

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**"EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE
DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN
POTENCIAL EN TINGO MARÍA"**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Alfonso Arica Meléndres

PROMOCIÓN II - 1997

"Unasinos líderes del futuro"

TINGO MARÍA - PERÚ

2001

DEDICATORIA

A Dios, nuestro Padre y Creador.

Con eterna gratitud a mis sacrificados
padres: Esteban y Toribia; quienes
hicieron realidad mi sueño de ser
profesional.

A mis hermanos Santos, Floro,
José, Pablo, Esteban y Juan por
su inmenso apoyo moral.

En especial a un ser que me motivo
constantemente en ser cada día mejor,
mi hermana María.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado en la culminación del presente trabajo, entre ellos:

- A mi Alma Mater: la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Al Ing. M.Sc. GILBERTO MEDINA DÍAZ, patrocinador de la presente tesis, por su orientación profesional e invaluable apoyo en la ejecución.
- Al Mayor General FAP. GUSTAVO EBERMAN TREMOLADA, por su política de apoyo a la educación e investigación para el desarrollo de la Región y del País - Jefe del SENAMHI.
- Al Ing. JAIME NUÑEZ MOSQUEIRA, copatrocinador y colaborador incondicional de la presente tesis Jefe del SENAMHI – Tingo María.
- Al Ing. M.Sc. SEGUNDO RODRIGUEZ DELGADO, Ing. CARLOS MANRIQUE DE LARA e Ing. LUIS LECHUGA PARDO; por sus acertadas orientaciones, durante la ejecución y redacción, las cuales reflejan su gran profesionalismo alcanzado.
- A JESSICA GUERRERO GUTIERREZ, por su apoyo moral como contribución para concluir el presente trabajo.
- A mis amigos: EDDIE MUÑOZ CARBAJAL, MARIO VALENCIA HERNÁNDEZ, ARQUIMEDES PALACIOS PACHERRES, Ing. JUAN GARCÍA RUBIO, Ing. FERNANDO GUTIERREZ HUAMAN, Ing. MANUEL BRAVO MORALES; por su invaluable apoyo, amistad y respeto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	08
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 Consideraciones generales	10
2.2 Métodos para determinar la evapotranspiración potencial (ETP)	13
2.3 Retentividad del suelo	18
2.4 Necesidades de riego de los cultivos	19
2.5 Algunos trabajos realizados en evapotranspiración	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Campo experimental	26
3.2 Componentes en estudio	31
3.3 Diseño experimental	32
3.4 Observaciones registradas.....	33
3.5 Observaciones evaluadas.....	33
3.6 Disposición del campo experimental	33
3.7 Materiales	34
3.8 Métodos	36
3.9 Ejecución del experimento	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48

4.1	Determinación de la evapotranspiración potencial (ETP), en Tingo María por los métodos del lisímetro, tanque tipo “A” y Penman modificado	48
4.2	Valores de ETP calculados para la zona de Tingo María	53
V.	CONCLUSIONES	58
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	RESUMEN	60
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	62
IX.	ANEXO	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Valores de ETP calculados por el Método de Radiación para la zona de Tulumayo correspondientes al período 1966 - 1985	25
2. Análisis textural del suelo	30
3. Cálculo de las características hidráulicas del suelo	30
4. Relación de instrumental utilizado en el presente estudio	35
5. Resultados de los análisis físicos del suelo	40
6. Resultado del cálculo de las características hidráulicas del suelo mediante el software triángulo de las texturas del suelo	40
7. Resumen mensual de la evapotranspiración potencial (ETP) por lisímetro	48
8. Valores promedios mensuales de evapotranspiración potencial (ETP) calculados por los diferentes métodos	49
9. Resultados de la prueba de "t" de Student entre los valores medios de ETP calculados mediante los métodos Penman y lisímetro	51
10. Relación entre la ETP calculada por el método del lisímetro y la evaporación medida en el tanque tipo "A"	52
11. Valores de ETP para la zona de Tingo María calculados mediante el método de Penman	54
12. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al período 1941 – 2000	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Ubicación de los lisímetros dentro de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María	27
2. Detalle de planta de los lisímetros en estudio	28
3. Detalle del corte vertical de los lisímetros (Corte A – A)	29
4. Valor mensual de la evapotranspiración potencial calculada por los diferentes métodos	50
5. Curva de comportamiento de la ETP a través del año, calculada mediante el método de Penman	56

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el hombre ha sabido aprender a dominar su medio ambiente. Ha desarrollado plantas y variedades de cultivo más perfectas, adaptadas a sus necesidades, llegando a establecer prácticas idóneas para utilizar el agua, los fertilizantes y los plaguicidas del modo más eficaz posible con el propósito de aumentar la producción agrícola; pero no ha sabido dominar el clima, y sigue estando bajo la amenaza latente de sequía.

Es indispensable la importancia que tienen los recursos naturales agua-suelo en el desarrollo económico del país. Las necesidades de la agricultura son las que, finalmente condicionan las acciones por las cuales debe ser considerada y coordinada la utilización del agua. Esto significa la necesidad de planificar los cultivos y del riego basándose en los momentos oportunos y cantidades de agua óptimas que requieren las plantas para satisfacer sus necesidades, como también formular una adecuada política en la distribución, control y medición eficiente del agua a través de la infraestructura del sistema, hasta la parcela.

De manera particular las zonas de influencia de Tingo María cuentan con terrenos agrícolas potencialmente aptos para cultivos como arroz bajo riego, plátano, maíz, etc., con los cuales se pueden lograr mejores rendimientos. Zonas como Tulumayo, Cachicoto, Monzón, vienen desde la década pasada desarrollando programas del cultivo de arroz, el cual requiere de gran demanda de agua, la que

muchas veces en “verano” o temporadas de ausencias de lluvias influyen de manera negativa el rendimiento del cultivo. Este problema puede solucionarse con un planificado y buen sistema de riego evitando que los cultivos lleguen a situaciones de estrés hídrico, permitiendo una mayor producción y productividad del campo.

En este sentido, se han ideado metodologías que permiten predecir el volumen exacto de agua que se requiere para obtener una producción óptima de los distintos cultivos. Estos métodos se refieren a las condiciones climáticas, agronómicas y edafológicas propias de una zona determinada.

Uno de los factores importantes que intervienen en el balance hidrológico, es la evapotranspiración ya sea que éste se analice a nivel de cuenca, región o proyecto, siendo este último el que realmente interesa para efectos del cálculo de la demanda de agua de los cultivos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se ejecutó el presente trabajo de investigación bajo los siguientes objetivos:

1. Determinar la evapotranspiración potencial (ETP) en Tingo María por los métodos de lisímetro, tanque tipo “A” y Penman modificado y su comprobación estadística.
2. Proporcionar el valor de la ETP para el cálculo de requerimiento de riego complementario de los cultivos a instalarse en el ámbito de Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Cuando una superficie de agua está expuesta al medio ambiente las moléculas de la parte superior tienden a abandonar el depósito que las contiene, incorporándose al aire en estado de vapor, mediante el fenómeno conocido como vaporización; para que esto ocurra físicamente se requiere de cierta cantidad de energía, que en el medio natural proviene del Sol, la cual es conocida como energía o radiación solar.

La cantidad de energía o calor absorbido por unidad de masa de agua, llamada calor latente de vaporización, equivale aproximadamente a 585 calorías/gramo a una temperatura de 20°C. Cuando la evaporación ocurre ya no desde una lámina líquida sino desde una superficie de terreno cubierto con vegetación activa, el fenómeno se conoce como evapotranspiración (OLOARTE, 1987).

Dentro de este contexto, se tiene en cuenta 4 conceptos importantes:

- Evapotranspiración potencial.
- Evapotranspiración real o actual.
- Factor de cultivo (Kc).
- Precipitación efectiva.

La Evapotranspiración Potencial (ETP)

La evapotranspiración es la cantidad de agua evaporada y transpirada por un cultivo de tamaño corto (generalmente pastos), que cubre toda la superficie en estado activo de crecimiento con un suministro adecuado y continuo de agua.

El comité técnico sobre requerimientos de riego de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) a utilizado a la alfalfa como pasto estándar para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). Algunos investigadores de la ciencia del riego han empleado otros tipos de pastos.

El principio en el que se basa el método indirecto para obtener la evapotranspiración real de los cultivos a partir de la ETP, consiste en considerar que si dentro de un mismo ambiente se mide simultáneamente la evapotranspiración, tanto del pasto de referencia como del cultivo durante un determinado período de tiempo, entonces existirá una relación entre ambos valores de la evapotranspiración, cuya cuantificación estará dada por un factor de proporcionalidad al que se le denomina factor de cultivo. Como es de suponer, este coeficiente tendrá valores distintos de acuerdo al cultivo de referencia que se utiliza (VÁSQUEZ, 1992).

Las tasas de evapotranspiración varían por influencia de la temperatura (se duplica por cada 10°C de aumento de esta), de la humedad relativa (puesto que siendo una evaporación depende de la gradiente de presión de vapor), de la intensidad y frecuencia de los vientos. Además de los factores climáticos el proceso

acusa la presencia de influencias ecológicas: tipo de planta, etapa de desarrollo de la misma, horas de sol y también de los factores relativos al tipo de suelo, humedad disponible en ellos, salinidad, etc. Las tasas según las cuales se produce la evapotranspiración, a lo largo del tiempo, varían según las estaciones y son proporcionales a las temperaturas diurnas y desde luego al desarrollo de la planta. Como podemos observar la evapotranspiración es muy sensible a la temperatura, pues en las cercanías de los 4 °C prácticamente se anula (CHÁVEZ, 1994).

La Evapotranspiración Real o Actual (ETA)

La evapotranspiración real o actual es la tasa de evaporación y transpiración de un cultivo exento de enfermedades, que crece en un campo extenso (una ó más hectáreas) en condiciones óptimas de suelo, fertilidad y suministro de agua. La ETA es llamada también uso consuntivo. Su cálculo se efectúa mediante la relación:

$$ETA = K \times ETP$$

Donde:

ETA : Evapotranspiración real o actual del cultivo considerado (mm ó cm).

K : Coeficiente que tiene en cuenta el efecto de la relación agua - suelo - planta.

ETP : Evapotranspiración potencial (mm ó cm) (VÁSQUEZ, 1992).

Factor de Cultivo (Kc)

Llamado también coeficiente de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se quiere evaluar su consumo de agua.

Los factores que afectan los valores de Kc, son principalmente: las características del cultivo, fecha de siembra, ritmo de desarrollo del cultivo, duración del período vegetativo, condiciones climáticas y la frecuencia de lluvia o riego, especialmente durante la primera fase de crecimiento (VÁSQUEZ, 1992).

Precipitación Efectiva (PE)

Durante el proceso de almacenamiento hídrico del reservorio "suelo", la precipitación pluvial constituye un alto porcentaje (en algunos casos el total) del contenido de agua en el suelo; pero parte de la lluvia de que dispone la planta para su desarrollo es únicamente una fracción de ésta; la otra parte se pierde por escorrentía, percolación profunda o evaporación.

En este sentido, al volumen de lluvia parcial utilizado por las plantas para satisfacer sus correspondientes necesidades hídricas para su normal desarrollo, se le ha definido como precipitación efectiva (VÁSQUEZ, 1992).

2.2 MÉTODOS PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)

Existen varios métodos para determinar la evapotranspiración potencial. Los más comunes son los siguientes:

- Lisímetro
- Por muestreo de humedad del suelo
- Tanque de evaporación o tanque tipo "A"
- Balance de agua
- Balance de Energía
- Fórmulas empíricas.

De todos estos métodos, los que tienen mayor aplicación son los métodos empíricos, lisímetros y tanque de evaporación (VÁSQUEZ, 1992).

2.2.1 Método de lisímetro

Los lisímetros son instrumentos aplicados en el concepto de balance hídrico del Suelo. En los lisímetros controlados se tiene en cuenta el agua ingresada por diversos medios, la percolación, la condensación atmosférica y otros factores. Se estudia también el agua contenida en el perfil del suelo, al principio y al final del proceso, llegándose así a expresiones tipo balance (GARMENDIA, 1977).

El método del lisímetro es la forma directa y exacta de medir la evapotranspiración potencial y consiste en registrar a partir de un aparato llamado lisímetro la evapotranspiración observada durante un período de tiempo determinado.

En el interior del lisímetro se encuentra el cultivo patrón o pasto que es materia de análisis de la cantidad de agua evaporada o transpirada (VÁSQUEZ, 1992).

2.2.2 Método del tanque de evaporación

Este método consiste en encontrar una relación entre la tasa de evapotranspiración producida en un lisímetro, y la tasa de evaporación producida en un tanque de evaporación tipo "A", en base al cual se determina un coeficiente empírico con el que se puede efectuar luego las lecturas de evaporación y obtener indirectamente la evapotranspiración potencial para condiciones ambientales específicas. La relación es la siguiente:

$$ETP = F_t \times E_o$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm/día).

Ft = Factor de tanque o coeficiente empírico.

Eo = Evaporación libre del tanque tipo "A" (mm/día) (VÁSQUEZ, 1992).

2.2.3 Método o fórmulas empíricas

Los métodos empíricos consisten en fórmulas o ecuaciones deducidas por diversos investigadores y están basados en la aplicación de variables meteorológicas como factores que afectan la tasa de la evapotranspiración potencial y que han sido desarrolladas para zonas con características propias.

Las fórmulas o métodos empíricos más conocidos y de mayor aplicación son:

- Método de Penman modificado.

- Método de Hargreaves
- Método de Blaney-Criddle.
- Método de Radiación
- Método de Jensen –Haise
- Método de Christiansen (Vásquez, 1992).
- Método de Thornthwaite

a. Método de Penman modificado

Este método es más empleado universalmente y su fórmula se define como una combinación del análisis aerodinámico (fórmula de Dalton) y el análisis energético (con las leyes de Stefan Boltzman y Bowen), que introduciendo además algunas especificaciones y correcciones permite evaluar la evaporación y evapotranspiración en base a los datos de heliofanía, radiación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Este método fue desarrollado por Penman en 1948 basándose en la energía recibida por la superficie y su distribución en el medio ambiente (EPPINK, 1973).

La relación ETP/evaporación suele ser igual o menor que la unidad, situación que confirma los principios de la fórmula de Penman que indica que la ETP es igual o menor que la evaporación en superficie libre, Su cálculo es un tanto complejo, pero se ha inventado softwares como el "Cropwat", que simplifican las operaciones para hallar la ETP (GARMENDIA, 1977).

El Cropwat

Cropwat ha sido preparado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). Es un software para calcular las necesidades en agua de los cultivos y las necesidades de riego a partir de informaciones sobre el clima y los cultivos. Además el programa de computadora permite la preparación de planes de riego para varias condiciones de operaciones y el cálculo de abastecimiento en agua de un perímetro de riego para varios planes de cultivo. El programa funciona en toda computadora de tipo IBM-PC con un mínimo de 360 Kb de memoria y puede realizar cálculos como:

- ETP por Penman modificado.
- Necesidades de agua de los cultivos.
- Programación de riego.
- Necesidades de agua del sistema de riego (FAO, 1991).

b. Método de Hargreaves

Utiliza la humedad relativa del aire, la duración del día en razón de la latitud y el factor mensual de cultivo; su aplicación es para zonas de sierra.

c. Método de Blannet - Criddle

Se basa en la temperatura y las horas de iluminación diarias; fue utilizada en las zonas áridas de los Estados Unidos.

d. Método de la radiación

Se basa en la utilización de datos climáticos como: insolación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

e. Método de Jensen - Haise

Consiste en la relación evaporación (mm/día) y la temperatura (°F).

f. Método de Christiansen

Consiste en la utilización de la radiación global, temperatura, coeficiente de cubrimiento de cultivo y factor de cultivo (VÁSQUEZ, 1992).

g. Método de Thornthwaite

Se fundamenta en el uso de la temperatura y el factor altitud, se adecua bien en zona húmeda y con abundante vegetación.

2.3 RETENTIVIDAD DEL SUELO

Está determinado por dos coeficientes:

- Capacidad de campo.
- Punto de Marchitez.

2.3.1 Capacidad de campo (CC)

Es el contenido de humedad en el suelo correspondiente al límite superior del agua disponible o límite superior drenado. En términos gruesos corresponde a un potencial mátrico de -30 k Pa (- 0.3 bares) en la mayoría de los

suelos y a -10 k Pa (-0.1 bares) en suelos arenosos. Este valor se expresa como (volumen de agua /volumen de suelo) (SAXTON, 1986).

2.3.2 Punto de marchitez permanente (PMP)

Es el contenido de humedad del suelo para un potencial mátrico de -1.500 k Pa (-15 bares). En términos gruesos corresponde al límite inferior del agua disponible. Este valor se expresa como (volumen de agua /volumen de suelo) (SAXTON, 1986).

2.4 NECESIDADES DE RIEGO DE LOS CULTIVOS

En los proyectos de irrigación, interesa hacer un cálculo previo de las necesidades de agua de los cultivos. Estas necesidades de agua que van a ser satisfechas mediante el riego, vienen a constituir la evapotranspiración o el uso consuntivo. Para el cálculo de estas cantidades de agua se han desarrollado métodos basados en datos meteorológicos (CHEREQUE, 1989)

Cuando se tiene que identificar, formular, analizar y evaluar la viabilidad de un proyecto de riego, es necesario predecir con exactitud los volúmenes de agua que se requiere para obtener una producción óptima de los diversos cultivos instalados. Desde este punto de vista se ha planteado un método racional para calcular las demandas de agua, teniendo en cuenta las consideraciones climáticas (importantes para determinar el volumen de pérdidas por evapotranspiración), las del entorno local y del manejo de suelo y agua, así como la radiación (OLARTE, 1987).

La ETA, es la cantidad de agua que requiere la planta para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Sin embargo, dentro de su ambiente, la planta no se encuentra aislada sino que forma parte de un micro sistema, sujeto a "entradas" y "salidas" y, por lo tanto susceptible de efectuar un balance hídrico, en el que las entradas están dadas por todos los aportes hídricos al suelo y la "salida" por el proceso de agotamiento de la humedad del suelo, ocasionado por la ETA.

El balance se sintetiza en:

$$DA = ETA - (PE + CA + N)$$

Donde:

DA : Necesidad de riego o demanda de agua de los cultivos para el período considerado (mm).

ETA : Evapotranspiración real o actual (mm).

PE : Precipitación efectiva (mm).

CA : Diferencia de la lámina de la capacidad de almacenamiento del suelo inicial y final del período considerado, (mm).

N : Aporte eventual del nivel freático, (mm).

El proceso de agotamiento de la humedad del suelo está dado por la ETA y el proceso de contribución hídrica, por la suma de PE, CA, y N. El valor de N, se considera igual a cero, tanto para condiciones donde no existe influencia del nivel freático, así como en aquellas situaciones donde se puede controlar la ascensión

capilar del nivel freático, mediante un adecuado sistema de drenaje, capaz de evitar daños físicos al sistema radicular de la planta.

El valor de CA, también se considera cero para efectos de planificación de proyectos de irrigación, dado que en éstos, el objetivo es conocer la demanda de agua de los cultivos quedará por lo tanto expresada por:

$$DA = ETA - PE$$

Finalmente podemos señalar que la demanda de agua del suelo por parte de las plantas se calcula en función de un modelo físico que estima la evapotranspiración en base a valores diarios de temperatura, humedad del aire, velocidad del viento y radiación solar. Uno de los métodos mayormente utilizados es el de Penman (VENTE, 1994).

2.4.1 El riego

El riego se define como la aplicación artificial de agua al suelo con el propósito de suplir a ésta de la humedad esencial para el crecimiento de las plantas. Lo anterior también puede expresarse en la forma siguiente: riego es la aplicación controlada y oportuna de un volumen de agua en el suelo, que se completa con el volumen de agua en el suelo, aprovechada por los cultivos; del agua proveniente de lluvias hasta lograr la maduración de los frutos. También definimos el riego como el conjunto de actividades que concurren en las etapas de estudio, construcción y operación de los recursos acuíferos de una cuenca hidrográfica, en provecho de la agricultura.

Se considera en forma genérica como riego, a las diferentes técnicas que se emplean para la aplicación artificial del agua en el suelo, tales como los sistemas de bombeo, por aspersión y goteo, entre otros (VÁSQUEZ, 1992).

2.4.2 Sistemas de riego superficial

El sistema de riego superficial por gravedad consiste en conducir el agua en forma libre mediante conductos o canales hasta la zona de riego, donde se aplica haciendo fluir el agua por la superficie del terreno por la acción de la gravedad, con la finalidad que infiltre hacia la zona de raíces.

2.4.3 Drenaje

Son un conjunto de normas, procedimientos, métodos, que se aplican para eliminar al exceso de agua del perfil del suelo y de la superficie, con la finalidad de dar condiciones optimas de humedad y oxigenación al ambiente donde se desarrollan los cultivos (ISRAELSEN, 1978).

2.5 ALGUNOS TRABAJOS REALIZADOS EN EVAPOTRANSPIRACIÓN

Los valores de evaporación medidos o calculados proporcionan un índice sencillo y fácil de usar para la determinación de las necesidades de agua de riego, esto ocurre principalmente en los casos que la advección es fuerte o cuando el clima es muy caluroso y la región árida (LUTHIN, 1967).

La evapotranspiración potencial máxima que se produce en un tanque de evaporación clase "A", puede llegar a ser un 10 a 20% superior, haciendo la

salvedad que los resultados pueden ser modificados por la exposición del tanque y del cultivo; así como los evaporímetros tipo Piché, de tan amplia difusión en nuestro medio también lo hacen; habiéndose encontrado valores mayores que los proporcionados por el tanque americano clase "A"; y para igualarlos hay que multiplicarlos por un coeficiente medio de 0.7 que varía con el clima, la estación y la exposición (ISRAELSEN y HANSEN, 1965).

Al realizar un estudio de evapotranspiración potencial en lisímetros en la Estación Experimental Agraria "La Molina", se encontró que existía un alto coeficiente de correlación entre las medidas de evapotranspiración y la evaporación del tanque clase "A", así mismo este autor nombra a Hidellton, Pruitt quienes encontraron una cercana relación entre la razón de la evapotranspiración potencial de un cultivo y la razón de evaporímetros seleccionados, que llega a ser respectivamente constante tan pronto como el follaje del cultivo cubre completamente el suelo y continua hasta que el cultivo se acerca a la madurez o hasta que es cosechado. También al nombrar a Stanhill, encuentra que al comparar los valores medidos de un lisímetro con cultivo de grass durante tres años con valores medidos en un tanque Clase "A" y la evapotranspiración estimada por el método de Penman, existe una alta correlación entre los promedios mensuales de pérdidas de agua de las dos superficies (GARMENDIA, 1977).

En otro estudio realizado se encontró un alto grado de correlación entre la evapotranspiración Potencial en los campos comerciales de algodónero que recibe

riegos óptimos y la evaporación medida en tanques de evaporación de clase "A". Así mismo se determinó que hay varios métodos meteorológicos suficientemente prácticos y seguros para estimar las pérdidas de "Agua aprovechable"; así en un comparativo de ocho métodos probados para medir la evapotranspiración potencial en alfalfa bajo condiciones áridas al sur de Israel, aquellos basados en la evaporación del agua medida en tanques de evaporación estándar o estimados por el método de Penman, son los mejores (FUCHS y STANHILL, 1983).

Según los datos que se presentan en el Cuadro 1, se puede apreciar que la evapotranspiración calculada por el método de radiación, para la zona de Tulumayo muestra valores más bajos en el período de Enero a Julio, valores que se incrementan y se mantienen de manera un tanto estable en lo que resta del año, lo que hace suponer que en este período las plantas reaccionan con mayor intensidad frente a la radiación solar entrante en esta época la que es utilizada para este proceso, así como a consecuencia de mayores volúmenes de precipitación.

CUADRO 1. Valores de ETP calculados por el método de Radiación para la zona de Tulumayo correspondientes al período 1966 – 1985.

Mes	Radiación Solar (mm/día)	precipitación (mm)	ETP (mm/día)	ETP (mm/mes)
Enero	6.68	333.00	3.60	108.00
Febrero	6.19	338.00	3.30	99.00
Marzo	6.28	319.00	3.35	100.50
Abril	6.88	246.00	3.70	111.00
Mayo	6.70	197.00	3.60	108.00
Junio	6.65	161.00	3.60	108.00
Julio	6.97	157.00	3.35	100.50
Agosto	7.47	124.00	4.05	121.50
Setiembre	7.28	138.00	4.00	120.00
Octubre	7.62	242.00	4.20	126.00
Noviembre	7.03	361.00	3.90	117.00
Diciembre	7.12	345.00	3.95	118.50

Fuente: INIPA-PEAH, 1986.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

La ejecución del presente trabajo de investigación conllevó a la utilización de lisímetros para poder cumplir con parte de los objetivos, puesto que la otra parte se efectuó básicamente recopilando datos meteorológicos y procesándolos mediante los softwares “cropwat” y “triangulo de las texturas del suelo”. En este sentido se utilizó cuatro lisímetros instalados en los terrenos del Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María (Figura 1); ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son: 09°09' Latitud Sur, 75°57', Longitud Oeste y una altitud de 660 m.s.n.m.; durante los meses de Abril a Agosto del 2001.

3.1.2 Historia del campo experimental

Los lisímetros donde se realizó el experimento fueron construidos en el año 1986; en la Micro Estación de la Facultad de Recursos Naturales Renovables como parte de la tesis de Alberto (1987).

3.1.3 Características de los Lisímetros

Los lisímetros anteriormente mencionados están constituidos por una estructura cúbica de concreto, descubierta en su parte superior, lo que le confiere aspecto de un recipiente (Figura 2).

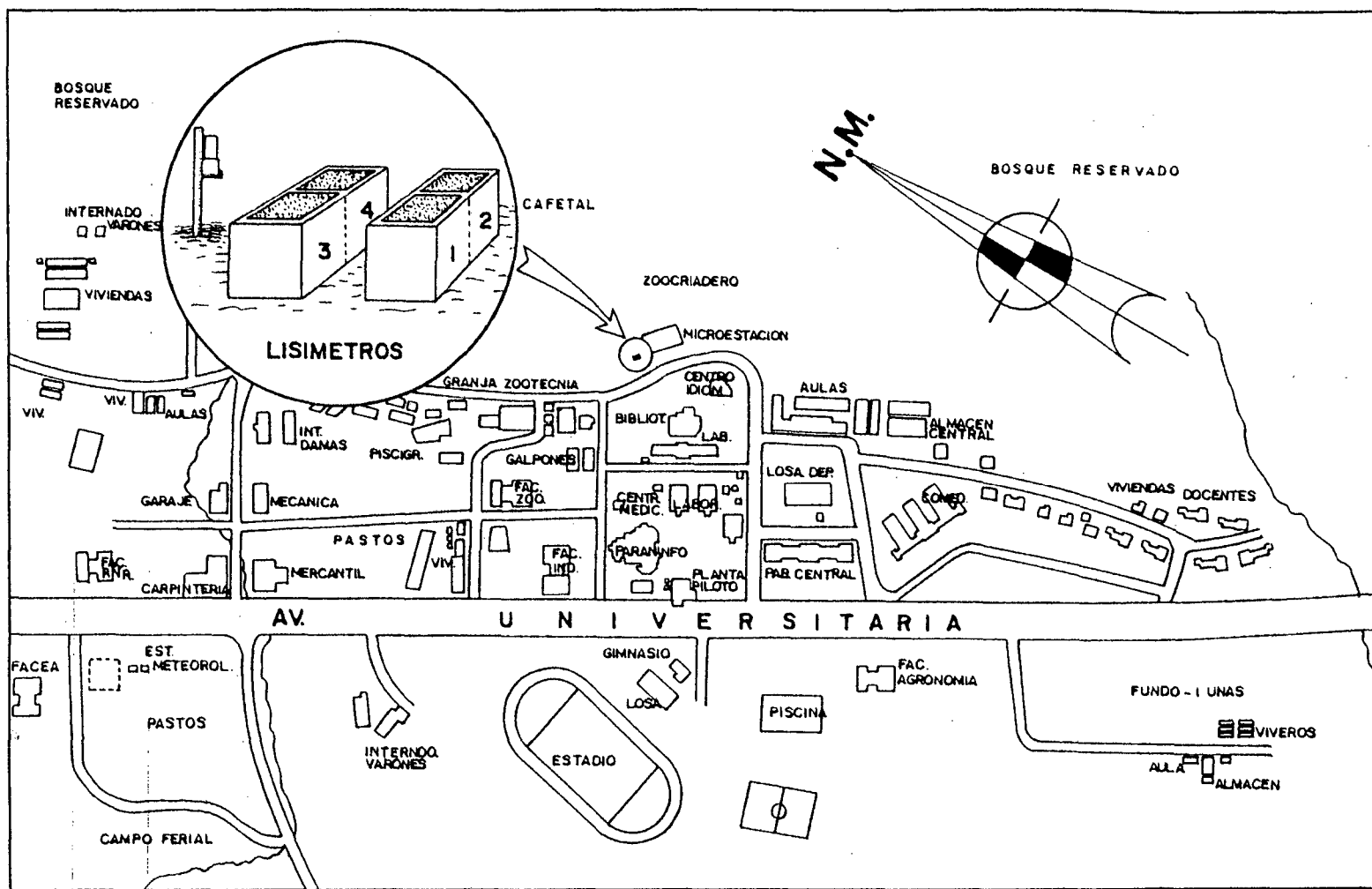


FIGURA 1. Ubicación de los lisímetros dentro de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María.

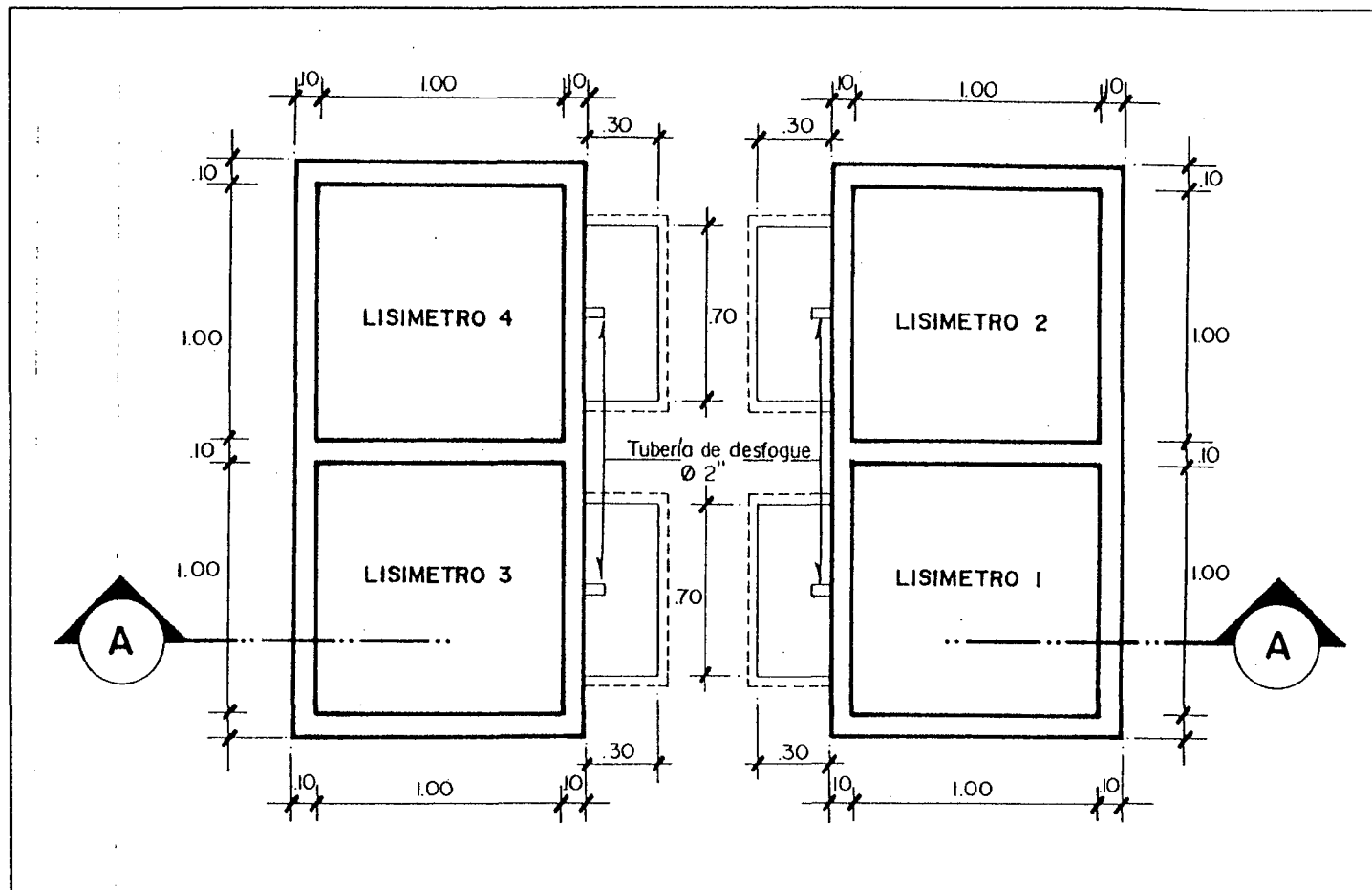


FIGURA 2. Detalle de planta de los lisímetros en estudio.

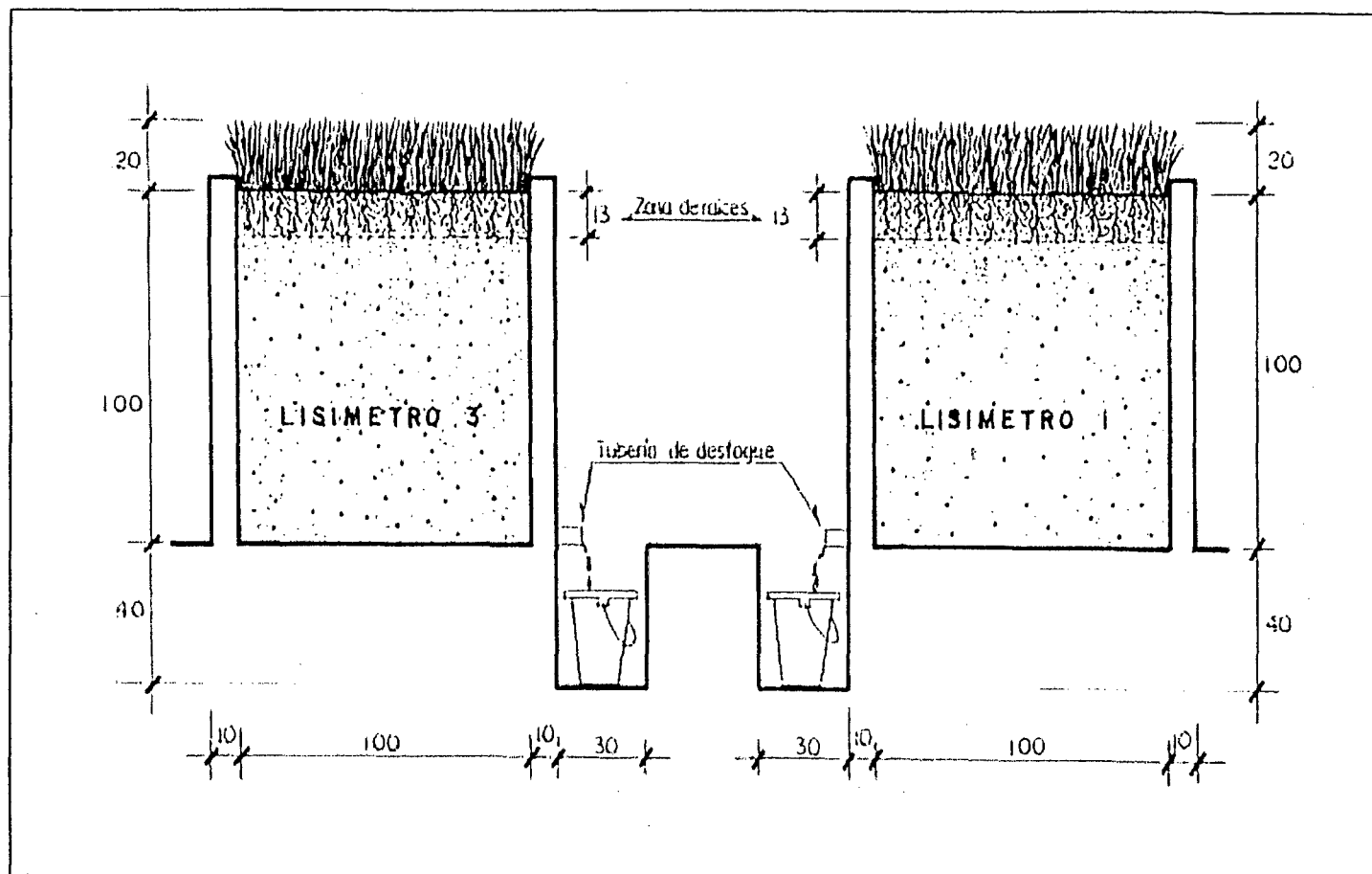


FIGURA 3. Detalle del corte vertical de los lisímetros (Corte A – A).

Cada lisímetro contiene aproximadamente 1m^3 de suelo agrícola de textura franco arcillosa, sobre el cual se sembró grass americano como cultivo indicador. Además los lisímetros constan cada uno en la parte inferior con un tubo de drenaje para el desfogue del agua que se percola, la cual se recibe en recipientes acondicionados al pie de las paredes de los mencionados lisímetros.

3.1.4 Análisis físico y cálculo de las características hidráulicas del suelo

Los análisis físicos y los cálculos de las características hidráulicas del suelo se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y las metodologías utilizadas se muestran en los Cuadros 2 y 3. Las características hidráulicas fueron: textura, punto de marchitez, capacidad de campo, agua disponible y densidad aparente.

CUADRO 2. Análisis textural del suelo.

=====	
Características	Método
Arcilla (%)	Hidrómetro
Limo (%)	Hidrómetro
Arena (%)	Hidrómetro
Clase textural	Triángulo textural
=====	

CUADRO 3. Cálculo de las características hidráulicas del suelo.

=====	
Características	Método
Punto de marchitez (%)	Software triángulo de las texturas del suelo
Capacidad de campo (%)	Software triángulo de las texturas del suelo
Agua disponible (%)	Software triángulo de las texturas del suelo
Densidad aparente (g/cm^3)	Software triángulo de las texturas del suelo
=====	

3.1.5 Registros meteorológicos

En lo referente al cálculo de la ETP mediante el método del lisímetro, fue necesario contar con datos correspondientes a la última década de los parámetros temperatura, humedad relativa, heliofanía y velocidad del viento de los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto; datos que son empleados específicamente en el cálculo de la frecuencia de riego. Además se contó con el registro diario de precipitación de los meses correspondientes al experimento (Cuadros 58-A al 62-A del anexo).

Para determinar la ETP mediante el software del método de Penman modificado, fue necesario contar con los registros meteorológicos correspondientes a los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto del año 2001 en lo que se refiere a los parámetros temperatura, humedad relativa, heliofanía y velocidad del viento. Así mismo para proporcionar valores de ETP para la zona de Tingo María, se contó con registros climatológicos históricos correspondientes al período 1941–2000 (Cuadros 1-A al 57-A del anexo), información que fue proporcionada por las oficinas de SENAMHI Tingo María. Para el caso del método del tanque tipo “A”, fue necesario contar con datos de evaporación correspondientes a los meses anteriormente mencionados (Cuadros 58-A al 62-A del anexo).

3.2 COMPONENTES EN ESTUDIO

Los componentes a estudiar son:

1. Aplicación de parámetros meteorológicos como factores que afectan la tasa de evapotranspiración potencial:

- Temperatura del aire (máxima y mínima en °C)
- Humedad del aire (%)
- Precipitación (mm)
- Heliofanía (horas y décimas)
- Velocidad del viento (m/s)
- Evaporación (mm /día).

2. Aplicación de características del suelo como factores que afectan la tasa de ETP:

- Físicas (textura)
- Hidráulicas (punto de marchitez permanente, capacidad de campo, densidad aparente)

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se empleó la media aritmética como herramienta de la estadística descriptiva, para corregir la variabilidad de los datos obtenidos de los 4 lisímetros. Así mismo se realizó una comparación mediante la prueba de "t" de student con muestras pareadas, entre los métodos del lisímetro y de Penman modificado. Considerando que los valores de ETP por el método del tanque tipo "A" son obtenidos a partir del factor de tanque, el cual se halla con los datos obtenidos del lisímetro, es innecesario hacer una comparación. La prueba de "t" es una distribución que se usa para variables continuas y es útil cuando se conoce la variancia poblacional.

3.4 OBSERVACIONES REGISTRADAS

- Temperatura máxima y mínima (°C).
- Humedad del aire (%).
- Precipitación (mm).
- Heliofanía (horas y décimas).
- Velocidad del viento (m/s).
- Evaporación (mm/día).

3.5 OBSERVACIONES EVALUADAS

- Análisis físico del suelo : textura.
- Características hidráulicas del suelo : Utilizando la calculadora del triángulo de las texturas del suelo (Saxton, 1986) se calculará el punto de marchitez (PM), la capacidad de campo (CC) y la densidad aparente (Da).

3.6 DISPOSICIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental considerado para el presente trabajo de investigación estuvo representado por los lisímetros, los cuales están agrupados en pares. Las principales características son:

- Número de lisímetros : 4
- Material de la infraestructura : Concreto
- Tuberías de desfogue y drenaje : 1/ lisímetro
- Recipientes de recepción de agua percolada : 1/ lisímetro

- Sustrato: Suelo agrícola homogéneo de textura franco arcilloso y densidad aparente 1.34 g/cm^3 , PM 18% y CC 32% en promedio
- Volumen del sustrato: 1m^3 de suelo/ lisímetro
- Área del sustrato: 1m^2 de terreno/ lisímetro
- Cultivo indicador: Grass americano (gramínea)
- Cobertura del cultivo indicador: 1m^2 / lisímetro
- Altura promedio del cultivo indicador: 20.00 cm
- Tamaño de raíces del cultivo indicador: 13.35 cm.

3.7 MATERIALES

3.7.1 Material – instrumental

- Suelo agrícola uniforme.
- Cultivo de referencia (Grass americano).
- Lisímetros (4).

Los instrumentos utilizados para medir los diferentes parámetros meteorológicos que estuvieron en este período se dan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Relación del instrumental utilizado en el presente estudio.

Parámetro	Instrumento	Marca	Altura/suelo
Temperatura (°C)	Termómetro	Schneider	1.60 m.
Humedad relativa (%)	Tabla psicrométrica	---	---
Heliofanía (Horas – décimas)	Heliógrafo	Lambrecht	1.20 m.
Velocidad del viento (m/s)	Anemógrafo	Lambrecht	10.00 m.
Evaporación (mm)	Tanque “A”	---	Nivel del suelo*
Precipitación (mm)	Pluviómetro	---	1.20 m.

* El nivel del agua a la altura del borde del tanque: 0.60 m sobre nivel del suelo.

3.7.2 Datos climatológicos y procesadores

- Registros meteorológicos, los que se muestran en los cuadros 1 A al 62 A del anexo.
- Softwares : Cropwat (FAO. Calcula la ETP por el método de Penman) y calculadora del triángulo de las texturas (Calcula las características del suelo: PMP, CC, Da).
- Procesador de datos (Computador).

3.8 MÉTODOS

3.8.1 Cálculo de la ETP por el método del lisímetro

Preparación y adecuación de los lisímetros

Se inició con la limpieza total de éstos, para luego acondicionar las tuberías de drenaje con sus respectivos recipientes. El sustrato fue remplazado en su totalidad por otro de textura homogénea para los cuatro lisímetros. Posteriormente se procedió a sembrar el cultivo de referencia; ésta fase concluyó con la instalación de un pluviómetro que registró la cantidad de lluvia ocurrida durante el tiempo de ejecución del experimento, cuyos datos son utilizados en el balance hídrico.

Análisis físico del suelo y cálculo de las características hidráulicas del sustrato

Se tomaron cuatro submuestras por lisímetro, con las cuales se elaboró una sola muestra representativa, el análisis físico fue realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Las características hidráulicas fueron determinadas con la calculadora del triángulo de las texturas del suelo (SAXTON, 1986).

Siembra del cultivo de referencia

Se utilizó una gramínea (Grass americano), cuya altura promedio de planta es de 20 cm con un sistema radicular fibroso que no sobrepasa los 15 cm de largo. El material vegetativo para propagar esta especie se obtuvo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Muestreo y análisis del contenido inicial de humedad del suelo (W_i)

Se tomó un total de 16 muestras de suelo, correspondiendo a 4/lisímetro las que se llevaron a secar en la estufa a 105 °C por espacio de 24 horas.

Determinación del volumen de agua a aplicar

Se calculó la lámina neta (LN) a utilizar, ante la cual se optó por considerar una eficiencia de aplicación de 75% con fines de obtener un mayor volumen de agua de percolación que facilite realizar el balance hídrico, lo que vendría a constituir la lámina bruta (LB).

Cálculo de la frecuencia de riego (FR)

Resulta que la lámina bruta de agua calculada, no puede ser aplicada de manera arbitraria en cualquier momento, razón por la cual es necesario determinar una frecuencia de riego (FR), de tal modo que este se efectúe en el momento más oportuno. Se registraron datos diarios de la cantidad de lluvia ocurrida para el balance hídrico.

Recolección diaria de datos del pluviómetro

Con el fin de realizar el balance de agua, se registraron datos diarios de la cantidad de lluvia ocurrida durante el período de ejecución del experimento.

Recolección de datos diarios del agua que se percola

Diariamente se registró el agua que percola a través de los tubos de desfogue. Este volumen de agua que sale fue medido con la mayor exactitud utilizando probetas y vasos aforados.

Balance hídrico

Para cumplir con los objetivos trazados es necesario realizar un balance respecto al agua que ingresa (precipitación, riego), el cual deberá ser igual al agua que sale (ETP y percolación).

3.8.2 Cálculo de la ETP mediante el método del tanque tipo “A”

Se recolectaron datos diarios de evaporación del tanque tipo “A”, estos se relacionaron con los promedios de ETP mensuales obtenidos por el método del lisímetro, a partir del cual se obtendrá el factor de tanque y de donde se obtendrá la ETP.

3.8.3 Cálculo de la ETP por el método de Penman

Se recopilamos datos diarios correspondientes a los meses de Abril a Agosto, de los siguientes parámetros meteorológicos: temperatura (máxima y mínima en °C), humedad relativa (%), heliofanía (horas y décimas), velocidad del viento (m/s). Estos valores fueron procesados mediante el software : cropwat propuesto por la FAO, el cual nos arroja como resultado la ETP en mm/día.

3.9 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.9.1 Cálculo de la ETP por el método del lisímetro

Acondicionamiento de los lisímetros

En un inicio el contenido de los lisímetros fueron vaciados en su totalidad, desechando el sustrato utilizado en anteriores experimentos. De igual forma

se puso operativo el sistema de desfogue del agua que percola, además de acondicionar un recipiente a cada tubo de desfogue, para recibir el agua y realizar los registros correspondientes del contenido anterior de agua del suelo. Puesto que la idea fue en lo posible tratar de imitar condiciones edáficas similares a las de la zona, es que se optó por utilizar un suelo representativo cuyas características físicas se muestran en el Cuadro 5, es así que se llegó a utilizar aproximadamente 1m^3 de suelo por lisímetro, el cual se dejó en reposo por un espacio de tiempo de 2 semanas con el fin de que la lluvia elimine el efecto de disgregación de los componentes del suelo que pueda haber ocurrido y sesgar los datos de volumen de agua percolada.

Análisis físico del suelo y cálculo de las características hidráulicas del suelo

Antes de realizar la siembra del cultivo de referencia se procedió a muestrear el suelo; para este caso se utilizó el tubo muestreador con el que se obtuvieron 4 sub muestras por lisímetro a diferentes profundidades, las que luego de secadas al Sol fueron mezcladas homogéneamente para obtener las muestras representativas (1 muestra por lisímetro). Una vez obtenidas dichas muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el análisis respectivo. Los resultados se presentan en los Cuadros 5 y 6.

CUADRO 5. Resultados de los análisis físicos del suelo.

Características	Contenido de los lisímetros (%)				Método
	1	2	3	4	
Arcilla	30.46	30.46	32.90	32.46	Hidrómetro
Limo	31.72	33.72	31.28	27.72	Hidrómetro
Arena	37.82	35.82	35.82	39.82	Hidrómetro
Clase textural	Fco. Ar.	Fco. Ar.	Fco. Ar.	Fco. Ar.	Triángulo textural

CUADRO 6. Resultado del cálculo de las características hidráulicas del suelo mediante el software triángulo de las texturas del suelo.

Características	Contenido de los lisímetros (%)			
	1	2	3	4
Punto de marchitez	17	17	18	18
Capacidad de campo	30	31	32	31
Agua disponible	13	13	13	12
Densidad aparente (g/cc)	1.34	1.34	1.33	1.34

Siembra del cultivo de referencia

Antes de la siembra se realizó una remoción superficial del suelo. Posteriormente se procedió en forma manual a sembrar el material vegetativo del cultivo referencial (Grass americano), de tal forma que cubriera todo el área (aproximadamente 1m^2 / lisímetro).

Muestreo y análisis del contenido inicial de humedad del suelo (W_i)

Antes de la aplicación del riego para dar inicio a las evaluaciones mensuales con la finalidad de realizar el balance hídrico, se procedió a determinar el contenido inicial de agua en el suelo (W_i en %), para lo cual utilizando el tubo muestreador se procedió a muestrear a diferentes profundidades en cada lisímetro. Las muestras húmedas de suelo obtenidas fueron cuidadosamente manipuladas para evitar confusiones entre lisímetros. De esta forma, de manera independiente cada lisímetro quedó con una muestra representativa, las que debidamente identificadas fueron trasladadas a los cilindros metálicos (4 por lisímetro).

El análisis propiamente dicho se realizó utilizando la siguiente formula:

$$\text{Contenido de } H^o \text{ inicial (\%)} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

Para esto fue necesario contar con datos como:

- Peso del suelo húmedo.
- Peso del suelo seco a la estufa (105°C por 24 horas).

Cálculo del agua a aplicar o lámina neta (LN)

Para este caso una vez obtenido el contenido inicial de humedad (W_i) se procedió a determinar la lámina de agua a utilizar en cada riego. Para esto se utilizó la siguiente formula:

$$LN = \frac{W_{cc} - W_i}{100} \times Da \times Pr$$

Donde :

LN : Lámina neta (cm).

W_{cc} : Contenido de humedad a capacidad de campo (%).

W_i : Contenido de humedad inicial (%).

Da : Densidad aparente (g/cm^3).

Pr : Profundidad de raíces (cm).

Los valores finales se dan en mm/m^2 , lo cual es equivalente a litros/m^2 .

El resultado obtenido sería la cantidad teóricamente exacta a aplicar, pero resulta que dadas las características físicas del suelo (textura Fco. Ar., Da 1.34 g/cm^3), el cual está contenido en un cubo de concreto hace suponer cierta dificultad para drenar, ante lo cual necesitando una cantidad considerablemente operable y/o manejable de agua que percole para el balance es que se optó por considerar una eficiencia de aplicación de 75% que es la que usualmente se utiliza en los riegos de los diferentes proyectos. Esto conllevó a tener que obtener el volumen de agua de riego, a través de la siguiente fórmula:

$$LB = \frac{LN}{Eap}$$

Donde :

- LB : Lámina bruta.
- LN : Lámina neta.
- Eap : Eficiencia de aplicación:

Cálculo de la frecuencia de riego (FR)

La FR fue calculada a partir de la siguiente formula:

$$FR = \frac{LN}{ETP}$$

Donde :

- FR : Frecuencia de riego.
- LN : Lámina neta.
- ETP : Evapotranspiración potencial. (de los 10 últimos años con el método de Penman).

El resultado final de este cálculo nos da la frecuencia de riego en días.

Recolección diaria de datos del pluviómetro

En este caso se instaló un pluviómetro junto a los lisímetros, en el cual se registraron en forma diaria la precipitación (mm/m^2) ocurrida.

Recolección diaria de datos del agua que percola

El agua que percola es un dato muy valioso en el balance hídrico, razón por la cual este se realizó con mucho cuidado. En su medición se utilizó recipientes

aforados como probetas y vasos y los resultados se muestran en los Cuadros 63-A al 82-A del anexo.

Balance hídrico

El balance hídrico es fundamental en el presente trabajo, a partir del cual se obtendrá la ETP; en este sentido se utilizaron datos del agua que ingresa al suelo, así como la que sale, lo que se resume en la siguiente expresión:

$$\text{Agua que ingresa} = \text{Agua que sale}$$

Para realizar el balance hídrico se utilizó el modelo de CERES, el cual evalúa el nivel diario de agua utilizando la ecuación:

$$S = P + I - EP - ES - R - D$$

Donde:

- S : Cantidad de agua en el suelo.
- P : Resultado de los aportes de agua por concepto de precipitación
- I : Riego.
- EP : Pérdidas por transpiración de las plantas.
- ES : Evaporación del suelo.
- R : Escorrentía.
- D : Drenaje del perfil.

En este sentido el agua que sale queda representada por EP y ES, lo que a su vez constituye la ETP, más D, el agua que drena a través del perfil (GRASSI, 1984). Para nuestro caso no existe el factor escorrentía. En la práctica al realizar el balance hídrico es necesario determinar el contenido de humedad inicial (W_i), quedando el balance resumido por la siguiente expresión:

$$P + W_i + I = D + ETP$$

Luego:

$$ETP = \text{Agua que ingresa} - \text{Drenaje del perfil.}$$

La ETP contiene a la vez el agua que se evapora, más el agua que consumen las plantas, de tal forma que la igualdad del balance hídrico queda de la siguiente manera:

$$Q_i = ES + EP + D$$

Donde:

$$Q_i = \text{Cantidad de agua que ingresa.}$$

Luego:

$$ES + EP = ETP$$

3.9.2 Cálculo de la ETP mediante el método del tanque tipo "A"

Se recolectaron datos diarios de evaporación del tanque tipo "A" de los cuales se obtuvo el promedio mensual, para los meses de Abril a Agosto. Los otros

datos a utilizar son los valores promedios mensuales de ETP calculados por el método de Penman, los cuales serán divididos entre los valores de evaporación antes mencionados; los resultado obtenidos vendrían a constituir el factor de tanque (Ft) para cada mes. Obtenido el factor de tanque se procedió a calcular la ETP mensual mediante la siguiente fórmula:

$$E_o \times F_t = ETP$$

Donde:

E_o : Evaporación (mm/día).

F_t : Factor de tanque.

ETP : Evapotranspiración potencial (mm/día).

A partir de estos valores se puede deducir los valores diarios de ETP expresados en mm/día tal como se observa en el Cuadro 9.

3.9.3 Cálculo de la ETP mediante el método de Penman

Para el caso del primer objetivo se recopilaron datos diarios correspondientes a los meses de Abril a Agosto; de los siguientes parámetros meteorológicos: temperatura (máxima y mínima en °C), humedad relativa (%), heliofanía (horas y décimas), velocidad del viento (m/s) a partir de los cuales se obtuvieron los promedios mensuales, los que fueron procesadas mediante el software: cropwat propuesto por la FAO, el cual nos arroja como resultado la ETP mm/día. Para el caso del segundo objetivo se utilizaron valores de los parámetros

anteriormente seleccionados correspondientes al período de los años 1941-2000, datos que fueron procesados de manera similar al caso anterior.

Otros datos complementarios que exige el software son ubicación geográfica de la estación meteorológica que registró los datos: altitud sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y la latitud (grados y minutos) (FAO, 1991).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP), EN TINGO MARÍA POR LOS MÉTODOS DEL LISÍMETRO, TANQUE TIPO "A" Y PENMAN MODIFICADO

En los Cuadros 1-A al 62-A del anexo se presentan los valores originales de los diferentes parámetros meteorológicos a partir de los cuales se confeccionaron los Cuadros y Figuras respectivas.

CUADRO 7. Resumen mensual de la evapotranspiración potencial (ETP) por lisímetro.

Mes	Nº de lisímetro	ETP (mm/mes)	Prom. ETP (mm/mes)
Abril	1	119.10	121.65
	2	117.00	
	3	127.50	
	4	123.00	
Mayo	1	106.00	104.75
	2	107.00	
	3	102.90	
	4	104.90	
Junio	1	78.00	79.40
	2	80.30	
	3	77.50	
	4	81.80	
Julio	1	100.80	101.53
	2	102.00	
	3	98.90	
	4	105.40	
Agosto	1	106.70	107.75
	2	110.70	
	3	102.10	
	4	111.50	

En el Cuadro 7, se muestran los valores promedios mensuales de evapotranspiración potencial determinados en cada lisímetro en estudio, que servirán para realizar las comparaciones respectivas con los otros métodos utilizados.

Los valores mensuales así como las curvas de evapotranspiración potencial (ETP) calculados por los diferentes métodos, se presentan en el Cuadro 8 y Figura 4.

CUADRO 8. Valores promedios mensuales de evapotranspiración potencial (ETP) calculados por los diferentes métodos.

Mes	ETP (mm/día)		
	Lisímetro	Tanque tipo "A"	Penman
Abril	4.06	4.08	3.73
Mayo	3.38	3.40	3.21
Junio	3.18	3.19	2.95
Julio	3.28	3.29	3.13
Agosto	3.99	3.98	3.78

Observando dichos valores, se puede determinar que el desarrollo de los tres métodos no presenta grandes variaciones mensuales en sus resultados, siendo el método de Penman el que presenta los más bajos valores con relación a los del lisímetro. Los del tanque tipo "A" prácticamente son los mismos, ya que estos se deducen a partir de los resultados del lisímetro.

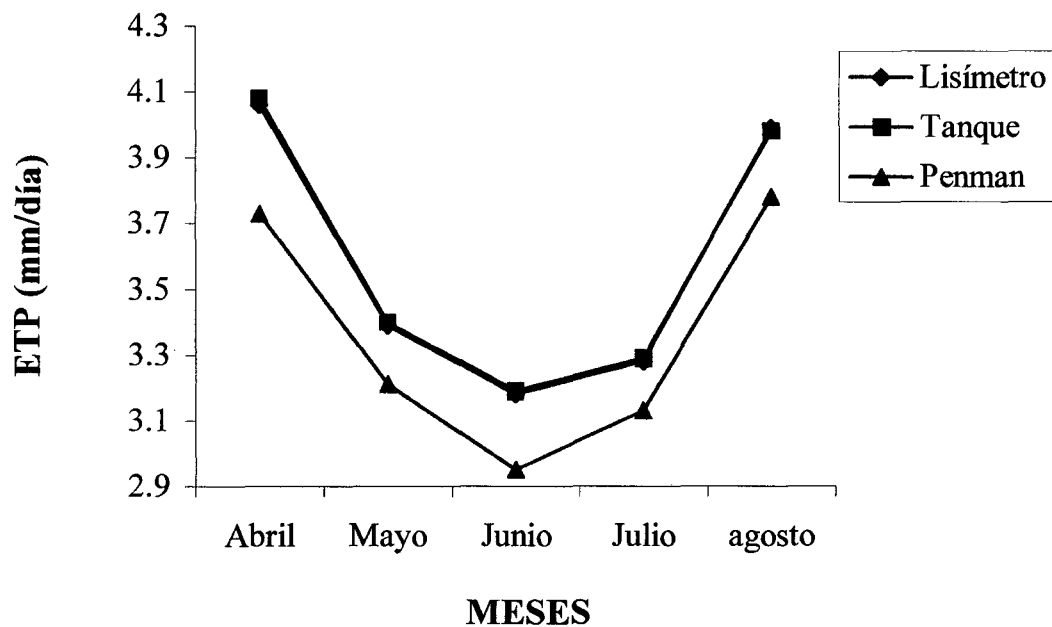


FIGURA 4. Variación mensual de la evapotranspiración potencial calculada por los diferentes métodos.

Si analizamos la Figura 4, podemos observar que los valores de lisímetro y tanque tipo “A” son tan similares que dan la apariencia de presentar una sola curva para ambos métodos; sin embargo para determinar si existe diferencia estadística entre los promedios mensuales de ETP calculados por los métodos Penman y lisímetro, se realizó la prueba de “t” de student, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 9.

CUADRO 9. Resultados de la prueba de "t" de Student entre los valores medios de ETP calculados mediante los métodos Penman y lisímetro.

=====				
Hipótesis	$H_o = \mu_{\text{Penman}} = \mu_{\text{lisímetro}}$			
	$H_a = \mu_{\text{Penman}} \neq \mu_{\text{lisímetro}}$			
Variable	T	T tabulado (Tt)		Condición
	calculado (To)	$T_{0.05; 8}$	$T_{0.01; 8}$	
ETP Penman vs. lisímetro	- 0.883	2.306	3.355	Acepta H_o
=====				

A los niveles $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$ existen evidencias estadísticas para afirmar que tanto los valores calculados por uno y otro método son muy homogéneos entre sí y que no existe variabilidad estadística significativa. Estos resultados concuerdan con lo citado por Garmendia, quien reporta que al comparar los valores medios de un lisímetro con un cultivo de grass frente a los valores medios de la ETP estimada por el método de Penman, existe una alta correlación entre los promedios mensuales de pérdida de agua de las dos superficies (GARMENDIA, 1977).

De igual forma los valores obtenidos por los diferentes métodos muestran similitud con los valores de ETP correspondientes a este período calculados para la zona de Tulumayo (Cuadro 1), donde el mes de Abril presenta valores mayores, los cuales descienden hasta el mes de Julio para luego incrementarse en el mes de Agosto (INIPA -PEAH, 1986), razones que nos permiten afirmar que el comportamiento climático es muy similar para las variables precipitación, temperatura, humedad relativa, horas sol, velocidad del viento, evapotranspiración; lo

que fundamenta que los resultados y recomendaciones obtenidas sean válidos para gran parte de nuestra zona.

CUADRO 10. Relación entre la ETP calculada por el método del lisímetro y la evaporación medida en el tanque tipo "A".

Mes	Evaporación (mm/día)	Factor de tanque (Ft)
Abril	4.00	1.02
Mayo	3.40	1.00
Junio	3.50	0.91
Julio	3.50	0.94
Agosto	4.10	0.97

En el Cuadro 10 se ha determinado los valores de la relación existente entre ETP calculada por el método del lisímetro y la evaporación medida por el tanque tipo "A", lo que viene a constituir el factor de tanque (Ft). Según este Cuadro se observa que en los meses de Abril y Mayo los valores de Ft bordean la unidad, descendiendo en los meses siguientes lo que nos permite deducir que la evaporación en superficie libre del tanque de evaporación ha sido muy similar a la evapotranspiración calculada en los dos primeros meses. Esta situación puede deberse a que el "verano" en la zona, todavía no ha llegado y la energía solar entrante en estos meses del año no ha alcanzado el máximo. Este comportamiento nos hace suponer que las plantas durante este período reaccionan con igual intensidad que la superficie libre de agua. Igual comportamiento se encontró al realizar un trabajo de evapotranspiración con el método de Thorntwaite en la costa central del Perú (GARMENDIA. 1977).

Finalmente, se puede afirmar que la relación ETP/evaporación, evaluada en estos meses y cuyos resultados fueron valores iguales o menores a la unidad, no hacen otra cosa que confirmar los principios de la fórmula de Penman, la cual indica que la evapotranspiración es igual o menor que la evaporación en superficie libre (GARMENDIA, 1977).

4.2 VALORES DE ETP CALCULADOS PARA LA ZONA DE TINGO MARÍA

En el Cuadro 11 y Figura 5, se presentan los valores calculados de evapotranspiración mediante el método de Penman válidos para la zona de Tingo María; así como los valores medios de los diferentes parámetros climatológicos correspondientes al período 1941-2000, tal como se indica en el Cuadro 12.

Según las normas técnicas de la Organización Meteorológica Mundial y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), toda Estación Meteorológica tiene un rango de acción de 25 km de radio, los datos proporcionados por dichas estaciones son válidos para este rango de acción; por consiguiente la Estación “José Abelardo Quiñones” – Tingo María proporciona información válida para todo trabajo de investigación dentro de la zona de influencia de la Estación.

CUADRO 11. Valores de ETP para la zona de Tingo María calculados mediante el método de Penman.

Meses	Temperatura (°C)	HR (%)	Vv (km/día)	Horas Sol	ETP	
					(mm/día)	(mm/mes)
Enero	24.5	79	95	3.2	3.82	118.42
Febrero	24.4	80	130	3.0	3.87	108.36
Marzo	24.5	79	156	5.0	4.45	137.95
Abril	24.7	78	164	4.3	4.10	123.00
Mayo	24.7	77	346	5.2	4.88	151.28
Junio	24.1	75	259	5.6	4.41	132.30
Julio	23.8	76	130	5.8	3.78	117.18
Agosto	24.4	74	112	5.9	4.15	128.65
Setiembre	24.7	74	156	5.4	4.65	139.50
Octubre	24.9	73	52	4.8	4.17	129.27
Noviembre	24.5	77	9	4.5	3.80	114.00
Diciembre	24.5	78	9	3.9	3.61	111.91

HR : Humedad relativa.

Vv : Velocidad del viento.

ETP : Evapotranspiración potencial

CUADRO 12. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al período 1941 – 2000.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.0	29.0	28.8	29.7	29.8	28.9	28.8	30.1	30.9	29.6	29.9	29.2
Temperatura mínima (°C)	20.1	19.6	19.7	19.8	18.2	18.4	17.8	18.5	18.3	20.1	18.8	18.5
Humedad relativa (%)	79.7	79.6	78.9	79.5	77.2	76.7	75.6	74.2	74.2	75.6	76.9	77.7
Heliofanía (h y d)	3.2	3.1	3.7	4.3	5.2	5.6	5.8	5.7	5.5	5.2	5.3	5.1
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	417.8	420.2	423.1	314.5	315.1	320.1	318.6	318.7	319.1	313.6	400.6	417.6

Fuente : SENAMHI - Tingo María.

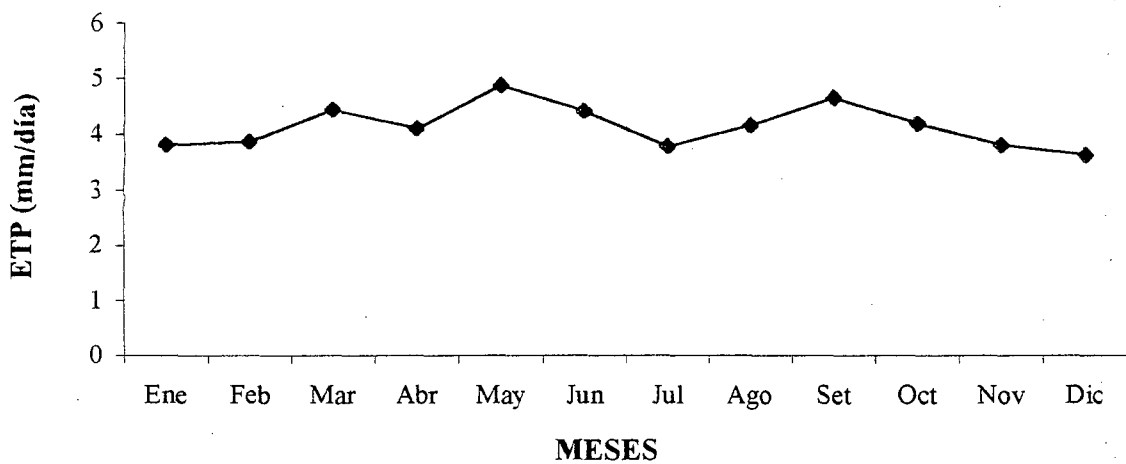


FIGURA 5. Curva de comportamiento de la ETP a través del año, calculada mediante el método de Penman en función a medias de 60 años.

De lo anteriormente observado podemos afirmar que existe cierta concordancia con los valores de ETP encontrados para la zona de Tulumayo (Cuadro 1), donde los dos o tres primeros meses del año presentan valores menores los cuales ascienden y alcanzan su máxima expresión en meses intermedios del año, para descender en los dos últimos; comportamiento que indica que los planes de riego deberán tener énfasis en los meses que la ETP es mayor por la mayor demanda de agua, así como que para el caso de Tingo María, ésta es época de menor precipitación. Tal comportamiento tiene mucho que ver con las variaciones de los parámetros climatológicos; es así que las tasas de evaporación varían por influencia de la temperatura, la humedad relativa, la intensidad y frecuencia de los vientos, tipo y etapa de crecimiento de los cultivos, las horas Sol, el tipo de suelo y su contenido de humedad, entre otros factores secundarios (CHÁVEZ, 1994).

La evapotranspiración es muy sensible a la temperatura, pues si observamos los datos del Cuadro 11, las mínimas variaciones de esta hacen que la ETP varíe en forma directa. Caso contrario ocurre con la humedad relativa pues si observamos los datos que muestra dicho cuadro, tendremos que la relación entre HR y ETP son inversas, a bajas tasas de humedad relativa la ETP es mayor; si continuamos analizando los datos presentados observaremos que el viento incide de manera directa en la ETP, pues a mayor velocidad del viento, mayores serán las tasas de ETP; relación similar ocurre con el parámetro horas sol.

Analizados los diferentes parámetros meteorológicos y su relación con la evapotranspiración calculada por el método de Penman nos atrevemos a dar estos valores como válidos para la zona por concordar con anteriores trabajos realizados (INIPA-PEAH, 1986), donde encuentra valores similares de evapotranspiración para la zona de Tulumayo utilizando registros climatológicos históricos del período 1966- 1985 a través del método de radiación. Otra de las razones vendría a ser la similitud estadística encontrada entre los valores calculados por el método de Penman y los del lisímetro (Cuadro 9), el cual en la práctica se considera como el exacto. Finalmente, fundamentaríamos nuestra afirmación porque son resultados obtenidos a través de un método recomendado por la FAO, el cual utiliza factores climatológicos de fácil consecución, si consideramos que en nuestra zona existe basta información disponible respecto a temperatura, humedad, horas sol, etc., que pueden ser utilizadas por cualquier persona de interés.

V. CONCLUSIONES

1. Los valores de evapotranspiración potencial (ETP) para la zona de Tingo María, calculados por los métodos del lisímetro, tanque tipo “A” y Penman no difieren estadísticamente, resultando indistinto emplear uno u otro de estos métodos.
2. El método de Penman ofrece mayores ventajas en su aplicación práctica; ofrece una economía de tiempo y existe disponibilidad de las variables meteorológicas que requiere para su ejecución.
3. Los mayores valores de evapotranspiración potencial (ETP) para la zona de Tingo María se dan entre los meses intermedios del año (Mayo – Setiembre), que coincide con la estación de verano.
4. Los valores de evapotranspiración potencial (ETP) que se dan son válidos para la zona de Tingo María o para otros lugares de condiciones ambientales similares.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para fines prácticos en nuestra zona se recomienda utilizar el método de Penman para el cálculo de la ETP, que implica un ahorro de tiempo y economía.
2. Continuar con experimentos similares en la zona, que ayuden a fortalecer los aportes del presente trabajo, como determinar ETA y Kc para cada uno de los cultivos instalados o a instalar.
3. Los valores de ETP hallados en el presente trabajo pueden ser empleados con fines de diseño de sistemas de riego.

VII. RESUMEN

Con el fin de determinar la evapotranspiración potencial (ETP) en Tingo María por los métodos del lisímetro, tanque tipo “A” y Penman modificado; así como proporcionar el valor de la ETP para el cálculo de requerimiento de riego complementario de los cultivos a instalarse en el ámbito de Tingo María, se condujo un experimento en los lisímetros instalados en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la carretera Tingo María – Huánuco, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, a una altitud de 641 m.s.n.m.

El experimento se realizó en los meses de Abril a Agosto del 2001, donde para determinar la evapotranspiración potencial (ETP) en Tingo María mediante el método del lisímetro, se instaló en estos un cultivo indicador (grass americano), sobre un sustrato de suelo agrícola; así mismo fue necesario registrar la precipitación ocurrida durante el período de ejecución, los riegos complementarios aplicados previos cálculos del volumen de agua a aplicar, así como la frecuencia de aplicación de estos. Además se cuantificó el agua que percola a través del perfil; datos que en conjunto se utilizan en el balance hídrico, a partir del cual se deduce la ETP. En el método del tanque tipo “A”, primero se determinó el factor de tanque (F_t), el cual viene a ser la relación de la ETP calculada por el método del lisímetro entre la evaporación del tanque tipo “A”; dicho valor es un factor empírico, el cual al multiplicarse por la evaporación del tanque tipo “A” nos da el valor de la ETP.

Para el caso del método de Penman se requiere exclusivamente datos de los parámetros meteorológicos tales como: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad del aire (%), horas sol (horas y décimas) y velocidad del viento (m/s), los cuales se procesaron mediante el software “cropwat” y arrojaron valores de la ETP en mm.

Para proporcionar el valor de la evapotranspiración potencial (ETP) para Tingo María, se contó con los registros climatológicos históricos correspondientes al período 1941 al 2000, los cuales se procesaron con el software “Cropwat”.

Ejecutado el experimento los resultados indican que no existe diferencias estadísticas entre los métodos en estudio, lo que conlleva a sugerir el empleo del método de Penman para fines prácticos, por ser de fácil aplicación y los datos que requiere para su ejecución son abundantes en la zona, esto también es razón para que los valores de ETP calculados mediante el método de Penman a partir de registros históricos de más de 50 años, se consideren válidos para utilizarse en requerimientos de riego en nuestra zona.

Como conclusión diremos que al no existir diferencia estadística entre los métodos estudiados, se recomienda la utilización del Penman por su facilidad para aplicarse y que para la zona de Tingo María, los meses con mayores valores de ETP están comprendidos entre Mayo a Setiembre, lo que sugiere aquí una época de probables mayores demandas de agua a tenerse en cuenta en planes de riego.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALBERTO P., Jorge. 1987. Estudio comparativo de cuatro modelos de infiltración. Tesis Ing. Agr UNAS. Tingo María.
2. CHAVEZ D., R. 1994. Hidrología para Ingenieros. Pontificia Universidad Católica del Perú. 1ra. Ed. Lima – Perú. 396 p.
3. CHEREQUE M., Wendor. 1989. Hidrología. Edit. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú., 189 pp.
4. EPPINK L., D. 1973. Sobre la fórmula de Penman para estimar la evaporación en la costa peruana. Boletín técnico. ICIA. 170 p.
5. FAO. 1991. Cropwat : Programa ordenador para planificar y manejar el riego. Roma. Italia. 133 p.
6. FUCHS, M. and STANHILL, G. 1973. The use of class "A" Evaporation pan data to estimate the irrigation water requirements of the cotton crop. The Israel Journal of Agricultural Research Rehvort. Israel 13 (2).
7. GARMENDIA, M. 1977. Medidas de evapotranspiración potencial y sus correlaciones con la evaporación y factores del clima. 137 p.
8. GRASSI, C. 1974. Estimation of evapotranspiration from climatic formulas Logan. UTA State University. (Tesis).

9. INIPA – PEAH. 1986. Necesidades de agua de los cultivos en trópico húmedo. Boletín técnico. 180 p.
10. ISRAELSEN, O. 1978. Principios y aplicaciones del riego. Edit. Reverté, España. 256 p.
11. ISRAELSEN, O. y HANSEN, V. 1965. Principios de aplicación de riegos. 2da. Ed. Editorial Reverte S. A. 397 p.
12. LUTHIN, J. 1977. Drenaje de tierras agrícolas – Teoría y aplicaciones. Ed. Jimure Wiley S. A. México. 320 p.
13. OLOARTE, Walter, 1987. Manual de riego por gravedad. Edit. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina - CCTA. Lima-Perú. 144 p.
14. SAXTON, K. E. 1986 Estimating generalized soil-water characteristics from texture. Soil. Sci. Soc. Amer. J. 50(4). Pp. 1031-1036.
15. VASQUEZ, V. A. 1992. El riego. 1ra Ed. Edit. ONERN. Lima – Perú. 144 p.
16. VENTE, CH. 1944. Hidrología aplicada. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 584 p.

IX. ANEXO

CUADRO 1-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1941.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	31.1	29.5	30.0	29.0	30.0	28.7	28.5	29.6	31.4	31.6	31.7	31.3
Temperatura mínima (°C)	17.2	18.1	18.4	19.4	18.8	17.2	17.3	17.4	18.6	19.6	17.6	19.4
Humedad relativa (%)	75.0	75.0	72.0	75.0	81.0	79.0	75.0	66.0	65.0	63.0	66.0	67.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.2	2.5	4.1	4.5	4.6	6.1	6.0	6.3	5.3	5.0	3.6	4.0
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	460.0	645.0	421.0	314.5	325.0	129.0	156.0	120.9	105.0	192.2	299.6	440.5

CUADRO 2-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1942.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	31.2	31.7	29.9	30.6	29.8	29.1	29.5	29.8	31.3	31.4	32.4	30.7
Temperatura mínima (°C)	18.8	19.5	19.2	19.2	18.6	17.3	16.6	17.2	18.2	19.0	18.2	17.9
Humedad relativa (%)	67.0	65.0	68.0	68.0	67.0	68.0	63.0	65.0	69.0	63.0	62.0	66.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.3	3.8	2.9	4.1	5.0	5.1	6.3	4.8	1.9	1.7	1.9	3.0
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	384.1	328.0	412.2	366.1	196.8	240.9	105.8	219.2	173.5	197.0	189.0	353.2

CUADRO 3-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1943.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.9	31.2	30.7	30.0	30.8	31.5	33.0	33.2	33.9	33.4	31.5	33.3
Temperatura mínima (°C)	18.8	17.9	17.8	17.1	17.2	16.2	16.5	15.1	14.8	15.6	13.8	14.6
Humedad relativa (%)	66.0	69.0	68.0	67.0	65.0	65.0	60.0	60.0	58.0	61.0	65.0	57.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.2	2.2	3.6	5.6	5.6	6.2	7.8	4.8	6.3	4.1	2.9	6.2
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	366.1	583.6	409.7	203.3	294.7	185.5	31.2	109.2	114.9	383.4	352.0	316.2

CUADRO 4-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1944.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	31.7	31.4	31.6	32.5	32.1	31.9	30.9	31.2	31.1	30.9	31.6	30.3
Temperatura mínima (°C)	14.7	15.6	15.8	16.4	16.4	15.6	16.2	17.7	17.6	18.8	19.0	18.6
Humedad relativa (%)	62.0	64.0	65.0	61.0	59.0	69.0	62.0	63.0	64.0	68.0	66.0	72.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.5	3.3	4.1	6.0	5.3	5.1	6.9	6.5	5.1	3.4	6.1	4.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	516.0	451.2	555.6	243.9	100.3	208.8	85.8	61.2	48.8	326.2	242.4	235.7

CUADRO 5-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1945.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.7	28.4	29.8	30.9	31.1	30.2	30.3	31.6	30.1	31.1	29.7	29.3
Temperatura mínima (°C)	18.9	19.6	19.5	19.3	18.3	18.3	16.7	17.7	18.2	18.3	19.0	18.6
Humedad relativa (%)	70.0	76.5	72.0	76.0	73.0	74.0	73.0	69.0	75.0	72.0	78.0	76.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.2	2.2	2.8	5.3	7.4	6.0	6.6	6.4	4.8	4.7	2.5	3.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	529.5	300.6	346.5	367.6	151.7	145.2	272.9	165.2	267.4	420.8	344.6	655.3

CUADRO 6-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1946.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.4	30.1	31.5	30.9	30.0	30.3	30.1	32.0	32.0	30.2	29.8	28.6
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.4	19.4	19.5	19.0	17.8	16.5	17.3	17.8	17.6	11.7	10.0
Humedad relativa (%)	76.0	81.0	78.0	74.0	75.0	74.0	69.0	71.0	69.0	70.0	74.0	74.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.8	1.7	2.5	5.7	4.3	5.0	6.7	6.4	6.8	4.0	3.6	2.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	222.4	449.2	416.5	284.4	312.6	248.7	81.1	144.4	224.4	163.4	439.6	418.0

CUADRO 7-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1947.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.5	29.4	29.7	30.4	29.4	29.6	29.0	30.7	30.7	30.9	29.9	28.6
Temperatura mínima (°C)	18.6	18.8	19.1	18.2	17.6	17.3	16.4	16.3	16.7	17.5	11.9	10.0
Humedad relativa (%)	71.0	73.0	70.0	71.0	71.0	70.0	72.0	70.0	70.0	74.0	74.0	74.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.8	3.9	5.0	4.2	5.2	5.3	5.8	7.3	5.6	5.3	4.6	2.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	238.5	452.0	283.3	221.4	128.0	290.3	237.7	153.4	181.2	317.3	328.4	456.5

CUADRO 8-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1948.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	31.9	29.7	28.3	29.9	30.6	29.1	29.7	29.6	29.6	29.1	29.8	29.9
Temperatura mínima (°C)	17.7	17.9	18.1	18.3	17.8	17.3	16.8	17.0	17.7	19.0	11.9	10.6
Humedad relativa (%)	69.0	75.0	77.0	77.0	74.0	75.0	74.0	70.0	74.0	76.0	75.0	76.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.3	3.3	3.6	4.7	6.6	5.6	6.3	6.1	5.1	3.9	4.2	3.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	319.3	539.0	563.4	454.9	124.6	243.3	211.9	34.6	273.4	335.3	297.1	456.5

CUADRO 9-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1949.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.2	28.1	30.2	29.5	29.8	28.5	28.8	29.6	29.6	29.1	29.8	29.9
Temperatura mínima (°C)	19.3	18.8	18.5	18.3	18.5	18.3	17.8	18.2	17.7	19.0	11.9	10.6
Humedad relativa (%)	76.0	76.0	78.0	75.0	72.0	72.0	84.0	71.0	74.0	76.0	75.0	76.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.6	3.2	2.9	5.2	5.9	5.6	6.4	7.2	5.1	3.9	4.2	3.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	514.1	344.1	744.1	201.8	159.1	258.2	217.2	129.4	153.0	648.0	161.0	302.0

CUADRO 10-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1953.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.4	28.9	29.0	29.5	30.2	31.7	29.2	31.5	31.4	29.9	30.8	29.6
Temperatura mínima (°C)	19.2	20.6	19.6	19.5	19.8	18.5	17.6	18.3	19.2	20.1	21.1	20.4
Humedad relativa (%)	79.0	81.0	80.0	77.0	78.0	77.0	76.0	73.0	75.0	78.0	79.0	81.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.2	4.2	4.1	5.0	5.4	4.6	6.1	8.6	7.5	4.9	5.7	4.1
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	619.0	624.5	477.5	317.0	432.5	152.5	74.0	62.0	139.0	305.5	263.0	372.0

CUADRO 11-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1954.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.2	29.3	30.3	31.2	30.3	29.9	29.5	31.4	31.1	29.9	30.8	29.5
Temperatura mínima (°C)	20.1	20.1	20.2	20.8	20.1	19.3	18.7	19.1	19.5	19.5	20.3	19.2
Humedad relativa (%)	80.0	78.0	78.0	77.0	76.0	76.0	74.0	71.0	74.0	75.0	76.0	79.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.2	1.6	4.9	6.9	5.5	5.1	5.4	6.9	5.1	4.6	6.0	5.3
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	579.0	277.0	197.0	168.0	340.5	58.0	65.0	40.0	109.0	158.0	240.5	169.5

CUADRO 12-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1955.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	19.1	27.6	28.1	29.8	29.9	29.5	29.5	30.5	31.9	31.1	30.1	29.2
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.7	20.0	20.8	20.1	18.9	19.1	18.2	19.1	19.0	19.0	19.7
Humedad relativa (%)	80.0	85.0	87.0	83.0	84.0	81.0	79.0	76.0	78.0	73.0	76.0	78.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.9	2.4	2.8	5.5	4.7	5.4	4.6	6.8	7.2	6.4	5.7	2.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	579.0	277.0	197.0	168.0	340.5	58.0	65.0	40.0	109.0	158.0	240.5	169.5

CUADRO 13-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1956.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.3	29.1	30.1	29.5	30.2	29.8	29.8	30.1	29.8	29.9	30.5	30.7
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.3	20.0	19.5	19.1	18.4	18.8	18.3	18.5	19.3	19.1	19.5
Humedad relativa (%)	75.0	77.0	74.0	72.0	73.0	72.0	70.0	70.0	72.0	73.0	69.0	69.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.8	3.5	10.8	5.5	6.0	5.2	5.4	6.8	5.0	5.1	5.3	5.0
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	475.9	521.0	320.0	229.5	213.5	116.5	192.0	111.5	147.0	305.6	219.0	187.0

CUADRO 14-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1957.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.1	29.6	29.9	29.7	30.5	29.2	29.6	30.5	30.9	31.9	31.3	30.9
Temperatura mínima (°C)	19.7	19.7	19.8	19.8	20.1	19.0	18.3	18.7	19.7	20.5	20.6	21.0
Humedad relativa (%)	72.0	71.0	70.0	72.0	71.0	72.0	69.0	67.0	68.0	71.0	70.0	71.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.2	3.5	3.7	3.6	5.2	4.7	5.1	6.5	4.7	5.6	4.6	4.9
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	377.5	283.6	305.0	360.0	226.5	128.0	132.5	143.5	296.5	355.3	279.2	513.3

CUADRO 15-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1958.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.0	30.6	30.6	30.7	30.3	30.5	30.8	30.3	31.7	30.9	30.3	31.4
Temperatura mínima (°C)	20.9	20.9	20.7	21.1	20.8	19.1	19.4	19.3	19.9	20.3	20.5	21.3
Humedad relativa (%)	73.0	73.0	72.0	72.0	73.0	70.0	70.0	68.0	68.0	71.0	71.0	71.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.5	3.3	3.8	4.0	4.5	6.4	6.6	6.1	6.5	4.9	4.5	5.2
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	359.0	409.8	324.5	356.6	368.5	169.6	189.0	116.5	222.5	357.3	265.8	266.0

CUADRO 16-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1959.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.9	28.3	29.6	29.7	29.6	28.7	29.9	30.9	31.4	30.2	29.7	29.8
Temperatura mínima (°C)	21.0	19.9	19.8	20.1	19.6	18.9	18.9	19.6	19.7	19.9	20.4	20.6
Humedad relativa (%)	71.0	75.0	71.0	73.0	71.0	72.0	69.0	68.0	67.0	69.0	72.0	72.0
Heliofanía (horas y décimas)	5.0	2.5	4.2	3.9	5.7	4.4	7.0	6.8	6.0	4.2	4.0	3.6
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	303.5	380.0	397.0	403.5	244.0	102.5	90.0	194.0	153.5	245.0	368.5	423.5

CUADRO 17-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1960.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.5	29.5	30.4	29.8	30.5	30.4	29.9	30.2	30.6	30.5	29.6	30.5
Temperatura mínima (°C)	20.9	20.6	21.0	20.0	20.3	19.5	19.0	19.4	19.3	20.4	20.7	21.1
Humedad relativa (%)	72.0	72.0	72.0	71.0	70.0	68.0	68.0	69.0	68.0	71.0	73.0	71.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.7	3.2	3.7	4.4	4.6	5.2	5.5	5.2	5.3	4.2	3.6	4.5
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	430.0	317.6	350.3	235.0	208.0	98.8	81.0	289.5	124.5	286.0	464.5	191.0

CUADRO 18-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1961.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.4	28.8	29.5	29.8	30.7	29.6	29.9	30.9	29.8	30.9	28.8	28.7
Temperatura mínima (°C)	21.1	20.5	21.0	20.9	21.0	19.6	19.1	18.6	19.3	20.3	20.4	20.4
Humedad relativa (%)	73.0	73.0	73.0	73.0	72.0	70.0	68.0	62.0	67.0	67.0	72.0	72.0
Heliofanía (horas y décimas)	1.9	3.0	2.8	3.7	4.9	5.7	6.2	7.2	4.4	5.9	3.4	1.6
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	403.5	378.5	224.5	517.0	222.0	145.6	58.0	55.0	180.0	259.0	191.0	364.5

CUADRO 19-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1962.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.1	28.5	29.1	28.7	29.1	29.9	30.1	31.0	31.5	30.2	31.9	30.1
Temperatura mínima (°C)	205.0	20.4	19.6	19.7	19.7	18.9	18.6	18.9	19.4	20.3	20.1	20.8
Humedad relativa (%)	74.0	74.0	71.0	72.0	71.0	66.0	67.0	65.0	65.0	68.0	65.0	69.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.1	2.3	2.8	3.5	5.0	5.5	5.6	5.8	5.0	3.4	6.3	4.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	524.5	202.5	170.0	684.0	227.0	22.0	90.0	110.5	124.0	195.0	215.0	247.5

CUADRO 20-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1963.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.4	28.5	29.7	29.1	30.0	28.4	29.8	31.3	31.3	30.6	30.1	32.0
Temperatura mínima (°C)	20.4	20.4	21.2	20.2	19.9	19.2	18.9	19.4	20.0	20.4	21.0	21.4
Humedad relativa (%)	73.0	75.0	72.0	72.0	70.0	74.0	67.0	63.0	65.0	67.0	69.0	68.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.2	3.3	3.3	4.0	4.8	4.2	5.1	6.6	4.9	4.4	4.1	4.6
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	569.8	175.1	248.5	337.0	90.0	43.6	112.0	70.0	130.5	139.5	263.5	478.5

CUADRO 21-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1964.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.4	28.5	30.0	29.3	30.0	29.2	28.8	30.5	30.5	31.3	28.7	29.2
Temperatura mínima (°C)	20.4	20.4	21.2	20.9	19.9	19.8	19.3	20.1	20.4	21.4	20.5	20.7
Humedad relativa (%)	73.0	75.0	68.0	73.0	70.0	72.0	65.0	65.0	71.0	69.0	71.0	70.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.2	3.3	3.5	3.8	4.2	5.5	5.0	6.4	5.0	6.2	4.4	4.9
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)					288.0	172.1	99.3	127.0	42.0	96.0	109.0	186.0

CUADRO 22-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1965.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.2	29.2	29.1	29.2	30.0	29.2	28.8	30.5	30.5	31.3	30.5	29.2
Temperatura mínima (°C)	23.4	20.6	20.0	20.4	19.9	19.8	19.3	20.1	20.4	21.4	20.8	20.6
Humedad relativa (%)	73.0	75.0	68.0	73.0	73.0	64.0	67.0	66.0	65.0	68.0	72.0	75.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.2	3.3	3.5	3.8	4.2	5.5	5.0	6.4	5.0	6.2	4.4	4.9
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	211.0	126.2	47.6	288.0	185.0	115.0	98.6	104.1	91.0	135.0	270.0	561.0

CUADRO 23-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1966.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.4	28.8	29.4	29.7	29.7	30.1	30.5	30.4	30.5	30.6	31.9	31.0
Temperatura mínima (°C)	20.6	20.3	19.6	19.7	19.6	19.1	18.5	19.9	20.4	20.4	22.2	22.0
Humedad relativa (%)	78.0	78.0	75.0	75.0	71.0	63.0	67.0	68.0	64.0	69.0	72.0	73.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.3	2.7	3.2	3.9	5.6	6.1	5.2	4.0	6.0	4.3	4.8	3.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	446.0	369.0	155.5	193.0	169.0	34.0	74.0	70.0	174.0	249.6	229.0	438.0

CUADRO 24-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1967.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.8	29.4	28.8	29.1	29.8	29.9	30.8	30.2	29.8	28.1	28.1	28.4
Temperatura mínima (°C)	20.5	20.0	19.6	19.7	20.4	19.6	19.2	18.9	19.0	19.0	19.0	19.2
Humedad relativa (%)	75.0	75.0	74.0	73.0	73.0	70.0	66.0	67.0	64.0	69.0	72.0	73.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.3	2.7	3.2	3.9	5.6	6.1	5.2	4.0	6.0	4.3	4.8	3.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	416.0	330.0	285.0	107.0	372.0	151.0	191.0	109.6	150.4	411.9	224.7	275.2

CUADRO 25-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1968.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.2	30.2	28.3	29.8	29.5	28.8	30.1	29.3	30.0	29.7	29.7	29.3
Temperatura mínima (°C)	20.1	20.8	19.5	19.0	18.3	17.5	17.9	18.9	19.4	19.3	18.8	19.3
Humedad relativa (%)	75.0	75.0	85.0	80.0	77.0	79.0	80.0	82.0	79.0	80.0	80.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.3	2.7	3.2	3.9	5.6	6.1	5.2	4.0	6.0	4.3	4.8	3.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	529.1	502.3	424.0	335.4	295.3	461.0	123.6	71.8	137.1	379.2	282.4	260.2

CUADRO 26-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1969.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.1	29.6	29.6	29.4	30.3	28.6	29.3	30.2	30.7	29.0	30.5	29.9
Temperatura mínima (°C)	20.0	19.4	19.9	19.8	20.0	18.8	17.7	17.5	18.1	18.8	19.9	19.4
Humedad relativa (%)	78.0	79.0	80.0	71.0	77.0	82.0	78.0	79.0	80.0	81.0	79.0	79.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.3	2.7	3.2	3.9	5.6	6.1	5.2	4.0	6.0	4.3	4.8	3.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	207.3	281.7	311.4	276.1	130.9	234.8	11.4	130.4	183.3	398.1	527.8	295.8

CUADRO 27-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1970.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.5	30.4	29.6	30.0	29.3	29.2	30.9	30.3	31.3	29.9	29.7	30.0
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.5	19.2	19.5	19.2	18.6	18.4	20.3	20.0	20.5	19.6	19.1
Humedad relativa (%)	88.0	82.0	83.0	82.0	82.0	76.0	80.0	82.0	63.0	76.0	81.0	79.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.3	2.7	4.3	4.9	5.9	5.4	5.9	3.3	4.8	3.6	5.5	4.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	284.4	222.5	334.5	298.3	231.7	237.3	160.8	172.6	282.9	481.5	224.5	460.1

CUADRO 28-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1971.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.7	28.0	29.5	28.7	29.7	29.6	30.0	29.7	29.5	29.1	29.9	29.2
Temperatura mínima (°C)	19.5	18.5	19.0	19.2	18.9	18.6	18.0	18.2	18.0	17.7	18.9	18.2
Humedad relativa (%)	80.0	80.0	82.0	81.0	77.0	77.0	81.0	82.0	78.0	77.0	80.0	91.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.9	2.5	4.4	4.3	5.7	5.4	6.3	6.3	5.1	5.5	5.3	4.9
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	288.9	303.1	369.1	201.5	100.6	110.2	254.2	106.0	229.8	300.8	410.1	225.8

CUADRO 29-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1972.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.8	29.6	28.4	29.5	30.0	30.1	30.1	29.8	29.3	29.9	29.1	29.9
Temperatura mínima (°C)	19.0	19.1	19.1	19.8	18.7	19.2	18.7	19.1	19.1	19.9	20.0	20.4
Humedad relativa (%)	77.0	83.0	82.0	86.0	84.0	83.0	81.0	83.0	87.0	85.0	85.0	84.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.7	4.1	3.8	4.3	6.0	6.0	6.6	5.9	5.2	5.2	3.4	4.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	297.3	410.3	343.8	208.4	222.9	72.1	108.2	312.2	227.3	269.6	521.1	514.4

CUADRO 30-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1973.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.5	28.6	29.2	30.0	29.9	30.1	29.2	29.8	30.1	29.7	29.5	28.2
Temperatura mínima (°C)	20.4	20.3	20.5	20.4	19.5	19.6	18.5	18.6	18.9	19.3	19.3	19.5
Humedad relativa (%)	85.0	83.0	82.0	86.0	84.0	83.0	81.0	80.0	80.0	80.0	81.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.0	2.6	3.0	4.3	4.6	5.8	4.8	4.8	4.1	4.0	3.7	2.3
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	515.8	508.6	443.1	451.8	170.9	162.1	273.6	125.7	229.6	229.6	556.1	437.4

CUADRO 31-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1974.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	27.1	28.0	29.2	29.4	29.8	28.9	28.9	29.1	29.6	29.2	30.1	28.8
Temperatura mínima (°C)	19.1	19.1	19.3	19.7	19.1	19.0	17.5	18.1	18.4	19.4	19.2	19.8
Humedad relativa (%)	87.0	87.0	83.0	83.0	80.0	81.0	78.0	79.0	78.0	79.0	79.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	1.6	2.6	3.6	4.3	5.2	4.1	6.3	5.8	5.0	4.7	5.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	546.4	441.2	405.0	366.1	145.1	241.5	121.0	337.3	134.6	358.8	562.7	336.9

CUADRO 32-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1975.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.6	27.9	29.1	29.2	29.4	29.3	28.9	30.0	30.0	30.4	29.3	29.0
Temperatura mínima (°C)	19.6	19.8	19.6	19.6	19.5	18.6	17.7	18.7	18.6	19.1	19.8	19.4
Humedad relativa (%)	83.0	85.0	83.0	82.0	82.0	80.0	79.0	77.0	78.0	78.0	81.0	80.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.3	2.2	3.4	5.5	5.1	4.8	6.1	6.2	5.0	5.2	3.6	3.3
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	336.2	508.0	502.1	307.5	210.7	199.1	113.8	176.9	261.8	201.4	296.2	226.2

CUADRO 33-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1976.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.0	27.7	28.9	29.3	29.7	29.4	29.5	29.8	30.3	30.0	29.1	28.9
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.3	19.5	19.6	19.4	18.5	17.2	19.1	19.3	19.8	19.9	19.8
Humedad relativa (%)	86.0	85.0	83.0	82.0	82.0	79.0	75.0	80.0	81.0	76.0	80.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	4.0	4.5	5.2	3.9	4.2	6.0	5.0	5.2	4.5	3.0
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	291.5	317.0	282.4	147.4	241.9	92.8	36.4	39.6	121.7	354.7	375.4	467.4

CUADRO 34-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1977.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.7	27.7	28.9	29.3	28.8	28.9	28.6	29.6	29.4	29.9	28.6	29.5
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.7	20.5	20.3	19.0	18.6	18.1	18.6	18.7	18.6	18.6	19.8
Humedad relativa (%)	86.0	85.0	83.0	81.0	80.0	78.0	77.0	76.0	77.0	79.0	79.0	78.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	4.0	4.4	4.5	5.6	5.2	5.8	3.7	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	892.5	448.5	529.2	416.1	171.7	76.8	229.6	102.6	206.1	146.2	409.7	158.6

CUADRO 35-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1978.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.5	29.2	29.5	29.3	29.1	28.9	28.8	29.2	30.5	31.1	31.5	30.8
Temperatura mínima (°C)	19.5	18.7	20.0	20.2	19.5	18.8	19.2	18.2	18.9	18.9	18.9	19.1
Humedad relativa (%)	80.0	79.0	82.0	82.0	82.0	79.0	83.0	81.0	80.0	79.0	79.0	80.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	291.2	276.4	255.1	274.2	169.3	40.6	313.2	47.4	44.7	297.2	319.3	545.4

CUADRO 36-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1979.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.7	27.9	28.4	29.5	29.6	29.0	28.3	29.7	30.2	30.2	29.3	29.6
Temperatura mínima (°C)	20.1	19.8	20.0	20.0	19.3	18.9	18.3	19.1	19.6	19.9	20.1	20.3
Humedad relativa (%)	80.0	85.0	84.0	79.0	81.0	81.0	78.0	79.0	79.0	79.0	81.0	80.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	211.7	391.1	421.5	384.0	294.3	94.7	114.0	15.2	72.0	138.4	490.5	359.7

CUADRO 37-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1980.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.7	27.9	29.2	29.8	30.3	29.7	29.9	30.4	30.7	29.5	29.3	29.4
Temperatura mínima (°C)	20.3	20.3	19.0	19.2	18.7	19.0	17.8	18.4	18.6	19.5	20.2	20.1
Humedad relativa (%)	90.0	90.0	89.0	87.0	88.0	87.0	88.0	87.0	88.0	88.0	87.0	87.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	427.6	620.6	311.5	126.0	172.5	163.3	136.0	138.2	233.8	271.3	278.1	378.5

CUADRO 38-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1981.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.7	28.6	28.7	29.7	29.6	29.1	28.6	29.8	30.4	30.1	28.8	29.2
Temperatura mínima (°C)	20.0	19.9	19.0	19.0	18.8	20.5	19.2	18.1	18.8	19.4	19.5	19.4
Humedad relativa (%)	83.0	82.0	82.0	81.0	80.0	83.0	80.0	80.0	78.0	80.0	82.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	412.6	467.7	407.8	176.4	139.9	118.2	39.1	83.3	187.7	715.0	740.4	784.0

CUADRO 39-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1982.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.0	28.7	28.5	29.5	29.4	29.1	28.9	29.5	29.1	29.0	29.0	29.4
Temperatura mínima (°C)	19.3	19.7	19.2	19.4	19.9	18.6	18.8	18.5	18.7	19.2	19.3	19.7
Humedad relativa (%)	81.0	84.0	83.0	82.0	80.0	84.0	84.0	82.0	81.0	80.0	82.0	81.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	708.3	602.8	855.9	338.8	275.1	161.2	161.1	47.0	283.3	253.9	491.7	542.7

CUADRO 40-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1983.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.5	30.1	29.8	30.0	29.6	29.2	29.1	29.5	30.6	30.5	30.2	29.7
Temperatura mínima (°C)	19.6	19.5	19.6	19.0	19.4	18.9	18.6	19.1	19.0	19.3	19.9	19.7
Humedad relativa (%)	81.0	80.0	80.0	79.0	80.0	82.0	80.0	77.0	77.0	80.0	81.0	80.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	688.5	467.8	367.0	331.0	242.3	168.0	99.0	97.0	177.0	405.1	666.6	595.9

CUADRO 41-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1984.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	26.4	29.0	29.0	29.1	29.6	28.9	29.1	29.6	31.4	30.2	29.7	29.9
Temperatura mínima (°C)	19.0	19.2	19.3	19.6	19.4	18.6	17.5	18.0	18.0	19.2	19.2	19.4
Humedad relativa (%)	88.0	85.0	86.0	85.0	83.0	88.0	83.0	82.0	80.0	82.0	84.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	681.0	473.2	349.0	412.4	186.1	333.1	235.0	205.9	117.6	201.1	465.1	169.8

CUADRO 42-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1985.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.5	28.4	29.1	30.2	30.6	29.4	29.2	29.5	29.6	30.8	30.2	29.8
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.1	19.4	19.7	19.7	18.0	17.9	18.7	19.2	19.9	19.7	20.4
Humedad relativa (%)	85.0	86.0	86.0	83.0	81.0	83.0	81.0	80.0	80.0	79.0	82.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	490.0	604.0	241.3	577.4	57.0	59.4	265.8	179.5	231.0	299.0	369.9	253.7

CUADRO 43-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1986.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.4	27.2	27.2	29.4	29.2	29.3	26.4	29.5	28.3	30.5	30.7	29.3
Temperatura mínima (°C)	20.0	19.9	20.0	19.8	19.5	18.5	19.0	18.5	19.3	19.3	19.5	19.9
Humedad relativa (%)	85.0	88.0	87.0	83.0	83.0	82.0	82.0	82.0	81.0	82.0	82.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	347.6	411.4	560.2	171.7	262.2	95.8	50.2	204.0	147.7	214.0	352.4	473.0

CUADRO 44-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1987.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.0	30.1	30.3	29.7	29.4	29.2	29.6	30.5	30.8	30.3	29.8	29.7
Temperatura mínima (°C)	20.3	21.7	20.3	20.3	20.2	19.2	19.4	18.8	20.2	20.5	20.7	21.0
Humedad relativa (%)	85.0	81.0	81.0	81.0	81.0	82.0	82.0	77.0	80.0	81.0	83.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	2.4	3.6	3.0	4.1	6.2	5.1	5.9	5.8	5.2	4.5	3.8
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	612.9	236.5	193.9	361.7	238.8	62.8	124.5	62.7	140.5	258.0	525.1	445.5

CUADRO 45-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1988.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.2	30.5	29.4	29.3	29.6	28.7	28.4	30.4	30.1	29.9	29.3	28.2
Temperatura mínima (°C)	20.8	20.6	20.5	20.4	20.3	18.9	17.9	19.1	19.5	20.4	20.4	20.0
Humedad relativa (%)	84.0	84.0	84.0	86.0	82.0	80.0	81.0	79.0	81.0	82.0	82.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.5	5.4	3.7	3.4	5.0	5.8	6.5	5.9	4.1	4.4	4.8	3.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	539.3	369.4	310.3	232.6	264.0	47.7	79.9	14.0	204.8	198.8	309.7	387.0

CUADRO 46-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1989.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.1	28.1	28.4	29.0	28.9	28.4	28.6	29.3	29.7	29.1	29.9	29.7
Temperatura mínima (°C)	19.8	19.7	19.8	20.4	19.5	18.8	18.1	19.1	19.7	19.9	20.4	20.9
Humedad relativa (%)	85.0	86.0	84.0	84.0	82.0	79.0	79.0	80.0	77.0	82.0	79.0	81.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.3	2.9	3.8	4.6	8.3	5.1	6.5	6.5	5.5	4.4	5.4	4.4
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	319.2	456.2	426.5	524.3	85.6	83.6	146.3	151.0	161.2	232.4	234.8	156.5

CUADRO 47-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1990.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.5	29.4	29.7	29.9	29.0	28.8	28.4	30.2	29.9	29.3	29.0	28.8
Temperatura mínima (°C)	20.2	20.7	20.5	20.8	20.2	19.9	19.0	19.1	19.4	20.2	19.4	19.4
Humedad relativa (%)	85.0	81.0	81.0	82.0	82.0	81.0	81.0	77.0	76.0	80.0	81.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.6	4.6	4.1	5.2	5.2	5.6	5.6	7.0	6.0	4.4	4.4	3.6
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	628.1	248.9	210.2	215.5	242.4	172.3	257.1	81.7	111.9	372.2	325.5	414.7

CUADRO 48-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1991.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.5	29.2	28.2	29.8	30.1	29.5	28.4	29.1	29.6	29.0	28.9	29.9
Temperatura mínima (°C)	20.3	20.2	20.1	20.2	20.3	19.7	16.9	17.7	18.4	19.1	20.0	20.3
Humedad relativa (%)	83.0	83.0	86.0	82.0	81.0	81.0	77.0	77.0	76.0	80.0	82.0	81.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.1	3.9	2.7	5.6	5.9	5.7	7.0	5.3	4.4	4.2	4.1	6.1
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	512.9	251.3	363.9	322.3	124.4	181.7	59.9	37.8	92.2	292.2	391.0	372.8

CUADRO 49-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1992.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.1	28.6	29.8	29.7	30.0	29.2	28.4	29.0	29.4	29.5	29.2	28.8
Temperatura mínima (°C)	20.2	19.7	20.1	20.0	20.1	19.1	17.6	18.1	19.0	19.0	19.4	19.7
Humedad relativa (%)	82.0	83.0	81.0	82.0	81.0	78.0	76.0	78.0	79.0	78.0	81.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	5.5	4.5	3.9	5.1	5.6	5.9	5.7	6.0	5.8	5.8	4.9	5.0
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	306.9	486.0	397.5	340.2	303.1	236.3	71.1	347.6	301.1	461.3	401.9	523.6

CUADRO 50-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1993.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.3	28.8	28.0	29.5	29.6	29.5	29.3	29.3	29.5	29.1	28.7	28.7
Temperatura mínima (°C)	19.4	19.6	19.5	19.7	19.7	18.7	18.5	18.2	19.0	19.6	20.0	20.2
Humedad relativa (%)	81.0	82.0	84.0	84.0	81.0	82.0	85.0	81.0	78.0	81.0	84.0	84.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.9	4.3	3.8	5.0	5.7	6.6	6.6	6.7	5.9	4.9	4.0	3.5
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	458.3	283.7	298.2	268.3	241.0	79.6	202.6	216.7	346.1	235.6	520.0	562.7

CUADRO 51-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1994.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.6	27.7	29.4	29.2	30.1	28.5	28.5	29.7	30.1	30.2	28.9	29.4
Temperatura mínima (°C)	19.9	20.1	19.8	20.3	19.0	18.0	17.9	17.6	18.8	19.5	19.6	20.4
Humedad relativa (%)	83.0	83.0	81.0	82.0	79.0	78.0	77.0	76.0	77.0	79.0	81.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.6	3.6	4.4	4.8	5.7	5.9	5.9	7.1	6.1	5.8	4.3	4.0
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	672.0	494.7	250.8	299.5	161.1	67.4	164.1	32.3	235.9	302.9	281.2	815.2

CUADRO 52-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1995.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	29.3	29.0	28.7	30.1	29.8	29.6	29.4	30.4	30.8	29.8	29.8	29.7
Temperatura mínima (°C)	20.1	20.0	20.0	20.4	19.4	19.3	18.9	19.2	19.3	20.1	20.6	20.3
Humedad relativa (%)	68.0	68.0	73.0	63.0	59.0	61.0	64.0	61.0	57.0	64.0	65.0	65.0
Heliofanía (horas y décimas)	3.8	2.6	3.5	6.0	5.8	5.5	5.8	6.3	5.5	4.8	4.3	4.1
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	370.8	323.7	123.7	166.7	136.3	72.9	153.0	72.6	148.1	390.6	308.4	320.8

CUADRO 53-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1996.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.1	28.4	29.0	29.0	29.5	29.4	29.2	29.6	30.4	29.9	29.6	28.9
Temperatura mínima (°C)	20.3	20.3	20.6	20.0	19.7	18.9	17.4	18.5	18.0	18.5	16.9	19.2
Humedad relativa (%)	87.0	86.0	85.0	84.0	83.0	81.0	78.0	79.0	78.0	81.0	80.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.4	3.2	3.0	4.0	5.0	5.6	5.6	5.1	6.1	5.1	5.2	3.5
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	508.9	385.9	261.3	438.0	267.7	152.6	45.7	124.1	219.3	266.8	277.3	178.3

CUADRO 54-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1997.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	27.8	28.4	29.1	29.9	29.4	29.0	29.9	29.4	30.5	30.8	29.6	29.6
Temperatura mínima (°C)	19.3	19.5	20.0	20.2	19.7	19.3	18.6	18.9	19.8	20.6	20.9	21.0
Humedad relativa (%)	87.0	86.0	85.0	83.0	84.0	84.0	81.0	81.0	81.0	81.0	84.0	86.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.4	2.8	3.2	5.5	5.3	5.1	6.8	6.6	5.6	5.3	4.0	3.6
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	396.3	247.1	295.5	212.8	310.3	173.2	152.2	91.2	240.6	207.7	359.2	741.8

CUADRO 55-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1998.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	30.4	30.2	30.3	30.4	30.4	29.5	30.0	30.6	30.6	30.6	29.9	29.4
Temperatura mínima (°C)	21.4	21.4	21.3	21.2	19.8	19.0	18.4	18.9	18.6	19.3	19.5	19.1
Humedad relativa (%)	86.0	86.0	86.0	86.0	84.0	82.0	79.0	79.0	79.0	79.0	84.0	84.0
Heliofanía (horas y décimas)	4.0	3.1	3.6	4.8	6.3	6.4	6.8	6.8	5.9	5.2	4.4	3.6
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	332.6	316.2	502.7	450.8	297.9	156.9	59.1	95.2	162.7	220.8	416.6	282.3

CUADRO 56-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 1999.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.0	28.3	28.1	29.2	28.7	28.4	29.0	29.9	30.2	30.7	30.4	29.4
Temperatura mínima (°C)	19.0	19.3	19.2	19.0	19.2	18.8	18.6	19.0	19.9	19.8	20.2	19.9
Humedad relativa (%)	88.0	87.0	86.0	84.0	84.0	83.0	81.0	75.0	78.0	77.0	80.0	83.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.8	2.9	2.9	4.2	4.8	5.3	6.5	6.4	5.5	5.9	5.4	3.9
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	568.1	486.9	544.4	217.3	324.4	184.7	196.8	67.6	108.3	73.8	358.0	353.0

CUADRO 57-A. Promedios mensuales de los parámetros meteorológicos correspondientes al año 2000.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura máxima (°C)	28.6	28.2	27.8	28.9	29.7	29.1	28.4	30.1	30.0	30.5	30.6	29.2
Temperatura mínima (°C)	19.6	19.5	20.2	20.5	20.4	19.7	19.0	19.3	20.2	20.0	21.1	19.8
Humedad relativa (%)	88.0	85.0	86.0	84.0	82.0	82.0	82.0	78.0	79.0	79.0	80.0	82.0
Heliofanía (horas y décimas)	2.9	2.6	3.0	4.2	6.0	5.4	5.4	6.5	5.3	5.0	4.1	3.7
Velocidad del viento (m/s)	1.1	1.5	1.8	1.9	4.0	3.0	1.5	1.3	1.8	0.6	0.1	0.1
Precipitación (mm)	568.1	486.9	544.4	217.3	324.4	184.7	196.8	67.6	108.3	171.3	185.9	360.0

CUADRO 58-A. Parámetros meteorológicos correspondientes al mes de Abril del 2001.

Día	Temperatura (°C)		H.R°	Pp°	Heliofanía	Vv	Evapor.
	Máxima	Mínima	(%)	(mm)	(hor y déc.)	(m/s)	(mm)
1	31.0	21.5	88	9.9	5.4	0.0	4.1
2	27.6	30.6	93	15.5	2.8	0.1	3.0
3	30.2	18.3	84	8.8	6.8	0.2	3.8
4	29.4	20.6	85	1.7	1.9	0.0	2.7
5	31.5	21.0	85	0.6	7.0	0.1	4.6
6	30.3	20.9	81	6.4	5.8	0.6	5.4
7	29.0	20.3	85	38.7	3.7	0.6	3.1
8	28.6	20.4	86	1.1	1.9	0.1	3.3
9	29.5	19.8	86	0	3.7	0.1	3.9
10	31.0	20.7	81	0.6	7.9	.4	3.7
11	31.8	20.2	80	0	8.3	.4	6.1
12	29.8	20.5	83	21.7	3.2	0.0	5.5
13	28.2	21.3	91	10.7	2.6	0.1	1.4
14	30.3	19.9	82	0	7.7	0.1	4.0
15	32.2	20.4	75	0	9.1	0.2	5.9
16	28.9	20.2	86	1.0	4.6	0.5	2.2
17	30.2	19.0	80	0	6.8	0.0	4.0
18	28.9	20.5	84	0	2.8	0.4	3.0
19	31.4	19.4	78	7.0	9.1	0.2	5.6
20	32.0	21.4	80	0	8.0	0.2	5.1
21	32.5	21.8	79	0	6.5	0.1	3.2
22	31.2	22.5	78	0	5.7	0.2	4.4
23	30.5	22.1	77	9.3	6.0	0.3	3.2
24	30.2	18.6	79	14.0	7.1	0.0	5.5
25	28.7	20.1	85	1.4	1.7	0.0	2.6
26	29.4	20.0	82	1.8	4.7	0.0	2.8
27	31.7	19.9	81	0	9.2	0.0	5.0
28	31.5	21.4	79	0	6.0	0.0	3.7
29	31.4	21.1	78	0	8.5	0.1	5.3
30	31.5	21.3	74	25.5	6.3	0.2	4.7
Total	910.4	615.7	246.5	175.9	170.8	5.2	120.8
Media	30.3	20.5	82	5.9	5.7	0.2	4.0

CUADRO 59-A. Parámetros meteorológicos correspondientes al mes de Mayo del 2001.

Día	Temperatura (°C)		H.R°	Pp°	Heliofanía	Vv	Evapor.
	Máxima	Mínima	(%)	(mm)	(hor y déc.)	(m/s)	(mm)
1	31.0	21.1	82	10.3	8.2	0.1	4.2
2	31.4	21.3	83	0	9.2	0.2	6.0
3	27.9	21.2	91	27.6	3.0	0.1	2.5
4	31.1	21.5	84	0	6.8	0.1	5.4
5	31.6	21.7	82	0	6.1	0.1	4.0
6	27.2	21.9	93	1.1	1.4	0.0	1.4
7	29.4	20.7	85	0	3.1	0.3	2.8
8	30.7	21.3	86	67.7	6.6	0.2	3.0
9	30.6	20.2	83	0.5	8.6	0.3	4.0
10	25.6	21.2	92	1.0	0.3	0.2	1.2
11	30.3	18.8	90	8.3	6.3	0.1	3.5
12	30.4	21.2	87	0	5.1	0.1	3.3
13	27.7	20.9	85	10.1	0.9	0.1	2.3
14	29.3	19.9	92	10.2	4.3	0.0	3.4
15	30.2	20.7	84	5.5	6.4	0.0	3.0
16	30.6	20.4	86	1.5	6.4	0.1	4.5
17	29.7	20.6	88	0	3.5	0.0	2.6
18	30.9	20.0	82	8.2	8.7	0.1	5.0
19	30.6	21.1	86	14.0	6.2	0.1	4.4
20	29.0	20.9	91	1.6	3.2	0.3	2.8
21	26.5	21.3	91	0.7	1.5	0.0	1.7
22	30.5	21.0	81	2.4	8.6	0.4	4.2
23	31.6	20.8	78	0	8.0	0.4	4.7
24	30.9	20.8	85	5.3	5.3	0.7	2.6
25	29.3	20.6	87	5.5	4.1	0.0	2.4
26	30.0	20.5	83	3.9	8.1	0.4	4.0
27	26.2	20.9	93	10.0	1.8	0.1	2.0
28	29.3	18.2	83	0	8.1	0.4	4.0
29	26.6	20.2	92	17.4	2.7	0.0	1.4
30	29.2	18.8	86	0	7.4	0.1	3.5
31	30.7	19.0	84	4.9	8.8	0.2	4.5
Total	916.0	638.7	2674	217.7	168.7	5.2	104.3
Media	29.5	20.6	86	7.0	5.4	0.2	3.4

CUADRO 60-A. Parámetros meteorológicos correspondientes al mes de Junio del 2001.

Día	Temperatura (°C)		H.R°	Pp°	Heliofanía	Vv	Evapor.
	Máxima	Mínima	(%)	(mm)	(hor y déc.)	(m/s)	(mm)
1	30.5	20.3	84	0	6.9	0.2	4.0
2	26.4	18.6	93	2.8	2.3	0.0	1.6
3	28.8	18.1	89	0	3.2	0.0	2.3
4	30.0	19.0	85	2.6	5.1	0.2	3.6
5	28.5	20.3	89	0	3.7	0.2	2.0
6	30.6	20.3	88	0	7.3	0.2	4.0
7	29.7	20.9	88	17.0	5.7	0.2	3.0
8	28.5	19.4	89	1.5	5.7	0.2	2.5
9	30.3	20.2	87	0	5.9	0.1	4.0
10	31.6	20.9	82	0	9.0	0.2	4.0
11	30.2	19.6	88	28.3	7.4	0.1	5.9
12	28.5	20.0	86	0.6	4.5	0.1	3.8
13	27.7	20.0	85	0	3.6	0.2	2.8
14	29.2	18.0	88	0	7.4	0.2	4.0
15	29.6	19.6	85	0	7.5	0.2	4.0
16	30.4	18.8	83	3.9	7.1	0.2	4.0
17	29.0	19.4	86	15.7	8.5	0.1	4.6
18	29.3	19.9	85	1.1	5.4	0.0	3.1
19	28.0	18.6	83	17.4	6.8	0.1	4.4
20	26.0	18.2	85	1.0	2.1	0.0	2.0
21	25.0	17.4	85	0	1.0	0.0	2.2
22	26.3	18.6	85	0.4	1.9	0.0	2.2
23	28.0	19.0	89	0	5.9	0.0	4.0
24	29.0	17.6	84	0	8.5	0.3	4.5
25	29.7	17.6	84	2.4	7.7	0.1	3.9
26	29.4	19.0	87	19.5	4.5	0.1	4.7
27	27.7	19.8	89	0	1.6	0.1	2.0
28	29.4	19.8	82	13.6	5.7	0.2	4.6
29	29.9	19.4	85	1.1	6.4	0.1	3.1
30	30.7	19.6	84	0	8.3	0.1	4.7
Total	867.9	577.9	2582	128.9	166.6	3.9	105.5
Media	29.9	19.3	86	4.3	5.6	0.1	3.5

CUADRO 61-A. Parámetros meteorológicos correspondientes al mes de Julio del 2001.

Día	Temperatura (°C)		H.R°	Pp°	Heliofanía	Vv	Evapor.
	Máxima	Mínima	(%)	(mm)	(hor y déc.)	(m/s)	(mm)
1	29.9	18.7	86	0	8.1	0.3	4.0
2	29.2	19.3	86	0	6.0	0.2	3.0
3	28.5	19.4	87	24.6	4.3	0.0	3.8
4	28.6	20.0	90	2.0	3.8	0.0	2.3
5	29.2	19.5	87	1.5	6.7	0.0	3.1
6	29.6	19.2	85	29.0	7.5	0.0	4.1
7	28.2	19.3	86	0.2	2.0	0.0	2.9
8	29.6	19.1	85	0.3	9.1	0.2	3.6
9	30.1	20.3	83	9.5	8.1	0.2	3.5
10	29.8	20.7	87	6.0	7.1	0.1	4.0
11	29.6	20.0	85	0	7.4	0.2	5.0
12	30.0	19.7	86	0.6	4.7	0.1	2.6
13	29.9	19.6	86	0.9	5.6	0.2	3.0
14	29.2	20.0	84	10.7	6.0	0.2	4.6
15	26.7	20.3	94	7.6	2.4	0.0	1.6
16	29.7	18.9	83	3.6	4.9	0.2	2.1
17	28.7	19.9	90	43.3	3.6	0.2	4.4
18	29.2	20.0	89	1.7	4.4	0.1	1.8
19	29.5	19.7	85	23.0	7.3	0.2	4.0
20	30.1	20.4	84	0.4	7.3	0.2	3.7
21	30.6	20.1	81	0	7.6	0.1	3.9
22	31.2	18.5	79	0	9.5	0.2	5.1
23	29.2	20.1	79	0	5.0	0.0	4.0
24	28.7	19.0	83	0	4.7	0.1	3.6
25	30.2	19.3	80	5.3	7.0	0.2	3.7
26	30.5	19.9	83	0	7.8	0.3	5.0
27	29.5	19.1	84	11.7	4.3	0.1	3.2
28	27.0	19.5	86	2.7	2.5	0.4	1.4
29	30.2	19.4	88	1.8	5.0	0.1	3.6
30	29.9	19.8	81	0	7.8	0.2	4.0
31	28.5	19.9	83	0	4.4	0.2	3.0
Total	910.8	607.7	2635	186.4	181.9	4.5	107.6
Media	29.4	19.6	85	6.0	5.9	0.1	3.5

CUADRO 62-A. Parámetros meteorológicos correspondientes al mes de Agosto del 2001.

Día	Temperatura (°C)		H.R°	Pp°	Heliofanía	Vv	Evapor.
	Máxima	Mínima	(%)	(mm)	(hor y déc.)	(m/s)	(mm)
1	29.9	18.1	80	0	8.9	0.2	4.0
2	30.5	17.1	81	0	9.3	0.3	4.5
3	31.1	17.9	77	0	9.0	0.3	4.5
4	30.6	18.6	477	0	8.5	0.3	4.1
5	30.5	19.5	76	0	8.6	0.5	5.9
6	29.9	20.9	79	1.2	4.8	0.1	3.0
7	28.4	20.1	85	0.2	3.3	0.2	2.6
8	26.5	19.9	91	3.6	2.2	0.2	2.8
9	29.0	18.8	83	1.3	3.8	0.0	2.1
10	28.6	19.8	84	0.2	5.9	0.4	3.2
11	30.7	18.7	72	0	8.9	0.1	5.0
12	30.5	16.7	73	0	9.3	0.2	5.0
13	30.7	17.6	75	0	9.4	0.4	5.7
14	30.4	18.7	73	5.0	7.1	0.4	3.4
15	26.8	19.9	86	0.4	3.2	0.3	1.4
16	30.0	18.8	82	0	8.0	0.3	5.0
17	31.3	20.2	79	0.6	7.1	0.3	4.1
18	31.0	19.7	81	7.3	8.8	0.4	5.1
19	29.4	20.3	83	7.2	5.5	0.0	3.9
20	27.3	19.3	85	7.2	2.5	0.6	3.1
21	21.9	18.6	89	0	0.0	0.0	0.4
22	24.5	16.5	85	0	0.6	0.0	2.6
23	29.8	15.3	78	0	9.5	0.2	4.0
24	30.7	17.8	74	0	9.1	0.2	5.0
25	31.7	18.7	76	0	9.3	0.3	5.0
26	31.6	18.3	78	0	9.2	0.3	5.2
27	30.3	19.7	73	0	8.7	0.2	5.8
28	31.6	18.7	74	0	9.4	0.4	5.0
29	31.4	20.9	75	0	7.6	0.4	5.0
30	31.9	20.8	74	7.4	8.5	0.4	6.0
31	31.1	20.9	78	0	6.4	0.4	4.0
Total	919.6	586.8	2456	41.6	212.4	8.3	126.4
Media	29.7	18.9	79	1.3	6.8	0.3	4.1

CUADRO 63 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Abril del 2001 - Lisímetro 1.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	9.9		22	15.7	12.5	
2	15.5			31.2	8.5	
3	8.8			40.0	4.3	
4	1.7			41.7	1.1	
5	0.6		22	20.3	0.3	
6	6.4			26.7	3.1	
7	38.7			65.4	14.7	
8	1.1			66.5	1	
9	0		22	44.5	0.4	
10	0.6			45.1	0.3	
11	0			45.1	0.1	
12	21.7			66.8	8.8	
13	10.9		22	55.7	4.1	
14	0			55.7	0.8	
15	0			55.7	0.1	
16	1			56.7	0.4	
17	0		22	34.7	0.2	
18	0			34.7	0.1	
19	7			41.7	2.5	
20	0			41.7	0.4	
21	0		22	19.7	0.2	
22	0			19.7	0	
23	9.3			29.0	4.1	
24	14			43.0	6.5	
25	1.4		22	22.4	1.8	
26	1.8			24.2	0.7	
27	0			24.2	0.2	
28	0			24.2	0	
29	0		11	13.2	0	
30	25.5			28.7	7.4	
Total	175.9	0	165	38.7	84.6	119.1

Humedad inicial (Wi) = 20.8% = 27.8 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 30%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Lámina neta (LN) = 16.5 mm

Lámina bruta (LB) = 22.0 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 4 días

$$\begin{array}{rclclclcl}
 \text{Precipitación} & + & \text{Humedad inicial} & + & \text{Riego} & = & \text{ETP} & + & \text{Percolación} \\
 176.9 & + & 27.8 & + & 0 & = & 119.1 & + & 84.6 \\
 & & 203.7 & & & = & & & 203.7
 \end{array}$$

ETP (mm/día) = 3.97

CUADRO 64 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Abril del 2001 - Lisímetro 2.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
	(mm)					
1	9.9		25.3	11.8	13.5	
2	15.5			27.3	8.1	
3	8.8			36.1	4.1	
4	1.7			37.8	1	
5	1.6			38.4	0.4	
6	6.4		25.3	19.5	3	
7	38.7			58.2	15.2	
8	1.1			59.3	0.9	
9	0			59.3	0.3	
10	0.6			59.9	0.4	
11	0		25.3	34.6	0	
12	21.7			56.3	9	
13	10.9			67.2	5	
14	0			67.2	0.3	
15	0			67.2	0	
16	1		25.3	42.9	0.5	
17	0			42.9	0.1	
18	0			42.9	0	
19	7			49.9	2.7	
20	0			49.9	0.1	
21	0		25.3	24.6	0	
22	0			24.6	0	
23	9.3			33.9	4.2	
24	14			47.9	5.6	
25	1.4			49.3	0.7	
26	1.8		25.3	25.8	0.9	
27	0			25.8	0.1	
28	0			25.8	0	
29	0			25.8	0	
30	25.5			51.3	10	
Total	176.9	0	151.8	51.3	86.1	117

Humedad inicial (Wi) = 20.4% = 27.8 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

175.9 + 27.2
203.1

Lámina neta (LN) = 19.0 mm

Lámina bruta (LB) = 25.3 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5días

Riego = ETP + Percolación

0 = 117.0 + 86.1
= 203.1

ETP (mm/día) = 3.90

CUADRO 65 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Abril del 2001 - Lisímetro 3.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	9.9	0.3	27.5	9.9	4.1	
2	15.5			25.4	6	
3	8.8			34.2	3.7	
4	1.7			35.9	0.5	
5	1.6			36.5	0.2	
6	6.4		27.5	15.4	2.7	
7	38.7			54.1	17.1	
8	1.1			55.2	0.5	
9	0			55.2	0.1	
10	0.6			55.8	0.3	
11	0		27.5	28.3	0	
12	21.7			50	9	
13	10.9			60.9	4.1	
14	0			60.9	0.2	
15	0			60.9	0	
16	1		27.5	34.4	0.4	
17	0			34.4	0.1	
18	0			34.4	0	
19	7			41.4	3	
20	0			41.4	0.1	
21	0		27.5	13.9	0.1	
22	0			13.9	0	
23	9.3			23.2	4	
24	14			37.2	6.2	
25	1.4			38.6	0.6	
26	1.8		27.5	12.9	0.8	
27	0			12.9	0.1	
28	0			12.9	0	
29	0			12.9	0	
30	25.5			38.4	12	
Total	176.9	0.3	165	38.4	75.9	127.5

Humedad inicial (Wi) = 20.4% = 27.2 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 32%

Densidad aparente (Da) = 1.33 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

175.9 + 27.2

203.4

Lámina neta (LN) = 20.6 mm

Lámina bruta (LB) = 27.5 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días.

Riego = ETP + Percolación

0.3 = 127.5 + 75.9

= 203.4

ETP (mm/día) = 4.25

CUADRO 66 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Abril del 2001 - Lisímetro 4.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	9.9		25.7	11.2	4.5	
2	15.5			26.7	5.9	
3	8.8			35.5	4	
4	1.7			37.2	0.4	
5	1.6			37.8	0.3	
6	6.4		25.7	18.5	2.4	
7	38.7			57.2	18.1	
8	1.1			58.3	0.5	
9	0			58.3	0.2	
10	0.6			58.9	0.2	
11	0		25.7	33.2	0.1	
12	21.7			54.9	8.2	
13	10.9			65.8	5.6	
14	0			65.8	0.5	
15	0			65.8	0.1	
16	1		25.7	41.1	0.5	
17	0			41.1	0.2	
18	0			41.1	0.0	
19	7			48.1	3.3	
20	0			48.1	0.2	
21	0		25.7	22.4	0.2	
22	0			22.4	0.0	
23	9.3			31.7	4.3	
24	14			45.7	6.3	
25	1.4			47.1	0.7	
26	1.8		25.7	23.2	0.6	
27	0			23.2	0.2	
28	0			23.2	0	
29	0			23.2	0	
30	25.5			48.7	12.4	
Total	176.9	0	154.2	48.7	79.9	123

Humedad inicial (Wi) = 20.2% = 27.0 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Lámina neta (LN) = 19.3 mm

Lámina bruta (LB) = 25.7 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

$$\begin{array}{rclclclcl}
 \text{Precipitación} & + & \text{Humedad inicial} & + & \text{Riego} & = & \text{ETP} & + & \text{Percolación} \\
 175.9 & + & 27.0 & + & 0 & = & 123.0 & + & 79.9 \\
 & & 202.9 & & & = & & & 202.9
 \end{array}$$

$$\text{ETP (mm/día)} = 4.10$$

CUADRO 67 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Mayo del 2001 - Lisímetro 1.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
	(mm)					
1	10.3	4.7	28.7	10.3	7.4	
2	0			10.3	6.5	
3	27.6			37.9	19.1	
4	0			37.9	3.2	
5	0			37.9	1.7	
6	1.1		28.7	10.3	0.5	
7	0			10.3	0.8	
8	67.7			78	32.1	
9	0.5			78.5	4.4	
10	1			79.5	2.4	
11	8.3		28.7	59.1	4.9	
12	0			59.1	0.2	
13	10.1			69.2	5.6	
14	10.2			79.4	5.6	
15	5.5			84.9	3.1	
16	1.5		28.7	57.7	0.7	
17	0			57.7	0.2	
18	8.2			65.9	4.8	
19	14			79.9	7.6	
20	1.6			81.5	1.1	
21	0.7		28.7	53.5	0.4	
22	2.4			55.9	1.5	
23	0			55.9	0.3	
24	5.3			61.2	2.8	
25	5.5			66.7	2.9	
26	3.9		28.7	41.9	2.2	
27	10			51.9	5.6	
28	0			51.9	0.5	
29	17.4			69.3	8.2	
30	0			69.3	1.3	
31	4.9		5.74	68.46	2.8	
Total	217.7	4.7	177.94	68.46	140.4	106

Humedad inicial (Wi) = 18.% = 24.0 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 30%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial +

217.7 + 24.0 +

246.4

Lámina neta (LN) = 21.5 mm

Lámina bruta (LB) = 28.7 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

4.7 = 106.0 + 140.4

= 246.4

ETP (mm/día) = 3.42

CUADRO 68 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Mayo del 2001 - Lisímetro 2.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
	(mm)					
1	10.3	7.1	31.1	10.3	8.5	
2	0.0			10.3	6.1	
3	27.6			37.9	20.1	
4	0.0			37.9	3.0	
5	0.0			37.9	1.6	
6	1.1		31.1	7.9	0.7	
7	0.0			7.9	0.6	
8	67.7			75.6	34.2	
9	0.5			76.1	2.5	
10	1.0			77.1	2.1	
11	8.3		31.1	54.3	4.5	
12	0.0			54.3	0.3	
13	10.1			64.4	5.2	
14	10.2			74.6	6.1	
15	5.5			80.1	3.3	
16	1.5		31.1	50.5	0.5	
17	0.0			50.5	0.4	
18	8.2			58.7	4.5	
19	14			72.7	8.1	
20	1.6			74.3	1.0	
21	0.7		31.1	43.9	0.5	
22	2.4			46.3	1.7	
23	0.0			46.3	0.2	
24	5.3			51.6	2.4	
25	5.5			57.1	3.1	
26	3.9		31.1	29.9	2.0	
27	10			39.9	6.0	
28	0.0			39.9	0.3	
29	17.4			57.3	9.2	
30	0.0			57.3	1.1	
31	4.9		6.2	56	2	
Total	217.7	7.1	192.8	56	141.8	107

Humedad inicial (Wi) = 18.% = 24.0 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

217.7 + 24.0

248.8

Lámina neta (LN) = 23.3 mm

Lámina bruta (LB) = 31.1 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

7.1 = 107.0 + 141.8

= 248.8

ETP (mm/día) = 3.45

CUADRO 69 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Mayo del 2001 - Lisímetro 3.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
	(mm)					
1	10.3	7.3	32	10.3	9.6	
2	0			10.3	7.8	
3	27.6			37.9	19.1	
4	0			37.9	3.2	
5	0			37.9	1.4	
6	1.1		32	7	0.8	
7	0			7	0.6	
8	67.7			74.7	30.9	
9	0.5			75.2	7.2	
10	1			76.2	1.9	
11	8.3		32	52.5	5.9	
12	0			52.5	0.4	
13	10.1			62.6	5	
14	10.2			72.8	6	
15	5.5			78.3	2.8	
16	1.5		32	47.8	0.9	
17	0			47.8	0.1	
18	8.2			56	5.2	
19	14			70	7.8	
20	1.6			71.6	0.8	
21	0.7		32	40.3	0.3	
22	2.4			42.7	1.9	
23	0			42.7	0.2	
24	5.3			48	2.6	
25	5.5			53.5	3.2	
26	3.9		32	25.4	2.7	
27	10			35.4	4.9	
28	0			35.4	0.7	
29	17.4			52.8	8.7	
30	0			52.8	1.9	
31	4.9		6.4	51.3	2.3	
Total	217.7	4.7	198.4	51.3	146.8	102.9

Humedad inicial (Wi) = 18.5.% = 24.7 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 32%

Densidad aparente (Da) = 1.33 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

217.7 + 24.7

249.7

Lámina neta (LN) = 24.0 mm

Lámina bruta (LB) = 32.0 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

7.3 = 102.9 + 146.8

= 249.7

ETP (mm/día) = 3.32

CUADRO 70 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Mayo del 2001 - Lisímetro 4.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente (mm)	Percolación	ETP
1	10.3	4	29.1	10.3	8.1	
2	0			10.3	6.9	
3	27.6			37.9	18.8	
4	0			37.9	2.9	
5	0			37.9	1.8	
6	1.1		29.1	9.9	0.7	
7	0			9.9	0.4	
8	67.7			77.6	34.9	
9	0.5			78.1	3.2	
10	1			79.1	1.2	
11	8.3		29.1	58.3	4.1	
12	0			58.3	0.7	
13	10.1			68.4	4.8	
14	10.2			78.6	6.5	
15	5.5			84.1	3.5	
16	1.5		29.1	56.5	0.9	
17	0			56.5	0.3	
18	8.2			64.7	5.1	
19	14			78.7	6.4	
20	1.6			80.3	1.9	
21	0.7		29.1	51.9	0.3	
22	2.4			54.3	1.7	
23	0			54.3	0.2	
24	5.3			59.6	2.5	
25	5.5			65.1	3.2	
26	3.9		29.1	39.9	2	
27	10			49.9	6.5	
28	0			49.9	0.6	
29	17.4			67.3	7.6	
30	0			67.3	2.2	
31	4.9		5.8	66.4	2	
Total	217.7	4.7	180.4	66.4	141.9	104.9

Humedad inicial (Wi) = 18.8.% = 25.1 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

217.7 + 25.1
246.4

Lámina neta (LN) = 21.8 mm

Lámina bruta (LB) = 29.1 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

4.0 = 104.9 + 141.9
= 246.4

ETP (mm/día) = 3.38

CUADRO 71 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Junio del 2001 - Lisímetro 1.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	2.8					
3	0					
4	2.6					
5	0					
6	0		25.1	0.9	0.2	
7	17			17.9	9.2	
8	1.5			19.4	0.9	
9	0			19.4	0.3	
10	0			19.4	0.1	
11	28.3		25.1	22.6	16.2	
12	0.6			23.2	0.4	
13	0			23.2	0.1	
14	0			23.2	0	
15	0			23.2	0	
16	3.9		25.1	2	2.1	
17	15.7			17.7	8.6	
18	1.1			18.8	0.9	
19	17.4			36.2	10.5	
20	1			37.2	0.6	
21	0		25.1	12.1	0.1	
22	0.4			12.5	0.2	
23	0			12.5	0	
24	0			12.5	0	
25	2.4			14.9	1.3	
26	19.5		25.1	9.3	10.9	
27	0			9.3	0.5	
28	13.6			22.9	7.5	
29	1.1			24	0.7	
30	0			24	0.2	
Total	123.5	0	125.5	24	71.5	78

Humedad inicial (Wi) = 19.5.% = 26 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 30%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

123.5 + 26.0

149.5

Lámina neta (LN) = 18.8 mm

Lámina bruta (LB) = 25.1 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

0 = 78.0 + 71.5

= 149.5

ETP (mm/día) = 3.12

CUADRO 72 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Junio del 2001 - Lisímetro 2.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	2.8					
3	0					
4	2.6					
5	0					
6	0	3.3	28.7	0	1.9	
7	17			17	9.8	
8	1.5			18.5	2.4	
9	0			18.5	0.3	
10	0			18.5	0.2	
11	28.3	10.2	28.7	28.3	19.3	
12	0.6			28.9	3.2	
13	0			28.9	0.3	
14	0			28.9	0.1	
15	0			28.9	0.1	
16	3.9		28.7	4.1	2.1	
17	15.7			19.8	9.1	
18	1.1			20.9	3.7	
19	17.4			38.3	10.5	
20	1			39.3	1.7	
21	0		28.7	10.6	0.5	
22	0.4			11	0.2	
23	0			11	0	
24	0			11	0	
25	2.4			13.4	1.5	
26	19.5	15.3	28.7	19.5	17.9	
27	0			19.5	1.4	
28	13.6			33.1	9.2	
29	1.1			34.2	1.9	
30	0			34.2	0.1	
Total	123.5	28.8	143.5	34.2	97.4	80.3

Humedad inicial (Wi) = 19% = 25.4 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

123.5 + 25.4

177.4

Lámina neta (LN) = 21.5 mm

Lámina bruta (LB) = 28.7 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

28.8 = 80.3 + 97.4

= 177.7

ETP (mm/día) = 3.21

CUADRO 73 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Junio del 2001 - Lisímetro 3.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	2.8					
3	0					
4	2.6					
5	0					
6	0	1.7	28.4	0	1	
7	17			17	11.1	
8	1.5			18.5	2.1	
9	0			18.5	0.3	
10	0			18.5	0.3	
11	28.3	9.9	28.4	28.3	22.8	
12	0.6			28.9	3.6	
13	0			28.9	0.5	
14	0			28.9	0.2	
15	0			28.9	0	
16	3.9	0	28.4	4.4	2	
17	15.7			20.1	9.2	
18	1.1			21.2	0.9	
19	17.4			38.6	9.1	
20	1			39.6	2.3	
21	0	0	28.4	11.2	0.2	
22	0.4			11.6	0.2	
23	0			11.6	0	
24	0			11.6	0	
25	2.4			14	1.5	
26	19.5	14.4	28.4	19.5	19.9	
27	0			19.5	2.4	
28	13.6			33.1	7.5	
29	1.1			34.2	1.2	
30	0			34.2	0.4	
Total	123.5	26	142	34.2	98.7	77.5

Humedad inicial (Wi) = 20.0% = 26.7 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 32%

Densidad aparente (Da) = 1.33 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

123.5 + 26.7

176.2

Lámina neta (LN) = 21.3 mm

Lámina bruta (LB) = 28.4 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

26.0 = 77.5 + 98.7

= 176.2

ETP (mm/día) = 3.10

CUADRO 74 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Junio del 2001 - Lisímetro 4.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	2.8					
3	0					
4	2.6					
5	0					
6	0	0	26.3	0.4	0	
7	17			17.4	9.5	
8	1.5			18.9	0.9	
9	0			18.9	0.4	
10	0			18.9	0.2	
11	28.3	7.4	26.3	28.3	19.7	
12	0.6			28.9	1.4	
13	0			28.9	0.1	
14	0			28.9	0	
15	0			28.9	0	
16	3.9	0	26.3	6.5	2.3	
17	15.7			22.2	8.8	
18	1.1			23.3	1.5	
19	17.4			40.7	9.4	
20	1			41.7	0.9	
21	0	8.1	26.3	15.4	0.1	
22	0.4			15.8	0.2	
23	0			15.8	0	
24	0			15.8	0	
25	2.4			18.2	1.5	
26	19.5		26.3	19.5	16	
27	0			19.5	2.3	
28	13.6			33.1	7.7	
29	1.1			34.2	0.8	
30	0			34.2	0.2	
Total	123.5	15.5	131.5	34.2	83.9	81.8

Humedad inicial (Wi) = 20.0% = 26.7 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

123.5 + 26.7

165.7

Lámina neta (LN) = 19.7 mm

Lámina bruta (LB) = 26.3 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 5 días

Riego = ETP + Percolación

15.5 = 81.8 + 83.9

= 165.7

ETP (mm/día) = 3.27

CUADRO 76 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Julio del 2001 - Lisímetro 2.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0	7.1	31.1	0	4.7	
2	0			0	0.5	
3	24.6			24.6	14.1	
4	2			26.6	1.4	
5	1.5			28.1	0.8	
6	29			57.1	16	
7	0.2	0	31.1	26.2	0.2	
8	0.3			26.5	0.2	
9	9.5			36	4.9	
10	6			42	3.5	
11	0			42	0.7	
12	0.6			42.6	0.3	
13	0.9	0	31.1	12.4	0.4	
14	10.7			23.1	5.6	
15	7.6			30.7	4.8	
16	3.6			34.3	2.3	
17	43.3			77.6	25.5	
18	1.7			79.3	1.9	
19	23	0	31.1	71.2	14.2	
20	0.4			71.6	1.3	
21	0			71.6	0.3	
22	0			71.6	0	
23	0			71.6	0	
24	0			71.6	0	
25	5.3	0	31.1	45.8	2.7	
26	0			45.8	0.3	
27	11.7			57.5	6.1	
28	2.7			60.2	1.8	
29	1.8			62	0.9	
30	0			62	0.1	
31	0	0	5.2	56.8	0	
Total	186.4	7.1	160.7	56.8	115.5	102

Humedad inicial (Wi) = 18% = 24.0 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

186.4 + 24.0

217.5

Lámina neta (LN) = 23.3 mm

Lámina bruta (LB) = 31.1 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

7.1 = 102.0 + 115.5

= 217.5

ETP (mm/día) = 3.29

CUADRO 77 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Julio del 2001 - Lisímetro 3.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0	7.5	30.8	0	4.8	
2	0			0	0.5	
3	24.6			24.6	15.1	
4	2			26.6	1.3	
5	1.5			28.1	1.1	
6	29			57.1	16.9	
7	0.2	0	30.8	26.5	1.5	
8	0.3			26.8	0.3	
9	9.5			36.3	5.5	
10	6			42.3	3.3	
11	0			42.3	0.2	
12	0.6			42.9	0.4	
13	0.9	0	30.8	13	0.4	
14	10.7			23.7	6.5	
15	7.6			31.3	4.3	
16	3.6			34.9	2	
17	43.3			78.2	23.7	
18	1.7			79.9	1.4	
19	23	0	30.8	72.1	15	
20	0.4			72.5	0.9	
21	0			72.5	0.2	
22	0			72.5	0	
23	0			72.5	0	
24	0			72.5	0	
25	5.3	0	30.8	47	3.1	
26	0			47	0.2	
27	11.7			58.7	6.9	
28	2.7			61.4	1.6	
29	1.8			63.2	1	
30	0			63.2	0.2	
31	0	0	5.1	58.1	0	
	186.4	7.5	159.1	58.1	118.3	98.9

Humedad inicial (Wi) = 19% = 23.3 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 32%

Densidad aparente (Da) = 1.33 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

186.4 + 23.3

217.2

Lámina neta (LN) = 23.1 mm

Lámina bruta (LB) = 30.8 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

7.5 = 98.9 + 118.3

= 217.2

ETP (mm/día) = 3.19

CUADRO 78 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Julio del 2001 - Lisímetro 4.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0	6.2	30.5	0	4.5	
2	0			0	0.7	
3	24.6			24.6	13.8	
4	2			26.6	1.4	
5	1.5			28.1	1	
6	29			57.1	16	
7	0.2	0	30.5	26.8	0.2	
8	0.3			27.1	0.2	
9	9.5			36.6	4.8	
10	6			42.6	3.7	
11	0			42.6	0.3	
12	0.6			43.2	0.3	
13	0.9	0	30.5	13.6	0.4	
14	10.7			24.3	5.1	
15	7.6			31.9	3.7	
16	3.6			35.5	1.9	
17	43.3			78.8	24.4	
18	1.7			80.5	1.4	
19	23	0	30.5	73	14.3	
20	0.4			73.4	1.9	
21	0			73.4	0.2	
22	0			73.4	0	
23	0			73.4	0	
24	0			73.4	0	
25	5.3	0	30.5	48.2	2.7	
26	0			48.2	0.3	
27	11.7			59.9	5.6	
28	2.7			62.6	1.4	
29	1.8			64.4	1	
30	0			64.4	0.3	
31	0	0	5.1	59.3	0	
	186.4	6.2	157.6	59.3	111.5	105.4

Humedad inicial (Wi) = 18.2% = 24.3 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

186.4 + 24.3

216.9

Lámina neta (LN) = 22.9 mm

Lámina bruta (LB) = 30.5 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

6.2 = 105.4 + 111.5

= 216.9

ETP (mm/día) = 3.40

CUADRO 79 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Agosto del 2001 - Lisímetro 1.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	0					
3	0					
4	0					
5	0	8.4	31.1	0	2.7	
6	1.2			1.2	0.6	
7	0.2			1.4	0.1	
8	3.6			5	1.1	
9	1.3			6.3	0.5	
10	0.2			6.5	0.1	
11	0	24.6	31.1	0	7.2	
12	0			0	0.9	
13	0			0	0.2	
14	5			5	1.4	
15	0.4			5.4	0.1	
16	0			5.4	0.1	
17	0.6	25.1	31.1	0	8	
18	7.3			7.3	2.3	
19	7.2			14.5	2	
20	7.2			21.7	2.1	
21	0			21.7	0.2	
22	0			21.7	0.1	
23	0	9.4	31.1	0	3.1	
24	0			0	0.4	
25	0			0	0.1	
26	0			0	0	
27	0			0	0	
28	0			0	0	
29	0	15.6	15.6	0	4.9	
30	7.4			7.4	2.3	
31	0			0	0.2	
Total	41.6	83.1	140	7.4	40.7	106.7

Humedad inicial (Wi) = 17% = 22.70 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 30%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

41.6 + 22.7

147.4

Lámina neta (LN) = 23.6 mm

Lámina bruta (LB) = 31.1 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

83.1 = 106.7 + 40.7

= 147.4

ETP (mm/día) = 3.95

CUADRO 80 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Agosto del 2001 - Lisímetro 2.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	0					
3	0					
4	0					
5	0	7.1	31.1	0	2.4	
6	1.2			1.2	0.4	
7	0.2			1.4	0.1	
8	3.6			5	1.1	
9	1.3			6.3	0.4	
10	0.2			6.5	0.1	
11	0	24.6	31.1	0	7	
12	0			0	0.2	
13	0			0	0.1	
14	5			5	1.3	
15	0.4			5.4	0.1	
16	0			5.4	0.1	
17	0.6	25.1	31.1	0	7.2	
18	7.3			7.3	2.4	
19	7.2			14.5	2	
20	7.2			21.7	1.8	
21	0			21.7	0.1	
22	0			21.7	0	
23	0	9.4	31.1	0	3.3	
24	0			0	0	
25	0			0	0	
26	0			0	0	
27	0			0	0	
28	0			0	0	
29	0	15.6	15.6	0	4.5	
30	7.4			7.4	1.9	
31	0			0	0.2	
Total	41.6	81.8	140	7.4	36.7	110.7

Humedad inicial (Wi) = 18% = 24.0 mm

Punto de marchitez = 17%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

41.6 + 24.0

147.4

Lámina neta (LN) = 23.3 mm

Lámina bruta (LB) = 31.1 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

81.8 = 110.7 + 36.7

= 147.4

ETP (mm/día) = 4.10

CUADRO 81 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Agosto del 2001 - Lisímetro 3.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	0					
3	0					
4	0					
5	0	5.4	30.8	0	3	
6	1.2			1.2	0.5	
7	0.2			1.4	0.1	
8	3.6			5	1.2	
9	1.3			6.3	0.6	
10	0.2			6.5	0.2	
11	0	24.3	30.8	0	7.8	
12	0			0	0.9	
13	0			0	0.2	
14	5			5	1.6	
15	0.4			5.4	0.1	
16	0			5.4	0.1	
17	0.6	24.8	30.8	0	8.5	
18	7.3			7.3	2.5	
19	7.2			14.5	2.2	
20	7.2			21.7	2.2	
21	0			21.7	0.2	
22	0			21.7	0.1	
23	0	9.1	30.8	0	3.5	
24	0			0	0.3	
25	0			0	0	
26	0			0	0	
27	0			0	0	
28	0			0	0	
29	0	15.4	15.4	0	5.6	
30	7.4			7.4	2.4	
31	0			0	0.1	
Total	41.6	79	138.6	7.4	43.9	102.1

Humedad inicial (Wi) = 19% = 25.40 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 32%

Densidad aparente (Da) = 1.33 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

41.6 + 25.4
146.0

Lámina neta (LN) = 23.10 mm

Lámina bruta (LB) = 30.8 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

79.0 = 102.1 + 43.9
= 146.0

ETP (mm/día) = 3.78

CUADRO 82 - A. Balance hídrico correspondiente al mes de Agosto del 2001 - Lisímetro 4.

Día	Precipitación	Riego	L.B	Excedente	Percolación	ETP
(mm)						
1	0					
2	0					
3	0					
4	0					
5	0	5.2	29.9	0	1.8	
6	1.2			1.2	0.4	
7	0.2			1.4	0.1	
8	3.6			5	1.1	
9	1.3			6.3	0.4	
10	0.2			6.5	0	
11	0	23.4	29.9	0	5.6	
12	0			0	0.2	
13	0			0	0	
14	5			5	1.3	
15	0.4			5.4	0.1	
16	0			5.4	0	
17	0.6	23.9	29.9	0	6.5	
18	7.3			7.3	1.9	
19	7.2			14.5	1.7	
20	7.2			21.7	1.7	
21	0			21.7	0.2	
22	0			21.7	0	
23	0	8.2	29.9	0	2.4	
24	0			0	0.2	
25	0			0	0	
26	0			0	0	
27	0			0	0	
28	0			0	0	
29	0	15	15	0	3	
30	7.4			7.4	1.9	
31	0			0	0	
Total	41.6	75.7	134.6	7.4	30.5	111.5

Humedad inicial (Wi) = 18.5% = 24.70 mm

Punto de marchitez = 18%

Capacidad de campo (CC) = 31%

Densidad aparente (Da) = 1.34 g/cm³

Precipitación + Humedad inicial

41.6 + 24.7
147.4

Lámina neta (LN) = 22.4 mm

Lámina bruta (LB) = 29.9 mm

Eficiencia de aplicación = 75%

Frecuencia de riego = 6 días

Riego = ETP + Percolación

75.7 = 111.5 + 30.5
= 147.4

ETP (mm/día) = 4.13

CUADRO 83 – A. Valores mensuales de ETP correspondientes a la década 1991 – 2000.

Año	Evapotranspiración potencial (ETP) en mm/día				
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1991	4.14	4.48	3.81	3.26	3.35
1992	4.10	4.49	4.01	3.50	3.51
1993	3.86	4.83	4.00	3.56	3.64
1994	3.96	4.63	3.99	3.59	3.77
1995	4.36	4.83	4.10	3.62	3.70
1996	3.72	4.32	4.02	3.46	3.40
1997	4.17	4.29	3.72	3.82	3.69
1998	3.88	4.56	4.11	3.89	3.82
1999	3.73	4.13	3.80	3.72	3.75
2000	3.78	4.66	3.94	3.46	3.77
Promedio	3.96	4.52	3.95	3.59	3.64

CUADRO 84 – A. Resultados CROPWAT para el año 1991.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	25.0	84	164	5.6	4.3	4.14
May	25.2	84	346	5.9	3.9	4.48
June	24.6	85	259	5.7	3.6	3.81
July	22.7	93	130	7.0	4.0	3.26
August	23.4	80	26	5.2	3.8	3.35
YEAR	24.2	85	185	5.9	3.9	582

CUADRO 85 – A. Resultados CROPWAT para el año 1992.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.9	84	164	5.1	4.1	4.01
May	25.1	83	346	5.6	3.8	4.49
June	24.2	82	259	5.9	3.6	4.01
July	23.0	81	130	5.7	3.6	3.50
August	23.6	81	26	6.0	4.1	3.51
YEAR	24.1	82	185	5.7	3.8	597

CUADRO 84 – A. Resultados CROPWAT para el año 1991.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humidity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	25.0	84	164	5.6	4.3	4.14
May	25.2	84	346	5.9	3.9	4.48
June	24.6	85	259	5.7	3.6	3.81
July	22.7	93	130	7.0	4.0	3.26
August	23.4	80	26	5.2	3.8	3.35
YEAR	24.2	85	185	5.9	3.9	582

CUADRO 85 – A. Resultados CROPWAT para el año 1992.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humidity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.9	84	164	5.1	4.1	4.01
May	25.1	83	346	5.6	3.8	4.49
June	24.2	82	259	5.9	3.6	4.01
July	23.0	81	130	5.7	3.6	3.50
August	23.6	81	26	6.0	4.1	3.51
YEAR	24.1	82	185	5.7	3.8	597

CUADRO 88 – A. Resultados CROPWAT para el año 1995.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	25.3	82	164	6.0	4.4	4.36
May	24.6	79	346	5.8	3.8	4.83
June	24.5	80	259	5.5	3.5	4.10
July	24.2	81	130	5.8	3.6	3.62
August	24.8	80	26	6.3	4.2	3.70
YEAR	24.7	80	185	5.9	3.9	630

CUADRO 89 – A. Resultados CROPWAT para el año 1996.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.5	84	164	4.0	3.8	3.72
May	24.6	83	346	5.0	3.6	4.32
June	24.2	81	259	5.6	3.5	4.02
July	23.7	83	130	5.6	3.6	3.46
August	24.1	79	26	5.1	3.8	3.4
YEAR	24.2	82	185	5.1	3.7	579

CUADRO 86 – A. Resultados CROPWAT para el año 1993.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.6	86	164	5.0	4.1	3.86
May	24.7	84	346	5.7	3.9	4.38
June	24.1	84	259	6.6	3.8	4.00
July	23.9	86	130	6.6	3.9	3.56
August	23.8	82	26	6.6	4.3	3.64
YEAR	24.2	84	185	6.1	4.0	595

CUADRO 87 – A. Resultados CROPWAT para el año 1994.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.8	83	164	4.8	4.0	3.97
May	24.6	81	346	5.7	3.8	4.63
June	23.3	81	259	5.9	3.5	3.99
July	23.2	80	130	5.9	3.6	3.59
August	23.7	79	26	7.0	4.4	3.77
YEAR	23.9	81	185	5.9	3.9	610

CUADRO 90 – A. Resultados CROPWAT para el año 1997.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	25.1	83	164	5.5	4.3	4.17
May	24.6	84	346	5.3	3.7	4.29
June	24.2	84	259	5.1	3.4	3.72
July	24.3	81	130	6.8	3.9	3.82
August	24.2	81	26	6.6	4.3	3.69
YEAR	24.4	83	185	5.9	3.9	603

CUADRO 91 – A. Resultados CROPWAT para el año 1998.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humudity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	25.3	86	164	4.8	4.1	3.88
May	25.1	84	346	6.3	4.0	4.56
June	24.3	82	259	6.4	3.7	4.11
July	24.2	79	130	6.8	3.9	3.89
August	24.8	79	26	6.8	4.4	3.82
YEAR	24.7	82	185	6.2	4.0	620

CUADRO 92 – A. Resultados CROPWAT para el año 1999.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humidity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.1	84	164	4.2	3.8	3.73
May	24.1	84	346	4.8	3.6	4.14
June	23.8	83	259	5.3	3.4	3.80
July	23.8	81	130	6.5	3.8	3.72
August	24.2	75	26	6.4	4.2	3.75
YEAR	24.0	81	185	5.4	3.8	586

CUADRO 93 – A. Resultados CROPWAT para el año 2000.

Reference Evapotranspiration ETo according Modified Penman						
Project : TESIS ARICA Climate Station : José Abelardo Quiñones						
Latitude: 9 South.Lat. Altitude : 641 meter						
Month	Temp. °C	Humidity %	Windspeed km/day	Sunshine hours	Radiation mm/day	Eto-Penman mm/day
April	24.7	84	164	4.2	3.9	3.78
May	25.1	82	346	6.0	3.9	4.66
June	24.4	84	259	5.4	3.5	3.80
July	23.7	82	130	5.4	3.5	3.46
August	24.7	78	26	6.5	4.3	3.77
YEAR	24.5	82	185	5.5	3.8	596

[illegible]

Latitude: 9 South Lat Altitude : 641 meter

Month	Temp	Humidity	Windspeed	Sunshine	Radiation	Eto	Penman
Jan	15.5	75	1.5	150	18.5	10.5	10.5
Feb	16.5	70	1.5	160	19.5	11.5	11.5
Mar	17.5	65	1.5	170	20.5	12.5	12.5
Apr	18.5	60	1.5	180	21.5	13.5	13.5
May	19.5	55	1.5	190	22.5	14.5	14.5
Jun	20.5	50	1.5	200	23.5	15.5	15.5
Jul	21.5	45	1.5	210	24.5	16.5	16.5
Aug	22.5	40	1.5	220	25.5	17.5	17.5
Sep	23.5	35	1.5	230	26.5	18.5	18.5
Oct	24.5	30	1.5	240	27.5	19.5	19.5
Nov	25.5	25	1.5	250	28.5	20.5	20.5
Dec	26.5	20	1.5	260	29.5	21.5	21.5

.....

[A](#) [B](#) [C](#) [D](#) [E](#) [F](#) [G](#) [H](#) [I](#) [J](#) [K](#) [L](#) [M](#) [N](#) [O](#) [P](#) [Q](#) [R](#) [S](#) [T](#) [U](#) [V](#) [W](#) [X](#) [Y](#) [Z](#)

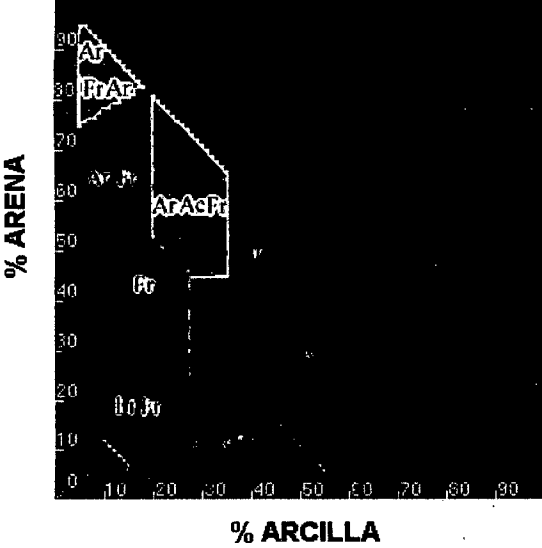
Latitude: 9 South Lat Altitude : 641 meter

Month	Temp	Humidity	Windspeed	Sunshine	Radiation	Eto	Penman
Jan	10.5	75	11.5	150	10.5	10.5	10.5
Feb	11.5	70	12.5	160	11.5	11.5	11.5
Mar	13.5	65	13.5	170	13.5	13.5	13.5
Apr	15.5	60	14.5	180	15.5	15.5	15.5
May	17.5	55	15.5	190	17.5	17.5	17.5
Jun	19.5	50	16.5	200	19.5	19.5	19.5
Jul	21.5	45	17.5	210	21.5	21.5	21.5
Aug	23.5	40	18.5	220	23.5	23.5	23.5
Sep	25.5	35	19.5	230	25.5	25.5	25.5
Oct	27.5	30	20.5	240	27.5	27.5	27.5
Nov	29.5	25	21.5	250	29.5	29.5	29.5
Dec	31.5	20	22.5	260	31.5	31.5	31.5
Yearly	18.5	55	16.5	2000	18.5	18.5	18.5

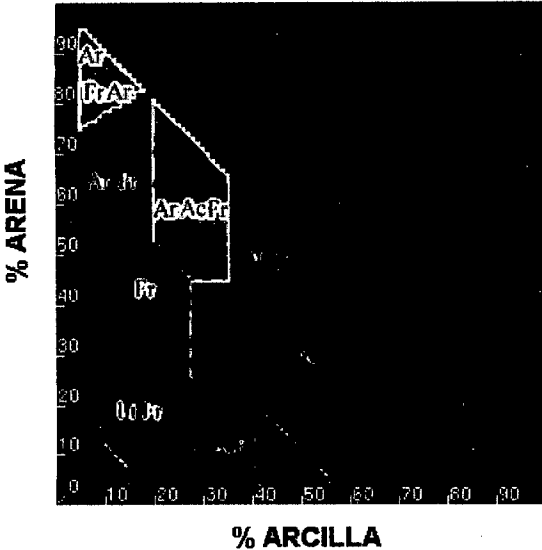
.....

IMPRESIÓN DE SOFTWARE UTILIZADOS

CUADRO 96 - A. Calculadora de las características hidráulicas de acuerdo al triángulo de las texturas del suelo del lisímetro 1.

	% Arena	37.82
	% Arcilla	30.46
	Cálculo	
	Punto de marchitez permanente (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.17
	Capacidad de campo (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.30
	Densidad aparente (g/cm^3)	1.34
	Saturación (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.49
	Conductividad hidráulica saturada (cm/hr)	0.34
	Agua disponible (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.13

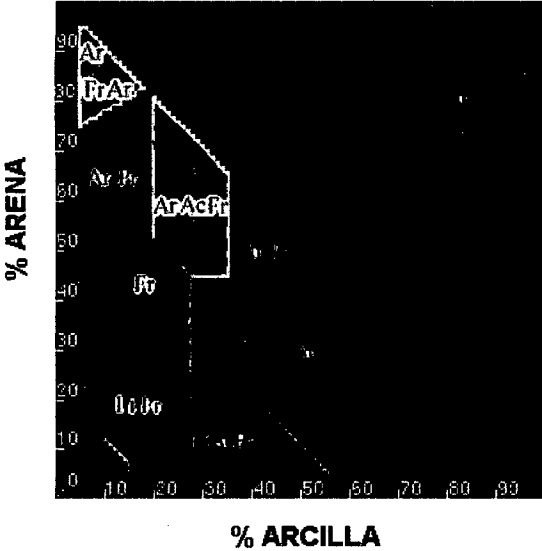
CUADRO 97 - A. Calculadora de las características hidráulicas de acuerdo al triángulo de las texturas del suelo del lisímetro 2.

	% Arena	37.82
	% Arcilla	30.46
	Cálculo	
	Punto de marchitez permanente (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.17
	Capacidad de campo (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.30
	Densidad aparente (g/cm^3)	1.34
	Saturación (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.49
	Conductividad hidráulica saturada (cm/hr)	0.34
	Agua disponible (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.13

CUADRO 98 - A. Calculadora de las características hidráulicas de acuerdo al triángulo de las texturas del suelo del lisímetro 3.

	% Arena	37.82
	% Arcilla	30.46
	Cálculo	
	Punto de marchitez permanente ($\text{cm}^3 \text{ agua} / \text{cm}^3 \text{ suelo}$)	0.17
	Capacidad de campo ($\text{cm}^3 \text{ agua} / \text{cm}^3 \text{ suelo}$)	0.30
	Densidad aparente (g/cm^3)	1.34
	Saturación ($\text{cm}^3 \text{ agua} / \text{cm}^3 \text{ suelo}$)	0.49
	Conductividad hidráulica saturada (cm/hr)	0.34
	Agua disponible ($\text{cm}^3 \text{ agua} / \text{cm}^3 \text{ suelo}$)	0.13

CUADRO 99 - A. Calculadora de las características hidráulicas de acuerdo al triángulo de las texturas del suelo del lisímetro 4.

	% Arena	37.82
	% Arcilla	30.46
	Cálculo	
	Punto de marchitez permanente (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.17
	Capacidad de campo (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.30
	Densidad aparente (g/cm^3)	1.34
	Saturación (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.49
	Conductividad hidráulica saturada (cm/hr)	0.34
	Agua disponible (cm^3 agua/ cm^3 suelo)	0.13