	2021	NOV	83	23.41	12.24	30.00	10.35	137.27	3.25	92.24	3.07
2016	DIC	24	26.03	12.31	31.00	12.15	143.31	3.46	133.98	4.32	2021	DIC	84	24.82	12.31	31.00	11.31	137.27	3.25	115.99	3.74
2017	ENE	25	26.75	12.24	31.00	12.67	138.56	3.29	146.91	4.74	2022	ENE	85	26.42	12.24	31.00	12.43	132.86	3.10	141.54	4.57
2017	FEB	26	27.05	12.24	28.00	12.89	138.56	3.29	137.74	4.92	2022	FEB	86	26.10	12.24	28.00	12.21	132.86	3.10	123.16	4.40
2017	MAR	27	26.92	12.10	31.00	12.79	138.56	3.29	148.35	4.79	2022	MAR	87	27.09	12.10	31.00	12.92	132.86	3.10	151.31	4.88
2017	ABR	28	27.08	12.03	30.00	12.91	138.56	3.29	145.49	4.85	2022	ABR	88	25.95	12.03	30.00	12.10	132.86	3.10	127.44	4.25
2017	MAY	29	26.53	11.96	31.00	12.51	138.56	3.29	139.63	4.50	2022	MAY	89	26.14	11.96	31.00	12.24	132.86	3.10	133.90	4.32
2017	JUN	30	25.08	11.89	30.00	11.49	138.56	3.29	111.75	3.73	2022	JUN	90	23.45	11.89	30.00	10.38	132.86	3.10	92.01	3.07
2017	JUL	31	23.32	11.89	31.00	10.29	138.56	3.29	90.89	2.93	2022	JUL	91	22.54	11.89	31.00	9.77	132.86	3.10	84.10	2.71
2017	AGO	32	23.32	11.96	31.00	10.29	138.56	3.29	91.42	2.95	2022	AGO	92	23.00	11.96	31.00	10.08	132.86	3.10	90.11	2.91
2017	SET	33	23.51	12.03	30.00	10.42	138.56	3.29	91.33	3.04	2022	SET	93	22.60	12.03	30.00	9.82	132.86	3.10	83.09	2.77
2017	OCT	34	23.71	12.17	31.00	10.56	138.56	3.29	98.26	3.17	2022	OCT	94	22.22	12.17	31.00	9.57	132.86	3.10	82.37	2.66
2017	NOV	35	22.92	12.24	30.00	10.02	138.56	3.29	85.48	2.85	2022	NOV	95	22.58	12.24	30.00	9.80	132.86	3.10	84.24	2.81
2017	DIC	36	25.41	12.31	31.00	11.72	138.56	3.29	124.73	4.02	2022	DIC	96	25.17	12.31	31.00	11.55	132.86	3.10	122.54	3.95
2018	ENE	37	26.30	12.24	31.00	12.35	136.59	3.22	139.28	4.49	2023	ENE	97	26.78	12.24	31.00	12.69	151.34	3.78	145.78	4.70
2018	FEB	38	26.87	12.24	28.00	12.75	136.59	3.22	134.71	4.81	2023	FEB	98	27.20	12.24	28.00	12.99	151.34	3.78	139.50	4.98
2018	MAR	39	27.10	12.10	31.00	12.92	136.59	3.22	151.62	4.89	2023	MAR	99	27.07	12.10	31.00	12.90	151.34	3.78	150.09	4.84
2018	ABR	40	26.96	12.03	30.00	12.82	136.59	3.22	143.35	4.78	2023	ABR	100	27.42	12.03	30.00	13.15	151.34	3.78	151.43	5.05
2018	MAY	41	25.65	11.96	31.00	11.89	136.59	3.22	125.50	4.05	2023	MAY	101	27.51	11.96	31.00	13.22	151.34	3.78	157.56	5.08
2018	JUN	42	23.74	11.89	30.00	10.58	136.59	3.22	94.12	3.14	2023	JUN	102	26.72	11.89	30.00	12.64	151.34	3.78	135.72	4.52
2018	JUL	43	22.78	11.89	31.00	9.93	136.59	3.22	85.12	2.75	2023	JUL	103	26.61	11.89	31.00	12.57	151.34	3.78	138.20	4.46
2018	AGO	44	22.62	11.96	31.00	9.83	136.59	3.22	83.64	2.70	2023	AGO	104	26.15	11.96	31.00	12.24	151.34	3.78	130.19	4.20
2018	SET	45	23.05	12.03	30.00	10.11	136.59	3.22	86.56	2.89	2023	SET	105	25.99	12.03	30.00	12.13	151.34	3.78	123.74	4.12
2018	OCT	46	23.31	12.17	31.00	10.29	136.59	3.22	93.82	3.03	2023	OCT	106	25.95	12.17	31.00	12.10	151.34	3.78	128.70	4.15
2018	NOV	47	24.62	12.24	30.00	11.17	136.59	3.22	108.92	3.63	2023	NOV	107	25.83	12.24	30.00	12.01	151.34	3.78	123.01	4.10
2018	DIC	48	25.75	12.31	31.00	11.96	136.59	3.22	130.73	4.22	2023	DIC	108	26.77	12.31	31.00	12.69	151.34	3.78	146.42	4.72
2019	ENE	49	27.07	12.24	31.00	12.90	139.64	3.33	152.75	4.93	2024	ENE	109	28.50	12.24	31.00	13.95	148.94	3.68	183.90	5.93
2019	FEB	50	26.88	12.24	28.00	12.76	139.64	3.33	134.72	4.81	2024	FEB	110	28.35	12.24	29.00	13.83	148.94	3.68	168.65	5.82
2019	MAR	51	27.37	12.10	31.00	13.11	139.64	3.33	156.63	5.05	2024	MAR	111	28.89	12.10	31.00	14.23	148.94	3.68	191.04	6.16
2019	ABR	52	27.23	12.03	30.00	13.01	139.64	3.33	148.19	4.94	2024	ABR	112	28.87	12.03	30.00	14.22	148.94	3.68	183.36	6.11
2019	MAY	53	27.05	11.96	31.00	12.89	139.64	3.33	148.99	4.81	2024	MAY	113	27.64	11.96	31.00	13.31	148.94	3.68	160.41	5.17
2019	JUN	54	25.76	11.89	30.00	11.96	139.64	3.33	121.69	4.06	2024	JUN	114	25.87	11.89	30.00	12.04	148.94	3.68	120.94	4.03
2019	JUL	55	23.69	11.89	31.00	10.54	139.64	3.33	95.15	3.07	2024	JUL	115	25.00	11.89	31.00	11.43	148.94	3.68	110.20	3.55
2019	AGO	56	22.19	11.96	31.00	9.54	139.64	3.33	76.98	2.48	2024	AGO	116	23.97	11.96	31.00	10.73	148.94	3.68	94.92	3.06
2019	SET	57	22.30	12.03	30.00	9.62	139.64	3.33	76.17	2.54	2024	SET	117	23.63	12.03	30.00	10.50	148.94	3.68	87.69	2.92
2019	OCT	58	23.48	12.17	31.00																

Anexo N° 18: Método Hargreaves Temperatura

Método Hargreaves Temperatura												Método Hargreaves Temperatura											
Año	Mes	Item	Tem Med	HR (%)	MF	TMF (°F)	CH	CE	Eto (mm/mes)	Días	Eto (mm/día)	Año	Mes	Item	Tem Med	HR (%)	MF	TMF (°F)	CH	CE	Eto (mm/mes)	Días	Eto (mm/día)
2015	ENE	1	27.55	77.00	2.37	81.60	0.80	1.00	154.00	31	4.97	2020	ENE	61	27.39	85.00	2.37	81.30	0.64	1.00	123.90	31	4.00
2015	FEB	2	27.65	82.00	2.16	81.77	0.70	1.00	124.63	28	4.45	2020	FEB	62	27.42	90.00	2.16	81.36	0.52	1.00	92.43	29	3.19
2015	MAR	3	27.45	84.03	2.36	81.41	0.66	1.00	127.55	31	4.11	2020	MAR	63	27.19	89.19	2.36	80.94	0.55	1.00	104.32	31	3.37
2015	ABR	4	27.16	84.07	2.16	80.88	0.66	1.00	115.73	30	3.86	2020	ABR	64	27.09	85.83	2.16	80.76	0.62	1.00	108.96	30	3.63
2015	MAY	5	27.41	83.87	2.06	81.33	0.67	1.00	111.94	31	3.61	2020	MAY	65	26.56	85.13	2.06	79.82	0.64	1.00	105.47	31	3.40
2015	JUN	6	26.47	83.17	1.90	79.65	0.68	1.00	103.33	30	3.44	2020	JUN	66	24.81	85.27	1.90	76.66	0.64	1.00	93.05	30	3.10
2015	JUL	7	26.04	78.87	2.01	78.87	0.76	1.00	120.99	31	3.90	2020	JUL	67	23.61	88.42	2.01	74.50	0.56	1.00	84.61	31	2.73
2015	AGO	8	24.65	80.97	2.16	76.37	0.72	1.00	119.54	31	3.86	2020	AGO	68	22.35	90.19	2.16	72.23	0.52	1.00	81.15	31	2.62
2015	SET	9	25.22	79.83	2.24	77.39	0.75	1.00	129.44	30	4.31	2020	SET	69	23.24	87.57	2.24	73.83	0.59	1.00	96.96	30	3.23
2015	OCT	10	25.46	82.94	2.39	77.84	0.69	1.00	127.73	31	4.12	2020	OCT	70	23.84	90.58	2.39	74.90	0.51	1.00	91.33	31	2.95
2015	NOV	11	26.05	79.63	2.30	78.90	0.75	1.00	136.27	30	4.54	2020	NOV	71	23.54	87.93	2.30	74.37	0.58	1.00	98.87	30	3.30
2015	DIC	12	27.19	78.74	2.36	80.94	0.77	1.00	145.97	31	4.71	2020	DIC	72	25.09	87.74	2.36	77.16	0.58	1.00	105.66	31	3.41
2016	ENE	13	27.50	81.00	2.37	81.49	0.72	1.00	139.79	31	4.51	2021	ENE	73	26.42	86.00	2.37	79.55	0.62	1.00	117.13	31	3.78
2016	FEB	14	27.54	84.00	2.16	81.56	0.66	1.00	117.21	29	4.04	2021	FEB	74	27.23	87.00	2.16	81.02	0.60	1.00	104.94	28	3.75
2016	MAR	15	27.68	85.68	2.36	81.82	0.63	1.00	121.40	31	3.92	2021	MAR	75	29.19	89.74	2.36	84.54	0.53	1.00	106.16	31	3.42
2016	ABR	16	27.04	84.97	2.16	80.67	0.64	1.00	112.12	30	3.74	2021	ABR	76	26.65	86.80	2.16	79.97	0.60	1.00	104.15	30	3.47
2016	MAY	17	26.49	80.45	2.06	79.69	0.73	1.00	120.75	31	3.90	2021	MAY	77	24.60	89.80	2.06	76.27	0.53	1.00	83.49	31	2.69
2016	JUN	18	25.50	81.73	1.90	77.90	0.71	1.00	105.28	30	3.51	2021	JUN	78	24.05	89.27	1.90	75.28	0.54	1.00	77.99	30	2.60
2016	JUL	19	24.87	83.29	2.01	76.77	0.68	1.00	104.73	31	3.38	2021	JUL	79	23.65	90.00	2.01	74.58	0.52	1.00	78.71	31	2.54
2016	AGO	20	23.88	81.52	2.16	74.99	0.71	1.00	115.67	31	3.73	2021	AGO	80	23.01	91.03	2.16	73.42	0.50	1.00	78.88	31	2.54
2016	SET	21	24.22	83.33	2.24	75.60	0.68	1.00	114.94	30	3.83	2021	SET	81	23.10	90.87	2.24	73.59	0.50	1.00	82.83	30	2.76
2016	OCT	22	23.90	85.06	2.39	75.03	0.64	1.00	115.19	31	3.72	2021	OCT	82	23.51	90.52	2.39	74.32	0.51	1.00	90.92	31	2.93
2016	NOV	23	23.82	84.03	2.30	74.88	0.66	1.00	114.50	30	3.82	2021	NOV	83	23.41	88.87	2.30	74.13	0.55	1.00	94.66	30	3.16
2016	DIC	24	26.03	78.23	2.36	78.85	0.77	1.00	143.90	31	4.64	2021	DIC	84	24.82	87.65	2.36	76.68	0.58	1.00	105.42	31	3.40
2017	ENE	25	26.75	82.00	2.37	80.15	0.70	1.00	133.81	31	4.32	2022	ENE	85	26.42	86.00	2.37	79.55	0.62	1.00	117.13	31	3.78
2017	FEB	26	27.05	87.00	2.16	80.70	0.60	1.00	104.53	28	3.73	2022	FEB	86	26.10	88.00	2.16	78.98	0.58	1.00	98.29	28	3.51
2017	MAR	27	26.92	89.16	2.36	80.46	0.55	1.00	103.86	31	3.35	2022	MAR	87	27.09	88.39	2.36	80.77	0.57	1.00	107.91	31	3.48
2017	ABR	28	27.08	88.77	2.16	80.74	0.56	1.00	97.01	30	3.23	2022	ABR	88	25.95	88.17	2.16	78.72	0.57	1.00	97.06	30	3.24
2017	MAY	29	26.53	87.29	2.06	79.75	0.59	1.00	97.44	31	3.14	2022	MAY	89	26.14	88.00	2.06	79.06	0.58	1.00	93.86	31	3.03
2017	JUN	30	25.08	87.60	1.90	77.15	0.58	1.00	85.91	30	2.86	2022	JUN	90	23.45	88.07	1.90	74.21	0.57	1.00	81.06	30	2.70
2017	JUL	31	23.32	88.19	2.01	73.98	0.57	1.00	84.84	31	2.74	2022	JUL	91	22.54	90.55	2.01	72.57	0.51	1.00	74.46	31	2.40
2017	AGO	32	23.32	88.58	2.16	73.98	0.56	1.00	89.69	31	2.89	2022	AGO	92	23.00	88.13	2.16	73.41	0.57	1.00	90.74	31	2.93
2017	SET	33	23.51	87.13	2.24	74.31	0.60	1.00	99.28	30	3.31	2022	SET	93	22.60	90.87	2.24	72.69	0.50	1.00	81.81	30	2.73
2017	OCT	34	23.71	86.10	2.39	74.68	0.62	1.00	110.63	31	3.57	2022	OCT	94	22.22	91.52	2.39	71.99	0.48	1.00	83.31	31	2.69
2017	NOV	35	22.92	85.80	2.30	73.25	0.63	1.00	105.64	30	3.52	2022	NOV	95	22.58	89.77	2.30	72.64	0.53	1.00	88.99	30	2.96
2017	DIC	36	25.41	83.68	2.36	77.73	0.67	1.00	122.83	31	3.96	2022	DIC	96	25.17	86.90	2.36	77.30	0.60	1.00	109.42	31	3.53
2018	ENE	37	26.30	83.00	2.37	79.35	0.68	1.00	128.74	31	4.15	2023	ENE	97	26.78	82.00	2.37	80.21	0.70	1.00	133.92	31	4.32
2018	FEB	38	26.87	86.00	2.16	80.36	0.62	1.00	108.02	28	3.86	2023	FEB	98	27.20	86.00	2.16	80.95	0.62	1.00	108.82	28	3.89
2018	MAR	39	27.10	85.61	2.36	80.79	0.63	1.00	120.14	31	3.88	2023	MAR	99	27.07	91.19	2.36	80.73	0.49	1.00	93.99	31	3.03
2018	ABR	40	26.96	79.20	2.16	80.52	0.76	1.00	131.64	30	4.39	2023	ABR	100	27.42	89.40	2.16	81.35	0.54	1.00	94.94	30	3.16
2018	MAY	41	25.65	86.71	2.06	78.17	0.61	1.00	97.67	31	3.15	2023	MAY	101	27.51	90.90	2.06	81.52	0.50	1.00	84.28	31	2.72
2018	JUN	42	23.74	85.03	1.90	74.74	0.64	1.00	91.43	30	3.05	2023	JUN	102	26.72	89.60	1.90	80.09	0.54	1.00	81.67	30	2.72
2018	JUL	43	22.78	86.74	2.01	73.01	0.60	1.00	88.72	31	2.86	2023	JUL	103	26.61	87.71	2.01	79.90	0.58	1.00	93.49	31	3.02
2018	AGO	44	22.62	88.26	2.16	72.71	0.57	1.00	89.39	31	2.88	2023	AGO	104	26.15	85.55	2.16	79.08	0.63	1.00	107.85	31	3.48
2018	SET	45	23.05	88.70	2.24	73.49	0.56	1.00	92.01	30	3.07	2023	SET	105	25.99	84.77	2.24	78.78	0.65	1.00	114.52	30	3.82
2018	OCT	46	23.31	88.42	2.39	73.96	0.56	1.00	99.98	31	3.23	2023	OCT	106	25.95	86.77	2.39	78.72	0.60	1.00	113.73	31	3.67
2018	NOV	47	24.62	86.30	2.30	76.32	0.61	1.00	108.10	30	3.60	2023	NOV	107	25.83	83.93	2.30	78.49	0.67	1.00	120.41	30	4.01
2018	DIC	48	25.75	86.29	2.36	78.34	0.61	1.00	113.45	31	3.66	2023	DIC	108	26.77	81.19	2.36	80.19	0.72	1.00	136.02	31	4.39
2019	ENE	49	27.07	92.00	2.37	80.72	0.47	1.00	89.85	31	2.90	2024	ENE	109	28.50	81.21	2.37	83.30	0.72	1.00	142.10	31	4.58
2019	FEB	50	26.88	89.00	2.16	80.38	0.55	1.00	95.77	28	3.42	2024	FEB	110	28.35	85.11	2.16	83.03	0.64	1.00	115.10	29	3.97
2019	MAR	51	27.37	87.65	2.36	81.26	0.58	1.00	111.99	31	3.61	2024	MAR	111	28.89	80.79	2.36	84.00	0.73	1.00	144.36	31	4.66
2019	ABR	52	27.23	84.67	2.16	81.01	0.65	1.00	113.72	30	3.79	2024	ABR	112	28.87	78.10	2.16	83.97	0.78	1.00	140.86	30	4.70
2019	MAY	53	27.05	84.00	2.06	80.70	0.66	1.00	110.63	31	3.57	2024	MAY	113	27.64	82.01	2.06	81.75	0.70	1.00	118.82	31	3.83
2019	JUN	54	25.76	86.80	1.90	78.36	0.60	1.00	90.03	30	3.00	2024	JUN	114	25.87	82.85	1.90	78.56	0.69	1.00	102.87	30	3.43
2019	JUL	55	23.69	90.45	2.01	74.64	0.51	1.00	76.97	31	2.48	2024	JUL	115	25.00	84.30	2.01	77.00	0.66	1.00	101.82		

Anexo N° 19: Método Hargreaves Radiación

Método Hargreaves Radiación															Método Hargreaves Radiación														
Año	Mes	Item (t)	Tem Med	TMF (°F)	HS	HS Prom	Días	N	Ra	S	RMM	RSM	Eto (mm/mes)	Eto (mm/día)	Año	Mes	Item (t)	Tem Med	TMF (°F)	HS	HS Prom	Días	N	Ra	S	RMM	RSM	Eto (mm/mes)	Eto (mm/día)
2015	ENE	1	27.55	81.60	154.90	5.00	31.00	12.24	15.45	40.82	479.02	229.54	140.47	4.53	2020	ENE	61	27.39	81.30	185.00	5.97	31.00	12.24	15.45	48.75	479.02	250.85	152.95	4.93
2015	FEB	2	27.65	81.77	134.30	4.80	28.00	12.24	15.78	39.18	441.73	207.38	127.18	4.54	2020	FEB	62	27.42	81.36	149.00	5.14	29.00	12.24	15.78	41.97	457.51	222.30	135.65	4.68
2015	MAR	3	27.45	81.41	168.50	5.44	31.00	12.10	15.62	44.92	484.34	243.47	148.66	4.80	2020	MAR	63	27.19	80.94	194.20	6.26	31.00	12.10	15.62	51.77	484.34	261.37	158.67	5.12
2015	ABR	4	27.16	80.88	188.10	6.27	30.00	12.03	14.95	52.12	448.43	242.81	147.29	4.91	2020	ABR	64	27.09	80.76	186.00	6.20	30.00	12.03	14.95	51.54	448.43	241.45	146.24	4.87
2015	MAY	5	27.41	81.33	208.10	6.71	31.00	11.96	13.87	56.13	430.02	241.63	147.39	4.75	2020	MAY	65	26.56	79.82	164.30	5.30	31.00	11.96	13.87	44.32	430.02	214.70	128.53	4.15
2015	JUN	6	26.47	79.65	193.00	6.43	30.00	11.89	13.27	54.11	398.15	219.66	131.21	4.37	2020	JUN	66	24.81	76.66	143.30	4.78	30.00	11.89	13.27	40.18	398.15	189.28	108.83	3.63
2015	JUL	7	26.04	78.87	171.40	5.53	31.00	11.89	13.47	46.51	417.62	213.60	126.35	4.08	2020	JUL	67	23.61	74.50	115.50	3.73	31.00	11.89	13.47	31.34	417.62	175.34	97.97	3.16
2015	AGO	8	24.65	76.37	182.90	5.90	31.00	11.96	14.35	49.33	444.78	234.31	134.21	4.33	2020	AGO	68	22.35	72.23	157.40	5.08	31.00	11.96	14.35	42.46	444.78	217.36	117.75	3.80
2015	SET	9	25.22	77.39	169.10	5.64	30.00	12.03	15.12	46.86	453.72	232.93	135.20	4.51	2020	SET	69	23.24	73.83	130.80	4.36	30.00	12.03	15.12	36.24	453.72	204.86	113.44	3.78
2015	OCT	10	25.46	77.84	133.90	4.32	31.00	12.17	15.58	35.49	482.86	215.74	125.95	4.06	2020	OCT	70	23.84	74.90	138.00	4.45	31.00	12.17	15.58	36.58	482.86	219.02	123.04	3.97
2015	NOV	11	26.05	78.90	149.60	4.99	30.00	12.24	15.45	40.74	463.57	221.91	131.31	4.38	2020	NOV	71	23.54	74.37	143.80	4.79	30.00	12.24	15.45	39.16	463.57	217.56	121.36	4.05
2015	DIC	12	27.19	80.94	160.90	5.19	31.00	12.31	15.33	42.16	475.18	231.40	140.48	4.53	2020	DIC	72	25.09	77.16	121.80	3.93	31.00	12.31	15.33	31.91	475.18	201.33	116.51	3.76
2016	ENE	13	27.50	81.49	141.40	4.56	31.00	12.24	15.45	37.26	479.02	219.31	134.04	4.32	2021	ENE	73	26.42	79.55	140.64	4.54	31.00	12.24	15.45	37.06	479.02	218.72	130.49	4.21
2016	FEB	14	27.54	81.56	118.30	4.08	29.00	12.24	15.78	33.33	457.51	198.08	121.17	4.18	2021	FEB	74	27.23	81.02	138.30	4.94	28.00	12.24	15.78	40.35	441.73	210.45	127.88	4.57
2016	MAR	15	27.68	81.82	150.60	4.86	31.00	12.10	15.62	40.15	484.34	230.17	141.24	4.56	2021	MAR	75	29.19	84.54	178.30	5.75	31.00	12.10	15.62	47.53	484.34	250.45	158.80	5.12
2016	ABR	16	27.04	80.67	179.80	5.99	30.00	12.03	14.95	49.82	448.43	237.39	143.63	4.79	2021	ABR	76	26.65	79.97	181.70	6.06	30.00	12.03	14.95	50.35	448.43	238.64	143.13	4.77
2016	MAY	17	26.49	79.69	222.30	7.17	31.00	11.96	13.87	59.96	430.02	249.74	149.26	4.81	2021	MAY	77	24.60	76.27	97.20	3.14	31.00	11.96	13.87	26.22	430.02	165.14	94.47	3.05
2016	JUN	18	25.50	77.90	191.00	6.37	30.00	11.89	13.27	53.55	398.15	218.52	127.67	4.26	2021	JUN	78	24.05	75.28	109.30	3.64	30.00	11.89	13.27	30.65	398.15	165.31	93.34	3.11
2016	JUL	19	24.87	76.77	157.20	5.07	31.00	11.89	13.47	42.65	417.62	204.56	117.78	3.80	2021	JUL	79	23.65	74.58	153.70	4.96	31.00	11.89	13.47	41.70	417.62	202.27	113.14	3.65
2016	AGO	20	23.88	74.99	176.40	5.69	31.00	11.96	14.35	47.58	444.78	230.10	129.42	4.17	2021	AGO	80	23.01	73.42	121.60	3.92	31.00	11.96	14.35	32.80	444.78	195.05	105.21	3.39
2016	SET	21	24.22	75.60	143.40	4.78	30.00	12.03	15.12	39.74	453.72	214.50	121.62	4.05	2021	SET	81	23.10	73.59	118.60	3.95	30.00	12.03	15.12	32.86	453.72	195.08	107.66	3.59
2016	OCT	22	23.90	75.03	115.40	3.72	31.00	12.17	15.58	30.59	482.86	200.29	112.70	3.64	2021	OCT	82	23.51	74.32	107.50	3.47	31.00	12.17	15.58	28.49	482.86	191.31	107.75	3.48
2016	NOV	23	23.82	74.88	178.60	5.95	30.00	12.24	15.45	48.63	463.57	242.47	136.16	4.54	2021	NOV	83	23.41	74.13	97.00	3.23	30.00	12.24	15.45	26.41	463.57	178.69	99.35	3.31
2016	DIC	24	26.03	78.85	181.50	5.85	31.00	12.31	15.33	47.63	475.18	245.77	145.33	4.69	2021	DIC	84	24.82	76.68	110.40	3.56	31.00	12.31	15.33	28.93	475.18	168.68	110.23	3.56
2017	ENE	25	26.75	80.15	128.30	4.14	31.00	12.24	15.45	33.81	479.02	208.90	125.57	4.05	2022	ENE	85	26.42	79.55	140.64	4.54	31.00	12.24	15.45	37.06	479.02	218.72	130.49	4.21
2017	FEB	26	27.05	80.70	176.80	6.31	28.00	12.24	15.78	51.58	441.73	237.94	144.01	5.14	2022	FEB	86	26.10	78.98	122.20	4.36	28.00	12.24	15.78	35.65	441.73	197.82	117.18	4.18
2017	MAR	27	26.92	80.46	145.40	4.69	31.00	12.10	15.62	38.76	484.34	226.16	136.48	4.40	2022	MAR	87	27.09	80.77	186.40	6.01	31.00	12.10	15.62	49.69	484.34	256.07	155.12	5.00
2017	ABR	28	27.08	80.74	213.00	7.10	30.00	12.03	14.95	59.02	448.43	258.38	156.47	5.22	2022	ABR	88	25.95	78.72	173.60	5.79	30.00	12.03	14.95	48.10	448.43	233.26	137.71	4.59
2017	MAY	29	26.53	79.75	189.60	6.12	31.00	11.96	13.87	51.14	430.02	230.64	137.35	4.45	2022	MAY	89	26.14	79.06	188.50	6.08	31.00	11.96	13.87	50.85	430.02	229.97	136.36	4.40
2017	JUN	30	25.08	77.15	126.70	4.22	30.00	11.89	13.27	35.52	398.15	177.98	102.98	3.43	2022	JUN	90	23.45	74.21	87.40	2.91	30.00	11.89	13.27	24.51	398.15	147.82	82.27	2.74
2017	JUL	31	23.32	73.98	128.30	4.14	31.00	11.89	13.47	34.81	417.62	184.80	102.54	3.31	2022	JUL	91	22.54	72.57	106.90	3.45	31.00	11.89	13.47	29.01	417.62	168.69	91.81	2.96
2017	AGO	32	23.32	73.98	158.10	5.10	31.00	11.96	14.35	42.65	444.78	217.84	120.87	3.90	2022	AGO	92	23.00	73.41	131.90	4.25	31.00	11.96	14.35	35.58	444.78	198.97	109.54	3.53
2017	SET	33	23.51	74.31	99.40	3.31	30.00	12.03	15.12	27.54	453.72	178.59	99.53	3.32	2022	SET	93	22.60	72.69	97.70	3.26	30.00	12.03	15.12	27.07	453.72	177.05	96.52	3.22
2017	OCT	34	23.71	74.68	119.60	3.86	31.00	12.17	15.58	31.70	482.86	203.90	114.21	3.68	2022	OCT	94	22.22	71.99	83.40	2.69	31.00	12.17	15.58	22.11	482.86	170.27	91.94	2.97
2017	NOV	35	22.92	73.25	109.10	3.64	30.00	12.24	15.45	29.71	463.57	189.51	104.11	3.47	2022	NOV	95	22.58	72.64	118.10	3.94	30.00	12.24	15.45	32.16	463.57	197.17	107.41	3.58

Anexo N° 20: Método Blaney – Criddle

Método Blaney – Criddle							
Año	Mes	Item (t)	Tem Med	Cp	Eto (mm/día)	Días	Eto (mm/mes)
2015	ENE.	1	27.55	0.28	5.76	31.00	178.68
2015	FEB.	2	27.65	0.28	5.78	28.00	161.73
2015	MAR.	3	27.45	0.28	5.75	31.00	178.28
2015	ABR.	4	27.16	0.27	5.57	30.00	167.04
2015	MAY.	5	27.41	0.27	5.60	31.00	173.57
2015	JUN.	6	26.47	0.27	5.48	30.00	164.48
2015	JUL.	7	26.04	0.27	5.43	31.00	168.30
2015	AGO.	8	24.65	0.27	5.26	31.00	162.96
2015	SET.	9	25.22	0.27	5.33	30.00	159.81
2015	OCT.	10	25.46	0.28	5.50	31.00	170.43
2015	NOV.	11	26.05	0.28	5.57	30.00	167.18
2015	DIC.	12	27.19	0.28	5.72	31.00	177.24
2016	ENE	13	27.50	0.28	5.76	31.00	178.46
2016	FEB	14	27.54	0.28	5.76	29.00	167.09
2016	MAR	15	27.68	0.28	5.78	31.00	179.17
2016	ABR	16	27.04	0.27	5.55	30.00	166.60
2016	MAY	17	26.49	0.27	5.49	31.00	170.05
2016	JUN	18	25.50	0.27	5.36	30.00	160.87
2016	JUL	19	24.87	0.27	5.28	31.00	163.81
2016	AGO	20	23.88	0.27	5.16	31.00	160.01
2016	SET	21	24.22	0.27	5.20	30.00	156.10
2016	OCT	22	23.90	0.28	5.30	31.00	164.26
2016	NOV	23	23.82	0.28	5.29	30.00	158.64
2016	DIC	24	26.03	0.28	5.57	31.00	172.64
2017	ENE	25	26.75	0.28	5.66	31.00	175.50
2017	FEB	26	27.05	0.28	5.70	28.00	159.60
2017	MAR	27	26.92	0.28	5.68	31.00	176.19
2017	ABR	28	27.08	0.27	5.56	30.00	166.75
2017	MAY	29	26.53	0.27	5.49	31.00	170.18
2017	JUN	30	25.08	0.27	5.31	30.00	159.31
2017	JUL	31	23.32	0.27	5.09	31.00	157.84
2017	AGO	32	23.32	0.27	5.09	31.00	157.84
2017	SET	33	23.51	0.27	5.11	30.00	153.44
2017	OCT	34	23.71	0.28	5.27	31.00	163.51
2017	NOV	35	22.92	0.28	5.17	30.00	155.19
2017	DIC	36	25.41	0.28	5.49	31.00	170.20
2018	ENE	37	26.30	0.28	5.60	31.00	173.74
2018	FEB	38	26.87	0.28	5.68	28.00	158.94
2018	MAR	39	27.10	0.28	5.71	31.00	176.90
2018	ABR	40	26.96	0.27	5.54	30.00	166.29
2018	MAY	41	25.65	0.27	5.38	31.00	166.81
2018	JUN	42	23.74	0.27	5.14	30.00	154.32
2018	JUL	43	22.78	0.27	5.02	31.00	155.76
2018	AGO	44	22.62	0.27	5.00	31.00	155.12
2018	SET	45	23.05	0.27	5.06	30.00	151.74
2018	OCT	46	23.31	0.28	5.22	31.00	161.91
2018	NOV	47	24.62	0.28	5.39	30.00	161.70
2018	DIC	48	25.75	0.28	5.53	31.00	171.54
2019	ENE	49	27.07	0.28	5.70	31.00	176.76
2019	FEB	50	26.88	0.28	5.68	28.00	158.97
2019	MAR	51	27.37	0.28	5.74	31.00	177.95
2019	ABR	52	27.23	0.27	5.58	30.00	167.31
2019	MAY	53	27.05	0.27	5.56	31.00	172.21
2019	JUN	54	25.76	0.27	5.39	30.00	161.82
2019	JUL	55	23.69	0.27	5.14	31.00	159.25
2019	AGO	56	22.19	0.27	4.95	31.00	153.47
2019	SET	57	22.30	0.27	4.96	30.00	148.93
2019	OCT	58	23.48	0.28	5.24	31.00	162.59
2019	NOV	59	24.54	0.28	5.38	30.00	161.39
2019	DIC	60	25.50	0.28	5.50	31.00	170.58

Método Blaney – Criddle							
Año	Mes	Item (t)	Tem Med	Cp	Eto (mm/día)	Días	Eto (mm/mes)
2020	ENE.	61	27.39	0.28	5.74	31.00	178.02
2020	FEB.	62	27.42	0.28	5.75	29.00	166.66
2020	MAR.	63	27.19	0.28	5.72	31.00	177.24
2020	ABR.	64	27.09	0.27	5.56	30.00	166.78
2020	MAY.	65	26.56	0.27	5.49	31.00	170.33
2020	JUN.	66	24.81	0.27	5.28	30.00	158.31
2020	JUL.	67	23.61	0.27	5.13	31.00	158.95
2020	AGO.	68	22.35	0.27	4.97	31.00	154.10
2020	SET.	69	23.24	0.27	5.08	30.00	152.45
2020	OCT.	70	23.84	0.28	5.29	31.00	163.99
2020	NOV.	71	23.54	0.28	5.25	30.00	157.57
2020	DIC.	72	25.09	0.28	5.45	31.00	168.95
2021	ENE	73	26.42	0.28	5.62	31.00	174.19
2021	FEB	74	27.23	0.28	5.72	28.00	160.24
2021	MAR	75	29.19	0.28	5.97	31.00	185.15
2021	ABR	76	26.65	0.27	5.51	30.00	165.15
2021	MAY	77	24.60	0.27	5.25	31.00	162.75
2021	JUN	78	24.05	0.27	5.18	30.00	155.45
2021	JUL	79	23.65	0.27	5.13	31.00	159.12
2021	AGO	80	23.01	0.27	5.05	31.00	156.65
2021	SET	81	23.10	0.27	5.06	30.00	151.94
2021	OCT	82	23.51	0.28	5.25	31.00	162.70
2021	NOV	83	23.41	0.28	5.24	30.00	157.06
2021	DIC	84	24.82	0.28	5.42	31.00	167.89
2022	ENE	85	26.42	0.28	5.62	31.00	174.19
2022	FEB	86	26.10	0.28	5.58	28.00	156.20
2022	MAR	87	27.09	0.28	5.71	31.00	176.86
2022	ABR	88	25.95	0.27	5.42	30.00	162.56
2022	MAY	89	26.14	0.27	5.44	31.00	168.71
2022	JUN	90	23.45	0.27	5.11	30.00	153.23
2022	JUL	91	22.54	0.27	4.99	31.00	154.83
2022	AGO	92	23.00	0.27	5.05	31.00	156.62
2022	SET	93	22.60	0.27	5.00	30.00	150.07
2022	OCT	94	22.22	0.28	5.08	31.00	157.61
2022	NOV	95	22.58	0.28	5.13	30.00	153.89
2022	DIC	96	25.17	0.28	5.46	31.00	169.25
2023	ENE	97	26.78	0.28	5.67	31.00	175.64
2023	FEB	98	27.20	0.28	5.72	28.00	160.11
2023	MAR	99	27.07	0.28	5.70	31.00	176.79
2023	ABR	100	27.42	0.27	5.60	30.00	168.01
2023	MAY	101	27.51	0.27	5.61	31.00	173.97
2023	JUN	102	26.72	0.27	5.51	30.00	165.40
2023	JUL	103	26.61	0.27	5.50	31.00	170.51
2023	AGO	104	26.15	0.27	5.44	31.00	168.75
2023	SET	105	25.99	0.27	5.42	30.00	162.69
2023	OCT	106	25.95	0.28	5.56	31.00	172.36
2023	NOV	107	25.83	0.28	5.54	30.00	166.33
2023	DIC	108	26.77	0.28	5.66	31.00	175.60
2024	ENE	109	28.50	0.28	5.88	31.00	182.42
2024	FEB	110	28.35	0.28	5.87	29.00	170.09
2024	MAR	111	28.89	0.28	5.93	31.00	183.95
2024	ABR	112	28.87	0.27	5.78	30.00	173.42
2024	MAY	113	27.64	0.27	5.63	31.00	174.46
2024	JUN	114	25.87	0.27	5.41	30.00	162.23
2024	JUL	115	25.00	0.27	5.30	31.00	164.30
2024	AGO	116	23.97	0.27	5.17	31.00	160.32
2024	SET	117	23.63	0.27	5.13	30.00	153.89
2024	OCT	118	24.02	0.28	5.31	31.00	164.73
2024	NOV	119	24.32	0.28	5.35	30.00	160.55
2024	DIC	120	27.17	0.28	5.71	31.00	177.16

Anexo N° 21: Método Penman Monteith aplicado el software CROPWAT

Método Penman Monteith aplicado el software CROPWAT											Método Penman Monteith aplicado el software CROPWAT										
Año	Mes	T. min	T. max	HR	V. viento	H. sol	Días	H. sol	Eto (mm/día)	Eto (mm/mes)	Año	Mes	T. min	T. max	HR	V. viento	H. sol	Días	H. sol	Eto (mm/día)	Eto (mm/mes)
2015	ENE	23.90	31.20	77.00	2.16	5.00	31.00	154.90	4.17	129.27	2020	ENE	24.10	31.60	85.00	2.00	5.97	31.00	185.00	4.07	126.17
2015	FEB.	24.14	31.10	82.00	1.62	4.80	28.00	134.30	3.89	108.92	2020	FEB.	24.13	31.40	90.00	1.50	5.14	29.00	149.00	3.77	109.33
2015	MAR.	24.20	30.70	84.03	1.57	5.44	31.00	168.50	3.95	122.45	2020	MAR.	23.70	31.30	89.19	1.36	6.26	31.00	194.20	4.04	125.24
2015	ABR.	23.90	31.20	84.07	1.32	6.27	30.00	188.10	3.96	118.80	2020	ABR.	23.60	32.00	85.83	1.40	6.20	30.00	186.00	3.97	119.10
2015	MAY.	23.90	31.60	83.87	1.39	6.71	31.00	208.10	3.85	119.35	2020	MAY.	23.40	31.10	85.13	1.37	5.30	31.00	164.30	3.49	108.19
2015	JUN.	22.50	31.20	83.17	1.37	6.43	30.00	193.00	3.58	107.40	2020	JUN.	21.60	29.10	85.27	1.45	4.78	30.00	143.30	3.09	92.70
2015	JUL.	22.40	30.40	78.87	1.54	5.53	31.00	171.40	3.55	110.05	2020	JUL.	21.00	27.40	88.42	1.43	3.73	31.00	115.50	2.73	84.63
2015	AGO.	21.70	28.70	80.97	1.65	5.90	31.00	182.90	3.66	113.46	2020	AGO.	19.60	26.50	90.19	1.55	5.08	31.00	157.40	3.02	93.62
2015	SET.	22.00	29.40	79.83	1.65	5.64	30.00	169.10	3.87	116.10	2020	SET.	20.20	27.30	87.57	1.71	4.36	30.00	130.80	3.16	94.80
2015	OCT.	22.90	29.40	82.94	1.54	4.32	31.00	133.90	3.54	109.74	2020	OCT.	21.30	27.50	90.58	1.70	4.45	31.00	138.00	3.21	99.51
2015	NOV.	23.50	30.10	79.63	1.58	4.99	30.00	149.60	3.81	114.30	2020	NOV.	20.30	28.00	87.93	1.57	4.79	30.00	143.80	3.31	99.30
2015	DIC.	24.00	31.70	78.74	1.73	5.19	31.00	160.90	4.02	124.62	2020	DIC.	22.60	29.30	87.74	1.50	3.93	31.00	121.80	3.17	98.27
2016	ENE	24.70	31.70	81.00	1.79	4.56	31.00	141.40	3.85	119.35	2021	ENE	23.40	30.50	86.00	1.84	4.54	31.00	140.64	3.57	110.67
2016	FEB	24.60	32.00	84.00	1.45	4.08	29.00	118.30	3.69	107.01	2021	FEB	23.61	31.60	87.00	1.46	4.94	28.00	138.30	3.78	105.84
2016	MAR	24.70	31.60	85.68	1.25	4.86	31.00	150.60	3.80	117.80	2021	MAR	23.30	31.80	89.74	1.33	5.75	31.00	178.30	3.92	121.52
2016	ABR	23.90	31.10	84.97	1.37	5.99	30.00	179.80	3.90	117.00	2021	ABR	23.30	32.30	86.80	1.24	6.06	30.00	181.70	3.95	118.50
2016	MAY	22.90	31.10	80.45	1.31	7.17	31.00	222.30	3.96	122.76	2021	MAY	21.90	28.90	89.80	1.23	3.14	31.00	97.20	2.73	84.63
2016	JUN	21.60	30.30	81.73	1.41	6.37	30.00	191.00	3.53	105.90	2021	JUN	21.20	28.80	89.27	1.29	3.64	30.00	109.30	2.68	80.40
2016	JUL	21.70	28.80	83.29	1.47	5.07	31.00	157.20	3.21	99.51	2021	JUL	20.80	28.40	90.00	1.51	4.96	31.00	153.70	2.97	92.07
2016	AGO	20.70	27.70	81.52	1.56	5.69	31.00	176.40	3.49	108.19	2021	AGO	20.50	26.90	91.03	1.48	3.92	31.00	121.60	2.81	87.11
2016	SET	21.40	27.80	83.33	1.62	4.78	30.00	143.40	3.46	103.80	2021	SET	20.60	26.90	90.87	1.62	3.95	30.00	118.60	2.97	89.10
2016	OCT	21.00	27.50	85.06	1.53	3.72	31.00	115.40	3.21	99.51	2021	OCT	21.30	27.20	90.52	1.41	3.47	31.00	107.50	2.97	92.07
2016	NOV	20.40	27.70	84.03	1.60	5.95	30.00	178.60	3.65	109.50	2021	NOV	20.30	27.20	88.87	1.39	3.23	30.00	97.00	2.88	86.40
2016	DIC	22.90	30.30	78.23	0.82	5.85	31.00	181.50	3.76	116.56	2021	DIC	22.50	29.30	87.65	1.47	3.56	31.00	110.40	3.08	95.48
2017	ENE	23.70	30.90	82.00	1.85	4.14	31.00	128.30	3.65	113.15	2022	ENE	23.40	30.50	86.00	1.83	4.54	31.00	140.64	3.58	110.98
2017	FEB	23.81	31.00	87.00	1.38	6.31	28.00	176.80	4.11	115.08	2022	FEB	23.20	31.50	88.00	1.45	4.36	28.00	122.20	3.58	100.24
2017	MAR	23.80	30.90	89.16	1.29	4.69	31.00	145.40	3.60	111.60	2022	MAR	23.50	31.90	88.39	1.40	6.01	31.00	186.40	4.04	125.24
2017	ABR	23.90	30.70	88.77	1.23	7.10	30.00	213.00	4.05	121.50	2022	ABR	23.10	31.50	88.17	1.18	5.79	30.00	173.60	3.75	112.50
2017	MAY	23.90	30.80	87.29	1.17	6.12	31.00	189.60	3.56	110.36	2022	MAY	23.10	31.50	88.00	1.07	6.08	31.00	188.50	3.61	111.91
2017	JUN	21.90	29.20	87.60	1.16	4.22	30.00	126.70	2.90	87.00	2022	JUN	20.70	27.40	88.07	1.11	2.91	30.00	87.40	2.52	75.60
2017	JUL	20.70	26.90	88.19	1.39	4.14	31.00	128.30	2.77	85.87	2022	JUL	20.70	26.50	90.55	1.39	3.45	31.00	106.90	2.53	78.43
2017	AGO	20.20	27.30	88.58	1.50	5.10	31.00	158.10	3.12	96.72	2022	AGO	20.50	27.00	88.13	1.61	4.25	31.00	131.90	2.96	91.76
2017	SET	20.90	27.00	87.13	1.49	3.31	30.00	99.40	2.94	88.20	2022	SET	20.20	26.10	90.87	1.52	3.26	30.00	97.70	2.79	83.70
2017	OCT	21.20	27.60	86.10	1.54	3.86	31.00	119.60	3.22	99.82	2022	OCT	19.90	25.80	91.52	1.50	2.69	31.00	83.40	2.66	82.46
2017	NOV	19.90	26.50	85.80	1.48	3.64	30.00	109.10	3.00	90.00	2022	NOV	20.00	26.40	89.77	1.54	3.94	30.00	118.10	2.93	87.90
2017	DIC	22.50	29.80	83.68	1.52	4.40	31.00	136.50	3.41	105.71	2022	DIC	22.40	30.00	86.90	1.52	4.20	31.00	130.20	3.29	101.99
2018	ENE	22.70	31.60	83.00	1.82	5.54	31.00	171.80	3.99	123.69	2023	ENE	23.30	31.90	82.00	1.94	5.49	31.00	170.10	4.08	126.48
2018	FEB	23.20	31.20	86.00	1.54	4.57	28.00	127.90	3.68	103.04	2023	FEB	23.88	32.10	86.00	1.51	5.26	28.00	147.30	3.94	110.32
2018	MAR	23.30	31.60	85.61	1.66	5.48	31.00	170.00	3.96	122.76	2023	MAR	23.90	31.60	91.19	1.22	5.90	31.00	182.90	3.93	121.83
2018	ABR	23.40	31.50	79.20	1.55	6.98	30.00	209.40	4.32	129.60	2023	ABR	24.00	32.30	89.40	1.14	6.20	30.00	186.10	3.90	117.00
2018	MAY	22.80	29.80	86.71	1.39	4.37	31.00	135.60	3.16	97.96	2023	MAY	23.90	32.30	90.90	1.11	5.46	31.00	169.30	3.44	106.64
2018	JUN	20.80	27.90	85.03	1.49	4.90	30.00	147.00	3.03	90.90	2023	JUN	23.00	31.90	89.60	1.18	5.54	30.00	166.20	3.28	98.40
2018	JUL	19.90	26.50	86.74	1.51	3.40	31.00	105.30	2.63	81.53	2023	JUL	22.40	32.10	87.71	1.31	6.70	31.00	207.60	3.65	113.15
2018	AGO	20.20	26.20	88.26	1.61	3.22	31.00	99.90	2.68	83.08	2023	AGO	22.60	31.00	85.55	1.39	5.63	31.00	174.40	3.62	112.22
2018	SET	20.40	26.50	88.70	1.77	4.41	30.00	132.20	3.11	93.30	2023	SET	22.70	30.80	84.77	1.51	5.57	30.00	167.10	3.83	114.90
2018	OCT	20.60	27.00	88.42	1.71	3.38	31.00	104.70	2.96	91.76	2023	OCT	23.30	30.50	86.77	1.43	4.43	31.00	137.20	3.55	110.05
2018	NOV	22.00	28.40	86.30	1.54	2.91	30.00	87.20	2.97	89.10	2023	NOV	23.30	29.80	83.93	1.46	4.35	30.00	130.60	3.50	105.00
2018	DIC	22.40	30.00	86.29	1.53	4.61	31.00	142.90	3.44	106.64	2023	DIC	24.00	31.60	81.19	1.50	4.66	31.00	144.50	3.75	116.25
2019	ENE	23.60	31.40	92.00	1.80	4.75	31.00	147.30	3.48	107.88	2024	ENE	24.80	32.20	81.21	1.28	4.28	31.00	132.70	3.70	114.70
2019	FEB	23.82	31.00	89.00	1.31	3.68	28.00	103.10	3.35	93.80	2024	FEB	24.41	32.29	85.11	1.24	6.11	29.00	177.10	4.19	121.51
2019	MAR	23.90	31.40	87.65	1.40	4.75	31.00	147.10	3.68	114.08	2024	MAR	24.59	33.19	80.79	1.06	6.20	31.00	192.20	4.31	133.61
2019	ABR	23.40	32.20	84.67	1.47	6.05	30.00	181.40	3.98	119.40	2024	ABR	24.33	33.41	78.10	1.21	6.27	30.00	187.95	4.26	127.80
2019	MAY	23.40	31.90	84.00	1.48	5.29	31.00	163.90	3.58	110.98	2024	MAY	23.69	31.59	82.01	1.13	4.09	31.00	126.78	3.28	101.68
2019	JUN	21.90	29.50	86.80	1.52	5.27	30.00	158.13	3.20	96.00	2024	JUN	22.23	29.51	82.85	1.23	4.75	30.00	142.60	3.13	93.90
2019	JUL	20.60	26.80	90.45	1.51	4.38	31.00	135.70	2.77	85.87	2024	JUL	21.07	28.93	84.30	1.48	6.36	31.00	197.18	3.44	106.64
2019	AGO	19.10	26.30	87.61	1.57	4.67	31.00	144.90	2.99	92.69	2024	AGO	20.76	27.17	86.61	1.48	3.99	31.00	123.80	2.97	92.07
2019																					

Anexo N° 22: Método Ivanov

Método Ivanov							
Año	Mes	Item (t)	T. media	H.R (%)	Eto (mm/mes)	Días	Eto (mm/día)
2015	ENE.	1	27.55	77.00	114.35	31.00	3.69
2015	FEB.	2	27.65	82.00	89.81	28.00	3.21
2015	MAR.	3	27.45	84.03	79.07	31.00	2.55
2015	ABR.	4	27.16	84.07	78.02	30.00	2.60
2015	MAY.	5	27.41	83.87	79.74	31.00	2.57
2015	JUN.	6	26.47	83.17	80.27	30.00	2.68
2015	JUL.	7	26.04	78.87	99.07	31.00	3.20
2015	AGO.	8	24.65	80.97	84.46	31.00	2.72
2015	SET.	9	25.22	79.83	91.54	30.00	3.05
2015	OCT.	10	25.46	82.94	78.22	31.00	2.52
2015	NOV.	11	26.05	79.63	95.55	30.00	3.19
2015	DIC.	12	27.19	78.74	104.23	31.00	3.36
2016	ENE	13	27.50	81.00	94.25	31.00	3.04
2016	FEB	14	27.54	84.00	79.49	29.00	2.74
2016	MAR	15	27.68	85.68	71.54	31.00	2.31
2016	ABR	16	27.04	84.97	73.28	30.00	2.44
2016	MAY	17	26.49	80.45	93.30	31.00	3.01
2016	JUN	18	25.50	81.73	83.85	30.00	2.80
2016	JUL	19	24.87	83.29	74.81	31.00	2.41
2016	AGO	20	23.88	81.52	79.51	31.00	2.56
2016	SET	21	24.22	83.33	72.68	30.00	2.42
2016	OCT	22	23.90	85.06	64.29	31.00	2.07
2016	NOV	23	23.82	84.03	68.50	30.00	2.28
2016	DIC	24	26.03	78.23	102.05	31.00	3.29
2017	ENE	25	26.75	82.00	86.76	31.00	2.80
2017	FEB	26	27.05	87.00	63.40	28.00	2.26
2017	MAR	27	26.92	89.16	52.60	31.00	1.70
2017	ABR	28	27.08	88.77	54.84	30.00	1.83
2017	MAY	29	26.53	87.29	60.74	31.00	1.96
2017	JUN	30	25.08	87.60	55.99	30.00	1.87
2017	JUL	31	23.32	88.19	49.62	31.00	1.60
2017	AGO	32	23.32	88.58	48.00	31.00	1.55
2017	SET	33	23.51	87.13	54.49	30.00	1.82
2017	OCT	34	23.71	86.10	59.38	31.00	1.92
2017	NOV	35	22.92	85.80	58.69	30.00	1.96
2017	DIC	36	25.41	83.68	74.65	31.00	2.41
2018	ENE	37	26.30	83.00	80.54	31.00	2.60
2018	FEB	38	26.87	86.00	67.79	28.00	2.42
2018	MAR	39	27.10	85.61	70.30	31.00	2.27
2018	ABR	40	26.96	79.20	101.07	30.00	3.37
2018	MAY	41	25.65	86.71	61.38	31.00	1.98
2018	JUN	42	23.74	85.03	64.01	30.00	2.13
2018	JUL	43	22.78	86.74	54.48	31.00	1.76
2018	AGO	44	22.62	88.26	47.92	31.00	1.55
2018	SET	45	23.05	88.70	46.96	30.00	1.57
2018	OCT	46	23.31	88.42	48.65	31.00	1.57
2018	NOV	47	24.62	86.30	60.72	30.00	2.02
2018	DIC	48	25.75	86.29	63.55	31.00	2.05
2019	ENE	49	27.07	92.00	39.04	31.00	1.26
2019	FEB	50	26.88	89.00	53.28	28.00	1.90
2019	MAR	51	27.37	87.65	60.99	31.00	1.97
2019	ABR	52	27.23	84.67	75.29	30.00	2.51
2019	MAY	53	27.05	84.00	78.04	31.00	2.52
2019	JUN	54	25.76	86.80	61.21	30.00	2.04
2019	JUL	55	23.69	90.45	40.74	31.00	1.31
2019	AGO	56	22.19	87.61	49.65	31.00	1.60
2019	SET	57	22.30	90.97	36.37	30.00	1.21
2019	OCT	58	23.48	91.94	34.12	31.00	1.10
2019	NOV	59	24.54	91.27	38.58	30.00	1.29
2019	DIC	60	25.50	87.97	55.24	31.00	1.78

Método Ivanov							
Año	Mes	Item (t)	T. media	H.R (%)	Eto (mm/mes)	Días	Eto (mm/día)
2020	ENE.	61	27.39	85.00	74.10	31.00	2.39
2020	FEB.	62	27.42	90.00	49.46	29.00	1.71
2020	MAR.	63	27.19	89.19	52.98	31.00	1.71
2020	ABR.	64	27.09	85.83	69.18	30.00	2.31
2020	MAY.	65	26.56	85.13	71.15	31.00	2.30
2020	JUN.	66	24.81	85.27	65.81	30.00	2.19
2020	JUL.	67	23.61	88.42	49.26	31.00	1.59
2020	AGO.	68	22.35	90.19	39.58	31.00	1.28
2020	SET.	69	23.24	87.57	52.08	30.00	1.74
2020	OCT.	70	23.84	90.58	40.44	31.00	1.30
2020	NOV.	71	23.54	87.93	51.18	30.00	1.71
2020	DIC.	72	25.09	87.74	55.36	31.00	1.79
2021	ENE	73	26.42	86.00	66.62	31.00	2.15
2021	FEB	74	27.23	87.00	63.84	28.00	2.28
2021	MAR	75	29.19	89.74	54.22	31.00	1.75
2021	ABR	76	26.65	86.80	63.39	30.00	2.11
2021	MAY	77	24.60	89.80	45.16	31.00	1.46
2021	JUN	78	24.05	89.27	46.48	30.00	1.55
2021	JUL	79	23.65	90.00	42.61	31.00	1.37
2021	AGO	80	23.01	91.03	37.21	31.00	1.20
2021	SET	81	23.10	90.87	38.04	30.00	1.27
2021	OCT	82	23.51	90.52	40.17	31.00	1.30
2021	NOV	83	23.41	88.87	46.96	30.00	1.57
2021	DIC	84	24.82	87.65	55.20	31.00	1.78
2022	ENE	85	26.42	86.00	66.62	31.00	2.15
2022	FEB	86	26.10	88.00	56.40	28.00	2.01
2022	MAR	87	27.09	88.39	56.73	31.00	1.83
2022	ABR	88	25.95	88.17	55.30	30.00	1.84
2022	MAY	89	26.14	88.00	56.50	31.00	1.82
2022	JUN	90	23.45	88.07	50.42	30.00	1.68
2022	JUL	91	22.54	90.55	38.45	31.00	1.24
2022	AGO	92	23.00	88.13	49.24	31.00	1.59
2022	SET	93	22.60	90.87	37.25	30.00	1.24
2022	OCT	94	22.22	91.52	34.05	31.00	1.10
2022	NOV	95	22.58	89.77	41.69	30.00	1.39
2022	DIC	96	25.17	86.90	59.33	31.00	1.91
2023	ENE	97	26.78	82.00	86.88	31.00	2.80
2023	FEB	98	27.20	86.00	68.66	28.00	2.45
2023	MAR	99	27.07	91.19	42.99	31.00	1.39
2023	ABR	100	27.42	89.40	52.42	30.00	1.75
2023	MAY	101	27.51	90.90	45.16	31.00	1.46
2023	JUN	102	26.72	89.60	50.07	30.00	1.67
2023	JUL	103	26.61	87.71	58.93	31.00	1.90
2023	AGO	104	26.15	85.55	68.07	31.00	2.20
2023	SET	105	25.99	84.77	71.29	30.00	2.38
2023	OCT	106	25.95	86.77	61.81	31.00	1.99
2023	NOV	107	25.83	83.93	74.72	30.00	2.49
2023	DIC	108	26.77	81.19	90.74	31.00	2.93
2024	ENE	109	28.50	81.21	96.81	31.00	3.12
2024	FEB	110	28.35	85.11	76.28	29.00	2.63
2024	MAR	111	28.89	80.79	100.44	31.00	3.24
2024	ABR	112	28.87	78.10	114.40	30.00	3.81
2024	MAY	113	27.64	82.01	89.71	31.00	2.89
2024	JUN	114	25.87	82.85	79.86	30.00	2.66
2024	JUL	115	25.00	84.30	70.65	31.00	2.28
2024	AGO	116	23.97	86.61	57.80	31.00	1.86
2024	SET	117	23.63	83.55	70.02	30.00	2.33
2024	OCT	118	24.02	88.46	49.91	31.00	1.61
2024	NOV	119	24.32	79.23	90.94	30.00	3.03
2024	DIC	120	27.17	77.41	110.65	31.00	3.57

Anexo N° 23: Estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o mm/mes)

Evapotranspiración de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2015	ENE.	117.50	162.35	154.00	140.47	178.68	129.27	114.35	142.37
	FEB.	116.10	148.53	124.63	127.18	161.73	108.92	89.81	125.27
	MAR.	127.72	158.25	127.55	148.66	178.28	122.45	79.07	134.57
	ABR.	126.40	146.24	115.73	147.29	167.04	118.80	78.02	128.50
	MAY.	109.30	155.44	111.94	147.39	173.57	119.35	79.74	128.10
	JUN.	83.90	131.35	103.33	131.21	164.48	107.40	80.27	114.56
	JUL.	91.80	127.66	120.99	126.35	168.30	110.05	99.07	120.60
	AGO.	85.50	104.70	119.54	134.21	162.96	113.46	84.46	114.97
	SET.	88.50	110.91	129.44	135.20	159.81	116.10	91.54	118.79
	OCT.	94.20	120.26	127.73	125.95	170.43	109.74	78.22	118.07
	NOV.	89.10	127.47	136.27	131.31	167.18	114.30	95.55	123.03
	DIC.	97.40	155.37	145.97	140.48	177.24	124.62	104.23	135.04
Evapotranspiración de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2016	ENE.	114.50	161.16	139.79	134.04	178.46	119.35	94.25	134.51
	FEB.	116.86	151.50	117.21	121.17	167.09	107.01	79.49	122.90
	MAR.	108.50	162.96	121.40	141.24	179.17	117.80	71.54	128.94
	ABR.	131.40	144.63	112.12	143.63	166.60	117.00	73.28	126.95
	MAY.	93.10	138.43	120.75	149.26	170.05	122.76	93.30	126.81
	JUN.	88.30	116.66	105.28	127.67	160.87	105.90	83.85	112.65
	JUL.	81.80	110.56	104.73	117.78	163.81	99.51	74.81	107.57
	AGO.	76.10	96.66	115.67	129.42	160.01	108.19	79.51	109.36
	SET.	68.10	98.76	114.94	121.62	156.10	103.80	72.68	105.14
	OCT.	68.20	98.64	115.19	112.70	164.26	99.51	64.29	103.26
	NOV.	70.90	94.86	114.50	136.16	158.64	109.50	68.50	107.58
	DIC.	0.00	133.98	143.90	145.33	172.64	116.56	102.05	116.35
Evapotranspiración de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2017	ENE.	93.80	146.91	133.81	125.57	175.50	113.15	86.76	125.07
	FEB.	114.40	137.74	104.53	144.01	159.60	115.08	63.40	119.82
	MAR.	139.60	148.35	103.86	136.48	176.19	111.60	52.60	124.10
	ABR.	95.10	145.49	97.01	156.47	166.75	121.50	54.84	119.60
	MAY.	86.50	139.63	97.44	137.95	170.18	110.36	60.74	114.68
	JUN.	68.30	111.75	85.91	102.98	159.31	87.00	55.99	95.89
	JUL.	68.10	90.89	84.84	102.54	157.84	85.87	49.62	91.39
	AGO.	77.20	91.42	89.69	120.87	157.84	96.72	48.00	97.39
	SET.	66.60	91.33	99.28	99.53	153.44	88.20	54.49	93.27
	OCT.	74.50	98.26	110.63	114.21	163.51	99.82	59.38	102.90
	NOV.	71.30	85.48	105.64	104.11	155.19	90.00	58.69	95.77
	DIC.	86.40	124.73	122.83	124.25	170.20	105.71	74.65	115.54
Evapotranspiración de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2018	ENE.	103.50	139.28	128.74	143.86	173.74	123.69	80.54	127.62
	FEB.	113.50	134.71	108.02	121.98	158.94	103.04	67.79	115.43
	MAR.	108.00	151.62	120.14	148.17	176.90	122.76	70.30	128.27
	ABR.	93.50	143.35	131.64	154.72	166.29	129.60	101.07	131.45
	MAY.	101.80	125.50	97.67	114.36	166.81	97.96	61.38	109.35
	JUN.	83.70	94.12	91.43	107.46	154.32	90.90	64.01	97.99
	JUL.	85.00	85.12	88.72	91.67	155.76	81.53	54.48	91.75
	AGO.	79.10	83.64	89.39	94.43	155.12	83.08	47.92	90.38
	SET.	75.80	86.56	92.01	113.52	151.74	93.30	46.96	94.27
	OCT.	80.60	93.82	99.98	105.82	161.91	91.76	48.65	97.51
	NOV.	79.90	108.92	108.10	96.97	161.70	89.10	60.72	100.77
	DIC.	106.50	130.73	113.45	128.13	171.54	106.64	63.55	117.22
Evapotranspiración de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2019	ENE.	108.50	152.75	89.85	135.51	176.76	107.88	39.04	115.76
	FEB.	111.70	134.72	95.77	109.53	158.97	93.80	53.28	108.25
	MAR.	120.30	156.63	111.99	138.64	177.95	114.08	60.99	125.80
	ABR.	106.50	148.19	113.72	144.88	167.31	119.40	75.29	125.04
	MAY.	121.60	148.99	110.63	129.79	172.21	110.98	78.04	124.61
	JUN.	94.20	121.69	90.03	116.85	161.82	96.00	61.21	105.97
	JUL.	128.80	95.15	76.97	106.39	159.25	85.87	40.74	99.02
	AGO.	132.80	76.98	90.83	112.52	153.47	92.69	49.65	101.28
	SET.	126.00	76.17	80.75	118.93	148.93	93.90	36.37	97.29
	OCT.	129.40	94.61	83.78	103.18	162.59	87.11	34.12	99.25
	NOV.	124.00	106.66	86.15	104.01	161.39	87.60	38.58	101.20
	DIC.	127.20	126.00	105.70	118.21	170.58	98.58	55.24	114.50

Evapotranspiracion de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisimetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2020	ENE.	115.34	158.79	123.90	152.95	178.02	126.17	74.10	132.75
	FEB.	94.66	149.16	92.43	135.65	166.66	109.33	49.46	113.91
	MAR.	102.89	153.27	104.32	158.67	177.24	125.24	52.98	124.95
	ABR.	112.24	145.61	108.96	146.24	166.78	119.10	69.18	124.02
	MAY.	118.43	140.26	105.47	128.53	170.33	108.19	71.15	120.34
	JUN.	86.59	107.70	93.05	108.83	158.31	92.70	65.81	101.86
	JUL.	86.52	94.43	84.61	97.97	158.95	84.63	49.26	93.77
	AGO.	122.81	79.24	81.15	117.75	154.10	93.62	39.58	98.32
	SET.	103.80	87.76	96.96	113.44	152.45	94.80	52.08	100.18
	OCT.	121.66	99.76	91.33	123.04	163.99	99.51	40.44	105.67
	NOV.	112.24	93.17	98.87	121.36	157.57	99.30	51.18	104.81
	DIC.	112.28	119.56	105.66	116.51	168.95	98.27	55.36	110.94
Evapotranspiracion de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisimetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2021	ENE.	107.69	141.14	117.13	130.49	174.19	110.67	66.62	121.13
	FEB.	103.31	140.71	104.94	127.88	160.24	105.84	63.84	115.25
	MAR.	69.21	192.92	106.16	158.80	185.15	121.52	54.22	126.85
	ABR.	92.01	138.12	104.15	143.13	165.15	118.50	63.39	117.78
	MAY.	45.74	109.38	83.49	94.47	162.75	84.63	45.16	89.37
	JUN.	61.35	97.78	77.99	93.34	155.45	80.40	46.48	87.54
	JUL.	63.26	95.79	78.71	113.14	159.12	92.07	42.61	92.10
	AGO.	54.40	88.13	78.88	105.21	156.65	87.11	37.21	86.80
	SET.	68.03	86.89	82.83	107.66	151.94	89.10	38.04	89.21
	OCT.	78.49	96.13	90.92	107.75	162.70	92.07	40.17	95.46
	NOV.	84.50	92.24	94.66	99.35	157.06	86.40	46.96	94.45
	DIC.	113.84	115.99	105.42	110.23	167.89	95.48	55.20	109.15
Evapotranspiracion de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisimetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2022	ENE.	109.67	141.54	117.13	130.49	174.19	110.98	66.62	121.52
	FEB.	98.41	123.16	98.29	117.18	156.20	100.24	56.40	107.13
	MAR.	126.87	151.31	107.91	155.12	176.86	125.24	56.73	128.58
	ABR.	117.35	127.44	97.06	137.71	162.56	112.50	55.30	115.70
	MAY.	123.95	133.90	93.86	136.36	168.71	111.91	56.50	117.88
	JUN.	123.19	92.01	81.06	82.27	153.23	75.60	50.42	93.97
	JUL.	125.52	84.10	74.46	91.81	154.83	78.43	38.45	92.51
	AGO.	125.00	90.11	90.74	109.54	156.62	91.76	49.24	101.86
	SET.	117.35	83.09	81.81	96.52	150.07	83.70	37.25	92.83
	OCT.	124.68	82.37	83.31	91.94	157.61	82.46	34.05	93.77
	NOV.	117.25	84.24	88.93	107.41	153.89	87.90	41.69	97.33
	DIC.	124.68	122.54	109.42	120.68	169.25	101.99	59.33	115.41
Evapotranspiracion de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisimetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2023	ENE.	121.14	145.78	133.92	144.70	175.64	126.48	86.88	133.51
	FEB.	73.91	139.50	108.82	131.87	160.11	110.32	68.66	113.31
	MAR.	79.22	150.09	93.93	153.59	176.79	121.83	42.99	116.92
	ABR.	81.27	151.43	94.94	147.35	168.01	117.00	52.42	116.06
	MAY.	108.10	157.56	84.28	133.25	173.97	106.64	45.16	115.57
	JUN.	123.09	135.72	81.67	122.44	165.40	98.40	50.07	110.97
	JUL.	123.43	138.20	93.49	140.87	170.51	113.15	58.93	119.80
	AGO.	96.32	130.19	107.85	135.70	168.75	112.22	68.07	117.01
	SET.	99.62	123.74	114.52	136.82	162.69	114.90	71.29	117.66
	OCT.	102.06	128.70	113.73	128.93	172.36	110.05	61.81	116.81
	NOV.	88.05	123.01	120.41	122.06	166.33	105.00	74.72	114.23
	DIC.	111.44	146.42	136.02	131.89	175.60	116.25	90.74	129.77
Evapotranspiracion de referencia (mm/mes)									
Año	Mes	Lisimetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2024	ENE.	105.60	183.90	142.10	132.74	182.42	114.70	96.81	136.90
	FEB.	103.98	168.65	115.10	150.92	170.09	121.51	76.28	129.50
	MAR.	98.61	191.04	144.36	163.81	183.95	133.61	100.44	145.12
	ABR.	104.21	183.36	140.86	152.85	173.42	127.80	114.40	142.41
	MAY.	90.17	160.41	118.82	115.63	174.46	101.68	89.71	121.55
	JUN.	76.16	120.94	102.87	111.25	162.23	93.90	79.86	106.74
	JUL.	89.54	110.20	101.82	132.30	164.30	106.64	70.65	110.78
	AGO.	87.66	94.92	98.66	108.63	160.32	92.07	57.80	100.01
	SET.	79.81	87.69	112.59	110.54	153.89	95.70	70.02	101.46
	OCT.	67.75	97.44	101.53	104.84	164.73	91.14	49.91	96.76
	NOV.	78.87	99.24	132.17	116.43	160.55	101.70	90.94	111.41
	DIC.	108.21	155.07	150.38	132.26	177.16	115.32	110.65	135.58

Anexo N° 24: Estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_o mm/día)

Evapotranspiración de referencia (mm/día)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2015	ENE.	3.79	5.24	4.97	4.53	5.76	4.17	3.69	4.59
	FEB.	4.15	5.30	4.45	4.54	5.78	3.89	3.21	4.47
	MAR.	4.12	5.10	4.11	4.80	5.75	3.95	2.55	4.34
	ABR.	4.21	4.87	3.86	4.91	5.57	3.96	2.60	4.28
	MAY.	3.53	5.01	3.61	4.75	5.60	3.85	2.57	4.13
	JUN.	2.80	4.38	3.44	4.37	5.48	3.58	2.68	3.82
	JUL.	2.96	4.12	3.90	4.08	5.43	3.55	3.20	3.89
	AGO.	2.76	3.38	3.86	4.33	5.26	3.66	2.72	3.71
	SET.	2.95	3.70	4.31	4.51	5.33	3.87	3.05	3.96
	OCT.	3.04	3.88	4.12	4.06	5.50	3.54	2.52	3.81
	NOV.	2.97	4.25	4.54	4.38	5.57	3.81	3.19	4.10
	DIC.	3.14	5.01	4.71	4.53	5.72	4.02	3.36	4.36
Evapotranspiración de referencia (mm/día)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2016	ENE.	3.69	5.20	4.51	4.32	5.76	3.85	3.04	4.34
	FEB.	4.03	5.22	4.04	4.18	5.76	3.69	2.74	4.24
	MAR.	3.50	5.26	3.92	4.56	5.78	3.80	2.31	4.16
	ABR.	4.38	4.82	3.74	4.79	5.55	3.90	2.44	4.23
	MAY.	3.00	4.47	3.90	4.81	5.49	3.96	3.01	4.09
	JUN.	2.94	3.89	3.51	4.26	5.36	3.53	2.80	3.75
	JUL.	2.64	3.57	3.38	3.80	5.28	3.21	2.41	3.47
	AGO.	2.45	3.12	3.73	4.17	5.16	3.49	2.56	3.53
	SET.	2.27	3.29	3.83	4.05	5.20	3.46	2.42	3.50
	OCT.	2.20	3.18	3.72	3.64	5.30	3.21	2.07	3.33
	NOV.	2.36	3.16	3.82	4.54	5.29	3.65	2.28	3.59
	DIC.	0.00	4.32	4.64	4.69	5.57	3.76	3.29	3.75
Evapotranspiración de referencia (mm/día)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2017	ENE.	3.03	4.74	4.32	4.05	5.66	3.65	2.80	4.03
	FEB.	4.09	4.92	3.73	5.14	5.70	4.11	2.26	4.28
	MAR.	4.50	4.79	3.35	4.40	5.68	3.60	1.70	4.00
	ABR.	3.17	4.85	3.23	5.22	5.56	4.05	1.83	3.99
	MAY.	2.79	4.50	3.14	4.45	5.49	3.56	1.96	3.70
	JUN.	2.28	3.73	2.86	3.43	5.31	2.90	1.87	3.20
	JUL.	2.20	2.93	2.74	3.31	5.09	2.77	1.60	2.95
	AGO.	2.49	2.95	2.89	3.90	5.09	3.12	1.55	3.14
	SET.	2.22	3.04	3.31	3.32	5.11	2.94	1.82	3.11
	OCT.	2.40	3.17	3.57	3.68	5.27	3.22	1.92	3.32
	NOV.	2.38	2.85	3.52	3.47	5.17	3.00	1.96	3.19
	DIC.	2.79	4.02	3.96	4.01	5.49	3.41	2.41	3.73
Evapotranspiración de referencia (mm/día)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2018	ENE.	3.34	4.49	4.15	4.64	5.60	3.99	2.60	4.12
	FEB.	4.05	4.81	3.86	4.36	5.68	3.68	2.42	4.12
	MAR.	3.48	4.89	3.88	4.78	5.71	3.96	2.27	4.14
	ABR.	3.12	4.78	4.39	5.16	5.54	4.32	3.37	4.38
	MAY.	3.28	4.05	3.15	3.69	5.38	3.16	1.98	3.53
	JUN.	2.79	3.14	3.05	3.58	5.14	3.03	2.13	3.27
	JUL.	2.74	2.75	2.86	2.96	5.02	2.63	1.76	2.96
	AGO.	2.55	2.70	2.88	3.05	5.00	2.68	1.55	2.92
	SET.	2.53	2.89	3.07	3.78	5.06	3.11	1.57	3.14
	OCT.	2.60	3.03	3.23	3.41	5.22	2.96	1.57	3.15
	NOV.	2.66	3.63	3.60	3.23	5.39	2.97	2.02	3.36
	DIC.	3.44	4.22	3.66	4.13	5.53	3.44	2.05	3.78
Evapotranspiración de referencia (mm/día)									
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2019	ENE.	3.50	4.93	2.90	4.37	5.70	3.48	1.26	3.73
	FEB.	3.99	4.81	3.42	3.91	5.68	3.35	1.90	3.87
	MAR.	3.88	5.05	3.61	4.47	5.74	3.68	1.97	4.06
	ABR.	3.55	4.94	3.79	4.83	5.58	3.98	2.51	4.17
	MAY.	3.92	4.81	3.57	4.19	5.56	3.58	2.52	4.02
	JUN.	3.14	4.06	3.00	3.90	5.39	3.20	2.04	3.53
	JUL.	4.15	3.07	2.48	3.43	5.14	2.77	1.31	3.19
	AGO.	4.28	2.48	2.93	3.63	4.95	2.99	1.60	3.27
	SET.	4.20	2.54	2.69	3.96	4.96	3.13	1.21	3.24
	OCT.	4.17	3.05	2.70	3.33	5.24	2.81	1.10	3.20
	NOV.	4.13	3.56	2.87	3.47	5.38	2.92	1.29	3.37
	DIC.	4.10	4.06	3.41	3.81	5.50	3.18	1.78	3.69

		Evapotranspiracion de referencia (mm/día)							
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2020	ENE.	3.72	5.12	4.00	4.93	5.74	4.07	2.39	4.28
	FEB.	3.26	5.14	3.19	4.68	5.75	3.77	1.71	3.93
	MAR.	3.32	4.94	3.37	5.12	5.72	4.04	1.71	4.03
	ABR.	3.74	4.85	3.63	4.87	5.56	3.97	2.31	4.13
	MAY.	3.82	4.52	3.40	4.15	5.49	3.49	2.30	3.88
	JUN.	2.89	3.59	3.10	3.63	5.28	3.09	2.19	3.40
	JUL.	2.79	3.05	2.73	3.16	5.13	2.73	1.59	3.02
	AGO.	3.96	2.56	2.62	3.80	4.97	3.02	1.28	3.17
	SET.	3.46	2.93	3.23	3.78	5.08	3.16	1.74	3.34
	OCT.	3.92	3.22	2.95	3.97	5.29	3.21	1.30	3.41
	NOV.	3.74	3.11	3.30	4.05	5.25	3.31	1.71	3.49
	DIC.	3.62	3.86	3.41	3.76	5.45	3.17	1.79	3.58
		Evapotranspiracion de referencia (mm/día)							
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2021	ENE.	3.47	4.55	3.78	4.21	5.62	3.57	2.15	3.91
	FEB.	3.69	5.03	3.75	4.57	5.72	3.78	2.28	4.12
	MAR.	2.23	6.22	3.42	5.12	5.97	3.92	1.75	4.09
	ABR.	3.07	4.60	3.47	4.77	5.51	3.95	2.11	3.93
	MAY.	1.48	3.53	2.69	3.05	5.25	2.73	1.46	2.88
	JUN.	2.05	3.26	2.60	3.11	5.18	2.68	1.55	2.92
	JUL.	2.04	3.09	2.54	3.65	5.13	2.97	1.37	2.97
	AGO.	1.75	2.84	2.54	3.39	5.05	2.81	1.20	2.80
	SET.	2.27	2.90	2.76	3.59	5.06	2.97	1.27	2.97
	OCT.	2.53	3.10	2.93	3.48	5.25	2.97	1.30	3.08
	NOV.	2.82	3.07	3.16	3.31	5.24	2.88	1.57	3.15
	DIC.	3.67	3.74	3.40	3.56	5.42	3.08	1.78	3.52
		Evapotranspiracion de referencia (mm/día)							
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2022	ENE.	3.54	4.57	3.78	4.21	5.62	3.58	2.15	3.92
	FEB.	3.51	4.40	3.51	4.18	5.58	3.58	2.01	3.83
	MAR.	4.09	4.88	3.48	5.00	5.71	4.04	1.83	4.15
	ABR.	3.91	4.25	3.24	4.59	5.42	3.75	1.84	3.86
	MAY.	4.00	4.32	3.03	4.40	5.44	3.61	1.82	3.80
	JUN.	4.11	3.07	2.70	2.74	5.11	2.52	1.68	3.13
	JUL.	4.05	2.71	2.40	2.96	4.99	2.53	1.24	2.98
	AGO.	4.03	2.91	2.93	3.53	5.05	2.96	1.59	3.29
	SET.	3.91	2.77	2.73	3.22	5.00	2.79	1.24	3.09
	OCT.	4.02	2.66	2.69	2.97	5.08	2.66	1.10	3.02
	NOV.	3.91	2.81	2.96	3.58	5.13	2.93	1.39	3.24
	DIC.	4.02	3.95	3.53	3.89	5.46	3.29	1.91	3.72
		Evapotranspiracion de referencia (mm/día)							
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2023	ENE.	3.91	4.70	4.32	4.67	5.67	4.08	2.80	4.31
	FEB.	2.64	4.98	3.89	4.71	5.72	3.94	2.45	4.05
	MAR.	2.56	4.84	3.03	4.95	5.70	3.93	1.39	3.77
	ABR.	2.71	5.05	3.16	4.91	5.60	3.90	1.75	3.87
	MAY.	3.49	5.08	2.72	4.30	5.61	3.44	1.46	3.73
	JUN.	4.10	4.52	2.72	4.08	5.51	3.28	1.67	3.70
	JUL.	3.98	4.46	3.02	4.54	5.50	3.65	1.90	3.86
	AGO.	3.11	4.20	3.48	4.38	5.44	3.62	2.20	3.77
	SET.	3.32	4.12	3.82	4.56	5.42	3.83	2.38	3.92
	OCT.	3.29	4.15	3.67	4.16	5.56	3.55	1.99	3.77
	NOV.	2.93	4.10	4.01	4.07	5.54	3.50	2.49	3.81
	DIC.	3.59	4.72	4.39	4.25	5.66	3.75	2.93	4.19
		Evapotranspiracion de referencia (mm/día)							
Año	Mes	Lisímetro	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov	Prom.
2024	ENE.	3.41	5.93	4.58	4.28	5.88	3.70	3.12	4.42
	FEB.	3.59	5.82	3.97	5.20	5.87	4.19	2.63	4.47
	MAR.	3.18	6.16	4.66	5.28	5.93	4.31	3.24	4.68
	ABR.	3.47	6.11	4.70	5.09	5.78	4.26	3.81	4.75
	MAY.	2.91	5.17	3.83	3.73	5.63	3.28	2.89	3.92
	JUN.	2.54	4.03	3.43	3.71	5.41	3.13	2.66	3.56
	JUL.	2.89	3.55	3.28	4.27	5.30	3.44	2.28	3.57
	AGO.	2.83	3.06	3.18	3.50	5.17	2.97	1.86	3.23
	SET.	2.66	2.92	3.75	3.68	5.13	3.19	2.33	3.38
	OCT.	2.19	3.14	3.28	3.38	5.31	2.94	1.61	3.12
	NOV.	2.63	3.31	4.41	3.88	5.35	3.39	3.03	3.71
	DIC.	3.49	5.00	4.85	4.27	5.71	3.72	3.57	4.37

Anexo N° 25: Índices estadísticos

Mes	Lisimetro (X1)	Thornthwaite (Y1)	Hargreaves Tem (Y1)	Hargreaves Rad (Y1)	Blaney – Criddle (Y1)	Penman Monteith(Y1)	Ivanov (Y1)
ENE.	3.54	4.95	4.13	4.42	5.70	3.81	2.60
FEB.	3.74	5.10	3.82	4.60	5.78	3.84	2.39
MAR.	3.49	5.21	3.68	4.85	5.77	3.92	2.07
ABR.	3.53	4.91	3.72	4.91	5.57	4.00	2.46
MAY.	3.22	4.55	3.30	4.15	5.49	3.47	2.20
JUN.	2.96	3.77	3.04	3.68	5.32	3.09	2.13
JUL.	3.04	3.33	2.93	3.62	5.20	3.03	1.87
AGO.	3.02	3.02	3.10	3.77	5.12	3.13	1.81
SET.	2.98	3.11	3.35	3.85	5.14	3.25	1.90
OCT.	3.04	3.26	3.28	3.61	5.30	3.11	1.65
NOV.	3.05	3.38	3.62	3.80	5.33	3.24	2.09
DIC.	3.49	4.29	4.00	4.09	5.55	3.48	2.49

a) Error Medio Cuadrático (RMSE)

RMSE	Thornthwaite (X1-Y1)^2	Hargreaves Tem (X1-Y1)^2	Hargreaves Rad (X1-Y1)^2	Blaney – Criddle (X1-Y1)^2	Penman Monteith. (X1-Y1)^2	Ivanov (X1-Y1)^2
ENE.	1.98	0.35	0.78	4.68	0.08	0.88
FEB.	1.86	0.01	0.74	4.18	0.01	1.83
MAR.	2.98	0.04	1.86	5.21	0.19	2.01
ABR.	1.90	0.04	1.91	4.13	0.22	1.16
MAY.	1.76	0.01	0.86	5.16	0.06	1.05
JUN.	0.65	0.01	0.52	5.55	0.02	0.70
JUL.	0.08	0.01	0.33	4.66	0.00	1.39
AGO.	0.00	0.01	0.56	4.38	0.01	1.47
SET.	0.02	0.14	0.75	4.66	0.07	1.16
OCT.	0.05	0.06	0.33	5.14	0.00	1.93
NOV.	0.11	0.32	0.55	5.19	0.03	0.93
DIC.	0.64	0.25	0.36	4.24	0.00	1.01
PROMEDIO	1.00	0.10	0.79	4.76	0.06	1.29
SUMA	12.02	1.23	9.53	57.17	0.70	15.50
RMSE	1.00	0.32	0.89	2.18	0.24	1.14

b) Coeficiente de determinación (R^2)

R2	Thornthwaite					Hargreaves Tem					Hargreaves Rad					Blaney-Criddle					Penman Monteith.					Ivanov				
	X1-X	Y1-Y	(X1-Y1)^2	(X1-Y1)^2	(Y1-Y)^2	X1-X	Y1-Y	(X1-Y1)^2	(X1-Y1)^2	(Y1-Y)^2	X1-X	Y1-Y	(X1-Y1)^2	(X1-Y1)^2	(Y1-Y)^2	X1-X	Y1-Y	(X1-Y1)^2	(X1-Y1)^2	(Y1-Y)^2	X1-X	Y1-Y	(X1-Y1)^2	(X1-Y1)^2	(Y1-Y)^2	X1-X	Y1-Y	(X1-Y1)^2	(X1-Y1)^2	(Y1-Y)^2
ENE.	0.28	0.07	0.24	0.08	0.76	0.28	0.63	0.38	0.08	0.40	0.28	0.31	0.09	0.08	0.10	0.28	0.26	0.07	0.08	0.07	0.28	0.37	0.10	0.08	0.13	0.28	0.46	0.13	0.08	0.21
FEB.	0.48	1.03	0.49	0.23	1.06	0.48	0.32	0.15	0.23	0.10	0.48	0.49	0.23	0.23	0.24	0.48	0.34	0.17	0.23	0.12	0.48	0.39	0.19	0.23	0.15	0.48	0.25	0.12	0.23	0.05
MAR.	0.23	1.14	0.26	0.05	1.30	0.23	0.18	0.04	0.05	0.03	0.23	0.74	0.17	0.05	0.54	0.23	0.33	0.08	0.05	0.11	0.23	0.48	0.11	0.05	0.23	0.23	-0.07	-0.02	0.05	0.00
ABR.	0.27	0.04	0.23	0.08	0.70	0.27	0.22	0.06	0.08	0.05	0.27	0.80	0.22	0.08	0.64	0.27	0.13	0.03	0.08	0.02	0.27	0.36	0.15	0.08	0.31	0.27	0.32	0.09	0.08	0.10
MAY.	-0.04	0.47	-0.02	0.00	0.22	-0.04	-0.19	0.00	0.00	0.04	-0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.06	0.00	0.00	0.00
JUN.	-0.30	-0.31	0.09	0.09	0.09	-0.30	-0.46	0.14	0.09	0.21	-0.30	-0.43	0.13	0.09	0.19	-0.30	-0.12	0.04	0.09	0.00	-0.30	-0.35	0.10	0.09	0.12	-0.30	-0.01	0.00	0.09	0.00
JUL.	-0.22	-0.74	0.16	0.05	0.55	-0.21	-0.57	0.12	0.05	0.32	-0.21	-0.50	0.11	0.05	0.25	-0.21	-0.24	0.05	0.05	0.06	-0.21	-0.42	0.09	0.06	0.18	-0.21	-0.27	0.06	0.05	0.07
AGO.	-0.24	-1.05	0.25	0.06	1.11	-0.24	-0.39	0.09	0.06	0.16	-0.24	-0.34	0.08	0.06	0.12	-0.24	-0.32	0.08	0.06	0.10	-0.24	-0.32	0.07	0.06	0.10	-0.24	-0.33	0.08	0.06	0.11
SET.	-0.28	-0.96	0.27	0.08	0.93	-0.28	-0.15	0.04	0.08	0.02	-0.28	-0.27	0.07	0.08	0.07	-0.28	-0.30	0.08	0.08	0.08	-0.28	-0.20	0.06	0.08	0.04	-0.28	-0.23	0.07	0.08	0.06
OCT.	-0.22	-0.02	0.18	0.05	0.66	-0.22	-0.21	0.05	0.05	0.05	-0.22	-0.50	0.11	0.05	0.25	-0.22	-0.14	0.03	0.05	0.02	-0.22	-0.34	0.08	0.05	0.12	-0.22	-0.49	0.11	0.05	0.24
NOV.	-0.22	-0.69	0.14	0.04	0.47	-0.21	0.12	-0.02	0.04	0.01	-0.21	-0.31	0.06	0.04	0.10	-0.21	-0.11	0.02	0.04	0.04	-0.21	-0.21	0.04	0.04	0.04	-0.21	-0.05	0.01	0.04	0.00
DIC.	0.23	0.22	0.05	0.05	0.05	0.23	0.50	0.12	0.05	0.25	0.23	-0.02	0.00	0.05	0.00	0.23	0.11	0.03	0.05	0.00	0.23	0.03	0.01	0.05	0.00	0.23	0.35	0.08	0.05	0.12
PROMEDIO	0.00	0.00	0.20	0.07	0.66	0.00	0.00	0.08	0.07	0.14	0.00	0.00	0.11	0.07	0.21	0.00	0.00	0.06	0.07	0.05	0.00	0.00	0.08	0.07	0.12	0.00	0.00	0.06	0.07	0.08
SUMA	0.00	0.00	2.35	0.85	7.93	0.00	0.00	0.97	0.85	1.64	0.00	0.00	1.27	0.85	2.50	0.00	0.00	0.67	0.85	0.63	0.00	0.00	1.01	0.85	1.43	0.00	0.00	0.72	0.85	0.99
R2	0.93					0.92					0.87					0.92					0.91					0.79				

c) Error medio absoluto (MAE)

MAE	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov
	Y1-X1	Y1-X1	Y1-X1	Y1-X1	Y1-X1	Y1-X1
ENE.	1.41	0.59	0.88	2.16	0.27	0.94
FEB.	1.36	0.08	0.86	2.05	0.10	1.35
MAR.	1.73	0.20	1.36	2.28	0.44	1.42
ABR.	1.38	0.19	1.38	2.03	0.47	1.08
MAY.	1.33	0.08	0.93	2.27	0.24	1.03
JUN.	0.80	0.08	0.72	2.36	0.13	0.84
JUL.	0.28	0.11	0.57	2.16	-0.02	1.18
AGO.	0.00	0.08	0.75	2.09	0.11	1.21
SET.	0.13	0.37	0.87	2.16	0.27	1.08
OCT.	0.22	0.25	0.57	2.27	0.07	1.39
NOV.	0.33	0.57	0.74	2.28	0.18	0.96
DIC.	0.80	0.50	0.60	2.06	-0.01	1.01
PROMEDIO	0.81	0.26	0.85	2.18	0.19	1.12
SUMA	9.77	3.10	10.23	26.16	2.26	13.47
MAE	0.81	0.26	0.85	2.18	0.19	1.12

d) Error porcentual EP (%)

EP %	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov
	$[(Y1-X1)/X1]*100$	$[(Y1-X1)/X1]*100$	$[(Y1-X1)/X1]*100$	$[(Y1-X1)/X1]*100$	$[(Y1-X1)/X1]*100$	$[(Y1-X1)/X1]*100$
ENE.	39.77	16.69	24.93	61.10	7.76	26.55
FEB.	36.45	2.19	22.98	54.72	2.70	36.15
MAR.	49.54	5.62	39.06	65.46	12.51	40.62
ABR.	39.04	5.30	39.08	57.54	13.32	30.45
MAY.	41.14	2.57	28.86	70.53	7.59	31.82
JUN.	27.11	2.68	24.25	79.51	4.43	28.22
JUL.	9.36	3.65	18.76	70.87	0.64	38.69
AGO.	0.10	2.72	24.70	69.27	3.63	40.08
SET.	4.40	12.48	29.11	72.45	8.94	36.13
OCT.	7.27	8.13	18.78	74.62	2.30	45.72
NOV.	10.82	18.51	24.35	74.60	5.97	31.50
DIC.	22.87	14.41	17.11	58.95	0.31	28.79
EP %	23.99	7.91	26.00	67.47	5.84	34.56

e) Índice de concordancia (d)

d	Thornthwaite		Hargreaves Tem		Hargreaves Rad		Blaney – Criddle		Penman Monteith.		Ivanov	
	Y1-X1	$(Y1-X)/(X1-X)^2$	Y1-X1	$(Y1-X)/(X1-X)^2$	Y1-X1	$(Y1-X)/(X1-X)^2$	Y1-X1	$(Y1-X)/(X1-X)^2$	Y1-X1	$(Y1-X)/(X1-X)^2$	Y1-X1	$(Y1-X)/(X1-X)^2$
ENE.	1.98	3.87	0.35	1.32	0.78	2.08	4.68	7.41	0.08	0.70	0.88	0.88
FEB.	1.86	5.39	0.01	1.08	0.74	3.30	4.18	9.03	0.01	1.12	1.83	1.83
MAR.	2.98	4.76	0.04	0.42	1.86	3.30	5.21	7.49	0.19	0.79	2.01	2.01
ABR.	1.90	3.72	0.04	0.54	1.91	3.72	4.13	6.66	0.22	1.04	1.16	1.16
MAY.	1.76	1.76	0.01	0.01	0.86	0.86	5.16	5.16	0.06	0.06	1.05	1.21
JUN.	0.65	0.65	0.01	0.26	0.52	0.52	5.55	5.55	0.02	0.21	0.70	2.04
JUL.	0.08	0.08	0.01	0.29	0.33	0.33	4.66	4.66	0.00	0.20	1.39	2.58
AGO.	0.00	0.23	0.01	0.15	0.56	0.56	4.38	4.38	0.01	0.13	1.47	2.84
SET.	0.02	0.19	0.14	0.14	0.75	0.75	4.66	4.66	0.07	0.09	1.16	2.68
OCT.	0.05	0.05	0.06	0.06	0.33	0.33	5.14	5.14	0.00	0.14	1.93	3.36
NOV.	0.11	0.11	0.32	0.32	0.55	0.55	5.19	5.19	0.03	0.05	0.93	1.89
DIC.	0.64	1.60	0.25	0.94	0.36	1.13	4.24	6.38	0.00	0.21	1.01	1.01
PROMEDIO	1.00	1.87	0.10	0.46	0.79	1.45	4.76	5.98	0.06	0.40	1.29	1.96
SUMA	12.02	22.40	1.23	5.55	9.53	17.44	57.17	71.71	0.70	4.75	15.50	23.49
d	0.46		0.78		0.45		0.20		0.85		0.34	

f) Índice de confianza (c)

C	Thornthwaite	Hargreaves Tem	Hargreaves Rad	Blaney – Criddle	Penman Monteith.	Ivanov
	R*d	R*d	R*d	R*d	R*d	R*d
	0.44	0.71	0.42	0.19	0.81	0.30

Anexo N° 26: Evapotranspiración de referencia - Método Penman Monteith aplicado el software CROPWAT

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.9	31.2	77	2.2	5.0	17.1	4.17
February	24.1	31.1	82	1.6	4.8	17.1	3.89
March	24.2	30.7	84	1.6	5.4	18.1	3.95
April	23.9	31.2	84	1.3	6.3	18.5	3.96
May	23.9	31.6	84	1.4	6.7	17.9	3.85
June	22.5	31.2	83	1.4	6.4	16.8	3.58
July	22.4	30.4	79	1.5	5.5	15.8	3.55
August	21.7	28.7	81	1.6	5.9	17.3	3.66
September	22.0	29.4	80	1.6	5.6	18.0	3.87
October	22.9	29.4	83	1.5	4.3	16.2	3.54
November	23.5	30.1	80	1.6	5.0	17.1	3.81
December	24.0	31.7	79	1.7	5.2	17.2	4.02
Average	23.3	30.6	81	1.6	5.5	17.2	3.82

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	24.7	31.7	81	1.8	4.6	16.4	3.85
February	24.6	32.0	84	1.4	4.1	16.0	3.69
March	24.7	31.6	86	1.3	4.9	17.1	3.80
April	23.9	31.1	85	1.4	6.0	18.1	3.90
May	22.9	31.1	80	1.3	7.2	18.5	3.96
June	21.6	30.3	82	1.4	6.4	16.7	3.53
July	21.7	28.8	83	1.5	5.1	15.2	3.21
August	20.7	27.7	82	1.6	5.7	17.0	3.49
September	21.4	27.8	83	1.6	4.8	16.6	3.46
October	21.0	27.5	85	1.5	3.7	15.3	3.21
November	20.4	27.7	84	1.6	6.0	18.5	3.65
December	22.9	30.3	78	0.8	5.8	18.2	3.76
Average	22.5	29.8	83	1.4	5.3	17.0	3.62

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.7	30.9	82	1.9	4.1	15.7	3.65
February	23.8	31.0	87	1.4	6.3	19.5	4.11
March	23.8	30.9	89	1.3	4.7	16.9	3.60
April	23.9	30.7	89	1.2	7.1	19.7	4.05
May	23.0	30.8	87	1.2	6.1	17.1	3.56
June	21.9	29.2	88	1.2	4.2	13.7	2.90
July	20.7	26.9	88	1.4	4.1	13.9	2.77
August	20.2	27.3	89	1.5	5.1	16.2	3.12
September	20.9	27.0	87	1.5	3.3	14.4	2.94
October	21.2	27.6	86	1.5	3.9	15.5	3.22
November	19.9	26.5	86	1.5	3.6	15.0	3.00
December	22.5	29.8	84	1.5	4.4	16.0	3.41
Average	22.1	29.1	87	1.4	4.8	16.1	3.36

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.2	31.6	83	1.8	5.5	17.9	3.99
February	23.2	31.2	86	1.5	4.6	16.7	3.68
March	23.3	31.6	86	1.7	5.5	18.1	3.96
April	23.4	31.5	79	1.6	7.0	19.6	4.32
May	22.8	29.8	87	1.4	4.4	14.6	3.16
June	20.8	27.9	85	1.5	4.9	14.7	3.03
July	19.9	26.5	87	1.5	3.4	12.9	2.63
August	20.2	26.2	88	1.6	3.2	13.4	2.68
September	20.4	26.5	89	1.8	4.4	16.1	3.11
October	20.6	27.0	89	1.7	3.4	14.9	2.96
November	22.0	28.4	86	1.5	2.9	13.8	2.97
December	22.4	30.0	86	1.5	4.6	16.3	3.44
Average	21.8	29.0	86	1.6	4.5	15.7	3.33

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.3	31.4	92	1.8	4.8	16.7	3.48
February	23.8	31.0	89	1.3	3.7	15.3	3.35
March	23.9	31.4	88	1.4	4.8	17.0	3.68
April	23.4	32.2	85	1.5	6.0	18.2	3.98
May	23.4	31.9	84	1.5	5.3	15.9	3.58
June	21.9	29.5	87	1.5	5.3	15.2	3.20
July	20.6	26.8	90	1.5	4.4	14.2	2.77
August	19.1	26.3	88	1.6	4.7	15.5	2.99
September	19.8	26.3	91	1.8	5.0	17.0	3.13
October	21.0	27.0	92	1.7	3.2	14.4	2.81
November	22.2	28.0	91	1.7	3.4	14.5	2.92
December	22.6	28.9	88	1.6	4.0	15.3	3.18
Average	22.1	29.2	89	1.6	4.5	15.8	3.26

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.1	31.6	85	2.0	6.0	18.6	4.07
February	24.1	31.4	90	1.5	5.1	17.6	3.77
March	23.7	31.3	89	1.4	6.3	19.3	4.04
April	23.6	32.0	86	1.4	6.2	18.4	3.97
May	23.4	31.1	85	1.4	5.3	15.9	3.49
June	21.6	29.1	85	1.4	4.8	14.5	3.09
July	21.0	27.4	88	1.4	3.7	13.3	2.73
August	19.6	26.5	90	1.6	5.1	16.1	3.02
September	20.2	27.3	88	1.7	4.4	16.0	3.16
October	21.3	27.5	91	1.7	4.5	16.4	3.21
November	20.3	28.0	88	1.6	4.8	16.7	3.31
December	22.6	29.3	88	1.5	3.9	15.2	3.17
Average	22.1	29.4	88	1.5	5.0	16.5	3.42

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.6	30.5	86	1.8	4.5	16.4	3.57
February	23.6	31.6	87	1.5	4.9	17.3	3.78
March	23.3	31.8	90	1.3	5.8	18.5	3.92
April	23.3	32.3	87	1.2	6.1	18.2	3.95
May	21.9	28.9	90	1.2	3.1	12.8	2.73
June	21.2	28.8	89	1.3	3.6	13.0	2.68
July	20.8	28.4	90	1.5	5.0	15.0	2.97
August	20.5	26.9	91	1.5	3.9	14.4	2.81
September	20.6	26.9	91	1.6	4.0	15.3	2.97
October	21.3	27.2	91	1.4	3.5	14.9	2.97
November	20.3	27.2	89	1.4	3.2	14.3	2.88
December	22.5	29.3	88	1.5	3.6	14.7	3.08
Average	21.9	29.1	89	1.4	4.3	15.4	3.19

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.4	30.5	86	1.8	4.5	16.4	3.58
February	23.2	31.5	88	1.4	4.4	16.4	3.58
March	23.5	31.9	88	1.4	6.0	18.9	4.04
April	23.1	31.5	88	1.2	5.8	17.8	3.75
May	23.1	31.5	88	1.1	6.1	17.0	3.61
June	20.7	27.4	88	1.1	2.9	12.0	2.52
July	20.7	26.5	91	1.4	3.5	12.9	2.53
August	20.5	27.0	88	1.6	4.3	14.9	2.96
September	20.2	26.1	91	1.5	3.3	14.3	2.79
October	19.9	25.8	92	1.5	2.7	13.7	2.66
November	20.0	26.4	90	1.5	3.9	15.4	2.93
December	22.4	30.0	87	1.5	4.2	15.6	3.29
Average	21.7	28.8	89	1.4	4.3	15.4	3.19

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.3	31.9	82	1.9	5.5	17.8	4.08
February	23.9	32.1	86	1.5	5.3	17.8	3.94
March	23.9	31.6	91	1.2	5.9	18.8	3.93
April	24.0	32.3	89	1.1	6.2	18.4	3.90
May	23.9	32.3	91	1.1	5.5	16.1	3.44
June	23.0	31.9	90	1.2	5.5	15.5	3.28
July	22.4	32.1	89	1.3	6.7	17.4	3.65
August	22.6	31.0	86	1.4	5.6	17.0	3.62
September	22.7	30.8	85	1.5	5.6	17.8	3.83
October	23.3	30.5	87	1.4	4.4	16.4	3.55
November	23.3	29.8	84	1.5	4.3	16.1	3.50
December	24.0	31.6	81	1.5	4.7	16.3	3.75
Average	23.4	31.5	87	1.4	5.4	17.1	3.71

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country Peru Station Tumpis
Altitude 18 m. Latitude 3.52 S Longitude 80.32 W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.2	32.2	81	1.3	4.3	16.0	3.70
February	24.4	32.3	85	1.2	6.1	19.2	4.19
March	24.6	33.2	81	1.1	6.2	19.2	4.31
April	24.3	33.4	78	1.2	6.3	18.5	4.26
May	23.7	31.6	82	1.1	4.1	14.2	3.28
June	22.2	29.5	83	1.2	4.8	14.5	3.13
July	21.1	28.9	84	1.5	6.4	16.9	3.44
August	20.8	27.2	87	1.5	4.0	14.6	2.97
September	20.3	26.9	84	1.4	4.1	15.5	3.19
October	20.8	27.3	88	1.3	3.2	14.5	2.94
November	20.3	28.3	79	1.4	4.3	15.9	3.38
December	23.1	31.2	77	1.4	4.6	16.3	3.72
Average	22.5	30.2	82	1.3	4.8	16.3	3.54

Anexo N° 27: Panel Fotográfico – Visita estación meteorológica Tumpis

Estación meteorológica Tumpis



Sistema del lisímetro - Estación Tumpis



Instrumentos de medición de variables meteorológicas



Termómetro de máxima y mínima - horizontales.

Termómetro de bulbo seco y húmedo - verticales.



Heliógrafo



Anemómetro

