



Universidad Nacional de La Pampa
Secretaría de Investigación y Posgrado
Maestría en Ciencias Hídricas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Secretaría de Investigación y Postgrado

Maestría en Ciencias Hídricas

Tesis de Maestría en Ciencias Hídricas

Para la obtención del título de

Magíster en Ciencias Hídricas

ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN A LAS CONDICIONES LOCALES DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA

Autor: Dra. María Laura López.

Directora: Dra. María Cristina Martín.

Santa Rosa, La Pampa, Noviembre de 2011.

*A mis padres, Marta y Marcelo,
A Bernardo, Carina y Fermín*

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de La Pampa, por brindarme la posibilidad de realizar esta maestría.
- A la Dra. María Cristina Martín, por su invaluable dirección.
- A mi familia y a Rodrigo Bürgesser, por su apoyo incondicional.
- Al Dr. Tomás Benavides, por su asesoramiento.
- Al Dr. Eduardo Mariño y al Lic. Carlos Camilletti, por la ayuda y el estímulo.
- A la Dra. Beatriz Toselli y su grupo de investigación en el Departamento de Fisicoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas, UNC, por brindarme los datos de irradiancia experimental y permitirme concluir esta maestría.
- Al Dr. Edgardo Eldo Ávila, del Grupo de Física de la Atmósfera de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, UNC, por permitirme concluir esta maestría.
- Al Ing. Gerardo Hillman y demás integrantes del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC, por brindarme las mediciones realizadas en el tanque de evaporación.
- Y a todos los que colaboraron para que este trabajo sea posible.

INDICE GENERAL

Capítulo 1. Introducción y Antecedentes del Tema de Estudio	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.2.1 Estudios en el orden Internacional	2
1.2.2 Estudios en Argentina	9
1.3 Objetivos y Organización de la Tesis	12
Capítulo 2. Evaporación y Evapotranspiración: Generalidades, Métodos de Estimación y Aplicación	13
2.1 Introducción	13
2.2 Evaporación.....	14
2.2.1 Generalidades.....	14
2.2.2 Factores que afectan el proceso.....	14
2.2.3 Instrumentos de Medición	16
2.2.4 Métodos de Estimación	17
2.2.4.1 Métodos Teóricos	17
2.2.4.2 Métodos Semi-empíricos	19
2.2.4.3 Métodos Combinados	20
2.3 Evapotranspiración Potencial.....	21
2.3.1 Generalidades.....	21
2.3.1.1 Transpiración: Concepto e Instrumentos de Medición.....	21
2.3.1.2 Introducción del Concepto “Evapotranspiración Potencial”	22
2.3.2 Factores que afectan el Proceso	23
2.3.3 Instrumentos de Medición	23
2.3.4 Métodos de Estimación	24
2.3.4.1 Métodos Directos	24
2.3.4.2 Métodos Indirectos.....	26
2.4 Aplicación.....	33
2.4.1 Sitio de Estudio	33
2.4.2 Selección de los Métodos de Estimación.....	37
2.4.3 Origen de los Datos.....	38
2.4.4 Estimación de la Evaporación y de la Evapotranspiración Potencial	41
2.4.4.1 Resultados y Análisis Estadístico.....	41
2.4.4.2 Conclusiones del Análisis Estadístico	47

Capítulo 3. Incidencia de las Nubes sobre la Evaporación y la Evapotranspiración Potencial	47
3.1 Introducción	47
3.2 Nubes y Radiación	47
3.2.1 Generalidades	47
3.2.2 Fundamentos de la Incorporación de las Nubes en el Análisis	48
3.3 Aplicación.....	50
3.3.1 Selección de los Métodos de Estimación.....	50
3.3.2 Origen de los Datos.....	51
3.3.3 Estimación de la Evaporación y de la Evapotranspiración Potencial	51
3.3.3.1 Resultados y Análisis Estadístico.....	51
3.3.3.2 Conclusiones del Análisis Estadístico	56
 Capítulo 4. Conclusiones Generales y Discusión	 57
 Apéndice: Simbología	 60
 Bibliografía	 62
 Anexo I: Validación de Datos Meteorológicos	
 Anexo II: Recursos Estadísticos	
 Anexo III: Datos de Evaporación y Evapotranspiración Potencial – Irradiancia Estimada	
 Anexo IV: Datos de Evaporación y Evapotranspiración Potencial – Irradiancia Experimental	

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Mapa de la República Argentina con la ubicación de la provincia y la ciudad de Córdoba.....	34
Figura 2.2: Velocidad media mensual del viento. Ciudad de Córdoba, 1961-1990.....	34
Figura 2.3: Temperatura media mensual. Ciudad de Córdoba, 1961-1990.....	34
Figura 2.4: Precipitación media mensual. Ciudad de Córdoba, 1961-1990.....	35
Figura 2.5: Cuencas hidrográficas que abastecen a la ciudad de Córdoba.....	36
Figura 2.6: Ubicación del Observatorio Astronómico y del predio de Ciudad Universitaria en la ciudad de Córdoba.....	39
Figura 2.7: Diagramas de Caja de los valores de EV - Diaria de cada método propuesto	42
Figura 2.8: Diagramas de Caja de los valores de ETP - Diaria de cada método propuesto.....	43
Figura 2.9: Diagramas de Caja de los valores de EV - Mensual de cada método propuesto.....	44
Figura 2.10: Diagramas de Caja de los valores de ETP - Mensual de cada método propuesto.....	46
Figura 3.1: Irradiancia medida y estimada para un día limpio y despejado.	49
Figura 3.2: Irradiancia en presencia de nubes <i>cumulus</i> e irradiancia para un día limpio y despejado	49
Figura 3.3: Irradiancia en presencia de nubes <i>stratocumulus</i> e irradiancia para un día limpio y despejado	50
Figura 3.4: Diagramas de Caja de los valores de EV - Diaria de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes	52
Figura 3.5: Diagramas de Caja de los valores de ETP - Diaria de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes	53
Figura 3.6: Diagramas de Caja de los valores de EV - Mensual de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes	54
Figura 3.7: Diagramas de Caja de los valores de ETP - Mensual de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Coeficientes de bandeja clase A dados por Doorenbos y Pruitt (1977), para diferentes condiciones meteorológicas y de ubicación del tanque de evaporación clase A.....	26
Tabla 2.2: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV - Diaria.....	42
Tabla 2.3: Comparaciones Múltiples de los métodos de EV - Diaria	42
Tabla 2.4: Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP - Diaria	43
Tabla 2.5: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP - Diaria	44
Tabla 2.6: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV - Mensual.....	45
Tabla 2.7: Comparaciones Múltiples de los métodos de EV - Mensual	45
Tabla 2.8: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP - Mensual.....	46
Tabla 2.9: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP - Mensual	47
Tabla 3.1: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV - Diaria, considerando la incidencia de las nubes.....	52
Tabla 3.2: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP - Diaria, considerando la incidencia de las nubes	53
Tabla 3.3: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP - Diaria, considerando la incidencia de las nubes	54
Tabla 3.4: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV - Mensual, considerando la incidencia de las nubes.....	55
Tabla 3.5: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP - Mensual, considerando la incidencia de las nubes.....	56
Tabla 3.6: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP-Mensual, considerando la incidencia de las nubes.....	56

RESUMEN

Para optimizar el manejo de los recursos hídricos y ecosistemas acuáticos continentales se requieren cada día estimaciones más precisas de la **Evaporación** y la **Evapotranspiración Potencial**.

El presente trabajo tiene por objetivo comparar distintos procedimientos de estimación de la Evaporación y la Evapotranspiración Potencial, tanto a escala diaria como mensual, a fin de determinar aquellos que mejor se adaptan a las condiciones locales de la ciudad de Córdoba. Asimismo, otro objetivo es incorporar el efecto de las nubes en dichas estimaciones, por considerarse que, de esta forma, los métodos se adaptan a las condiciones reales de la atmósfera.

Los valores de Evaporación y Evapotranspiración Diarias y Mensuales (calculados a partir de datos de irradiancia estimados para días con cielo limpio y despejado) fueron contrastados con las mediciones realizadas en un Tanque de Evaporación Clase A. El método de HARBECK resultó el más cercano estadísticamente a las mediciones reales de Evaporación Diaria, mientras que el de LUNGEON lo fue para la Evaporación Mensual. De la misma manera, los métodos de TURC, PENMAN y FAO-PENMAN-MONTEITH, fueron los correspondientes para Evapotranspiración Potencial Diaria, mientras que TURC, PENMAN-MONTEITH, FAO-PENMAN-MONTEITH y GARCÍA y LÓPEZ resultaron sin diferencias significativas en la estimación de la Evapotranspiración Potencial Mensual. Se decide entonces recomendar los métodos de TURC y FAO-PENMAN-MONTEITH a los fines de estimar la Evapotranspiración Potencial por ser los métodos comunes cuyas estimaciones son adecuadas tanto a escala diaria como mensual.

Incluyendo el efecto de las nubes sobre el término radiativo en aquellos procedimientos que lo incorporan, se procedió a repetir las estimaciones de Evaporación y Evapotranspiración Potencial. Los valores calculados (incorporando, esta vez, datos de irradiancia medidos tanto para días limpios y despejados, como con presencia de nubes) fueron, nuevamente, contrastados con las mediciones realizadas en el Tanque de Evaporación clase A. El análisis estadístico permitió recomendar los métodos de PENMAN, TURC, PENMAN-MONTEITH y FAO-PENMAN-MONTEITH como aquellos que, con más precisión, estiman la Evapotranspiración Potencial Diaria, mientras que sólo los tres últimos resultaron adecuados para la Evapotranspiración Potencial Mensual. Se decide entonces recomendar los métodos de TURC y FAO-PENMAN-MONTEITH a los fines de estimar la Evapotranspiración Potencial por ser los métodos comunes cuyas estimaciones son adecuadas tanto a escala diaria como mensual con un mejor rendimiento estadístico cuando comparados con las estimaciones de tanque. Sin embargo, no existe ninguna ganancia cuando se considera el efecto de las nubes en el único método de estimación de la Evaporación Diaria y Mensual (PENMAN) que tiene en cuenta la radiación pues tiene diferencias muy significativas con las mediciones en tanque.

En conclusión, a los fines de brindar un aporte en la **optimización del consumo del agua** en la ciudad de Córdoba, el trabajo recomienda los métodos de estimación de la Evaporación y Evapotranspiración Potencial que mejor ajustan las medidas y estimaciones respectivas cuando comparadas con las mediciones en tanque de evaporación clase A.

ABSTRACT

In order to optimize the use of hydrological resources and continental aquatic systems, better estimations of **Evaporation and Potential Evapotranspiration** are required.

The objective of the present work is to compare the different procedures to estimate the daily and monthly Evaporation and Potential Evapotranspiration in order to determine which of these adapt better to the local conditions of Córdoba city. Another objective is to incorporate the cloud effect in those estimations in order to adapt the methods to the real conditions of the atmosphere.

The daily and monthly values of Evaporation and Potential Evapotranspiration (calculated with irradiance estimated data of clear day) were compared with measurements in Class A pan evaporation. The statistical analysis allows identifying the HARBECK and the LUNGEON methods as the most precise methods to estimate daily and monthly Evaporation, respectively. In the same way, TURC, PENMAN and FAO-PENMAN-MONTEITH methods were identifying as the best methods to estimate daily Potential Evapotranspiration, and TURC, PENMAN-MONTEITH, FAO-PENMAN-MONTEITH and GARCÍA and LÓPEZ did not present significant difference in the estimate values of monthly Potential Evapotranspiration. Therefore, the TURC and FAO-PENMAN-MONTEITH methods are recommended to estimate the Potential Evapotranspiration since they are the methods with suitable daily and monthly estimations.

The estimated values of the Evaporation and Potential Evapotranspiration were recalculated with the inclusion of the cloud effect. This effect was including in those procedures that take into account the radiative term. The calculated values (using measured irradiance data of clear and cloudy days) were compared with the data of Class A pan evaporation. The statistical analysis allows recommending the PENMAN, TURC, PENMAN-MONTEITH and FAO-PENMAN-MONTEITH methods as the most precise methods to estimate the daily Potential Evapotranspiration, while only the last three were suitable to estimate the monthly Potential Evapotranspiration. The TURC and FAO-PENMAN-MONTEITH methods are recommended to estimate the Potential Evapotranspiration because are the methods with suitable estimations in daily and monthly scale, and present a better statistical performance when they are compared with the pan estimations. However, the inclusion of the cloud effect was unsuccessful to estimate the daily and monthly evaporation because the only method (PENMAN) which takes into account the radiation term has significant differences with the pan measurements.

In conclusion, in order to provide a contribution to the **optimization in the water consumption** of Córdoba City, this work recommends those methods which estimate the Evaporation and the Potential Evapotranspiration that fit better to the measurements and to the corresponding estimations when are compared with measurements of Class A pan evaporation.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL TEMA DE ESTUDIO

1.1 Introducción

La problemática planteada por la humanidad en relación al abastecimiento de agua, el actual crecimiento demográfico y el que se vislumbra en el futuro, exigen un compromiso urgente respecto al cuidado y racionalización de este recurso.

La realidad cordobesa no es ajena a la problemática mundial de escasez de agua dulce. Desde el punto de vista poblacional, la provincia de Córdoba ha sufrido en las últimas décadas un importante incremento de la población que repercute sobre el aumento de la demanda del recurso agua. La generalización de la explotación agrícola intensiva y el uso de invernaderos basados en el riego por una parte, y el continuo crecimiento de las zonas industriales por otra, hacen de la provisión de agua un desafío que necesita ser gestionado con eficiencia, de modo tal de poder abastecer suficientemente a la población, a los cultivos y a la industria.

Para optimizar el manejo de los recursos hídricos y ecosistemas acuáticos continentales se requieren cada día estimaciones más precisas de la **evaporación** en cuerpos de agua superficiales, sobre todo en regiones áridas y semiáridas donde los recursos hídricos son más escasos y la componente de evaporación adquiere mayor importancia. De la misma manera, la **evapotranspiración** es una componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera, por lo que su cuantificación se hace precisa en contextos tales como la producción vegetal, estudios ambientales y ecológicos, y la planificación y gestión de los recursos hídricos. Dentro de los estudios puntuales en los cuales la estimación de la evaporación y la evapotranspiración es importante pueden mencionarse el cálculo del escurrimiento anual de una cuenca, estudios de aportaciones de agua, predicciones del caudal de los ríos, operaciones de riego, diseño de sistemas de drenaje, pérdidas en embalses, estudios de fuentes de agua y balances de reservas hídricas. La correcta determinación de la evaporación y la evapotranspiración es, además, uno de los mayores problemas prácticos de la agrometeorología y su resolución contribuiría en gran medida al aumento de la efectividad de la agricultura. Por todo esto, el principal objetivo de muchos trabajos de investigación consiste en establecer métodos precisos de estimación de estos procesos.

Los métodos desarrollados durante los últimos 50 años (Allen et al., 1998) para estimar la evaporación en cuerpos de agua y terrenos naturales se basan en el uso de datos meteorológicos. Estos últimos también son empleados en la estimación de la **evapotranspiración potencial**, definiéndose a la misma como la cantidad de agua que se pierde a la atmósfera por la evaporación del suelo y la transpiración de la planta en condiciones de cobertura completa y activa y sin limitaciones del suministro hídrico.

Se han propuesto numerosas ecuaciones para realizar estimaciones de la evaporación y la evapotranspiración potencial, tanto a escala diaria como mensual. Algunos procedimientos requieren datos de temperatura promedio del aire y del número de horas de luz, mientras que otros emplean, además, datos de radiación diaria, temperatura del agua, presión de vapor y velocidad del viento, entre otros.

La siguiente sección recopila algunos de los trabajos, tanto en el orden nacional como internacional, que involucran la aplicación de estas metodologías. La búsqueda bibliográfica se centró, fundamentalmente, en trabajos publicados en los últimos 15 años.

1.2 Antecedentes

Son muchos los estudios que, tanto en Argentina como alrededor del mundo, contribuyen a la determinación y el entendimiento de los procesos de evaporación y evapotranspiración potencial pero, en general, todos confluyen en un objetivo común: **optimizar el consumo del agua**.

1.2.1 Estudios en el orden Internacional

La revisión bibliográfica realizada de los distintos trabajos internacionales permite diferenciarlos según aquellos que:

- intentan determinar el método más preciso para estimar evaporación y evapotranspiración potencial,
- buscan calibrar modelos hidrológicos con parámetros relacionados a las condiciones locales de cada zona de estudio en particular,
- analizan las variaciones temporales de la evaporación y la evapotranspiración potencial, o bien
- explican las variaciones espaciales en función de la cobertura vegetal, el tipo de suelo o factores tales como la concentración atmosférica de dióxido de carbono, el nivel de fosfatos en el suelo, la nubosidad, entre otros.

La medición a campo del proceso de evaporación, así como también la determinación de la evapotranspiración potencial utilizando métodos *ad-hoc*, demandan no sólo laboriosidad y elevada precisión en la toma de datos sino que, en general, conllevan también un elevado costo de instalación y mantenimiento. Por esta razón, numerosas metodologías para estimar tanto la evaporación como la evapotranspiración, involucran datos monitoreados rutinariamente en estaciones meteorológicas. La validez de estos procedimientos se verifica al contrastar los resultados de evaporación y evapotranspiración calculados, frente a aquellos medidos empleando los instrumentos de campo. Ejemplo de este tipo de aplicaciones lo constituyen los trabajos de Trambouzea et al. (1998), Qiua et al. (1999), DehganiSanij et al. (2004) y Petrone et al. (2006), quienes emplean lisímetros para validar los datos calculados aplicando distintos métodos de estimación. Douglas et al. (2009) utilizan el método de covarianza de Eddy, que emplea mediciones de viento y humedad, mientras que Bandyopadhyay y Mallick (2003) y Tanny et al. (2008) recurren a las medidas obtenidas con un tanque de evaporación. A diferencia de estos últimos trabajos, Van der Tol et al. (2003), Xu y Singh (2005) y Tourula y Heikinhemio (1998) no recurren a la mediciones de instrumentos de campo para validar la aplicación de nuevos procedimientos, sino que los evalúan frente a métodos previamente reconocidos.

En el trabajo de Trambouzea et al. (1998), por ejemplo, los métodos de balance energético e hídrico son empleados para determinar la evapotranspiración real, y posteriormente, comparados con las mediciones por separado de la evaporación del suelo (empleando microlisímetros) y la transpiración de las plantas (empleando medidores de flujo de savia). La experiencia, realizada en viñedos de Francia durante dos meses, muestra que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los métodos de balance hídrico y energético aplicados en este sitio.

El estudio desarrollado por Qiua et al. (1999), en Japón, muestra la implementación de un modelo que separa la evapotranspiración en evaporación y transpiración, aplicado a superficies de suelo desnudo y con cubierta vegetal. Nuevamente, los resultados alcanzados por el modelo son comparados con aquellos obtenidos en parcelas experimentales por medio de lisímetros.

DehganiSanij et al. (2004) extienden la estimación de la evapotranspiración potencial a seis (6) métodos: Penman, Penman-Monteith, Wright Penman, Blaney Criddle, Hargreaves y el de Balance de Radiación. Los valores son calculados en un ambiente semiárido de Irán, y comparados con las mediciones experimentales obtenidas con lisímetros, concluyendo en que la mejor estimación en esta zona se alcanza con el método de Penman.

El estudio de Petrone et al. (2006) utiliza datos hidrológicos y meteorológicos provistos por estaciones automáticas de diversos sitios de actividad agrícola de Canadá, para calcular la evapotranspiración real con el método de Priestley y Taylor. La evapotranspiración calculada de esta forma es comparada con aquella medida empleando microlisímetros.

Un trabajo más reciente es el de Douglas et al. (2009), en el cual se analizan los datos de evapotranspiración potencial diaria obtenidos con el método de covarianza de Eddy en tres (3) sitios de Estados Unidos con diferente cobertura: agua, pantano y cubierta vegetal. Los valores de evapotranspiración potencial calculados con los métodos de Turc, Priestley y Taylor y Penman-Monteith se contrastan con los valores experimentales concluyendo en que, a escala diaria, el método de Priestley y Taylor es el más exacto para los tres tipos de cobertura.

En el estudio de Bandyopadhyay y Mallick (2003) se investiga, en India, la respuesta del trigo a la irrigación. El método de balance hídrico es empleado para estimar la evapotranspiración real semanal y estacional. La validación del mismo se realiza, en este caso, frente a las mediciones en tanque de evaporación. De la misma manera, Tanny et al. (2008) también emplean las mediciones en tanque para validar diferentes modelos hidrológicos, desarrollados a partir de la combinación de los métodos de balance de energía y gradiente de flujos. El estudio se realiza sobre un pequeño reservorio de agua de Israel.

En el trabajo de Rana y Katerji (2000) puede encontrarse una importante revisión de los diferentes instrumentos de medición y los métodos de estimación de la evapotranspiración aplicados a las regiones europeas del Mediterráneo. En él se comparan las ventajas y desventajas en la aplicación de cada uno de ellos.

Hasta aquí se han mencionado trabajos que emplean medidas experimentales para validar los modelos locales. Muchos trabajos, sin embargo, los validan frente a los resultados obtenidos de la aplicación de métodos previamente reconocidos. Así, por ejemplo, Van der Tol et al. (2003) calculan, durante seis (6) meses, la evaporación horaria de la lluvia interceptada en un bosque del Reino Unido. Miden el flujo de calor sensible y, calculando la evaporación como el residuo del balance de energía, la validan frente a aquella calculada empleando el método de Penman-Monteith.

Asimismo, el trabajo de Xu y Singh (2005) emplea el método de balance hídrico para ajustar los parámetros de tres (3) modelos teóricos con los que se calcula y compara la evapotranspiración real en tres (3) sitios con alta diversidad climática: Suecia central (templado húmedo), China (subtropical húmedo) y Chipre (semiárido).

El método del cociente de Bowen es otro de los ampliamente empleados para validar los resultados de los cálculos teóricos, tal es el caso de la aplicación del modelo Shuttleworth-Wallace (1985) aplicado esta vez en Finlandia por Tourula y Heikinheimo (1998).

Si bien los métodos mencionados hasta aquí son de aplicación sencilla y requieren datos de fácil accesibilidad, existen otros procedimientos más complejos que involucran el empleo de modernas tecnologías, permitiendo generar datos e información permanente relacionada a los distintos elementos del ciclo hidrológico. Las imágenes satelitales, los modelos computacionales y los sensores remotos se han convertido, de esta manera, en herramientas de vital importancia en el campo de la hidrología, permitiendo extender el campo de estudio a nivel global. Uno de los primeros trabajos en los que se incorporaron los datos provistos por sensores remotos en la estimación de la evapotranspiración es el de Jackson et al. (1997). La metodología de este trabajo es analizada posteriormente por Seguin e Itier (1983), y ha sido ampliamente utilizada para el mapeo de la evapotranspiración diaria en grandes áreas de las mediciones de temperatura de la superficie (Lagouarde y Brunet, 1991). El método permite establecer una relación directa entre la evapotranspiración diaria y la diferencia de temperatura entre la superficie y el aire. Ambas temperaturas se determinan con sensores remotos, utilizando específicamente la banda del infrarrojo térmico.

Entre otros trabajos que utilizan datos satelitales pueden mencionarse los realizados por Caselles et al. (1992), Moran et al. (1996), Choudhury (1997), Stewart et al. (1999), Allen et al. (2000), Ayenew (2003), Zhou et al. (2006) y Mu et al. (2007). Por otra parte, Nahum y Tsanis (2003) emplean sistemas hidroinformáticos, mientras que Kim y Kim (2008) recurren a las redes neuronales.

Caselles et al. (1992) desarrollan un modelo para estimar la evapotranspiración máxima a partir de datos obtenidos con el instrumento AVHRR a bordo del satélite NOAA. Mediante la aplicación de este modelo logran determinar la evolución anual de la evapotranspiración máxima en la región de La Mancha, España, con una precisión aceptable ($\pm 1,2$ mm/día).

Moran et al. (1996) modifican el método de Penman-Monteith para introducir medidas de reflectancia de superficie y de temperatura adquiridos con sensores remotos sobre Estados Unidos. Logran, de esta manera, estimar la evaporación en suelos parcialmente cubiertos, donde la precisión del método de Penman-Monteith se ve disminuida.

Un año después, Choudhury (1997) calcula la distribución espacial de la evapotranspiración potencial usando en la ecuación de Penman-Monteith datos satelitales de radiación solar, cubrimiento de nubes, temperatura del aire y presión de vapor. Los resultados obtenidos son validados frente a las mediciones realizadas con lisímetros. De la misma manera, Stewart et al. (1999) también utilizan el método de Penman-Monteith, pero esta vez en el noroeste de México, para validar frente a él la evaporación potencial calculada empleando valores de radiación superficial estimados con la banda visible del satélite GOES.

Datos de evapotranspiración provistos por Landsat son empleados por Allen et al. (2000) en dos (2) sitios de Turquía para ajustar una aproximación del procedimiento de la FAO-56. Logran predecir de esta manera, en forma separada, la evaporación del suelo con respecto a la evapotranspiración. Datos espectrales provistos por el mismo satélite son empleados por Ayenew (2003) con el objeto de cuantificar la evaporación diaria en lagos de

Etiopía. Los mismos son incorporados en una aproximación del método de balance de energía, que demuestra ser de utilidad en estimaciones a largo plazo.

Por otra parte, Zhou et al. (2006) recurren al satélite NOAA AVHRR para obtener la variación espacial y temporal del índice de área foliar, y lo emplean en el modelo Shuttleworth-Wallace (1985) para estimar la evapotranspiración potencial en la zona sur de Asia.

Mu et al. (2007) emplean observaciones meteorológicas en superficie y datos del MODIS (MODerate Resolution Imaging Spectrometer) en un algoritmo que permite obtener la evapotranspiración global. Los resultados alcanzados por el algoritmo son validados frente al método de covarianza de Eddy.

Naoum y Tsanis (2003) hacen uso de otro tipo de tecnología, al presentar el diseño, desarrollo y aplicación de sistemas hidrodinámicos para la estimación de la evapotranspiración de referencia. Esta última es calculada con los métodos de Penman-Monteith y tanque de evaporación. Estos datos puntuales son ensamblados a un método de grillas mediante el cual se obtienen las variaciones espaciales de la evapotranspiración de referencia. La ejecución del modelo genera los resultados acoplados a una interfase gráfica. A modo de ejemplo, los autores muestran la aplicación del método a la isla de Creta, obteniendo un buen ajuste respecto a las mediciones experimentales.

Por último, Kim y Kim (2008) recurren a otra tecnología de importante auge en los últimos años: las redes neuronales. Desarrollan y aplican un modelo de regresión de redes neuronales para estimar la evaporación y la evapotranspiración de referencia en cultivos de alfalfa en Corea y lo entrenan con el método del algoritmo genético. Los resultados de este modelo son contrastados frente a las estimaciones del método de Penman-Monteith, alcanzándose un buen ajuste.

Precisamente, según Allen et al. (1998) el método de Penman-Monteith puede considerarse como el de referencia a nivel mundial por ser el que mejor se adapta a las diferentes condiciones climáticas existentes en todo el planeta, como así lo demuestran trabajos anteriores (Jensen et al., 1990; Gavilán, 2002). Si bien es extensa la bibliografía que muestra que el método de Penman-Monteith es el más adecuado a los fines de estimar la evapotranspiración, diversos autores muestran que son otros los métodos que proporcionan los mejores ajustes. Así, por ejemplo, en Egipto, comparando 15 métodos diferentes, Shawky y Sallam (1993) encuentran que el método de Turc es el que mejor se ajusta a las medidas del lisímetro. Otro trabajo lo constituye el de Caliandro et al. (1996), quienes determinaron que en la costa de Italia el método de Penman-Monteith sobreestima en un 14% las medidas lisimétricas mientras que el método de tanque de evaporación clase A lo hace sólo en un 6%.

Dado que no existe un método único que, utilizando datos meteorológicos, sea adecuado universalmente bajo todas las condiciones climatológicas, muchas investigaciones han dado lugar a modificaciones de los métodos originales de manera de lograr su correcta aplicación en cada sitio de estudio particular. Ejemplos de esto lo constituyen los trabajos de Rana et al. (1997), Domingo et al. (1998), Craig (2006), Kimura et al. (2006), McVicar et al. (2007) y Widmoser (2009), quienes modifican el método de Penman-Monteith. Por otro lado, Valiantzas et al. (2006) muestran la adaptación del método de Penman a las condiciones locales de Grecia, mientras que Sumner y Jacobs (2005) utilizan mediciones de irradiancia y logran mejorar así la estimación de la evapotranspiración de referencia utilizando el método de Priestley y Taylor.

En el trabajo de Rana et al. (1997), desarrollado en el sur de Italia, se calcula la evapotranspiración real de diversos cultivos empleando un modelo combinado que incluye la ecuación de Penman-Monteith, y se contrasta con los resultados del método del cociente de Bowen. Se obtiene un buen ajuste para los cultivos de sorgo, girasol y soja. Domingo et al.

(1999) también recurren a la ecuación de Penman-Monteith, aplicada esta vez a una zona semiárida de España en la que estudian el efecto de la conductividad del suelo sobre la evaporación. Emplean el método para validar los resultados de un modelo que ellos mismos desarrollan. Logran, de esta manera, predecir la evaporación a partir de información combinada de la distribución espacial de las plantas, la fisiología del sustrato y las condiciones micrometeorológicas.

Craig (2006) también estima la evaporación a través de una técnica que modifica la ecuación de Penman-Monteith. El trabajo es desarrollado en una presa en Australia, donde se determina la utilidad de la técnica para obtener las pérdidas de agua por evaporación y escurrimiento.

Kimura et al. (2006) y McVicar et al. (2007) emplean el método de Penman-Monteith pero, esta vez, para estimar la evapotranspiración potencial. El primer trabajo se realiza en China y, con el objeto de estudiar el efecto del inapropiado uso de la tierra sobre la desertificación, se analiza la relación entre la resistencia de la tierra y las distintas variables en la ecuación de Penman-Monteith. El segundo trabajo estima la evapotranspiración en Australia teniendo en cuenta la influencia topográfica sobre las variables meteorológicas que, como dato de entrada, requiere este método. Así, interpolando estas variables en función de la topografía, generan la distribución espacial de la evapotranspiración potencial.

Una recopilación de los autores que emplean el método de Penman-Monteith para estimar la evaporación y lo modifican conforme a las condiciones locales es desarrollada por Widmoser (2009). En este trabajo se analizan las distintas problemáticas abordadas y las soluciones propuestas y, del estudio de su conjunto, se propone una nueva ecuación generalizada para el cálculo de la evaporación.

El trabajo de Valiantzas (2006) emplea el método de Penman para estimar la evaporación en Grecia. Conforme a las mediciones de rutina realizadas en las estaciones meteorológicas, simplifica la ecuación de Penman para derivar en una ecuación más simple que permite calcular la evaporación a partir de los datos disponibles.

Finalmente, Sumner y Jacobs (2005) comparan las mediciones de evapotranspiración con los valores estimados utilizando los métodos de Penman-Monteith y Priestley y Taylor. Si bien ambos métodos alcanzan un buen ajuste con las mediciones, el procedimiento de Priestley y Taylor supera al de Penman-Monteith cuando en los cálculos se utilizan valores de irradiancia medidos.

Los cambios a largo plazo en la evaporación y la evapotranspiración pueden tener implicancias importantes sobre el ciclo hidrológico. Por este motivo, numerosos trabajos investigan la distribución temporal de estos procesos, entre los cuales pueden mencionarse Chattopadhyay y Hulme (1997), Kumagaia et al. (2005) y Ohta et al. (2008).

En India, Chattopadhyay y Hulme (1997) analizan series temporales tanto de datos de evaporación empleando tanques evaporímetros, como datos de evapotranspiración potencial calculados por el método de balance energético. Proyectan un incremento futuro de la evapotranspiración y evalúan sus consecuencias desde el punto de vista climático, señalando las implicancias económicas y ambientales que, en este país, podría tener el aumento de la evaporación que no esté acompañado por un incremento en las lluvias.

Por otro lado, Kumagaia et al. (2005) presentan un estudio llevado a cabo en Malasia en el que, a través de dos (2) años de mediciones de vapor de agua y por medio de la modelación de los flujos hidrológicos, explican el motivo de las sequías impredecibles en el entorno de los bosques tropicales presentes en la región.

Finalmente, el trabajo de Ohta et al. (2008), en Siberia, emplea el método de balance hídrico para estimar la evapotranspiración en los bosques de este país. Miden el vapor de agua y los flujos de energía durante siete (7) años y determinan la variación interanual de la evapotranspiración.

Numerosos agentes afectan, tanto de forma directa como indirecta, los procesos de evaporación y evapotranspiración. Dentro de los factores que más influencia ejercen sobre la evapotranspiración se encuentra la cobertura vegetal, que afecta al proceso de diferentes maneras. Así, la altura y la densidad de la vegetación influyen no sólo sobre la eficiencia del intercambio turbulento del calor y vapor de agua del follaje, sino que también afectan la capacidad de reflejar la luz de la superficie y modifican la cantidad de energía absorbida por el suelo. Además, bajo condiciones de óptima disponibilidad de agua, existe gran variación entre la densidad de los estomas de las distintas especies de plantas, y para las mismas condiciones ambientales, el comportamiento estomático de cada especie vegetal es diferente. Dentro de los estudios que relacionan la evapotranspiración con distintos tipos y formas de cobertura vegetal, pueden mencionarse las publicaciones de Easthama et al. (1999), Liu et al. (2002) y Karam et al. (2003), que tienen por objeto optimizar el riego en determinados cultivos de importante interés económico.

Easthama et al. (1999) investigan, en Australia, las pérdidas de agua por evapotranspiración y evaporación en cultivos de trigo y lupino empleando microlisímetros. Encuentran diferencias importantes en las mediciones realizadas entre los períodos de siembra temprana y siembra tardía y calculan el riesgo de que, al disminuir la evaporación, el agua drene y contribuya a la recarga de los acuíferos.

Liu et al. (2002) también utilizan lisímetros, pero esta vez para determinar la evapotranspiración de maíz y trigo. El estudio es desarrollado en el norte de China con el objeto de determinar la cantidad de agua suficiente para un riego óptimo, dado que en esa zona el consumo de agua por los cultivos supera a las precipitaciones.

Karam et al. (2003) emplean lisímetros en Beirut para medir la evapotranspiración del maíz bajo condiciones de déficit de irrigación e irrigación abundante, y estudian diferencias en el crecimiento, uso del agua y rendimiento.

La optimización del riego no sólo implica investigar los procesos de evaporación y evapotranspiración, sino también abordar el proceso de transpiración en forma separada. Así, Villalobos et al. (2000) emplean la ecuación de Penman-Monteith en un modelo que permite calcular la transpiración de los árboles de olivo en zonas del sur de España. El modelo es calibrado con mediciones de la conductancia aerodinámica y de la evaporación por encima y por debajo de un olivar, y resulta ser válido para distintas situaciones, exceptuando aquellas en las que el suelo está mojado a causa del riego. Años más tarde y nuevamente en España, Villalobos et al. (2009) estudian la contribución de la transpiración y la evaporación del suelo en un riego por goteo, esta vez en un cultivo de mandarina y a partir de medidas experimentales. Mientras que la evapotranspiración es medida empleando el método de la covarianza de Eddy, la evaporación del suelo se obtiene con lisímetros y la transpiración es calculada a partir de un modelo de conductancia. Se logra establecer una relación lineal entre la transpiración de los huertos de mandarina y la cobertura del suelo.

Las investigaciones previamente detalladas tienen por objeto optimizar el riego de diferentes cultivos. Las publicaciones de Kite (2000), Rosset et al. (2001), Matsumoto et al. (2008) y Zhongmin et al. (2009) investigan la evaporación, la transpiración o la evapotranspiración en relación a la vegetación nativa de los distintos sitios de estudio.

En Turquía, por ejemplo, Kite (2000) implementa la ecuación de Penman-Monteith en un modelo local y describe las variaciones diarias y estacionales de la evaporación y la transpiración para una amplia variedad de cultivos y cobertura nativa del suelo.

Por otra parte, esta vez en Suiza, Rosset et al. (2001) cuantifican la radiación neta, el albedo y los componentes del balance de energía entre suelos cultivados y con hierba natural y establecen la importancia del abandono del cultivo en la reducción de la evapotranspiración y el incremento de agua en el suelo.

Matsumoto et al. (2008) emplean las medidas de flujo de calor sensible y latente para establecer diferencias en la evapotranspiración de cinco (5) bosques ubicados en zonas boreal, cálida y húmeda del este de Japón. Si bien encuentran diferencias en el consumo de energía para la evapotranspiración entre estos bosques, no las hallan al comparar el tipo de árboles que crece en ellos.

Por último, el trabajo llevado a cabo por Zhongmin et al. (2009) emplea el modelo de Shuttleworth-Wallace (1985) para particionar la evapotranspiración en la evaporación del suelo y la transpiración de la cubierta vegetal en cuatro (4) ecosistemas de China. El trabajo muestra buen acuerdo del modelo con los datos experimentales tanto a escala diaria como estacional, pero diferencias significativas durante días lluviosos, atribuyendo estas diferencias al poco peso que el modelo otorga al efecto de la intercepción de la lluvia.

Las propiedades del suelo también afectan la cantidad de energía que fluye en el mismo. Los cambios en el contenido de agua del suelo, por ejemplo, causan diferencias en la evaporación directa y en la disponibilidad del agua para las plantas. Por este motivo, además de ser relacionada con el tipo de vegetación, la tasa evaporativa también se ha vinculado con la textura y la composición de suelo. Dentro de este tipo de estudios pueden mencionarse Aydin et al. (2005), Xie et al. (2006) y Raddatz et al. (2009).

Aydin et al. (2005) aplican en Turquía un modelo, previamente desarrollado en este país, para predecir la evaporación en suelos arcillosos desnudos bajo distintas condiciones ambientales. Los resultados son contrastados con aquellos alcanzados en experimentos de columna de suelo arcilloso llevados a cabo en Japón y, si bien el modelo no resulta válido para calcular el potencial agua-sustrato del perfil suelo, sí lo es para calcular la evaporación potencial.

El trabajo de Xie et al. (2006), en China, investiga los efectos de la disminución de la evaporación y la evapotranspiración en suelos de textura fina y gruesa con cultivo de sandía. Los resultados muestran que la evaporación se incrementa linealmente con el tamaño del grano de sustrato y que, si bien la productividad no resulta con diferencias significativas entre los tratamientos, la eficiencia en el uso del agua es significativamente mayor en el sustrato fino que en el grueso.

Por último, el estudio de Raddatz et al. (2009), en Canadá, emplea mediciones de evapotranspiración, mediante el método de covarianza de Eddy, para calcular los valores horarios de resistencia a la evaporación de la turba en la tundra de ese país. Encuentran variaciones diarias importantes conforme al humedecimiento o secado de la capa de suelo adyacente a la superficie.

Así como los trabajos previamente mencionados investigan, respectivamente, los efectos de la cobertura vegetal y el suelo sobre la evapotranspiración y evaporación, de la misma forma se ha estudiado la influencia de numerosos factores cuyo efecto es menor, pero no por ello despreciable. A modo de ejemplo pueden mencionarse Yao et al. (2008), Kruijt et al. (2008), Kundu y Sarkar (2009), Sánchez-Carrillo et al. (2004) y Xiao et al. (2010).

Yao et al. (2008), al estudiar los efectos de la cobertura nubosa y de distinto tipo de precipitaciones, miden los flujos de calor sensible y latente en una pendiente cubierta de vegetación en China, estableciendo diferencias significativas en el balance de energía tanto en temporada de lluvias, nevadas y suelo cubierto de nieve, así como también entre días despejados y con alto cubrimiento de nubes.

Kruijt et al. (2008) intentan relacionar la evapotranspiración con la concentración de CO₂ y muestran su efecto sobre el balance de agua. Indican la posibilidad de que, especialmente a escalas temporales y espaciales sub-regionales, el CO₂ sea un factor significativo en el balance de agua. Si bien hay evidencia experimental que muestra que las concentraciones elevadas de CO₂ tienden a reducir la apertura estomática de las plantas conduciendo a una menor transpiración, este estudio muestra que las reducciones en la evapotranspiración podrían ser mayores a las esperadas por el cierre estomático.

Otro factor que ha sido relacionado con el rendimiento y el patrón de uso del agua es la concentración de fosfatos en el agua de riego. Específicamente, Kundu y Sarkar (2009) realizan una experiencia en cultivos de porotos en suelos franco-arenosos del este de India, a los que aplican riego con diferente concentración de fosfatos y a distintos niveles de evaporación del suelo. Concluyen en que la mayor eficiencia del uso de agua se produce en el ensayo en el cual el riego presenta la mayor concentración de fosfatos y es aplicado cuando la evaporación del suelo es la menor.

Sánchez-Carrillo et al. (2004), por otro lado, analizan la relación entre la evaporación de agua abierta y la transpiración de macrófitas en una zona semiárida del centro de España, con el objeto de determinar la importancia de estas variables en la dinámica de la evaporación en diferentes escenarios de agua. Observan que el área abierta de agua con cubrimiento de macrófitas muestra una dependencia significativa con las inundaciones, y que el incremento de esta área resulta en un incremento de la evaporación húmeda.

Finalmente, un trabajo muy reciente es el desarrollado por Xiao et al. (2010), quienes estudian el proceso de evaporación en una meseta de China con presencia de costras biológicas empleando microlisímetros tanto en suelo arenoso como franco arenoso. Los resultados indican que la tasa de evaporación de los suelos con costras biológicas es significativa, disminuyendo al principio del proceso e incrementándose posteriormente. A su vez, el proceso de evaporación del suelo arenoso afectado por las costras biológicas resulta significativo, mientras que el de suelo franco arenoso no lo es.

1.2.2 Estudios en Argentina

En lo que respecta a nuestro país, entre los numerosos trabajos encontrados que recurren a diferentes metodologías para estimar la evapotranspiración potencial y la evaporación, son referenciados brevemente aquellos de importancia para el presente estudio.

Entre los trabajos que tienen a la **región pampeana** como sitio de estudio pueden mencionarse el de Damarío y Cattáneo (1982) y Falasca y Forte Lay (2003) que calculan la evapotranspiración potencial siguiendo el procedimiento de Penman, el de Murphy et al. (2002) que la calcula utilizando una modificación del método de Thornthwaite, el de Della Maggiora et al. (2004) y el de Irigoyen et al. (2006) que utilizan el método de Penman-Monteith mientras que, el de Ulke et al. (2004) propone un modelo alternativo. Entre aquellos que utilizan datos brindados por sensores remotos pueden mencionarse los de Rivas y Carmona (2010), Nosetto et al. (2011) y Contreras et al. (2011).

Damarío y Cattáneo (1982) estiman la evapotranspiración potencial utilizando el método de Penman, y estos resultados son empleados en trabajos posteriores, tales como el de Forte Lay et al. (2008). En este último, los autores recurren a las estimaciones de la evapotranspiración potencial para estudiar las variaciones en las precipitaciones y el contenido de agua en el suelo en la región pampeana.

Falasca y Forte Lay (2003) estudian el área correspondiente a las provincias que integran gran parte de la pradera pampeana: Buenos Aires, Córdoba, La Pampa, Entre Ríos y Santa Fe. Los autores calculan la evapotranspiración potencial utilizando la fórmula

original de Penman. Justifican su empleo por ser considerada por muchos especialistas como la única que por su base física es capaz de producir valoraciones confiables de evapotranspiración potencial a nivel regional en un amplio intervalo de condiciones naturales.

Murphy et al. (2002) evalúan una modificación, desarrollada por Camargo et al. (1999), de la fórmula de Thornthwaite para climas áridos y muy húmedos. En esta modificación, la temperatura media del aire es reemplazada por una expresión que incluye la amplitud térmica y que, aplicada a cuatro localidades de la región pampeana brinda muy buenos resultados.

Ulke et al. (2004) aplican el modelo hidrológico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) sobre la región pampeana a los fines de estimar la evapotranspiración horaria y diaria. Este modelo resultó una buena alternativa para la estimación de evapotranspiración ya que, en razón de la heterogeneidad de la humedad y el uso del suelo en la región, resultaría inadecuado extrapolar las mediciones en unos pocos sitios.

Della Maggiora et al. (2004) utilizan el método de Penman-Monteith para calcular la evapotranspiración de referencia sobre un cultivo de girasol en la localidad de Balcarce (provincia de Buenos Aires). Adaptan el modelo a las condiciones locales del lugar y calculan el coeficiente de dicho cultivo. Irigoyen et al. (2006) también desarrollan su trabajo en la localidad de Balcarce. Estiman los valores diarios de evapotranspiración de referencia según el método de Penman-Monteith y realizan un ajuste local para la ciudad.

Rivas y Carmona (2010) estiman la evapotranspiración potencial a escala regional a partir de la combinación de datos del terreno con imágenes satelitales. Sugieren, para ello, una metodología de fácil aplicación que requiere utilizar la ecuación Priestley y Taylor y un modelo con el cual se obtiene la radiación neta diaria a través de cada uno de los píxeles de la imagen satelital.

Nosetto et al. (2011) evalúan la influencia de la cobertura vegetal sobre la evapotranspiración. Para ello, utilizan modelos hidrológicos, analizan muestras de suelo y calculan la evapotranspiración a partir de imágenes Landsat, siguiendo la metodología descrita en Carlson et al. (1995). Encuentran que el reemplazo de los suelos naturales por suelos de cultivo modifica los valores de evapotranspiración.

Contreras et al. (2011) emplean imágenes satelitales provistas por MODIS para estimar la evapotranspiración y contrastarla con el método FAO Penman-Monteith. El estudio está aplicado sobre los ecosistemas áridos de la región central de Argentina. Proponen un método que emplea la información provista por las imágenes satelitales como una alternativa para estudiar la evolución de los ecosistemas ante las modificaciones en el uso de la tierra y el cambio climático.

Entre los trabajos desarrollados en la provincia de **Santa Fe**, pueden mencionarse los de Zimmermann (2000) y Rébora (2007). El primero recurre a los métodos de Thornthwaite y Thornthwaite-Mather modificado (Scozzafava y Tallini, 2001) para calcular la evapotranspiración potencial e incorporarla al método de balance hídrico a los fines de estimar la ocurrencia de eventos lluviosos en la provincia. Rébora (2007) calcula la evapotranspiración potencial mediante los procedimientos de Makkink, Priestley y Taylor y Penman-Monteith, para medir el consumo de agua de la especie *Eucalyptus dunnii* en una forestación de una localidad de la provincia de Santa Fe.

En la provincia de **Mendoza** se destacan los trabajos de Bermejillo de Salcedo (1998) y Bustos y Cicero (2006). El primero utiliza la información del satélite NOAA-AVHRR para calcular la evapotranspiración real y compara estos resultados con los obtenidos a partir de un modelo de simulación de balance hídrico aplicado a la región norte de la provincia. Mediante los procedimientos iniciados por Jackson et al. (1977) concluye que la

utilización de datos satelitales conlleva un muy buen ajuste de la evapotranspiración estimada. Bustos y Cicero (2006) estudian los valores diarios de la evapotranspiración potencial calculados con el procedimiento de Penman-Monteith en la localidad de Chacras de Coria. Evalúan el ajuste de dicho método con los datos estimados a partir de un tanque de evaporación clase A, mostrando, estadísticamente, que durante los meses de primavera el ajuste es muy bueno, pero se deteriora para el resto del año.

Spescha et al. (2008), al igual que Murphy et al. (2002) en la región pampeana, recurren a la aproximación de Camargo et al. (1999) para estimar la evapotranspiración con el objetivo de comprobar si es apropiada a las condiciones de la ciudad de **Salta**. Encuentran una mejora en los cálculos, y por ende, plantean la aplicación de la aproximación para estudiar la evolución temporal de la evapotranspiración.

En la provincia de **La Rioja**, Rousseaux et al. (2009) recurren a seis (6) microlisímetros para medir la evaporación en el suelo de Aimogasta y calcular los coeficientes de evapotranspiración real siguiendo el procedimiento sugerido por la FAO. Realizan los cálculos sobre un cultivo de aceitunas para dos condiciones diferentes de riego, a fines de encontrar la más eficiente.

En lo que respecta a los trabajos llevados a cabo en la provincia de **Córdoba**, pueden mencionarse los de De La Casa et al. (2002), Weir et al. (2004), Corral et al. (2004), Troin et al. (2010), Hillman et al. (2004) y Pagot (2003). De La Casa et al. (2002) calculan la evapotranspiración de referencia asumiendo que la metodología de FAO Penman-Monteith es la adecuada y comparan los resultados en trece (13) estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de la provincia. Weir et al. (2004) utilizan lisímetros ubicados en la localidad de Marcos Juárez a los fines de medir la evapotranspiración de tres cultivos: trigo, soja y maíz, calculando los coeficientes de estos tres cultivos para diferentes épocas del año. Corral et al. (2004) estudian los procesos de transporte y la calidad del agua en el Embalse Los Molinos, estimando la evaporación según los procedimientos de Lungeon, Fitzgerald, Rohwer y Meyer. Troin et al. (2010) construyen un modelo de balance hídrico mensual a los fines de investigar la relación entre las variaciones de clima y el nivel de agua de la Laguna Mar Chiquita y estudian las diferentes variables de la ecuación del balance hídrico, concluyendo que la evapotranspiración conduce a las reducciones más importantes en el nivel de dicha laguna. También sobre la Laguna Mar Chiquita, Hillman et al. (2004) recurrieron a las redes neuronales para pronosticar la evolución de los niveles de agua de dicha laguna, utilizando el método de Priestley y Taylor en la estimación de la evapotranspiración. Finalmente, Pagot (2003) utiliza las expresiones teóricas de Lungeon, Meyer y Priestley-Taylor para calcular la evaporación en los bañados del Río Dulce y evalúa los resultados frente a las mediciones realizadas en un tanque de evaporación clase A encontrando que el método que arroja mejor ajuste es el de Priestley y Taylor.

Finalmente, entre los estudios llevados a cabo en la **región patagónica** pueden mencionarse el de Peinetti (2006) y Hernández et al. (2009). En el primero de ellos se estima la evapotranspiración potencial y la transpiración siguiendo el procedimiento de Penman-Monteith, a los fines de incorporarla en un modelo de simulación de ecosistemas y estudiar la evolución temporal de los mismos en la Estepa Magallánica. En Comodoro Rivadavia, Hernández et al. (2009) utilizan los métodos de Thornthwaite-Mather y Penman para estimar la evapotranspiración potencial y real, en un trabajo que tiene por objetivo orientar la radicación de instalaciones petrolíferas en la provincia de Santa Cruz con el menor riesgo ambiental de carácter hídrico.

1.3 Objetivos y Organización de la Tesis

En el presente trabajo se plantean dos objetivos fundamentales:

1. Comparar distintos procedimientos que aparecen en la bibliografía, que son y han sido ampliamente usados, para calcular la evaporación y la evapotranspiración potencial, tanto a escala diaria como mensual, partiendo de datos meteorológicos y experimentales medidos en la estación del Servicio Meteorológico Nacional y en el predio de Ciudad Universitaria de la ciudad de Córdoba a fin de:
 - determinar el/los mejor/es procedimiento/s, y
 - contrastar los resultados de evaporación con las mediciones en *“tanque de evaporación clase A”* y los resultados de evapotranspiración potencial con una estimación a partir de dichas mediciones;
2. Comparar aquellos procedimientos del Objetivo 1 que incorporan un término radiativo “ideal” (días despejados) sustituyendo éste por un término radiativo “real” (días con y sin presencia de nubes), por considerar que este factor debiera ofrecer resultados de evaporación y de evapotranspiración potencial más precisos al adaptar los mismos a las condiciones reales del ambiente.

Para alcanzar el Objetivo 1., en el Capítulo 2 se describen los procesos de evaporación y evapotranspiración potencial. Se explican los factores que afectan a cada uno de ellos y se enumeran los instrumentos de medición y los métodos para su estimación más frecuentemente citados en la bibliografía (2.2 y 2.3). En una última Sección se muestra una aplicación, mediante datos obtenidos en el predio de Ciudad Universitaria de la ciudad de Córdoba, de algunos de los procedimientos de estimación. En una primera etapa se caracteriza el sitio de estudio, se citan los métodos de estimación de la evaporación y la evapotranspiración potencial seleccionados para el presente trabajo, y se describen las fuentes de los datos utilizados. Finalmente, se muestran los resultados estadísticos obtenidos (2.4).

Para alcanzar el Objetivo 2., en el Capítulo 3 se estudia el efecto indirecto de las nubes sobre la evaporación y la evapotranspiración potencial. Una vez descritas las nubes y su efecto sobre la radiación, se recalculan los valores de evaporación y evapotranspiración potencial utilizando aquellos procedimientos, aplicados en el Capítulo 2, que involucran un término de radiación. Se comparan los nuevos valores obtenidos con las mediciones en *“tanque de evaporación clase A”* (para evaporación) y con las estimaciones correspondientes (para evapotranspiración potencial).

Un resumen de lo alcanzado por ambos objetivos, es presentado en el Capítulo 4, como así también las conclusiones y recomendaciones respecto de la propuesta surgida en este trabajo.

CAPÍTULO 2

EVAPORACIÓN Y EVAPOTRASPIRACIÓN: GENERALIDADES, MÉTODOS DE ESTIMACIÓN y APLICACIÓN

2.1 Introducción

Gran parte del agua que llega a la tierra regresa a la atmósfera en forma de vapor directamente por evaporación o a través de las plantas por transpiración. Esta fracción de agua no aprovechable por el hombre es una variable importante dentro del ciclo hidrológico ya que, según las cuencas, puede alcanzar entre un 50 y un 90% de la precipitación.

La evaporación y la transpiración son procesos interdependientes que se realizan en la naturaleza en forma simultánea. Debido a la dificultad de discriminar evaporación y transpiración se introdujo el concepto de evapotranspiración. La unidad usual con la que se expresan estos tres términos es el milímetro de altura de agua, referido siempre a un determinado intervalo de tiempo. La unidad de tiempo puede ser una hora, un día o más, un mes o incluso un período completo de cultivo o un año. Dado que una hectárea tiene una superficie de 10000 m^2 y 1 mm es igual a $0,001 \text{ m}$, una pérdida de 1 mm de agua corresponde a una pérdida de 10 m^3 de agua por hectárea. Es decir, 1 mm/día es equivalente a $10 \text{ m}^3/\text{ha día}$. La altura del agua también puede expresarse en términos de la energía recibida por unidad de área. Esto último se refiere a la energía o al calor requerido para vaporizar el agua. Esta energía es una función de la temperatura del agua. Por ejemplo, a 20°C , el calor latente de vaporización tiene un valor de $2,45 \text{ MJ/kg}$. Es decir, $2,45 \text{ MJ}$ son necesarios para vaporizar 1 kg de agua (o $0,001 \text{ m}^3$ de agua, aproximando la densidad del agua a 1000 kg/m^3). Por lo tanto, un aporte de energía de $2,45 \text{ MJ/m}^2$ puede vaporizar $0,001 \text{ m}$ o 1 mm de agua. De esta manera, 1 mm de agua es equivalente a $2,45 \text{ MJ/m}^2$. La evaporación o la evapotranspiración expresadas en unidades de $\text{MJ/m}^2 \text{ día}$ se calcula como el producto entre la evapotranspiración y el calor latente (Allen et al., 2006).

El presente capítulo es organizado a los efectos de explicar los conceptos de evaporación y evapotranspiración potencial, introducir los distintos métodos para sus respectivas estimaciones y mostrar los resultados de la aplicación de los procedimientos seleccionados.

En la Sección 2.2, en forma detallada, se realiza la descripción de la evaporación (2.2.1), se describen los factores que la afectan (2.2.2), los instrumentos para medirla (2.2.3) y los métodos desarrollados para estimarla (2.2.4).

En la Sección 2.3, también en forma detallada, se sigue un orden similar para describir la evapotranspiración potencial (2.3.1), los factores que la afectan (2.3.2), los instrumentos para medirla (2.3.3) y los métodos desarrollados para estimarla (2.3.4).

Finalmente, en la Sección 2.4, se muestra una aplicación para datos de la ciudad de Córdoba. Se describe el sitio de estudio (2.4.1) y se mencionan los métodos seleccionados de estimación de la evaporación y de la evapotranspiración potencial, tanto a escala diaria como mensual (2.4.2). Se detallan las fuentes a partir de las cuales se obtienen los datos utilizados en el presente trabajo (2.4.3) y, por último, se exponen los resultados y las conclusiones del análisis estadístico (2.4.4).

2.2 Evaporación

2.2.1 Generalidades

La evaporación es el resultado del proceso físico por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, retornando directamente a la atmósfera en forma de vapor. La radiación solar y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionan la energía que emplean las moléculas de agua para producir este cambio de estado. La fuerza impulsora para retirar el vapor de agua de una superficie evaporante es la diferencia entre la presión de vapor de agua en la superficie evaporante y la presión de vapor de agua en la atmósfera circundante. Esta diferencia se denomina *déficit higrométrico*.

A nivel molecular, el proceso de evaporación se inicia cuando las moléculas de agua de una superficie de agua libre, que se encuentran en continuo movimiento, llegan a la superficie del líquido. Por efecto de la radiación solar, las moléculas incrementan su temperatura y velocidad y por tanto, su energía cinética. De esta manera, algunas de ellas consiguen liberarse de la atracción de las moléculas adyacentes y atravesar la interfase líquido-vapor, cambiando de estado. El calor absorbido por unidad de masa de agua para que se produzca la evaporación se denomina *calor latente de vaporización*.

A medida que ocurre la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente de agua y el proceso se vuelve cada vez más lento hasta detenerse completamente si el aire mojado circundante no se transfiere a la atmósfera. El reemplazo del aire saturado por aire más seco depende de la velocidad del viento. Así, la evaporación es proporcional al déficit de tensión de vapor entre el aire saturado (a la temperatura del agua) y la tensión de vapor en el aire. Si el aire saturado no es reemplazado, no sólo disminuye la evaporación, sino que se ve incrementada la condensación y el retorno de las moléculas de agua al estado líquido. La diferencia entre la cantidad de moléculas que abandonan el líquido y la cantidad de moléculas que vuelven a él indica el carácter global del proceso.

Todo tipo de agua en la superficie terrestre está expuesta a la evaporación. El proceso será tanto más difícil cuanto menor sea la agitación de las moléculas. Por el contrario, la evaporación se favorecerá cuanto mayor sea la cantidad de agua con disponibilidad de evaporarse y mayor la insaturación del aire que envuelve a la superficie evaporante.

2.2.2 Factores que afectan el Proceso

Los factores que afectan a la evaporación son, principalmente, aquellos que influyen sobre el suministro de energía y el transporte de vapor. Dentro de los más importantes, que afectan la evaporación desde superficie de agua libre, pueden mencionarse:

- **Energía Disponible:** La energía utilizada en la evaporación tiene como fuente principal la radiación solar. Parte de ésta se emplea en calentar el suelo y el aire, y otra parte es empleada en el proceso de evaporación. Tanto la energía acumulada en el suelo como en el aire pueden transferirse posteriormente al proceso de evaporación.

- **Déficit de Saturación Higrométrico:** La evaporación será mayor cuanto mayor sea el déficit de saturación higrométrico, ya que se ve incrementado el poder evaporante de la atmósfera.

- **Temperatura:** La evaporación aumenta con la temperatura al afectar directamente la tensión de vapor de saturación. A mayor temperatura, la tensión de vapor de saturación es mayor, ya que la energía cinética de las moléculas aumenta. Pero el incremento de la temperatura del aire ambiente elevará tanto la tensión de vapor en el aire, como en el agua. Debido a que la evaporación es proporcional al déficit de tensión de vapor, incrementos iguales pueden no conducir a un aumento de la evaporación. Para que la evaporación continúe debe comunicarse una cantidad de calor igual a la pérdida por evaporación. De otra forma, al igualarse las temperaturas de aire y de agua, la evaporación cesa.

- **Velocidad y Turbulencia del Viento:** El viento asegura el reemplazo del aire en contacto con la superficie evaporante por nuevas capas con humedad inferior. La velocidad del viento, por lo tanto, favorece la evaporación. Sin embargo, cuando la velocidad del viento es suficiente para remover todas las moléculas evaporadas, un aumento de la misma no incrementará en modo apreciable la evaporación. Se considera que una velocidad de hasta 40 km//h es el límite máximo para que el viento produzca un efecto considerable sobre la evaporación. La influencia es mayor en grandes extensiones de agua y llega a ser despreciable en superficies pequeñas.

- **Presión:** La evaporación disminuye con el incremento de la presión. Esto se debe a que disminuye el déficit higrométrico, ya que la tensión de vapor en el aire se ve incrementada con el aumento de la presión.

- **Forma de la Superficie Evaporante:** Un volumen de agua con una superficie plana tiene presión de vapor superior al de una cóncava y menor que el de una convexa, bajo las mismas condiciones.

- **Calidad del Agua:** La presencia de distintos solutos en el agua incrementa la energía cinética que las moléculas de agua necesitan para pasar a la fase de vapor. Por lo tanto, el efecto de la salinidad conduce a la reducción de la presión de vapor. Para períodos extensos de tiempo los efectos de la salinidad pueden despreciarse.

Hasta aquí se han mencionado factores que afectan a la *evaporación desde superficies de agua libre* y que serán los considerados en el presente trabajo.

Otros estudios evalúan la *evaporación desde el suelo* considerando el efecto de dos factores adicionales: el “**grado de cobertura del suelo**” y la “**cantidad de agua disponible**”. En estos casos, la evaporación está determinada sólo por las condiciones meteorológicas en suelos provistos de agua con suficiente velocidad (ya sea por la abundancia de lluvias, el riego frecuente o el ascenso capilar). Sin embargo, cuando las frecuencias, tanto de las lluvias como del riego, son bajas, o la capacidad del suelo de conducir la humedad cerca de la superficie es reducida, el contenido de agua en los horizontes superiores del suelo disminuye y la superficie se seca. Bajo estas circunstancias, la disponibilidad limitada del agua ejerce un control importante sobre la evaporación del suelo.

2.2.3 Instrumentos de Medición

Algunos instrumentos empleados para determinar la evaporación son:

- **Evaporímetro de Balanza:** Consiste en un recipiente con agua depositado sobre una balanza que registra, por diferencia de peso, el agua perdida por evaporación. Un ejemplo de este tipo de instrumentos es el evaporímetro modelo Wild que consta de un depósito de 250 cm² de superficie y 35 mm de profundidad lleno de agua, instalado sobre una balanza. Presenta como desventaja la influencia, sobre la medición realizada, del calentamiento de las paredes y entre sus ventajas puede mencionarse la posibilidad de realizar un registro continuo por medio de un evaporígrafo.

- **Superficie de Papel Húmedo:** Se fundamenta en el humedecimiento de superficies de papel al contacto con un depósito de agua. El más usado es el evaporímetro Piché, comúnmente presente en las estaciones meteorológicas. El depósito tiene forma de tubo, y alimenta al papel ayudado por la presión atmosférica. La evaporación produce el secado del papel y la medición que se realiza es la del descenso del agua desde el tubo.

- **Tanque de Evaporación:** Nuevamente, la evaporación es medida monitoreando la pérdida de agua en un tanque durante un determinado período de tiempo. La frecuencia de la medición generalmente es diaria. Provee una medida del efecto integrado de la radiación, el viento, la temperatura y la humedad, sobre la evaporación desde una superficie abierta. Los tanques de evaporación son los instrumentos de medición más empleados, y varían ampliamente en forma, medida y material. Según su ubicación, los tanques se clasifican en:

- *Exteriores:* Son fácilmente instalables y muy sensibles a las variaciones de temperatura del aire y de la insolación. El más usado es el "Tanque de evaporación clase A" que se caracteriza por un diámetro de 120,5 cm y una altura de 25,4 cm. Debe colocarse de forma tal que quede rodeado de un pasto corto en un radio de 50 m y llenarse hasta 5 cm desde su borde, evitando que el nivel baje más allá de 7,5 cm por debajo del mismo. Es de hierro galvanizado y tiene una base cuadrada de madera para garantizar la libre circulación del aire. Para la medición del nivel del agua se pueden emplear tanto un tornillo de gancho como una probeta graduada hasta una décima de mm. La desventaja que presenta este tipo de tanques es que el calentamiento de sus paredes conduce a un incremento de la evaporación respecto a la medida de evaporación que se produciría en una mayor superficie de agua. Por este motivo, el empleo de las mediciones del tanque de evaporación en estudios que involucran mayores superficies de agua requiere la aplicación de coeficientes de corrección de tanque que oscilan entre 0,6 y 0,8.

- *Enterrados:* Este tipo de tanques es menos sensible a la temperatura de las paredes, pero sin embargo, lo es a variaciones de la radiación solar. El borde se encuentra 12 cm por encima del suelo. Como desventajas pueden mencionarse su difícil reposición y limpieza, como así también el error que ocasionan las gotas de lluvia y los sedimentos.

- *Flotantes:* Se emplean para medir la evaporación de grandes extensiones de agua, por ejemplo lagos y ríos. Están elevados sobre la superficie del agua a una distancia de 7 a 10 cm. Si bien están diseñados para obtener mediciones más precisas, asimilándolas a las condiciones reales, presentan como desventajas las lecturas falseadas por el viento, el oleaje y la inestabilidad del tanque, como así también, dificultades propias del amarre del mismo.

Otro instrumento a tener en cuenta para calcular la evaporación son los **Psicrómetros**. Estos son instrumentos de medición de la humedad específica (la medida se realiza, en forma simultánea, a dos alturas diferentes) que es una variable involucrada en algunos métodos, por ejemplo Thorntwaite y Mather (1955), para calcular la evaporación.

Si bien estos instrumentos de campo no son apropiados para realizar determinaciones de rutina, por exigir alto costo de mantenimiento y rigurosidad en las mediciones, resultan importantes para evaluar la precisión con que las distintas metodologías estiman la evaporación.

Para los objetivos planteados en el presente trabajo se utilizan las mediciones en tanque de evaporación exterior a los fines de contrastar los distintos métodos empleados y determinar el más preciso.

2.2.4 Métodos de Estimación

En la presente sección se desarrollan algunos métodos de estimación de la evaporación de acuerdo con la siguiente clasificación:

2.2.4.1 Métodos Teóricos: Se fundamentan en los principios de conservación de la materia y la energía.

2.2.4.2 Métodos Semi-empíricos: Relacionan la evaporación con algunos factores que influyen en el fenómeno y engloban los demás en coeficientes empíricos.

2.2.4.3 Métodos Combinados: Involucran elementos de los métodos de balance energético y transferencia de masa.

2.2.4.1 Métodos Teóricos:

Los más ampliamente utilizados son conocidos como de “Balance Hídrico” y “Balance Energético”, a saber:

a) Balance Hídrico:

Este método asume que toda la fase de transporte de agua relevante puede evaluarse para un período de tiempo Δt , y expresarse en término de volúmenes. La evaporación puede calcularse entonces de la siguiente manera (ver, por ejemplo Conolly, 1998; Custodio y Llamas, 1976; o Ponce, 1989 entre otros):

$$EV = Pr + O_h - O_d - I - \Delta S \quad (2.1)$$

donde:

EV = evaporación,

O_h = flujo hacia el reservorio,

O_d = flujo desde el reservorio,

I = infiltración,

ΔS = variación del almacenamiento, y

Pr = precipitación (considerada la que cae directamente sobre el reservorio).

Todos los términos en la Ecuación (2.1) están referidos a un período de tiempo Δt , y suelen expresarse en unidades de volumen. La mayoría de ellos pueden evaluarse directamente, aunque suelen estar muy alejados de la realidad al existir una gran probabilidad de error en la medición.

La dificultad en medir la infiltración neta generalmente restringe este método a áreas con nula o escasa infiltración. Pese a esta limitación, se ha visto que este método es muy confiable bajo ciertas condiciones ideales. Este es el caso de la aplicación del mismo a estudios realizados en el lago Hefner (Oklahoma, EEUU) por Kohler (1954) que arrojó datos de evaporación con un 10% de exactitud dos (2) de cada tres (3) veces. Sin embargo, las condiciones de este lago son muy selectivas, y este mismo comportamiento no es esperable en circunstancias típicas.

b) Balance Energético:

Durante el proceso de evaporación se producen significativos intercambios de energía en la superficie evaporante. Del balance de estos intercambios resulta el método de balance energético, que permite expresar a la evaporación como sigue (Singh y Xu, 1997):

$$EV = \frac{(Q_s(1-A) - Q_b + Q_a - Q_{\Delta S})}{\delta \times LE \times (1+B)} \quad (2.2)$$

donde:

- Q_s = radiación global sobre la superficie,
- Q_b = pérdida de radiación de onda larga por el cuerpo de agua,
- Q_a = energía neta que llega al agua por medio de nieve, lluvia y formas similares,
- $Q_{\Delta S}$ = incremento en la energía almacenada en el cuerpo de agua,
- δ = densidad del agua,
- LE = calor latente de vaporización,
- B = coeficiente de Bowen, y
- A = albedo.

El albedo es la relación entre la radiación que una superficie refleja y la radiación que incide sobre la misma. Una superficie muy reflectiva tendrá un albedo cercano a la unidad, mientras que una superficie poco reflectiva tendrá un albedo cercano a cero. En condiciones hipotéticas, si una superficie de agua se comportara como un cuerpo negro (esto es, $A=0$) la absorción de la radiación y, por consiguiente la evaporación, serían máximas. En condiciones reales, generalmente el albedo de las superficies de agua no supera el valor de 0,1 (Ahrens, 1991).

Las cantidades Q_s y Q_b pueden medirse con radiómetros, mientras que Q_a puede determinarse midiendo volúmenes y temperaturas del agua fluyendo hacia y desde el cuerpo de agua, y $Q_{\Delta S}$ puede evaluarse con medidas periódicas de la temperatura del agua.

Finalmente, una expresión para el coeficiente de Bowen es la siguiente (Bowen, 1926):

$$B = \gamma \frac{T_s - T_a}{e_s - e_a} \times \frac{P}{1000} \quad (2.3)$$

donde:

- γ = constante psicrométrica,
- T_s = temperatura superficial del agua,
- T_a = temperatura del aire adyacente al cuerpo de agua,
- P = presión atmosférica,
- e_s = tensión de vapor de saturación a la temperatura de la superficie del agua,
- e_a = tensión de vapor de la capa de aire adyacente al agua,

siendo:

$(e_s - e_a)$ el *déficit higrométrico*.

En la ecuación (2.3) los términos que corresponden a presión y tensión se expresan generalmente en unidad de milibares (mb), mientras que las temperaturas se expresan en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y la constante como 0,66 mb/ $^{\circ}\text{C}$.

La aplicación de este método puede encontrarse en los trabajos de Chattopadhyay y Hulme (1997), Trambouzea et al. (1998) y en el libro de Ponce (1989).

2.2.4.2 Métodos Semi-empíricos:

Se han hecho múltiples intentos por correlacionar la evaporación con ciertos factores meteorológicos que influyen directamente sobre los dos medios intercambiantes (aire y agua) con la dificultad añadida de que estos factores son dependientes entre sí. Atendiendo a la capacidad atmosférica de admitir vapor de agua y a la posibilidad de evaporación, Dalton (1802) formuló la siguiente expresión:

$$EV = K(e_s - e_a) \quad (2.4)$$

donde:

K = coeficiente (ajustable según la influencia de otros factores).
Los parámetros restantes ya fueron definidos.

Esto significa que la evaporación es proporcional al déficit higrométrico. La formulación de esta ecuación se considera, al igual que la expresión de Bowen, un hito en la historia de la hidrología, ya que constituyó la primera expresión para calcular la evaporación.

Existen diferentes expresiones frecuentemente usadas para estimar la evaporación basadas en esta relación de Dalton. Algunas de ellas son identificadas a seguir por su autor:

- **Fitzgerald** (1886):

$$EV = (0,4 + 0,449V_0) \times (e_s - e_a) \quad (2.5)$$

donde:

V_0 = velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 0 msnm.

- **Lungeon** (citada por Custodio y Llamas, 1976):

$$EV = 0,398(e_s - e_a) \times \frac{273 + T}{273} \times \frac{760}{P - e_s} \quad (2.6)$$

donde:

T = temperatura media diaria.

- **Rohwer** (1931):

$$EV = 0,497 \times (1 - 0,0005P) \times (1 + 0,6V_0) \times (e_s - e_a) \quad (2.7)$$

- **Harbeck** (1962):

$$EV = 0,0728V_4(e_s - e_a) \quad (2.8)$$

donde:

V_4 = velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 4 msnm.

- **Meyer** (1915):

$$EV = C_M(1 + 0,06V_{2,5}) \times (e_s - e_a) \quad (2.9)$$

donde:

C_M = coeficiente de Meyer (El autor aconsejó que el coeficiente que lleva su nombre tome el valor 15 para estudios en superficies evaporantes pequeñas, tales como los tanques de evaporación, y 11 cuando las superficies son más grandes y profundas), y

$V_{2,5}$ = velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 2,5 msnm.

- **Servicios Hidrológicos de la antigua URSS** (citada por Custodio y Llamas, 1976):

$$EV = 0,2 \times d_m \times (e_s - e_a) \times (1 + 0,072 \times V_2) \quad (2.10)$$

donde:

V_2 = velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 2 msnm, y
 d_m = número de días del mes.

En la expresión de Harbeck, e_s y e_a se expresan en unidades de pulgadas de Hg, la velocidad del viento en millas/h, y la evaporación resultante como pulgadas/día. En las expresiones restantes e_s y e_a se expresan en mmHg, la velocidad del viento en m/s y la evaporación resultante en mm/día o mm/mes, según corresponda. A los fines de poder establecer comparaciones entre los métodos de estimación, todos los valores de evaporación diaria y mensual calculados fueron expresados en unidades de mm/día y mm/mes, respectivamente.

Los tres primeros procedimientos han sido utilizados para determinar la evaporación tanto a escala diaria como mensual (ingresando datos diarios y medios mensuales respectivamente), mientras que los dos últimos se han usado únicamente en cálculos de evaporación mensual.

2.2.4.3 Métodos Combinados:

Los métodos de balance de energía y aquellos basados en la Ley de Dalton resultan ser caminos alternativos para la estimación de la evaporación de una superficie de agua libre. **Penman** (1948) combinó estos dos conceptos para desarrollar la siguiente expresión, aplicable a temperaturas de aire mayores a -25°C:

$$EV = \frac{\alpha Q_n + E_a}{\alpha + 1} \quad (2.11)$$

donde:

α = coeficiente de Penman,
 Q_n = radiación neta,
 E_a = evaporación que ocurriría si las temperaturas del agua y del aire circundante fueran iguales, definida como sigue:

$$E_a = (0,013 + 0,00016 \times V_2) \times e_0 \frac{100 - RH}{100} \quad (2.12)$$

donde:

e_0 = tensión de vapor de saturación a la temperatura del aire, medida por encima de la superficie analizada,
 RH = humedad relativa media porcentual,
 Los parámetros restantes ya fueron definidos.

El coeficiente de Penman tiene la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\Delta}{\gamma} \quad (2.13)$$

donde:

Δ = gradiente de la presión de vapor de saturación entre las temperaturas del aire y del agua,
 γ como fue definida en la Ecuación (2.3).

El gradiente de la presión de vapor de saturación entre las temperaturas del aire y del agua se expresa como:

$$\Delta = \frac{e_s - e_o}{T_s - T_a} \quad (2.14)$$

Todos los parámetros en (2.14) ya fueron definidos (Ecuación (2.3)).

Las tensiones de vapor se expresan en unidades de mmHg, la velocidad del viento en m/s y la radiación en mm/día. De esta manera, el dato de evaporación se obtiene en unidades de mm/día.

A lo largo de los años se han propuesto numerosas modificaciones a la ecuación original de Penman. Por ejemplo, el Servicio Nacional de Clima de los EEUU empleó una variante de dicha ecuación para desarrollar correlaciones que permitieran estimar la evaporación. Los datos requeridos por esta modificación son la temperatura media del aire, el punto de rocío, la velocidad diaria del viento y la radiación solar.

2.3 Evapotranspiración Potencial

2.3.1 Generalidades

En condiciones naturales, la evaporación y la transpiración son fenómenos interdependientes. La pérdida de agua producida a causa de estos dos procesos se engloba bajo el concepto de evapotranspiración (ET).

El proceso de evaporación fue detallado en la sección anterior. En 2.3.1.1 se explica el concepto de transpiración, destacando los instrumentos desarrollados para medirla, mientras que, en 2.3.1.2 se introduce el concepto de evapotranspiración potencial.

2.3.1.1 Transpiración: Concepto e Instrumentos de Medición

En las primeras etapas del cultivo el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del mismo y finalmente, cuando éste cubre el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

La transpiración es el resultado del proceso fisiológico y biológico por el cual el agua cambia del estado líquido al gaseoso a través del metabolismo de la planta. Esencialmente, es el mismo proceso físico que la evaporación, excepto que la superficie desde la cual se escapan las moléculas del líquido no es de agua libre, sino que es la superficie de las hojas. Las hojas poseen una delgada epidermis con numerosas aberturas denominadas estomas (Raven et al., 1992). El espacio intercelular en el mesodermo contiene grandes volúmenes de aire entre cada estoma. La humedad en los espacios intercelulares se vaporiza y escapa de la hoja a través de los estomas. Casi toda el agua que la planta absorbe del suelo se pierde por transpiración y sólo una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales.

Las mediciones de transpiración y los cálculos de conductancia foliar del vapor de agua son parámetros importantes en el estudio del continuo suelo-planta-atmósfera. El procedimiento más preciso para estimar la transpiración involucra sistemas de "intercambio gaseoso" en los que la transpiración se calcula midiendo el vapor de agua en una atmósfera cerrada que rodea a la hoja. Si bien este método es muy preciso, su complejidad reduce su aplicación.

En la actualidad, entre las técnicas e instrumentos más utilizados para estimar la transpiración pueden mencionarse:

Fitómetro: Es el instrumento de laboratorio más utilizado para medir la transpiración. Se emplea en plantas que se hacen crecer en potes completamente cerrados. Se pesa la planta al comenzar la medición y luego se vuelve a pesar a intervalos de tiempo convenientes. La evaporación del suelo se previene recubriéndolo con un material impermeable y, si se utilizan macetas de cerámica, deben ser impermeabilizadas. Se puede emplear con plantas pequeñas y con aquellas que crecen en cultivos hidropónicos. Los resultados se expresan en gramos o mililitros de agua transpirada en relación a la superficie foliar y a una unidad de tiempo.

Cloruro de cobalto: En este caso la transpiración se indica por el cambio de color de un pedazo de papel de filtro adherido a una hoja, previamente impregnado con una solución al 3% de cloruro de cobalto. Cuando está seco el papel es de color azul y cuando se humedece es rosado. La velocidad con la que el papel cambia de color es un indicio de la velocidad de la transpiración. Este método se puede utilizar para medir las tasas relativas de transpiración de diferentes especies.

Porómetro: Este instrumento mide el flujo de gases que se realiza a través de los estomas. De esta manera, se determina la conductividad estomática como un índice de la apertura y cierre de los estomas y, por tanto, de la transpiración.

2.3.1.2 Introducción del Concepto “Evapotranspiración Potencial”

El concepto de evapotranspiración potencial (ETP) fue definido por Thornthwaite (1948) como el máximo de evapotranspiración que depende únicamente del clima. Según este autor, no hay ninguna restricción de agua en el suelo y su magnitud depende exclusivamente del clima. Por su parte, Penman (1956) define la evapotranspiración potencial como la cantidad de agua transpirada por un cultivo corto de césped que cubre el suelo en su totalidad y sin falta de agua. Incorpora así al concepto de evapotranspiración potencial no sólo el clima, sino también las condiciones del cultivo y el agua en el suelo. Justamente, los dos factores que ejercen mayor influencia sobre la evapotranspiración son el *desarrollo vegetal de la planta* y el *contenido de humedad del suelo*, los cuales son muy variables y difíciles de medir. Incorporando estos dos factores, el concepto de **evapotranspiración potencial** se define, entonces, como *la máxima evapotranspiración posible que se produce en condiciones favorables cuando el suelo está bien provisto de agua y tapizado por una vegetación o cubierta vegetal densa y bien extensa, pareja y de poca altura* (Doorenbos y Pruitt, 1977).

En investigaciones posteriores se observó que el valor de la evapotranspiración potencial no representa la capacidad evaporativa máxima, y se comprobó que, en zonas áridas y semiáridas, la evapotranspiración en algunos cultivos de mayor porte (tales como el maíz, el girasol, la alfalfa y el sorgo, entre otros) es superior a la estimada con la evapotranspiración medida en césped. Esto llevó a la introducción del concepto de **evapotranspiración de referencia**, reduciendo las ambigüedades de interpretación a las que da lugar el concepto de evapotranspiración y permitiendo de forma más directa relacionarlo con los requerimientos de agua de los cultivos específicos. En resumen, el concepto de evapotranspiración de referencia es similar al de evapotranspiración potencial (incluso en algunos estudios son considerados equivalentes, por ejemplo en McKenney y Rosenberg, 1993) pero se diferencia en que la evapotranspiración de referencia es aplicada a un cultivo específico, estándar o de referencia (habitualmente, este cultivo es una gramínea o alfalfa, de 8 a 15 cm de altura uniforme, de crecimiento activo, que cubre totalmente el suelo y que no se ve sometido a déficit hídrico) (Jensen et al., 1990).

Las restricciones establecidas en las dos definiciones previas de evapotranspiración no siempre se adecuan a la realidad, sino más bien que, la evapotranspiración que ocurre en la situación real en que se encuentra el cultivo en el campo difiere de los límites máximos

o potenciales establecidos. Por tal motivo, para referirse a la cantidad de agua que efectivamente es utilizada por la evapotranspiración se debe recurrir al concepto de **evapotranspiración real, actual o efectiva**, siendo ésta más difícil de calcular ya que, además de las condiciones atmosféricas que influyen en la evapotranspiración potencial y de referencia, intervienen la magnitud de las reservas del suelo y los requerimientos del cultivo. Para determinarla generalmente se modifica la evapotranspiración potencial o real con un factor de corrección dependiente del nivel de humedad del suelo y de las características de cada cultivo (Ortega-Farías et al., 2000).

2.3.2 Factores que afectan el Proceso

Al estudio de la evapotranspiración, además de los factores que afectan a la evaporación, se le incorporan aquellos asociados a la transpiración. Cuando los estomas están completamente abiertos, la tasa de transpiración está determinada por los mismos factores que controlan a la evaporación. De esta manera, los factores que afectan a la transpiración en forma directa serán aquellos que influyan sobre el comportamiento estomático, a saber:

- **Temperatura:** Dentro de los intervalos normales (de 10 a 25°C), los cambios de temperatura tienen poco efecto sobre el comportamiento de los estomas, pero temperaturas de más de 30°C pueden provocar el cierre estomático. Esto se debe a que el efecto de la temperatura es directo sobre la respiración de la planta. Un aumento de temperatura provoca una mayor respiración y un incremento concomitante en la concentración de CO₂, causante del cierre del estoma. Muchas plantas cierran sus estomas regularmente al mediodía debido, aparentemente, al efecto de la temperatura sobre la acumulación de CO₂ y debido a la deshidratación de las hojas cuando la pérdida de agua por transpiración excede a la absorción de agua desde las raíces.

- **Luminosidad:** En la mayoría de las especies, los estomas se abren con la luz y se cierran con la oscuridad. Esto se explica, en parte, por la necesidad de las plantas de incorporar CO₂ para realizar el proceso de fotosíntesis. Sin embargo, una amplia variedad de plantas abren sus estomas por la noche, cuando las condiciones son menos favorables para la transpiración. Esto ocurre en las plantas suculentas o crasas, que son capaces de resistir largos periodos de sequía al acumular agua en sus hojas, tallos y raíces.

- **Concentración de Dióxido de Carbono (CO₂):** En muchas especies, un incremento en la concentración de CO₂ produce el cierre de los estomas. La magnitud de esta respuesta al CO₂ varía con la especie vegetal y con el grado de escasez de agua.

- **Número de Estomas por Unidad de Superficie:** dependiendo de la especie vegetal y su estado de desarrollo, así como también de las condiciones ambientales, el mismo es variable.

2.3.3 Instrumentos de Medición

Entre las técnicas e instrumentos más utilizados para medir la evapotranspiración, tanto a campo como en laboratorio, pueden mencionarse:

- **Método gravimétrico:** Se basa en el registro de diferentes valores de humedad mediante una serie de pesadas efectuadas, durante el ciclo vegetativo, en muestras de suelo. Dichas muestras se extraen desde una profundidad igual a la que tienen las raíces de las plantas del cultivo considerado. En función de las diferencias en los valores de humedad y de las características del suelo se obtienen las láminas de agua consumidas por evapotranspiración, en un período de tiempo determinado.

- **Evapotranspirómetro:** Consiste en uno o más depósitos excavados en el terreno, rellenos con el perfil de suelo que se desea estudiar, sobre el cual se planta el cultivo de interés. El fondo tiene un tubo colector que recoge las salidas y las conduce a un depósito colector también enterrado y situado en un nivel inferior, donde se realizan las mediciones. Está diseñado para obtener medidas directas de evapotranspiración potencial a partir de la ecuación del *balance hídrico*.

- **Lisímetro:** Consiste en un gran recipiente enterrado que encierra una determinada porción de suelo con superficie desnuda o cubierta vegetal, ubicado en campo para representar las condiciones naturales. Se utiliza para determinar la evapotranspiración de un cultivo en crecimiento, de una cobertura vegetal de referencia o la evaporación de un suelo desnudo. La zona del suelo en la que se asientan las raíces se aíslan del entorno, de forma tal que, tanto los flujos laterales como los de percolación o ascenso capilar son nulos. En los lisímetros de pesada el incremento o pérdida de agua se mide por el cambio en la masa obtenido pesando el recipiente en el que se encuentra el suelo. De esta forma, los restantes términos del balance hídrico pueden ser determinados con precisión, y a partir de allí calcularse la evapotranspiración real. Dado que los lisímetros constituyen los instrumentos que proporcionan los valores más precisos de evapotranspiración, se los utiliza frecuentemente para validar diferentes modelos de estimación de la evapotranspiración (Aboukhaled et al., 1986). La principal desventaja que presentan las mediciones lisimétricas es que son laboriosas y muy costosas. Además, dado que la medición de evapotranspiración es puntual, debe ser evaluada para áreas pequeñas y no en grandes superficies.

Las diferencias entre el lisímetro y el evapotranspirómetro radican en la forma en que estos instrumentos son abastecidos y en la existencia de drenaje en el primero de ellos. Así, en el lisímetro, el agua se aplica por la superficie y se elimina por debajo, mientras que en el evapotranspirómetro asciende por capilaridad a la capa radical asegurando, de esta manera, una humedad del suelo igual a su capacidad de campo. En estas condiciones, el evapotranspirómetro permite medir la evapotranspiración potencial de un lugar determinado (Gangopadhaya et al., 1966).

2.3.4 Métodos de Estimación

Como ya se mencionó, la medición de la evapotranspiración potencial es muy compleja, ya que requiere instrumentos específicos y la determinación de parámetros físicos. Los métodos experimentales son en general costosos y pueden ser desarrollados apropiadamente sólo por personal de investigación. Las dificultades en la aplicación de los métodos de campo llevaron a desarrollar procedimientos de estimación de la evapotranspiración potencial que involucran datos climáticos fácilmente accesibles.

En general, los métodos para determinar la evapotranspiración potencial se clasifican en **Métodos Directos** y **Métodos Indirectos**.

2.3.4.1 Métodos Directos:

Los más ampliamente utilizados, nuevamente, se conocen como “Balance Hídrico” y “Balance Energético”:

a) **Balance Hídrico:**

Consiste en evaluar los flujos de agua que entran y salen de la zona radicular del cultivo dentro de un determinado período de tiempo.

El método propone determinar la evapotranspiración (ET) mediante la siguiente ecuación (ver, por ejemplo Xu y Singh, 2005):

$$ET = R + Pr - ES - D - Ca \pm FS \pm \Delta SW \quad (2.15)$$

donde:

R = riego,

ES = escurrimiento superficial,

D = percolación profunda,

Ca = capilaridad,

FS = flujo sub-superficial,

ΔSW = variación en el contenido de agua en el suelo.

Los parámetros restantes ya fueron definidos (Ecuación (2.1)).

La ventaja que presenta este método es que su formulación es simple. Sin embargo, el método ha mostrado baja precisión en las medidas diarias y limitaciones importantes para obtener la evapotranspiración durante períodos lluviosos (ver, por ejemplo, Muñoz Cárpena y Ritter Rodríguez, 2005).

b) Balance Energético:

Está basado en la regulación del proceso de evapotranspiración en función de la cantidad de energía disponible. Parte de la energía que recibe el sistema de interés se emplea en producir evapotranspiración, y es posible calcularla aplicando el principio de conservación de la energía, de la misma manera que se ha explicado en 2.2.4.1 para estimar la evaporación. La principal diferencia entre el método de balance energético aplicado en la estimación de la evapotranspiración es que aquí el sistema no sólo involucra suelo y aire, sino también vegetación. Por lo tanto, el flujo de radiación neta (Q_n) se emplea no sólo para evaporar el agua, sino también para calentar las superficies (suelo y vegetación), lo que se denomina calor latente y calor sensible, respectivamente.

Así, la evapotranspiración puede expresarse (ver, por ejemplo, Tanny et al., 2008)

$$ET = \frac{Q_n - Q_{s-p}}{\delta \times LE \times (1 - B)} \quad (2.16)$$

donde:

Q_{s-p} = flujo de calor almacenado en el sistema suelo-planta.

Los parámetros restantes ya fueron definidos (ver, por ejemplo (2.2)).

Q_n se mide directamente con un radiómetro, mientras que Q_{s-p} se determina empleando pequeños termopares enterrados en el suelo.

Una simplificación de la Ecuación (2.16) se reduce a la expresión siguiente, de donde el valor de evapotranspiración se obtiene a partir de LE (Salgado y Seguel, 1966):

$$Q_n - G = LE + H \quad (2.16.1)$$

donde:

G = flujo térmico del suelo, y

H = flujo de calor sensible.

La Ecuación (2.16) sólo considera flujos verticales, y desprecia la tasa neta de energía que se transfiere horizontalmente por advección. Por este motivo, este método sólo es aplicable a superficies extensas de vegetación homogénea. La ecuación ignora también la energía utilizada en actividades metabólicas y el calor almacenado y liberado por la planta. Estos procesos utilizan una pequeña fracción de la radiación total diaria, motivo por el cual pueden considerarse nulos. Así, el flujo de calor latente representa la fracción de evapotranspiración que puede ser derivada de la ecuación del balance de energía, si los otros componentes son conocidos.

2.3.4.2 Métodos Indirectos:

Estos métodos de estimación deducen la evapotranspiración potencial corrigiendo medidas muy relacionadas (por ejemplo, mediciones en tanques de evaporación) o bien, aplicando modelos físicos o estadísticos a partir de parámetros climáticos generales.

a) Corrección de Tanque Evaporímetro:

El método consiste en encontrar una relación entre la tasa de evapotranspiración producida en un lisímetro y la tasa de evaporación medida en un tanque de evaporación clase A. En base a esta relación se determina un coeficiente empírico, para las condiciones ambientales del sitio de estudio. Mediciones posteriores de evaporación en un tanque de evaporación clase A, podrán utilizarse para estimar la evapotranspiración potencial empleando el coeficiente empírico previamente establecido y *para condiciones ambientales similares*. Así, la evapotranspiración potencial (ETP) puede calcularse mediante la siguiente ecuación (Allen et al., 1998):

$$ETP = K_{tan} \times EV_t \quad (2.17)$$

donde:

K_{tan} = coeficiente empírico del tanque de evaporación, y
 EV_t = medida de evaporación del tanque.

La aproximación de los tanques de evaporación es ampliamente utilizada en la determinación de la evapotranspiración potencial. Muchos trabajos (por ejemplo, Stanhill, 1961) son concluyentes al establecer este método como uno de los más exactos para estimar la evapotranspiración potencial. La ventaja que presenta este tipo de procedimientos es que integran los factores de clima y proveen una buena estimación de la evapotranspiración potencial, siempre que el servicio de mantenimiento del tanque sea adecuado.

Doorenbos y Pruitt (1977) determinan los coeficientes empíricos de tanque de evaporación clase A para diferentes sitios, en condiciones climáticas variables (velocidad del viento y humedad relativa) y en distintos entornos del tanque (ya sea rodeado por barbecho seco o cultivo verde). Estos coeficientes se detallan en la Tabla 2.1, a seguir:

Tabla 2.1: Coeficientes de bandeja clase A dados por Doorenbos y Pruitt (1977), para diferentes condiciones meteorológicas y de ubicación del tanque de evaporación clase A.

	Bandeja colocada en superficie cultivada, de forraje verde y de poca altura			Bandeja colocada en zona de barbecho seco				
	Baja <40	Media 40-70	Alta >70	Baja <40	Media 40-70	Alta >70		
Velocidad del viento (Km/d)	Distancia por el lado barlovento del cultivo de forraje verde (m)			Distancia por el lado barlovento del barbecho seco (m)				
Leve <175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
Moderada 175-425	0	0,50	0,60	0,65	0	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
Fuerte 425-700	0	0,45	0,50	0,60	0	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
Muy fuerte >700	0	0,40	0,45	0,50	0	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

A partir de estos y otros valores tabulados han sido deducidas ecuaciones de regresión con las cuales los coeficientes de tanque (K_{tan}) pueden calcularse con mayor exactitud, dependiendo de las condiciones del entorno del tanque de evaporación. Así, por ejemplo, para un entorno de tanque con cultivo verde, la ecuación correspondiente es (Allen et al., 1998):

$$K_{tan} = 0,108 - 0,0286V_2 + 0,0422\ln(\text{FET}) + 0,1434\ln\text{RH} - 0,000631[\ln(\text{FET})]^2 \ln\text{RH} \quad (2.18)$$

donde:

FET = la distancia (entre 1m y 1000 m) del tanque a la superficie especificada.
 V_2 y RH como fueron definidas en (2.10) y (2.11), respectivamente.

En esta última ecuación, la velocidad del viento se expresa en unidades de m/s. Debido a la naturaleza variable del entorno del tanque de evaporación utilizado en este estudio, se utilizó un valor de FET de 1000 m, tal como lo sugiere Allen (2003).

La aplicabilidad del método de tanque es confiable para períodos mayores de 10 días. La determinación de este plazo obedece a una convención internacional puesta en práctica por el hecho de que 10 días es un período de tiempo razonable para desarrollar alguna actividad agrícola y solucionar los problemas que pudiesen surgir durante el transcurso de la misma (Hamdi et al., 2008). Sin embargo, a los fines de comparar los valores de evapotranspiración potencial obtenidos con el método de tanque frente a las estimaciones alcanzadas con otras metodologías, numerosos trabajos aplican el método de tanque para estimaciones día a día (Rahimikhoob, 2009; Mohawesh, 2011). Similar procedimiento se llevó a cabo en el presente trabajo.

b) Modelos Físicos o Estadísticos:

Los métodos descriptos para la evaporación en superficies de agua abierta se emplean para calcular la evapotranspiración, efectuando ajustes que tienen en cuenta las condiciones de la vegetación y del suelo (Van Bavel et al., 1996).

La mayoría de las fórmulas de evapotranspiración potencial son empíricas, y dependen de las correlaciones conocidas entre la evapotranspiración potencial y una o más variables meteorológicas o climáticas tales como la radiación, la temperatura, la velocidad del viento y las diferencias de presión de vapor.

En estos casos, en general, los procedimientos que estiman la evapotranspiración potencial pueden agruparse en:

- b.1 Modelos de Temperatura.*
- b.2 Modelos de Radiación.*
- b.3 Modelos Combinados.*

b.1) Modelos de Temperatura:

- **Thornthwaite (1948):**

$$\text{ETP} = K_T \times \text{ETP}_{(0)} \quad (2.19)$$

donde:

K_T = constante de cada mes del año, variable en función de la latitud, y
 $\text{ETP}_{(0)}$ = evapotranspiración potencial a 0° de latitud, es definida por:

$$\text{ETP}_{(0)} = 1,6 \left(\frac{10 \times T_m}{J_{te}} \right)^f \quad (2.20)$$

siendo:

T_m = temperatura media mensual,
 J_{te} = índice de temperatura eficiente, y

$$f = 0,000000675 J_{te}^3 - 0,0000771 J_{te}^2 + 0,01792 J_{te} + 0,49239 \quad (2.21)$$

El índice de temperatura eficiente, J_{te} , se define como la suma de los valores de los índices de calor de cada uno de los 12 meses del año:

$$J_{te} = \sum_{i=1}^{12} I_{ci} \quad (2.22)$$

donde:

I_c = índice de calor mensual.

Cada índice de calor es función de la temperatura media mensual y se determina por:

$$I_c = \left(\frac{T_m}{5} \right)^{1,514} \quad (2.23)$$

La temperatura se incorpora en unidades de °C y los datos de evapotranspiración potencial se obtienen en unidades de mm/mes.

Este método ha mostrado ser confiable para períodos largos de tiempo, pero no es preciso en períodos cortos. Además, muestra resultados aceptables en zonas húmedas con vegetación abundante, pero los errores se incrementan en zonas áridas o semiáridas (ver, por ejemplo, Muñoz Cárpena y Ritter Rodríguez, 2005).

- García Benavidez y López Díaz (1970):

$$ETP = 1,21 \times 10^n (1 - 0,01 \times RH_d) + 0,21 \times T - 2,3 \quad (2.24)$$

donde:

T ya fue definida (Ecuación 2.6),

n = factor dependiente de la temperatura media diaria y se determina por:

$$n = \frac{7,45T}{234,7 + T} \quad (2.25)$$

RH_d = humedad relativa media porcentual de las horas diurnas y se define como:

$$RH_d = \frac{RH_{8:00} + RH_{14:00}}{2} \quad (2.26)$$

siendo:

$RH_{8:00}$ = humedad relativa media porcentual a las 8:00 h,

$RH_{14:00}$ = humedad relativa media porcentual a las 14:00 h.

Los datos de temperatura se incorporan en unidades de °C y los resultados de evapotranspiración potencial se obtienen en unidades de mm/día.

Según los propios autores, este procedimiento se adapta a los sitios comprendidos entre los 15° de latitud norte y los 15° de latitud sur.

Este método se citará en adelante como "García y López".

- Linacre (1977):

$$ETP = \frac{700T_{smn} + 15(T - T_r)}{100 - Ld} \quad (2.27)$$

donde:

L_d = latitud,
 T_r = temperatura en el punto de rocío,
 T_{snm} = temperatura media diaria reducida al nivel del mar.
Los parámetros restantes ya fueron definidos (Ecuación (2.2)).

Los datos de temperatura se incorporan en unidades de °C y la evapotranspiración potencial resulta expresada en mm/día. Siguiendo Muñoz Cárpena y Ritter Rodríguez (2005), este método ha mostrado precisión en períodos largos de tiempo, pero la misma disminuye en la escala diaria.

b.2) Modelos de Radiación:

- Hargreaves y Samani modificado (1985 y 1986):

$$ETP = 0,0023(T + 17,78) \times Q_n (T_{m_{max}} - T_{m_{min}})^2 \quad (2.28)$$

donde:

$T_{m_{max}}$ = temperatura mensual máxima media,
 $T_{m_{min}}$ = temperatura mensual mínima media.
Los parámetros restantes ya fueron definidos (Ecuaciones (2.2) y (2.12)).

Los datos de temperatura se incorporan en unidades de °C y la radiación en unidades de mm/día. La evapotranspiración potencial resultante se expresa como mm/día.

Se supone que esta propuesta de Hargreaves y Samani mejora aquella de Thornthwaite ya que incorpora un término de radiación solar. Ha mostrado buena precisión tanto en zonas semiáridas como húmedas, sin embargo, su calibración a escala regional requiere ser evaluada en muchas localidades para su aceptación posterior.

- Priestley y Taylor (1972):

$$ETP = \frac{1,26\Delta \times Q_n}{\Delta + \gamma} \quad (2.29)$$

Los parámetros ya han sido definidos (Ecuaciones (2.2), (2.11) y (2.14)).

Otra expresión para esta ecuación es:

$$ETP = \frac{1,26\alpha \times Q_n}{\alpha + 1} \quad (2.30)$$

Siendo α la constante de Penman (Ecuación (2.11)).

Las unidades, tanto de radiación como de evapotranspiración potencial, son mm/día.

Esta ecuación ha sido aplicada a zonas de humedad baja. Stagnitti et al. (1989) validaron el procedimiento de Priestley y Taylor a través de treinta (30) estudios del balance hídrico en los que se verificó que, en zonas con vegetación y con déficit nulo o escaso de agua, la radiación es la responsable de aproximadamente el 95% de la evaporación anual.

- Turc (1963):

Propone una relación empírica en términos de la temperatura y la radiación. Para una humedad relativa menor al 50%, la evapotranspiración potencial queda expresada, en la siguiente ecuación:

$$ETP = 0,31 \frac{T}{T+15} (Q_n + 0,29) \left(1 + \frac{50 - RH}{100} \right) \quad (2.31)$$

Mientras que cuando la humedad relativa es mayor el 50% la evapotranspiración potencial se expresa como:

$$ETP = 0,31 \frac{T}{T+15} (Q_n + 0,29) \quad (2.32)$$

Todas las variables involucradas en (2.31) y (2.32) han sido definidas con anterioridad.

En ambas ecuaciones la temperatura se expresa en °C y la radiación y la evapotranspiración potencial en mm/día.

- Jensen y Haise (1963):

$$ETP = Q_n (0,025T + 0,08) \quad (2.33)$$

Los parámetros involucrados en (2.33) ya han sido definidos (Ecuaciones (2.2) y (2.12)). Las unidades en las que se expresan las variables son las mismas que en el método de Turc.

El empleo de la temperatura media diaria del aire subestima seriamente la evapotranspiración bajo condiciones de alto movimiento de masas de aire atmosférico, pero ha demostrado dar buenos resultados en atmósferas estables (por ejemplo, Muñoz Cárpena y Ritter Rodríguez, 2005).

La estimación propuesta por Jensen y Haise fue el resultado del ajuste realizado con, aproximadamente, 3000 mediciones de evapotranspiración en el oeste de los Estados Unidos, durante un período de 35 años.

- Makkink (1957):

$$ETP = 0,61 \times \phi \times Q_n - 0,12 \quad (2.34)$$

siendo:

$$\phi = 0,39856 + 0,01673 \times T + (-1,31077 \times 10^{-4}) \times T^2 \quad (2.35)$$

La temperatura se expresa en unidades de °C y la radiación y la evapotranspiración potencial se expresan en mm/día.

Este procedimiento estuvo basado en estudios estadísticos de 254 cuencas alrededor del mundo. Se han obtenido buenos resultados aplicándolo en sitios de climas húmedos y fríos, pero no en regiones áridas (Ponce, 1989).

b.3) Modelos Combinados:

- **Penman (1948 y 1963):** es un ejemplo típico de la combinación de los modelos de balance de energía y transferencia de masa para calcular la evapotranspiración potencial. Está basada en cuatro factores climáticos: radiación, temperatura del aire, velocidad del viento y déficit de presión de vapor. Expresa a la evapotranspiración potencial de la siguiente manera:

$$ETP = \frac{Q_n + \gamma[0,263(e_a - e_d)(0,5 + 0,0062V_2)]}{\Delta + \gamma} \quad (2.36)$$

Todos los parámetros fueron definidos con anterioridad (Ecuaciones (2.3), (2.11) y (2.14)), y se conservan las mismas unidades para cada una de las variables.

- **Penman modificado por la FAO** (Allen y Pruitt, 1991):

$$ETP = \frac{\left(\frac{\Delta}{\gamma} \times \frac{P_{snm}}{P}\right) \times Q_n + C_{ae}}{\left(\frac{\Delta}{\gamma} \times \frac{P_{snm}}{P}\right) + 1} \quad (2.37)$$

donde:

P_{snm} = presión promedio del vapor del aire sobre el nivel del mar,

C_{ae} = componente aerodinámico,

Los parámetros restantes ya han sido definidos (Ecuaciones (2.3) y (2.11)).

El componente aerodinámico se expresa como:

$$C_{ae} = 0,26 \times (e_s - e_a) \times (1 + 0,54V) \quad (2.38)$$

Las unidades de las variables se corresponden con las de los métodos anteriores.

Esta modificación (de ahora en adelante referenciada "Penman-FAO") ha mostrado buenos resultados en zonas tanto frías y húmedas, como áridas (por ejemplo, Muñoz Cárpena y Ritter Rodríguez, 2005). Sin embargo, subestima la evapotranspiración bajo condiciones de alto movimiento de masas de aire atmosférico. La desventaja que presenta este procedimiento es que requiere de muchos componentes que no siempre están disponibles.

- **Penman modificado por Monteith (1963):** (se citará en adelante como Penman-Monteith) involucra la resistencia de la planta al transporte de vapor de agua.

$$ETP = \frac{\Delta(Q_n - G) + \frac{\delta_h \times C_p (e_s - e_a)}{r_a}}{\delta \times LE \times \left[\frac{(\Delta + \gamma) \times (r_a + r_f)}{r_a} \right]} \quad (2.39)$$

donde:

G = flujo térmico del suelo,

δ_h = densidad del aire húmedo,

r_a = resistencia del aire,

r_f = resistencia del follaje,

C_p = energía específica del aire a presión constante, siendo:

$$C_p = \frac{0,622 \times \gamma \times LE}{P} \quad (2.40)$$

donde 0,622 es la relación entre el peso molecular del aire húmedo y el aire seco.

Los parámetros restantes en las Ecuaciones (2.39) y (2.40) ya han sido definidos (Ecuaciones (2.2), (2.3) y (2.11)).

Considerando una superficie estándar cubierta de gramíneas de unos 12 cm de altura, la resistencia aerodinámica se expresa de la siguiente manera:

$$r_a = \frac{208}{V_2} \quad (2.41)$$

Si, además, el cultivo está provisto de buena iluminación, $r_f = 70$ s/m.

En suelos con características fisicoquímicas homogéneas, el cálculo del flujo térmico del suelo, en periodos cortos de tiempo, se calcula con la siguiente ecuación simplificada:

$$G = 0,1 \times (T_i - T_{i-1}) \quad (2.42)$$

donde:

T_i = temperatura media diaria del día actual,

T_{i-1} = temperatura media diaria del día anterior.

La ecuación de Priestley y Taylor constituye una modificación de la ecuación de Penman-Monteith, eliminando la necesidad de los datos de entrada que no sea la radiación y reemplazando el coeficiente aerodinámico de Penman-Monteith por el coeficiente α . Es útil, por lo tanto, en aquellas condiciones en las que las variables del componente aerodinámico (humedad relativa y velocidad del viento) no están disponibles.

El método de Penman-Monteith ha mostrado muy buena precisión en la determinación de la evapotranspiración de referencia. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones, su aplicación está limitada a trabajos de investigación ya que los datos de r_a y G no están siempre disponibles.

En mayo de 1990 la FAO, en colaboración con la Comisión Internacional de Riego y Drenaje y con la Organización Meteorológica Mundial, organizó una consulta de expertos e investigadores para revisar las metodologías de estimación de la evapotranspiración a los fines de actualizar sus procedimientos. El panel de expertos recomendó la adopción del método de Penman-Monteith como un nuevo estándar para la evapotranspiración de referencia (Allen et al, 1998), definiendo el cultivo de referencia como un cultivo hipotético con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia de superficie de 70 m/s y un albedo de 0.23, muy parecidas a la evaporación de una superficie de extensión de hierba verde de altura uniforme, creciendo activamente y con el riego adecuado. Con las restricciones propuestas, se dio origen a un nuevo método que actualmente se denomina FAO Penman-Monteith. El método supera las deficiencias del anterior método de la FAO Penman y proporciona valores más consistentes con los datos reales de cultivo y el uso del agua en todo el mundo. De la ecuación original de Penman-Monteith (Ecuación (2.39)), la evapotranspiración de referencia se expresa como:

$$ET_r = \frac{0,408\Delta(Q_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} V_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34V_2)} \quad (2.43)$$

recibiendo el nombre de ecuación **FAO-Penman-Monteith**.

En estos dos últimos procedimientos la evapotranspiración potencial se calcula en unidades de mm/día. La radiación y el flujo térmico del suelo se incorporan como MJ/m² día. La velocidad del viento se expresa en m/s, las tensiones de vapor como kPa, la temperatura en °C, y la constante psicrométrica y la pendiente de la curva de presión de vapor, como kPa/°C.

La Ecuación (2.43) utiliza registros climatológicos de la radiación solar, la temperatura del aire, humedad y velocidad del viento, variables que ya han sido definidas. Para garantizar la integridad de los cálculos, las mediciones deben ser realizadas a 2 m de altura (o convertidas a esa altura) sobre una extensa superficie de hierba verde, en la sombra y sin escasez de agua. Este método ha mostrado muy buenos ajustes frente a medidas lisimétricas diarias. Sin embargo, la complejidad de la ecuación y los requerimientos en el muestreo generalmente reducen su aplicación a trabajos de investigación.

2.4. Aplicación

En esta sección, y a los efectos de alcanzar el Objetivo 1 planteado, se determinan valores de evaporación y evapotranspiración potencial para el sitio de estudio utilizando algunos de los métodos citados en las Secciones 2.2 y 2.3 para, finalmente decidir cuál es el mejor (o cuáles son los mejores) procedimiento(s), comparándolo(s) con aquellas mediciones y estimaciones (de evaporación y evapotranspiración potencial, respectivamente) obtenidas en tanque clase A.

Se describe el sitio de estudio (2.4.1), se enumeran los métodos seleccionados y el motivo de esta selección (2.4.2), se detallan las variables involucradas y el origen de los datos utilizados (2.4.3) y, por último, se desarrolla el análisis estadístico y se exponen los resultados y conclusiones alcanzadas (2.4.4).

2.4.1. Sitio de Estudio

Córdoba es la segunda ciudad más grande de Argentina, capital de la provincia homónima. Se encuentra en una región semiárida a 31°24' de latitud sur y 64°18' de longitud oeste, a aproximadamente 400 metros sobre el nivel del mar. La Figura 2.1 muestra la ubicación de la provincia y la ciudad de Córdoba en el territorio argentino.

Pese a su latitud, el clima de Córdoba es templado moderado, con las cuatro estaciones bien definidas. Los inviernos no son muy rigurosos y los veranos son calurosos y de noches frescas. Sin embargo, la ciudad presenta un clima diferente al de otros sitios ubicados a latitudes similares. Entre los factores que determinan este hecho pueden mencionarse la altitud, la protección que constituyen las sierras, y sobre todo, su ubicación en la diagonal eólica de los vientos pamperos, de bajas temperaturas, que soplan desde el sudoeste, provenientes de la Antártida.



Figura 2.1: Mapa de la República Argentina con la ubicación de la provincia y la ciudad de Córdoba.

Dada la importancia que los factores meteorológicos revisten en la determinación de la evaporación y la evapotranspiración, las Figuras 2.2, 2.3 y 2.4 a seguir muestran el comportamiento anual de las variables meteorológicas “viento”, “temperatura” y “precipitación”, respectivamente, para la ciudad de Córdoba en el período 1961-1990 (Servicio Meteorológico Nacional, Estación Meteorológica Córdoba Observatorio).

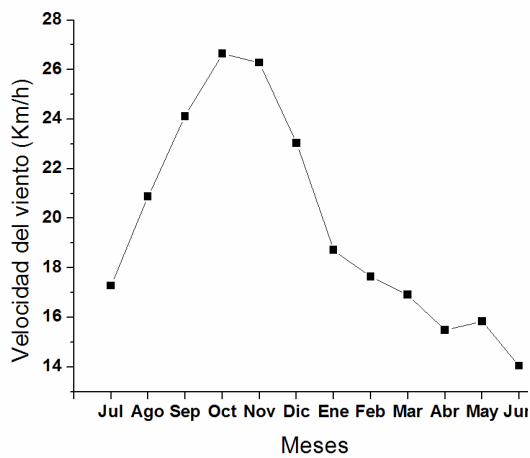


Figura 2.2: Velocidad media mensual del viento. Ciudad de Córdoba, 1961-1990.

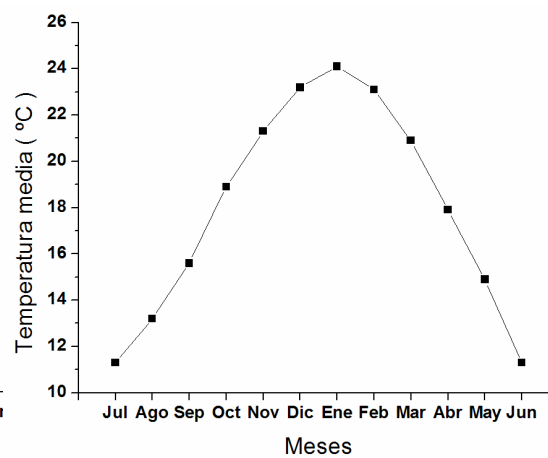


Figura 2.3: Temperatura media mensual. Ciudad de Córdoba, 1961-1990.

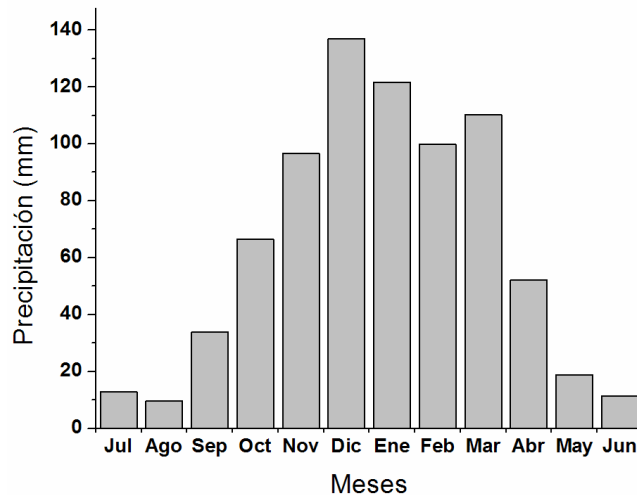


Figura 2.4: Precipitación media mensual. Ciudad de Córdoba, 1961-1990.

Una breve descripción de estas variables, para la ciudad de Córdoba, es la siguiente:

- **Temperatura:** la media anual está comprendida entre los 16 y 17°C. En enero la máxima media es de 31°C y la mínima de 17°C, mientras que en julio la temperatura máxima media es de 19°C, y la mínima es de 4°C, aproximadamente.
- **Viento:** su dirección predominante es del noreste. En primavera imperan vientos del norte, que soplan con fuerza creciente a medida que un centro de depresión ciclónica se define en el frente polar. En otoño e invierno predominan los vientos del sur, que aportan tormentas eléctricas y precipitaciones (Capitanelli, 1992).
- **Precipitación:** está casi íntegramente constituida por lluvias, con medias anuales cercanas a los 700 mm. Las nevadas son poco frecuentes. En verano son habituales las tormentas con vientos, aguaceros, granizo y descargas eléctricas. Severas y persistentes sequías se manifiestan de manera cíclica.

Por otro lado, la totalidad del agua que ingresa al circuito de potabilización que abastece a la ciudad de Córdoba proviene de los recursos hídricos superficiales. Específicamente, se encuentra abastecida del agua proveniente de las cuencas Suquía y Xanaes. La primera de ellas se ubica hacia el oeste de la ciudad capital, mientras que la segunda se encuentra hacia el sudoeste, tal cual como se ve en la Figura 2.5.

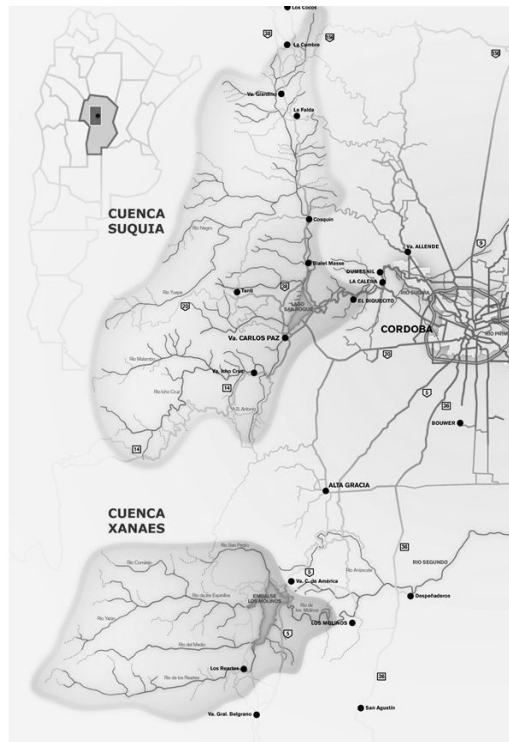


Figura 2.5: Cuencas hidrográficas que abastecen a la ciudad de Córdoba.
(Fuente: www.aguascordobesas.com.ar)

Por medio de distintas obras de captación y transporte, las aguas son recolectadas en las cuencas Suquia y Xanaes y volcadas posteriormente en los embalses reguladores San Roque y Los Molinos, respectivamente. Si bien estos diques satisficieron la necesidad de agua potable de la ciudad hasta hace pocos años, en los últimos tiempos se han registrado períodos de emergencia durante los cuales, en algunos sectores, ha sido necesario aplicar medidas de urgencia, por ejemplo, cortes programados del servicio especialmente durante los meses de verano. Entre otras razones, esto ha sido provocado por:

- El incremento en el consumo anual de agua, tanto en la capital cordobesa debido a una mayor densidad poblacional como, en la principal cuenca de aporte, aguas arriba del lago San Roque (lo mismo ocurre en la zona del Embalse Los Molinos) durante la temporada de mayor afluencia turística;
- La necesidad de expandir la producción agrícola utilizando áreas de cultivo bajo riego, y
- La permanente necesidad de agua por parte de las industrias y de los municipios.

Específicamente en la ciudad de Córdoba, la zona de riego se encuentra ubicada dentro del denominado Cinturón Verde. Esta región ocupa una superficie importante del ejido urbano, la cual es abastecida por dos canales (Norte y Sur) que tienen como obra de cabecera el Dique Mal Paso. Numerosos cultivos se producen en esta región. De todos ellos, uno de los que mayor demanda de agua requiere es la lechuga. Hasta el día de hoy, el método de riego que se aplica es por inundación, lo cual implica un gasto importante del recurso agua (Pagot, 2003).

En todo este contexto, teniendo en cuenta la importancia de los recursos hídricos superficiales en la ciudad y el modo en el cual se está estableciendo el riego en el área del Cinturón Verde, además de los incrementos en los costos del agua y de la energía, la precisa estimación de la evaporación y la evapotranspiración potencial contribuye, indirectamente, a la eficiencia en la gestión del agua.

2.4.2 Selección de los Métodos de Estimación

De los métodos de estimación descritos en las Secciones 2.2.4 y 2.3.4 se utilizan aquellos que involucran mediciones sencillas llevadas a cabo en las estaciones meteorológicas de forma rutinaria. De esta manera, en el presente trabajo,

- se omiten, tanto para la estimación de la evaporación como de la evapotranspiración potencial, los métodos de “Balance Hídrico” y de “Balance Energético” dada la imposibilidad de contar con mediciones complejas tales como “flujo de calor en el continuo suelo-planta”, “intercambio en el contenido de agua en el suelo”, “pérdida de la radiación por el cuerpo de agua”, entre otras;
- se aplican todos los métodos restantes para obtener las respectivas estimaciones de evaporación y evapotranspiración potencial, independientemente de que no todos hayan mostrado su factibilidad en zonas semiáridas. Esta decisión estuvo basada en el hecho de que, los datos que se emplean para validar los métodos de estimación se han muestreado en una zona particular de la ciudad de Córdoba que podría presentar condiciones meteorológicas propias diferentes a las de la zona semiárida en la que se encuentra localizada.

Una mención aparte, merece la aplicación del método de FAO-Penman-Monteith para estimar la evapotranspiración de referencia ya que se usó suponiendo que esta última es similar a la evapotranspiración potencial. Si bien los requisitos de este método no se cumplen en la ciudad de Córdoba, la evapotranspiración calculada fue corregida siguiendo el procedimiento detallado en Anexo VI del texto de Allen et al. (1998).

Por lo expuesto, los métodos de estimación seleccionados para el presente trabajo son:

a) Métodos para estimar la Evaporación Diaria:

- Fitzgerald → Ecuación (2.5).
- Lungeon → Ecuación (2.6).
- Rohwer → Ecuación (2.7).
- Harbeck → Ecuación (2.8).
- Penman → Ecuación (2.11).

b) Métodos para estimar la Evaporación Mensual:

Además de los cinco (5) métodos citados en a), introduciendo ahora valores mensuales promedio de las variables requeridas y considerando el número de días de cada mes, se utilizaron las expresiones propuestas por:

- Meyer → Ecuación (2.9).
- Servicios Hidrológicos de la ex URSS → Ecuación (2.10).

Tanto en la estimación de la evaporación diaria como mensual, se consideró un procedimiento adicional (considerado “testigo”): mediciones en “tanque de evaporación clase A” (Sección 2.2.3).

c) Métodos para estimar la Evapotranspiración Potencial Diaria:

- García y López → Ecuación (2.24).
- Linacre → Ecuación (2.27).
- Hargreaves y Samani → Ecuación (2.28).
- Priestley y Taylor → Ecuación (2.29).
- Turc → Ecuaciones (2.31) y (2.32).
- Jensen y Haise → Ecuación (2.33).
- Makkink → Ecuación (2.34).
- Penman → Ecuación (2.36).
- Penman-FAO → Ecuación (2.37).
- Penman-Monteith → Ecuación (2.39).
- FAO-Penman-Monteith → Ecuación (2.43).

d) Métodos para estimar la Evapotranspiración Potencial Mensual:

Además de los once (11) métodos citados en c), introduciendo ahora valores mensuales promedio de las variables requeridas y considerando el número de días de cada mes, se utilizó el procedimiento propuesto por:

- Thornthwaite → Ecuación (2.19).

Para aplicar el procedimiento testigo que involucra “Tanque de evaporación clase A” (Ecuación (2.17)) se siguió el procedimiento de Allen et al. (1998) (Ecuación (2.18)). Dada la ubicación del tanque de evaporación utilizado, los valores de los coeficientes correspondieron a los de una superficie de forraje verde y poca altura, y fueron variables según las condiciones de viento y humedad de cada día analizado.

2.4.3 Origen de los Datos

A efectos de comparar los métodos de estimación seleccionados para cada situación, se contó con datos diarios, del período septiembre de 2007 a junio de 2010, para las siguientes variables:

- altura de agua evaporada,
- temperatura del agua,
- precipitaciones,
- temperatura media diaria,
- temperatura máxima diaria,
- temperatura media diaria,
- temperatura mensual media,
- temperatura mensual máxima,
- temperatura mensual mínima,
- temperatura diaria en el punto de rocío,
- temperatura mensual en el punto de rocío,
- humedad relativa media porcentual diaria,
- humedad relativa media porcentual mensual,
- humedad relativa media porcentual diaria a las 8:00 y 14:00 h.,
- humedad relativa media porcentual mensual a las 8:00 y 14:00 h.
- presión atmosférica,
- velocidad media diaria del viento,
- velocidad media mensual del viento,
- irradiancia (como medida de radiación),
- calor latente de vaporización,
- presión de vapor del agua,
- constante psicrométrica,
- relación entre el gradiente de la presión de vapor de saturación entre las temperaturas del aire y del agua (Δ), y la constante psicrométrica (γ).

Los datos “*altura de agua evaporada*” (comúnmente llamados “datos de tanque”), medidos en un tanque de evaporación clase A, fueron obtenidos por integrantes del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

Los datos sobre “*temperatura del agua*” y “*precipitaciones*” fueron muestreados en la estación meteorológica experimental ubicada en el predio de Ciudad Universitaria de la ciudad de Córdoba, dependiente del Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.

Por otro lado, los datos sobre “*temperatura media diaria*”, “*temperatura máxima diaria*”, “*temperatura media diaria*”, “*temperatura media mensual*”, “*temperatura mensual*”

máxima”, “temperatura mensual mínima”, “temperatura diaria en el punto de rocío”, “temperatura mensual en el punto de rocío”, “humedad relativa media porcentual diaria”, “humedad relativa media porcentual mensual”, “humedad relativa media porcentual diaria a las 8:00 y 14:00 h.”, “humedad relativa media porcentual mensual a las 8:00 y 14:00 h.”, “presión atmosférica media diaria” y “presión atmosférica media mensual” fueron provistos por el Observatorio Astronómico de la ciudad de Córdoba, dependiente desde 1955 de la UNC, y distante alrededor de 1300 metros de la estación experimental del Laboratorio de Hidráulica. La calidad de algunos de estos datos meteorológicos fue validada mediante la comparación con las correspondientes mediciones realizadas en una estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Internacional Ingeniero Ambrosio Taravella, distante 9 km del Observatorio Astronómico. La validación se realizó siguiendo el procedimiento detallado en el Anexo IV del texto de Allen et al. (1998) que, para los datos del presente trabajo, se muestra en el Anexo I.

La Figura 2.6 muestra la ubicación del Observatorio Astronómico y del predio de Ciudad Universitaria en la ciudad de Córdoba, lugares en los que se originaron los datos de esta aplicación.

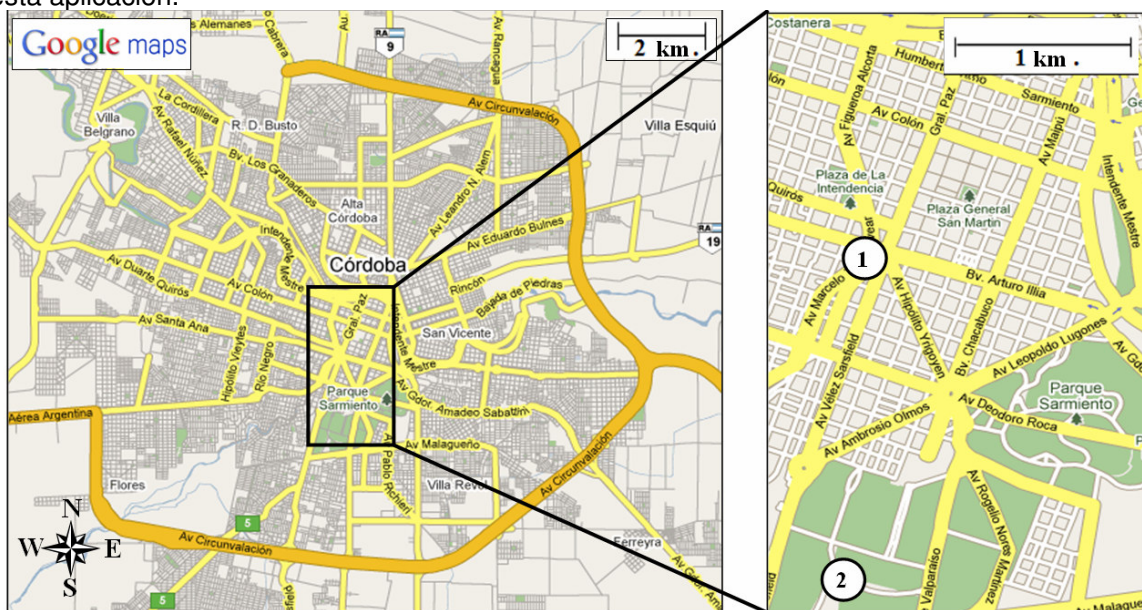


Figura 2.6: Ubicación del (1) Observatorio Astronómico y del (2) predio de Ciudad Universitaria en la ciudad de Córdoba.

Los valores de “irradiancia” correspondientes a días con cielo limpio y despejado fueron estimados empleando la relación de Kasten y Czeplak (1980). La misma establece la dependencia de la irradiancia global total con el ángulo de cenit a través de una relación del tipo:

$$I_e = 1053,4 \times \cos\theta - 93,3 \quad (2.44)$$

donde:

I_e = irradiancia global total estimada (W/m^2), y
 θ = ángulo de cenit.

De esta manera, para cualquier ángulo de cenit se podrá estimar un valor de irradiancia global total **suponiendo un día completamente limpio y despejado**. Las constantes 1053,4 y -93,3 en (2.44) fueron determinados empíricamente a partir de las mediciones del radiómetro YES (*Yankee Environmental System Inc.*) TSP-700 ubicado en el predio de Ciudad Universitaria de la UNC. Los datos de irradiancia obtenidos de esta manera, en unidades de W/m^2 , fueron expresados como MJ/m^2 día y $mm/día$ siguiendo las relaciones establecidas en Allen et al., 1998 (esto es, $1 W/m^2 = 0,0864 MJ/m^2$ día; mientras que $1 MJ/m^2$ día = $0,408 mm/día$).

En aquellas ecuaciones en las cuales se requiere la velocidad del viento a una altura diferente a la superficial se utilizó la siguiente relación (Allen et al., 1998):

$$V_z = V_2 \frac{4,87}{\ln(67,48z-5,42)} \quad (2.45)$$

donde:

- V_z = velocidad del viento (m/s) a la altura z (expresada en metros), y
- V_2 = velocidad del viento (m/s) a 2 metros de la superficie.

Por último, para obtener las medidas de aquellas variables o coeficientes que dependen de la temperatura (T) y que aparecen en los métodos seleccionados, se utilizaron diferentes relaciones siguiendo el procedimiento de Allen et al. (1998):

- Calor latente de vaporización (LE):

$$LE = 2,501 - (2,361 \times 10^{-3})T \quad (2.46)$$

En esta relación de Harrison (1963), la temperatura se expresa en unidades de °C mientras que el calor latente se obtiene en unidades de MJ/kg.

- Presión de vapor de saturación (e_s):

$$e_s = \frac{e_{(T_{\max})} + e_{(T_{\min})}}{2} \quad (2.47)$$

donde:

- $e_{(T_{\max})}$ = presión de vapor de saturación a la temperatura máxima, y
- $e_{(T_{\min})}$ = presión de vapor de saturación a la temperatura mínima.

Estos últimos dos parámetros se obtienen de la siguiente relación (Tetens, 1930):

$$e_{s(T)} = 0,611 \exp\left(\frac{17,27T}{T+237,3}\right) \quad (2.48)$$

Nuevamente, la temperatura se expresa en unidades de °C, mientras que la presión de vapor de saturación se obtiene en unidades de kPa. Esta misma relación se utiliza para determinar la presión de vapor actual, reemplazando la temperatura media por la temperatura en el punto de rocío.

- Gradiente de la presión de vapor de saturación entre las temperaturas del aire y del agua (Δ) (Tetens, 1930):

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \exp\left(\frac{17,27T}{T+237,3}\right) \right]}{(T+237,3)^2} \quad (2.49)$$

En esta relación la temperatura se expresa en unidades de °C mientras que Δ se obtiene en unidades de kPa/°C.

- Constante psicrométrica (γ):

Esta constante puede encontrarse tabulada en relación a la altura superficial, en diferentes referencias bibliográficas. En el presente trabajo, considerando la altura superficial de la ciudad de Córdoba, se utilizó el valor 0,064 kPa/°C (Allen et al., 1998).

2.4.4 Estimación de la Evaporación y de la Evapotranspiración Potencial

El Análisis de Varianza de un factor es la herramienta estadística que nos permitiría detectar diferencias entre los distintos métodos de estimación propuestos. Una vez detectadas las diferencias significativas, mediante algún Test de Comparaciones Múltiples se busca identificar aquellos métodos con resultados o comportamientos similares (Peres y Saldiva, 1982). Estas técnicas requieren de supuestos tales como, normalidad y homocedasticidad de varianzas de los procedimientos de estimación.

En este trabajo, dado que no se satisface el supuesto de homocedasticidad de varianzas que la técnica tradicional antes citada exige, se utilizó la Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Siegel, 1970), la que permite identificar la existencia o no de diferencias entre los métodos. Detectadas las diferencias, y en la búsqueda de identificar cuáles métodos están significativamente en concordancia con las medidas y estimaciones realizadas con el tanque de evaporación clase A, se utilizó el Test de Rangos de Conover (1999), que es el implementado en el *Software* InfoStat (2009).

Una breve descripción de las herramientas estadísticas utilizadas (Test de Levene para probar la homocedasticidad de las varianzas, Test de Kruskal Wallis para detectar diferencias significativas entre los métodos de estimación y Test de Rangos de Conover para realizar comparaciones dos a dos) es ofrecida en el Anexo II del presente trabajo.

2.4.4.1 Resultados y Análisis Estadístico

a) *Evaporación Diaria:*

- Los valores de Evaporación Diaria para los seis (6) métodos seleccionados (ver a), página 36) aparecen en la Tabla III.1 del Anexo III.
- La Figura 2.7 muestra los Diagramas de Caja (Box-Plot) para cada uno de los seis (6) métodos. Se destaca que los procedimientos de estimación tienen comportamientos diferentes siendo los valores de evaporación diaria estimados por HARBECK los que ofrecen el padrón más similar a los datos testigo (tanque).
- La Tabla 2.2 muestra algunas medidas resúmenes de la Evaporación Diaria para los seis (6) métodos seleccionados: media, desvío estándar, mediana y su desviación absoluta (de ahora en adelante referida como MAD, por ser las siglas en inglés de *Median Absolute Deviation*). Además, se muestran los resultados del Test de Levene que prueban la falta de homocedasticidad de las varianzas y los del Test de Kruskal Wallis que prueban la diferencia en mediana de los distintos métodos.
- La Tabla 2.3 muestra los resultados de Comparaciones Múltiples.
- Se concluye que, en distribución, los procedimientos de estimación de la Evaporación Diaria son significativamente diferentes. Por el Test de Rangos de Conover, el único método que ofrece valores de Evaporación Diaria en concordancia con los del tanque es HARBECK (Ecuación (2.8)), lo que también, ya era evidente a partir del análisis exploratorio de los Diagramas de Caja.

Asimismo, los métodos de Penman y Rohwer tampoco evidencian diferencias significativas entre sí.

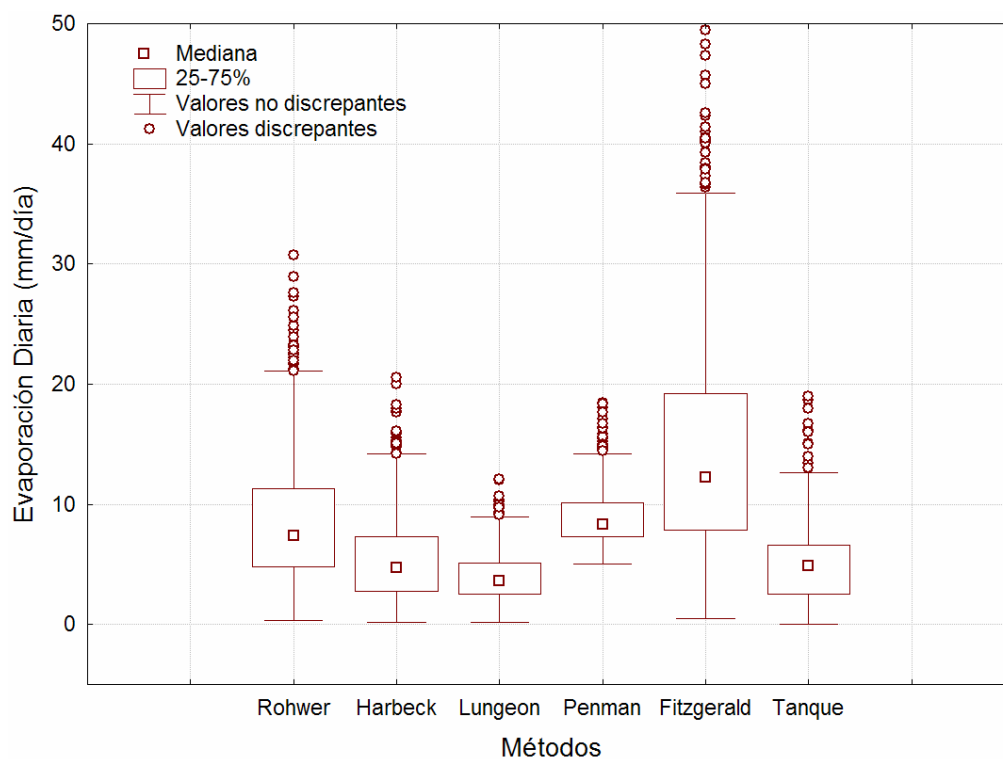


Figura 2.7: Diagramas de Caja de los valores de EV-Diaria de cada método propuesto.

Tabla 2.2: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV-Diaria.

Método	Media \pm Desvío estándar	Mediana \pm MAD	Levene	Kruskal-Wallis
Rohwer	8,66 \pm 5,70	7,39 \pm 4,71	F= 114,95	H = 2033,84
Harbeck	5,50 \pm 3,73	4,73 \pm 3,31		
Lungeon	4,00 \pm 2,09	3,65 \pm 1,84	p< 0,0001	p <0,0001
Penman	8,93 \pm 2,36	8,31 \pm 1,95		
Fitzgerald	14,62 \pm 9,93	12,29 \pm 8,04		
Tanque	4,96 \pm 3,30	4,90 \pm 3,11		

Tabla 2.3: Comparaciones Múltiples de los métodos de EV-Diaria.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS				
Las distintas letras indican diferencias significativas (p<0,05)				
Método				
Tanque	A			
Harbeck	A			
Rohwer		B		
Penman		B		
Lungeon			C	
Fitzgerald				D

b) Evapotranspiración Potencial Diaria

- Los valores de Evapotranspiración Potencial Diaria para los doce (12) métodos propuestos (ver c), páginas 36-37) aparecen en la Tabla III.2 del Anexo III.

- La Figura 2.8 muestra los Diagramas de Caja para los doce (12) procedimientos que determinan la evapotranspiración potencial diaria.
- La Tabla 2.4 muestra algunas medidas resúmenes de la Evapotranspiración Potencial Diaria (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los doce (12) métodos propuestos, además de los resultados del Test de Levene y los del Test de Kruskal Wallis.
- La Tabla 2.5 muestra los resultados de las Comparaciones Múltiples.
- De la Tabla 2.4 tenemos que, en distribución, los procedimientos de estimación de la Evapotranspiración Potencial Diaria son significativamente diferentes. Por el Test de Rangos de Conover, los únicos métodos que ofrecen valores de Evapotranspiración Potencial Diaria en concordancia con los del tanque son TURC (Ecuaciones (2.31) y (2.32)), PENMAN (Ecuación (2.36)) y FAO-PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.43)).

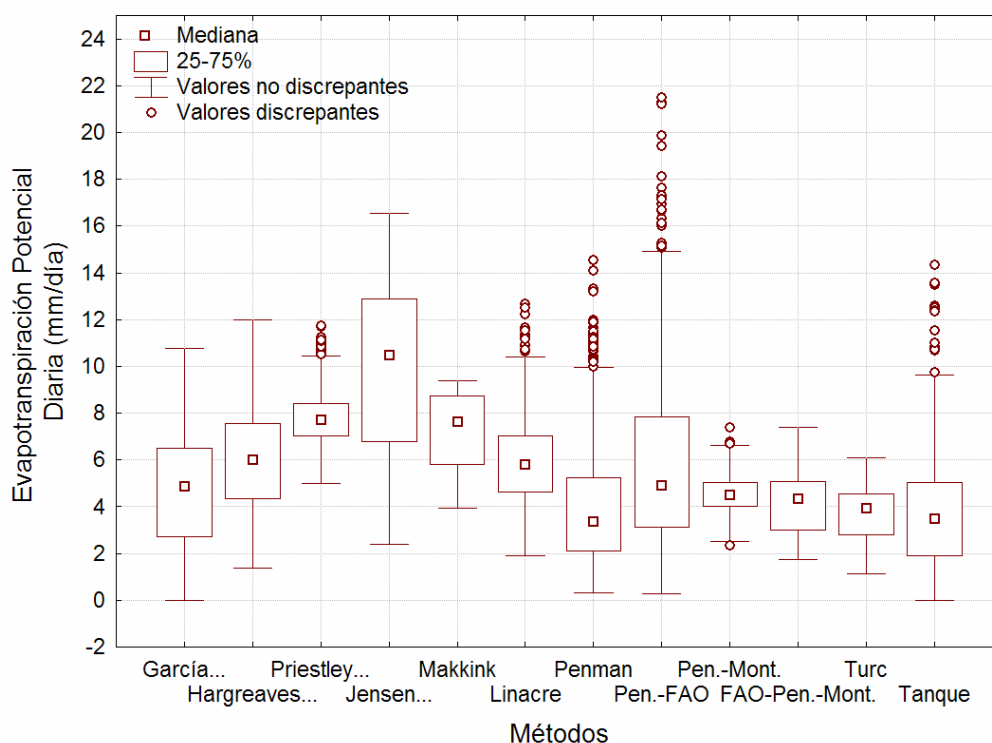


Figura 2.8: Diagramas de Caja de los valores de ETP-Diaria de cada método propuesto.

Tabla 2.4: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP-Diaria.

Método	Media \pm Desvío estándar	Mediana \pm MAD	Levene	Kruskal-Wallis
García y López	4,68 \pm 2,31	4,88 \pm 2,80	F= 111,23 p< 0,0001	H = 4679,29 p <0,0001
Hargreaves y Samani	6,06 \pm 2,07	6,03 \pm 2,41		
Priestley y Taylor	7,78 \pm 1,09	7,73 \pm 1,02		
Jensen y Haise	10,00 \pm 3,44	10,50 \pm 4,15		
Makkink	7,24 \pm 1,57	7,66 \pm 1,83		
Linacre	5,94 \pm 1,88	5,83 \pm 1,77		
Penman	3,99 \pm 2,71	3,35 \pm 2,12		
Penman-FAO	5,95 \pm 4,07	4,91 \pm 3,17		
Penman-Monteith	4,56 \pm 0,77	4,51 \pm 0,78		
FAO-Penman-Monteith	4,08 \pm 1,25	4,36 \pm 1,36		
Turc	3,69 \pm 1,07	3,93 \pm 1,17		
Tanque	3,75 \pm 2,50	3,50 \pm 2,35		

Tabla 2.5: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP-Diaria.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS						
Las distintas letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$)						
Método						
Tanque	A					
Penman	A					
Turc	A					
FAO-Penman-Monteith	A					
Penman-Monteith		B				
García y López		B				
Linacre			C			
Hargreaves			C			
Penman-FAO			C			
Priestley y Taylor				D		
Makkink					E	
Jensen y Haise						G

c) Evaporación Mensual

- Los valores de Evaporación Mensual para los ocho (8) métodos propuestos (ver b), página 36) aparecen en la Tabla III.3 del Anexo III.
- La Figura 2.9 muestra los Diagramas de Caja para estos métodos.
- La Tabla 2.6 muestra algunas medidas resúmenes de la Evaporación Mensual (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los ocho (8) métodos a comparar en este caso, además de los resultados del Test de Levene y los del Test de Kruskal Wallis.
- La Tabla 2.7 muestra los resultados de Comparaciones Múltiples.
- Tal como se observó para los procedimientos de Evaporación Diaria, los procedimientos de estimación de la Evaporación Mensual son significativamente diferentes. Por el Test de Rangos de Conover, el único método que ofrece valores de Evaporación Mensual en concordancia con los del tanque es LUNGEON (Ecuación (2.6))

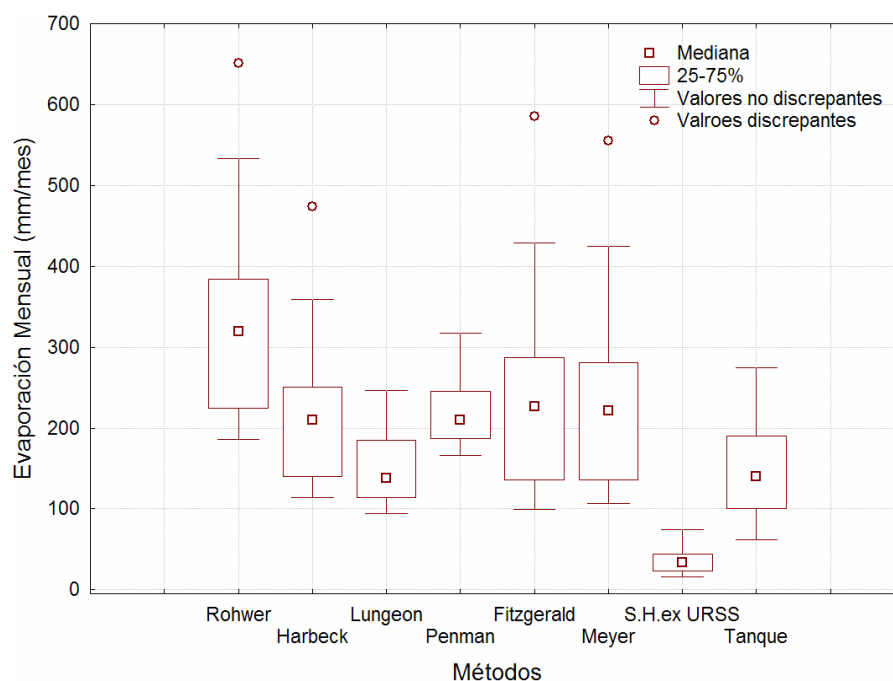


Figura 2.9: Diagramas de Caja de los valores de EV-Mensual de cada método propuesto.

Tabla 2.6: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV-Mensual.

Método	Media \pm Desvío estándar	Mediana \pm MAD	Levene	Kruskal-Wallis
Rohwer	323,35 \pm 116,07	319,48 \pm 134,25	F = 5,24 p < 0,0001	H = 134,92 p < 0,0001
Harbeck	213,42 \pm 86,55	210,03 \pm 97,37		
Lungeon	150,52 \pm 43,74	137,54 \pm 48,35		
Penman	218,17 \pm 36,57	209,90 \pm 39,39		
Fitzgerald	234,70 \pm 115,84	226,20 \pm 126,45		
Meyer	230,71 \pm 110,28	221,71 \pm 120,68		
Serv.Hid.ex URSS	35,55 \pm 14,65	33,71 \pm 15,62		
Tanque	148,91 \pm 60,48	140,10 \pm 69,01		

Tabla 2.7: Comparaciones Múltiples de los métodos de EV-Mensual.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS				
Las distintas letras indican diferencias significativas (p<0,05)				
Método				
Serv.Hid. ex URSS	A			
Lungeon		B		
Tanque		B		
Harbeck			C	
Meyer			C	
Fitzgerald			C	
Penman			C	
Rohwer				D

d) Evapotranspiración Potencial Mensual

- Los valores de Evapotranspiración Potencial Mensual para los trece (13) métodos propuestos (ver d), página 37) aparecen en la Tabla III.4 del Anexo III.
- La Figura 2.10 muestra los Diagramas de Caja para estos métodos.
- La Tabla 2.8 muestra algunas medidas resúmenes de la Evapotranspiración Potencial Mensual (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los trece (13) métodos propuestos, además de los resultados del Test de Levene y los del Test de Kruskal Wallis.
- La Tabla 2.9 muestra los resultados de Comparaciones Múltiples.
- Se concluye entonces que, en distribución, los procedimientos de estimación de la Evapotranspiración Potencial Mensual son significativamente diferentes, lo cual ya era evidente al observar, a través de los Diagramas de Caja, el comportamiento de la distribución de los distintos métodos. El Test de Rangos de Conover señala que, los procedimientos que ofrecen valores de Evapotranspiración Potencial Mensual en concordancia con los del tanque son GARCÍA y LÓPEZ (Ecuación (2.24)), TURC (Ecuaciones (2.31) y (2.32)), PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.39)) y FAO-PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.43)).

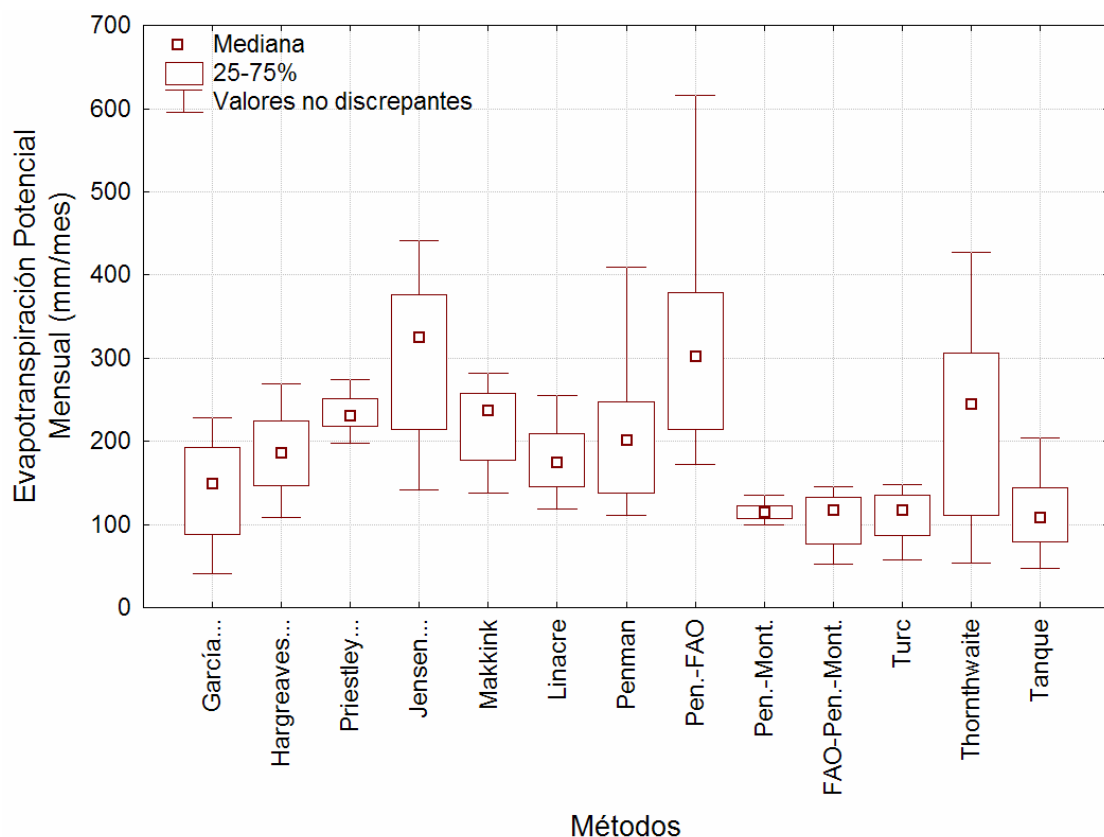


Figura 2.10: Diagramas de Caja de los valores de ETP-Mensual de cada método propuesto.

Tabla 2.8: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP-Mensual.

Método	Media \pm Desvío estándar	Mediana \pm MAD	Levene	Kruskal-Wallis
García y López	139,48 \pm 56,96	149,60 \pm 70,43	F= 14,23 p< 0,0001	H = 238,68 p <0,0001
Hargreaves y Samani	184,55 \pm 47,61	186,57 \pm 56,17		
Priestley y Taylor	235,13 \pm 21,09	231,39 \pm 23,00		
Jensen y Haise	302,28 \pm 97,20	324,92 \pm 124,26		
Makkink	219,51 \pm 47,41	237,84 \pm 57,83		
Linacre	177,81 \pm 37,47	175,25 \pm 46,71		
Penman	204,14 \pm 74,92	201,46 \pm 82,41		
Penman-FAO	313,69 \pm 113,36	302,90 \pm 130,38		
Penman-Monteith	116,28 \pm 10,00	115,64 \pm 11,59		
FAO-Penman-Monteith	105,57 \pm 31,21	118,11 \pm 34,16		
Turc	110,41 \pm 29,75	118,07 \pm 34,86		
Thornthwaite	221,80 \pm 115,40	245,21 \pm 153,51		
Tanque	112,65 \pm 44,80	108,12 \pm 49,18		

Tabla 2.9: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP-Mensual.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS					
Las distintas letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$)					
Método					
Turc	A				
Penman-Monteith	A				
Tanque	A				
García y López	A				
FAO-Penman-Monteith	A				
Linacre		B			
Hargreaves y Samani		B	C		
Penman		B	C		
Thornthwaite		B	C		
Makkink			C	D	
Priestley y Taylor				D	E
Jensen y Haise				D	E
Penman-FAO					E

2.4.4.2 Conclusiones del Análisis Estadístico

Del análisis estadístico precedente, los métodos que no presentan diferencias significativas con los datos medidos en tanque clase A para las condiciones locales de la ciudad de Córdoba, son:

- ✓ HARBECK a efectos de la determinación de la **Evaporación Diaria**, y
- ✓ LUNGEON para la determinación de la **Evaporación Mensual**.

Asimismo, los métodos que no presentan diferencias significativas con las estimaciones en tanque clase A para las condiciones locales de la ciudad de Córdoba resultan ser:

- ✓ TURC, FAO-PENMAN-MONTEITH y PEANMAN a efectos de la determinación de la **Evapotranspiración Potencial Diaria**, y
- ✓ TURC, FAO-PENMAN-MONTEITH, PENMAN-MONTEITH y GARCÍA y LÓPEZ a efectos de la determinación de la **Evapotranspiración Potencial Mensual**.

En conclusión, queda claro cuáles son los métodos “más adecuados” para estimar la evaporación, tanto diaria como mensual para las condiciones locales de la ciudad de Córdoba. Sin embargo, a efectos de la estimación de la evapotranspiración potencial, se sugiere el uso de los métodos “comunes”, TURC y FAO-PENMAN-MONTEITH, ya que resultan ser compatibles con las estimaciones a partir de los datos de tanque clase A en el sitio en estudio, tanto a escala diaria como mensual.

CAPITULO 3

INCIDENCIA DE LAS NUBES SOBRE LA EVAPORACIÓN Y LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

3.1 Introducción

En el Capítulo 2 los “*datos de irradiancia*”, necesarios en varios de los métodos propuestos para estimar evaporación y evapotranspiración potencial, tanto diaria como mensual, fueron obtenidos para días despejados.

Sin embargo, uno de los factores que mayor variabilidad produce sobre la radiación son las nubes, que en todo momento cubren alrededor del 50% del planeta. Debido a sus propiedades ópticas, pueden cambiar sustancialmente la radiación en un amplio rango de alturas y longitudes de onda. Dependiendo de sus características pueden producir un enfriamiento o un calentamiento de la atmósfera, un aumento de la radiación o una drástica disminución de la misma. De aquí que su estudio es de vital importancia para comprender globalmente los patrones climáticos y el balance radiativo de la Tierra (Rogers, 1977).

El objetivo del presente capítulo es demostrar que la incidencia de las nubes afecta los resultados de evaporación y de evapotranspiración potencial. Por esto, se propone desarrollar los mismos métodos seleccionados en el Capítulo 2 modificando el término de “radiación”, en los procedimientos que lo consideren, al incorporar el efecto de las nubes sobre el mismo. Esto implica que, ahora, los “datos de irradiancia” son obtenidos experimentalmente tanto en días despejados como no.

En la Sección 3.2 se describe la influencia de las nubes sobre la radiación (e, indirectamente, sobre la evaporación y la evapotranspiración potencial). En la Sección 3.3 se detallan los datos de irradiancia utilizados en este capítulo. Por último, en la Sección 3.4 se muestran los resultados del análisis estadístico y las conclusiones y recomendaciones alcanzadas.

3.2 Nubes y Radiación

3.2.1 Generalidades

Una nube está definida como un conjunto o agregado de cristales o gotas de agua suspendidas en la atmósfera. Las nubes se forman bajo condiciones de saturación, es decir, cuando la humedad relativa excede el 100%.

Las partículas que componen las nubes pueden interactuar fuertemente tanto con la radiación proveniente del sol como con la que emite la Tierra. El tipo de interacción dependerá del tipo de radiación, de la composición de la nube, del ángulo de incidencia de la radiación y del albedo terrestre, entre otros factores.

La interacción de las partículas de nube mayormente es de tipo dispersivo y reflexivo, ya que la absorción es despreciable frente a las dos primeras. Las gotas de nube tienen un radio promedio de 10 μm , suficiente para dispersar las longitudes de onda del espectro visible de forma equivalente en todas direcciones (dispersión de Mie), razón por la cual las nubes se ven de color blanco. La reflexión de la nube es un factor importante en el cálculo de la radiación solar que alcanza la superficie terrestre (Pruppacher y Klett, 1997).

La determinación del efecto de la presencia de las nubes sobre la radiación por lo tanto, es un elemento importante para conocer la radiación solar que alcanza la superficie terrestre e, indirectamente, calcular la evaporación y la evapotranspiración potencial conformes a las condiciones reales del sitio de interés.

3.2.2 Fundamentos de la Incorporación de Nubes en el Análisis

Las mediciones satelitales revelan que el efecto neto de las nubes sobre el balance radiativo es cercano a cero en los trópicos. A otras latitudes, sin embargo, el efecto de las nubes en general es de enfriamiento. Por otro lado, algunos autores establecen que el efecto invernadero provocado por las nubes y el vapor de agua conduce al incremento en la temperatura de las capas atmosféricas cercanas a la superficie, de manera que el efecto sería el del calentamiento de la Tierra (por ejemplo, Erlykin et al., 2010).

Además de utilizar herramientas satelitales, el estudio de las nubes involucra también instrumentos en superficie, tal como los radiómetros. Estos instrumentos miden radiación global horizontal integrada en una región completa del espectro de longitudes de onda y para una superficie determinada.

Convencidos del efecto de las nubes en la determinación de la irradiancia, se procedió a comparar la irradiancia obtenida en días despejados con la obtenida en días con presencia de nubes, utilizando los datos fornecidos por la Facultad de Ciencias Químicas de la UNC, medidos con un radiómetro global YES-TES 700. El mismo mide la irradiancia integrada en el intervalo de 300 a 3000 nm con una resolución de 1 W/m^2 .

La Figura 3.1 muestra la irradiancia estimada para un día despejado y la correspondiente irradiancia medida con el radiómetro. A lo largo del día la diferencia entre ambas no es mayor al 3%, lo cual demuestra el muy buen ajuste entre los valores estimados y medidos.

Por otro lado, la Figura 3.2 muestra la irradiancia estimada para un día limpio y despejado y los valores de irradiancia experimental para un día con presencia de nubes. Las diferencias entre ambas parecen ser importantes. La disminución observada de la irradiancia medida se debe a la presencia durante ese día de nubes tipo *cumulus*. Estas nubes, habituales en la ciudad de Córdoba, están compuestas por agua tanto en estado líquido como sólido, y su influencia sobre la radiación es notable. Contrastante con esta disminución general, se observan pocos y pequeños aumentos de la irradiancia por encima del valor que correspondería al día limpio y despejado. Esto se conoce comúnmente en la bibliografía como *efecto broken cloud* (Pruppacher y Klett, 1997). Dentro de las razones que originan este efecto se encuentran la reflexión en las paredes de la nube y el alto contenido de cristales de hielo en cierto tipo de nubes. En este último caso, el brillo de la base de la nube es mayor al brillo que habría si esa porción de nube estuviera ocupada por cielo. Por lo tanto, la radiación difusa en presencia de la nube es mayor a la del día despejado,

conduciendo entonces a un incremento de la radiación global total que, se reitera, no es el comportamiento general de lo observado en la Figura 3.2.

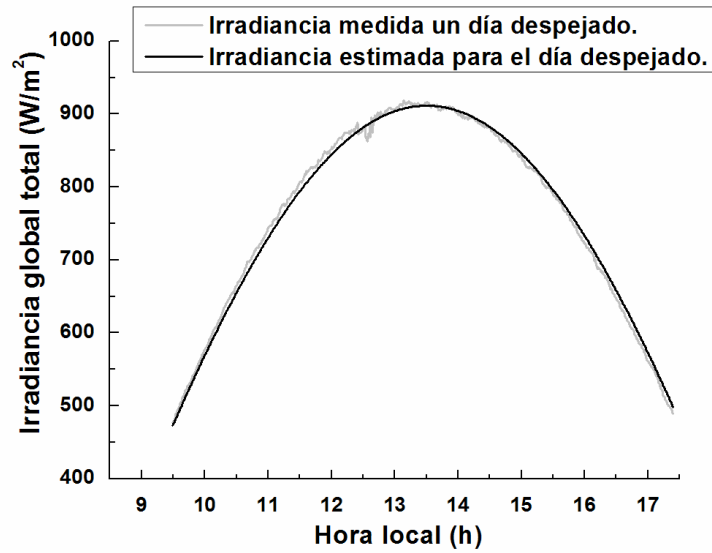


Figura 3.1: Irradiancia medida y estimada para un día limpio y despejado.

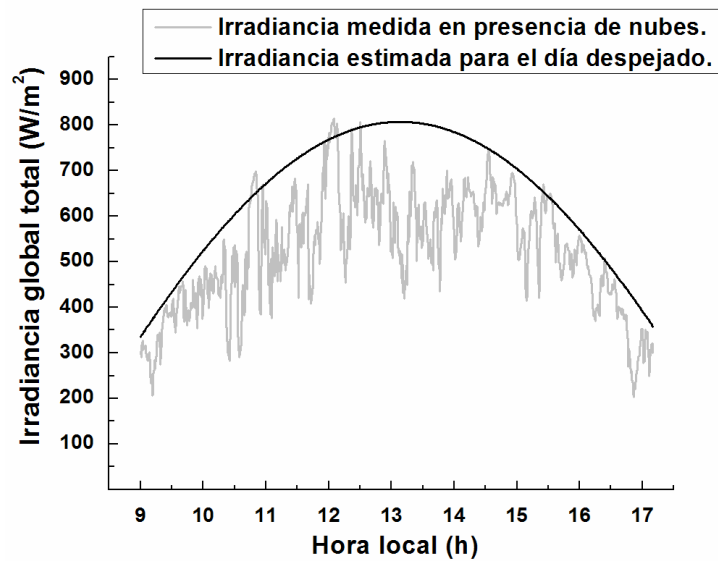


Figura 3.2: Irradiancia en presencia de nubes *cumulus* e irradiancia para un día limpio y despejado.

La Figura 3.3 muestra la irradiancia medida en un día con un alto cubrimiento de nubes tipo *stratocumulus* hacia el mediodía. Estas nubes suelen presentarse en grandes extensiones horizontales, de manera de bloquear el disco solar gran parte del día y conducir a una radiación muy por debajo de su nivel respecto al día despejado. Aquí, sin embargo, el *efecto broken cloud* es más importante.

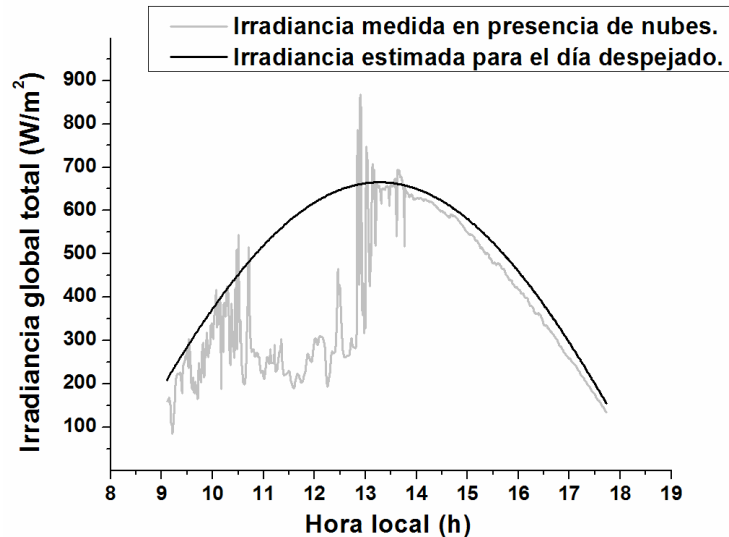


Figura 3.3: Irradiancia en presencia de nubes *stratocumulus* e irradiancia para un día limpio y despejado.

En resumen, de las figuras anteriores se observa que la presencia de las nubes puede provocar una disminución importante de la irradiancia, respecto al valor que le correspondería a un cielo limpio y despejado, por lo que se sospecha que los valores estimados de evaporación y evapotranspiración potencial, por los distintos métodos que la involucran, deberían modificarse sustancialmente si se incorpora el término de irradiancia con valores reales de la misma.

3.3. Aplicación

3.3.1 Selección de los Métodos de Estimación

Para esta aplicación, se consideran aquellos métodos de estimación, seleccionados en la Sección 2.4.2 del capítulo anterior, que involucran en los cálculos el término de radiación. Es obvio que para los restantes, es decir para aquellos que no involucran el término de radiación, los resultados son los ya presentados y discutidos.

Así, los métodos de estimación seleccionados en esta sección son:

a) Métodos para estimar la Evaporación tanto Diaria como Mensual:

- Penman → Ecuación (2.11).

Y por ende, será el método comparado con las mediciones en “Tanque de evaporación clase A” (Sección 2.2.3).

c) Métodos para estimar la Evapotranspiración Potencial tanto diaria como Mensual:

- Hargreaves y Samani → Ecuación (2.28).
- Priestley y Taylor → Ecuación (2.29).
- Turc → Ecuaciones (2.31) y (2.32).
- Jensen y Haise → Ecuación (2.33).
- Makkink → Ecuación (2.34).
- Penman → Ecuación (2.36).
- Penman-FAO → Ecuación (2.37).
- Penman-Monteith → Ecuación (2.39).
- FAO-Penman-Monteith → Ecuación (2.43).

Nuevamente, estos métodos son comparados con aquellos estimados a partir del “Tanque de evaporación clase A” (Ecuación (2.17)) siguiendo el procedimiento detallado en Allen et al. (1998) (Ecuación (2.18)).

3.3.2 Origen de los Datos

Los datos numéricos para las distintas variables involucrados en los métodos citados son los ya discutidos en la Sección 2.4.3 del capítulo anterior, excepto los de irradiancia, que ahora son determinados experimentalmente.

Se utilizan datos de irradiancia medidos con el radiómetro solar total YES TSP-700. Las medidas fueron tomadas, aproximadamente, entre las 9 y las 18 h, en promedio, cada 30 segundos, con el objeto de captar variaciones rápidas en las condiciones del cielo. La irradiancia obtenida de esta forma es integrada a lo largo de todo el día, de manera tal de obtener la irradiancia global total diaria.

La medida de la radiación que alcanza a la superficie terrestre es la irradiancia, obtenida directamente con el radiómetro. La irradiancia medida en voltios es convertida a W/m^2 a través de la siguiente ecuación (Palancar, 2003):

$$I_m = \frac{I_v \times 1000}{2,42} \quad (3.1)$$

donde:

- I_m = irradiancia global total experimental (W/m^2),
- I_v = irradiancia global total expresada en voltios,
- 1000 = un factor de conversión de unidades, y
- 2,42 = coeficiente de calibración del instrumento.

3.3.3 Estimación de la Evaporación y de la Evapotranspiración Potencial

3.3.3.1 Resultados y Análisis Estadístico

Nuevamente, y ante la falta de homocedasticidad de varianzas entre los métodos a comparar, se utiliza la técnica no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar si existen diferencias significativas entre los distintos métodos de estimación a comparar. Al igual que en el capítulo anterior, ante una prueba significativa, se procede a buscar los métodos con comportamientos similares al de tanque clase A utilizando el Test de Rangos de Conover.

a) Evaporación Diaria:

- Los valores de Evaporación Diaria para el método de Penman utilizando los datos experimentales de irradiancia se encuentran en la Tabla IV.1 del Anexo IV. Los que corresponden a los datos de tanque, en la Tabla III.1 del Anexo III.
- La Figura 3.4 muestra los Diagramas de Cajas para los dos (2) métodos a comparar en este caso.

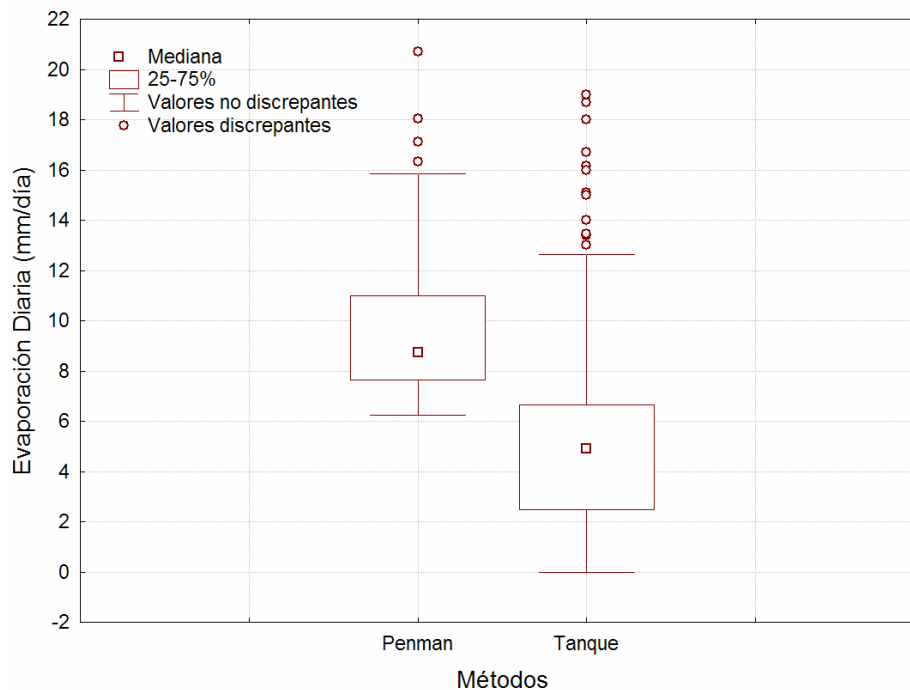


Figura 3.4: Diagramas de Caja de los valores de EV-Diaria de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes.

- La Tabla 3.1 muestra algunas medidas resúmenes de la Evaporación Diaria (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los dos (2) métodos propuestos, además de los resultados del Test de Levene que prueban la falta de homocedasticidad de las varianzas y los del Test de Kruskal Wallis que prueban la diferencia en mediana de los distintos métodos.

Tabla 3.1: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV-Diaria, considerando la incidencia de las nubes.

Método	Media \pm Desvío estándar	Mediana \pm MAD	Levene	Kruskal-Wallis
Penman	9,65 \pm 2,59	8,76 \pm 2,19	F= 6,54	H = 243,27
Tanque	4,96 \pm 3,30	4,90 \pm 3,11	p<0,0001	p <0,0001

- Tanto del análisis exploratorio como inferencial, puede observarse que los métodos conducen a resultados de evaporación diaria significativamente diferentes.

b) Evapotranspiración Potencial Diaria

- Los valores de Evapotranspiración Potencial Diaria para los diez (10) métodos que resultan comparables aparecen en la Tabla IV.2 del Anexo IV, mientras que,

las estimaciones a partir de los datos de tanque se encuentran en la Tabla III.2 del Anexo III.

- La Figura 3.5 muestra los Diagramas de Caja para los diez (10) métodos a comparar en la presente sección.
- La Tabla 3.2 muestra algunas medidas resúmenes de la Evapotranspiración Potencial Diaria (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los diez (10) métodos propuestos, además de los resultados del Test de Levene y los del Test de Kruskal Wallis, presentándose en la Tabla 3.3 los resultados de las Comparaciones Múltiples.
- Se concluye que, en media los procedimientos de estimación de la Evapotranspiración Potencial Diaria son significativamente diferentes. Por el Test de Rangos de Conover, los únicos métodos que, en distribución, ofrecen valores de Evapotranspiración Potencial Diaria en concordancia con los del tanque son TURC (Ecuaciones (2.31) y (2.32)) PENMAN (Ecuación (2.36)), PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.39)) y FAO-PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.43))

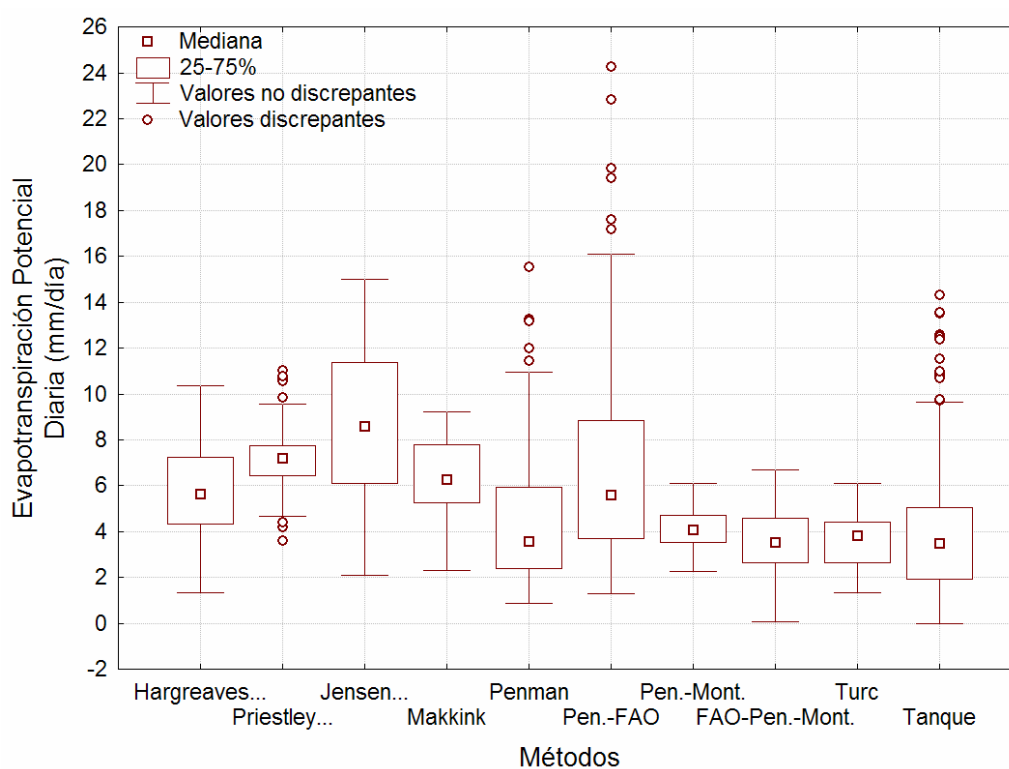


Figura 3.5: Diagramas de Caja de los valores de ETP-Diaria de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes.

Tabla 3.2: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP-Diaria, considerando la incidencia de las nubes.

Método	Media ± Desvío estándar	Mediana ± MAD	Levene	Kruskal-Wallis
Hargreaves y Samani	5,84 ± 1,85	5,64 ± 1,99	F= 28,60 p< 0,0001	H = 238,68 p <0,0001
Priestley y Taylor	7,18 ± 1,25	7,18 ± 1,01		
Jensen y Haise	8,74 ± 3,09	8,57 ± 4,04		
Makkink	6,45 ± 1,51	6,28 ± 1,72		
Penman	4,61 ± 2,94	3,58 ± 2,04		
Penman-FAO	6,92 ± 4,31	5,58 ± 3,28		
Penman-Monteith	4,10 ± 0,83	4,08 ± 0,88		
FAO-Penman-Monteith	3,55 ± 1,33	3,52 ± 1,40		
Turc	3,63 ± 1,05	3,82 ± 1,12		
Tanque	3,75 ± 2,50	3,50 ± 2,35		

Tabla 3.3: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP-Diaria, considerando la incidencia de las nubes.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS				
Las distintas letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$)				
Método				
Tanque	A			
Turc	A			
FAO-Penman-Monteith	A			
Penman-Monteith	A			
Penman	A			
Hargreaves y Samani		B		
Makkink		B	C	
Penman-FAO			C	
Priestley y Taylor			C	
Jensen y Haise				D

c) Evaporación Mensual

- Los valores de Evaporación Mensual por el método de Penman aparecen en la Tabla IV.3 del Anexo IV. Los correspondientes a los datos de tanque se encuentran en la Tabla III.3 del Anexo III.
- La Figura 3.6 muestra los Diagramas de Caja para los dos procedimientos de la actual comparación.
- La Tabla 3.4 muestra algunas medidas resúmenes de la Evaporación Mensual (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los dos (2) métodos propuestos, además de los resultados del Test de Levene sobre la no-homogeneidad de las varianzas de los dos métodos y los del Test de Kruskal Wallis que prueban la diferencia en media de los diferentes métodos.
- Nuevamente, Penman se ubica como un método significativamente diferente, para estimar la evaporación mensual, con respecto a la medición en tanque clase A.

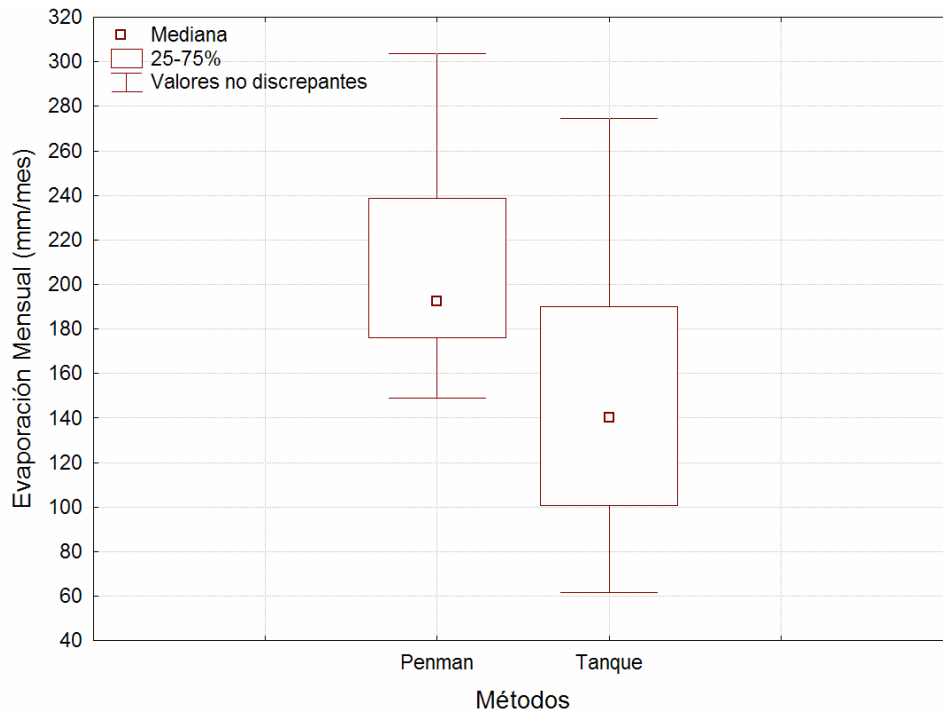


Figura 3.6: Diagramas de Caja de los valores de EV-Mensual de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes.

Tabla 3.4: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para EV-Mensual, considerando la incidencia de las nubes.

Método	Media ± Desvío estándar	Mediana ± MAD	Levene	Kruskal-Wallis
Penman	205,83 ± 39,23	192,50 ± 46,73	F = 6,26	H = 12,83
Tanque	148,91 ± 60,48	140,10 ± 69,01	p <0,0001	p <0,0001

d) Evapotranspiración Potencial Mensual

- Los valores de Evapotranspiración Potencial Mensual para nueve (9) de los diez (10) métodos propuestos, aparecen en la Tabla IV.4 del Anexo IV. Los correspondientes a los estimados a partir de los datos de tanque se muestran en la Tabla III.4 del Anexo III.
- La Figura 3.7 muestra los Diagramas de Caja para los diez (10) métodos a comparar en la presente sección.
- La Tabla 3.5 muestra algunas medidas resúmenes de la Evapotranspiración Potencial Mensual (media, desvío estándar, mediana y MAD) para los diez (10) métodos propuestos, además de los resultados del Test de Levene y los del Test de Kruskal Wallis, mientras que la Tabla 3.6 muestra los resultados de Comparaciones Múltiples.
- Como puede observarse, los procedimientos de estimación de la Evapotranspiración Potencial Mensual son significativamente diferentes. Por el Test de Rangos de Conover, aquellos métodos que ofrecen valores de Evapotranspiración Potencial Mensual en concordancia con los del tanque son TURC (Ecuaciones (2.31) y (2.32)), PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.39)) y FAO-PENMAN-MONTEITH (Ecuación (2.43)), lo que exploratoriamente era evidente de los Diagramas de Caja.

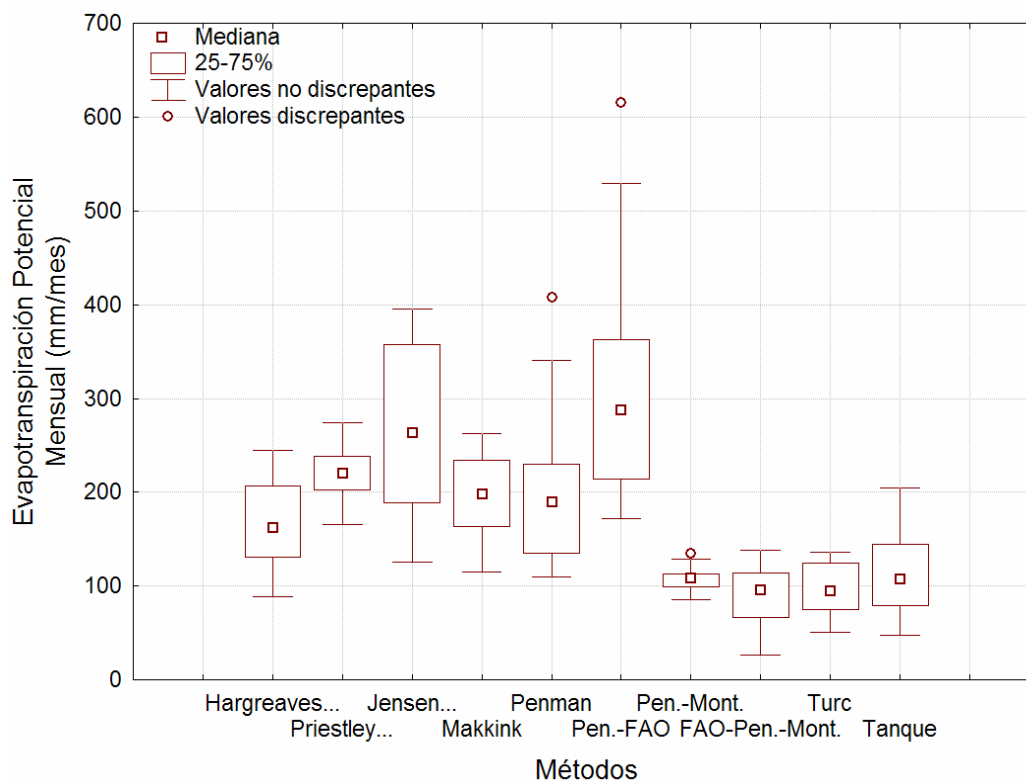


Figura 3.7: Diagramas de Caja de los valores de ETP-Mensual de cada método propuesto, considerando la incidencia de las nubes.

Tabla 3.5: Medidas Resumen y Pruebas de Hipótesis para ETP-Mensual, considerando la incidencia de las nubes.

Método	Media ± Desvío estándar	Mediana ± MAD	Levene	Kruskal-Wallis
Hargreaves y Samani	166,27 ± 44,50	162,77 ± 64,53	F= 8,97 p< 0,0001	H = 198,47 p <0,0001
Priestley y Taylor	218,38 ± 25,84	220,38 ± 26,97		
Jensen y Haise	269,97 ± 89,78	264,01 ± 130,73		
Makkink	198,82 ± 45,87	198,65 ± 52,90		
Penman	197,61 ± 76,20	189,65 ± 77,30		
Penman-FAO	304,45 ± 115,12	287,56 ± 111,91		
Penman-Monteith	107,43 ± 12,39	108,36 ± 12,21		
FAO-Penman-Monteith	89,50 ± 32,27	95,65 ± 32,87		
Turc	99,69 ± 28,19	95,19 ± 40,41		
Tanque	112,65 ± 44,80	108,12 ± 49,18		

Tabla 3.6: Comparaciones Múltiples de los métodos de ETP-Mensual, considerando la incidencia de las nubes.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS					
Las distintas letras indican diferencias significativas (p<0,05)					
Método					
FAO-Penman-Monteith	A				
Turc	A				
Penman-Monteith	A				
Tanque	A				
Hargreaves y Samani		B			
Penman		B	C		
Makkink		B	C	D	
Priestley y Taylor			C	D	E
Jensen y Haise				D	E
Penman-FAO					E

3.3.3.2 Conclusiones del Análisis Estadístico

A efectos de la determinación de la Evaporación, tanto Diaria como Mensual, en las condiciones locales de la ciudad de Córdoba, la consideración del efecto de las nubes en el término de radiación no contribuyó a que el método de Penman mejorara las estimaciones realizadas y, por ende, éste sigue mostrándose como un método poco confiable (al igual que cuando la irradiancia se estima sin considerar el efecto de las nubes).

Por otro lado, los métodos que no presentan diferencias significativas con las estimaciones en tanque clase A para las condiciones locales de la ciudad de Córdoba resultan ser:

- ✓ TURC, PENMAN-MONTEITH, FAO-PENMAN-MONTEITH y PENMAN a efectos de la determinación de la **Evapotranspiración Potencial Diaria**, y
- ✓ TURC, PENMAN-MONTEITH y FAO-PENMAN-MONTEITH para la determinación de la **Evapotranspiración Potencial Mensual**.

En conclusión, a efectos de estimar la Evaporación, tanto diaria como mensual, no se puede recomendar un método que, al incorporar el efecto de las nubes, ofrezca resultados comparables con los de tanque. Sin embargo, al estimar la Evapotranspiración Potencial, pareciera ser adecuado el uso de cualquiera de los métodos “comunes”, TURC, PENMAN-MONTEITH o FAO-PENMAN-MONTEITH, ya que los tres resultan compatibles con las estimaciones a partir de los datos de tanque clase A en el sitio en estudio, tanto a escala diaria como mensual.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES GENERALES Y DISCUSIÓN

La importancia de la precisa estimación de la Evaporación y la Evapotranspiración Potencial, tanto a escala diaria como mensual, radica en el papel que desempeñan estos procesos en el balance hídrico. Debido a esto, su correcta determinación es necesaria en contextos tales como la producción vegetal, estudios ambientales y ecológicos, y la planificación y gestión de los recursos hídricos.

En el presente trabajo se evaluaron y compararon distintos métodos de estimación, seleccionados de la bibliografía, que permiten determinar la Evaporación y la Evapotranspiración Potencial tanto diaria como mensual. Para la comparación de los mismos se procedió con datos obtenidos en el predio de Ciudad Universitaria de la ciudad de Córdoba. Es así que,

1. a fin de profundizar en los métodos de estimación utilizados en la actualidad, se realizó la búsqueda bibliográfica de los trabajos publicados en, aproximadamente, los últimos 15 años;
2. a los fines prácticos, se escogieron aquellos procedimientos en función de las variables involucradas, de modo que, estas últimas implicaran mediciones sencillas llevadas a cabo en las estaciones meteorológicas de forma rutinaria;
3. el objetivo de determinar el/los mejor/es método/s de estimación se buscó comparando los valores de evaporación estimados, tanto a escala diaria como mensual, con las mediciones en tanque de evaporación clase A. Asimismo, los valores de evapotranspiración potencial se confrontaron con los resultados de evapotranspiración potencial estimados a partir de las mediciones de tanque; y
4. la incorporación del efecto de las nubes sobre la radiación, utilizando datos de irradiancia medida, permitió determinar el/los mejor/es método/s de estimación de la evaporación y la evapotranspiración potencial en condiciones reales.

La herramienta estadística utilizada a efectos de detectar la existencia o no de diferencias significativas entre los distintos métodos seleccionados en este trabajo, y dado que no se satisfacen los supuestos de homocedasticidad de varianzas, fue la Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. El Test de Rangos de Conover fue el utilizado para determinar la concordancia de los métodos significativamente diferentes con los datos de tanque clase A.

Sin tener en cuenta el efecto de las nubes, no exhiben diferencias significativas con los datos de tanque tipo A, los métodos de:

- ✓ HARBECK a efectos de la determinación de la **Evaporación Diaria**,
- ✓ LUNGEON para la determinación de la **Evaporación Mensual**,
- ✓ PENMAN, TURC y FAO-PENMAN-MONTEITH en la estimación de la **Evapotranspiración Potencial Diaria**, y
- ✓ GARCÍA y LÓPEZ, TURC, PENMAN-MONTEITH y FAO-PENMAN-MONTEITH en la estimación de la **Evapotranspiración Potencial Mensual**.

Por otro lado, considerando el efecto de la presencia de las nubes sobre la radiación, y de esta manera, incorporando a las estimaciones las condiciones atmosféricas reales, no exhiben diferencias significativas con los datos de tanque tipo A, los métodos de:

- ✓ TURC, PENMAN, PENMAN-MONTEITH y FAO-PENMAN-MONTEITH a efectos de la determinación de la **Evapotranspiración Potencial Diaria**, y
- ✓ PENMAN-MONTEITH, TURC y FAO-PENMAN-MONTEITH para la estimación de la **Evapotranspiración Potencial Mensual**.

Sin embargo, a efectos de la determinación de la **Evaporación Diaria y Mensual**, la consideración del efecto de las nubes en el término de radiación no contribuyó a que el único de los métodos seleccionados que considera la radiación (Penman), mejorara las estimaciones realizadas.

De lo expuesto en los dos párrafos arriba, en las condiciones locales de la ciudad de Córdoba, no existen dudas sobre los métodos a utilizar a la hora de estimar la Evaporación Diaria o la Mensual, esto es, HARBECK o LUNGEON, respectivamente. Igualmente, se desprende que no existe ninguna ganancia cuando se considera el efecto de las nubes ya que el único método de los estudiados que lo permite no mejora sus estimaciones.

Por otro lado, no resulta tan directa, ni evidente, la recomendación de un método a la hora de estimar la Evapotranspiración Potencial, tanto a escala diaria como mensual, ya sea si se considera la irradiancia estimada en días despejados o si se incorpora el efecto de las nubes. Sin embargo, si se consideran aquellos métodos sin diferencias significativas con los datos de tanque clase A, comunes a los fines de estimación diaria o mensual, se sugerirían tanto el método de TURC como el de FAO-PENMAN-MONTEITH para la estimación de la Evapotranspiración Potencial cuando la irradiancia es estimada en días despejados, mientras que, un criterio similar, conduciría a recomendar, indistintamente, los métodos de TURC, PENMAN-MONTEITH o FAO-PENMAN-MONTEITH cuando se desee estimar la Evapotranspiración Potencial y se considera el efecto de las nubes. Así, se puede afirmar que, *los métodos de TURC y FAO-PENMAN-MONTEITH resultan aptos a los fines de la estimación de la evapotranspiración potencial, en general. En otras palabras, la influencia indirecta de las nubes, no parece incidir en las estimaciones obtenidas por los métodos anteriormente mencionados, mostrando que continúan produciendo buenas estimaciones cuando comparados en condiciones reales.*

Las recomendaciones en el uso de determinados métodos a las que se arriba en el presente trabajo difieren de otras realizadas por autores cuyos resultados fueron citados como antecedentes. Por ejemplo, De La Casa et al. (2002) encuentran que el método de Penman-Monteith es el más adecuado para estimar la evapotranspiración potencial cuando trabajan en diferentes localidades del interior de la provincia de Córdoba (Marco Juárez, Río Cuarto, Villa María, Villa Dolores, entre otras). Teniendo en cuenta las variables que intervienen en la determinación de las estimaciones a partir del método de Penman-Monteith no ha sido posible explicar los motivos por los que éste último no fue el único método seleccionado cuando aplicado a las condiciones locales de la ciudad de Córdoba.

Un punto a remarcar es que, los datos de tanque a los que se tuvo acceso en el presente trabajo fueron muestreados entre septiembre de 2007 y junio de 2010. La finalización de las obras de instalación del tanque de evaporación en el predio de Ciudad Universitaria marcó el inicio del período de medición. A los fines de llegar a una conclusión acabada en lo que respecta a la elección de los métodos de estimación más adecuados es necesario incrementar el período de estudio. Este requerimiento debe realizarse, en especial, a los fines de disminuir la variabilidad en las mediciones realizadas en el tanque, ocasionadas por posibles errores aleatorios al momento de llevar a cabo la medición o por períodos anómalos, entre otros factores. A su vez, considerando los ciclos de sequías que afectan a la ciudad de Córdoba (www.aquascordobesas.com.ar), incrementar el período de estudio conduciría a minimizar errores en el supuesto de que los métodos propuestos en este trabajo se generalicen a otros períodos de tiempo.

Finalmente, se destaca que es atribuible al presente trabajo un **carácter principalmente local** dado que la temperatura, la velocidad del viento y la humedad relativa porcentual afectan considerablemente las mediciones llevadas a cabo en el tanque (las cuales en el presente trabajo fueron utilizadas como datos “testigo”) y éste se encuentra situado en una zona puntual de la ciudad de Córdoba. Por lo tanto, las conclusiones de este trabajo son aplicables al cálculo de la evaporación y la evapotranspiración potencial en la región del Cinturón Verde de la ciudad de Córdoba para el período de tiempo analizado. Como ya se mencionó, el Cinturón Verde es una región de importante actividad frutihortícola en la cual el riego se realiza por inundación. Esto conlleva a un aprovechamiento ineficiente del recurso agua, por lo que contar con estimaciones de la evaporación y la evapotranspiración potencial utilizando los métodos sugeridos en el presente trabajo contribuiría a optimizar el manejo de dicho recurso.

APENDICE: SIMBOLOGÍA

α	coeficiente de Penman.
γ	constante psicrométrica.
δ	densidad del agua.
δ_h	densidad del aire húmedo.
Δ	gradiente de la presión de vapor de saturación entre las temperaturas del aire y del agua.
ΔS	variación del almacenamiento.
ΔSW	intercambio en el contenido de agua en el suelo.
θ	ángulo de cenit.
A	albedo.
B	coeficiente de Bowen.
Ca	capilaridad.
C_{ae}	componente aerodinámico.
C_p	energía específica del aire a presión constante.
C_M	coeficiente de Meyer.
D	percolación profunda.
d_m	número de días del mes.
e_a	tensión de vapor de la capa de aire adyacente al agua.
e_o	tensión de vapor de saturación a la temperatura del aire circundante.
e_s	tensión de vapor de saturación a la temperatura de la superficie del agua.
E_a	evaporación que ocurriría si las temperaturas del agua y de aire circundante son iguales.
ES	escurrimiento superficial.
ET	evapotranspiración.
ETP	evapotranspiración potencial.
$ETP_{(0)}$	evapotranspiración potencial a 0° de latitud.
EV	evaporación.
EV_t	medida de evaporación en el tanque.
FET	distancia desde el tanque a la superficie especificada.
FS	flujo sub-superficial.
G	flujo térmico del suelo.
H	flujo de calor sensible
I	infiltración.
I_c	índice de calor mensual.
I_e	irradiancia global total estimada.
I_m	irradiancia global total experimental.
I_v	irradiancia global total expresada en voltios.
J_{te}	índice de temperatura eficiente.
K	coeficiente de la expresión de Dalton.
K_T	constante de Thornthwaite para cada mes del año, variable en función de la latitud.
K_{tanque}	coeficiente empírico del tanque de evaporación.
Ld	latitud.
LE	calor latente de vaporización.
n	factor dependiente de la temperatura media mensual.
O_d	flujo desde el reservorio.
O_h	flujo hacia el reservorio.
P	presión atmosférica.
P_{snm}	presión promedio del vapor del aire sobre el nivel del mar.
P_{vap}	presión de vapor del agua.

Pr	precipitación.
$Q_{\Delta s}$	incremento en la energía almacenada en el cuerpo de agua.
Q_a	energía neta que llega al agua por medio de nieve, lluvia y formas similares.
Q_b	pérdida de radiación de onda larga por el cuerpo de agua.
Q_n	radiación neta.
Q_s	radiación global sobre la superficie.
Q_{s-p}	flujo de calor almacenado en el sistema suelo-planta.
r_a	resistencia del aire.
r_f	resistencia del follaje.
R	riego.
RH	humedad relativa media porcentual.
RH_d	humedad relativa media de las horas diurnas.
$RH_{8:00}$	humedad relativa media porcentual a las 8:00 h.
$RH_{14:00}$	humedad relativa media porcentual a las 14:00 h.
T	temperatura media diaria.
T_a	temperatura del aire adyacente al cuerpo de agua.
T_i	temperatura media diaria del día actual.
T_{i-1}	temperatura media diaria del día anterior.
T_r	temperatura en el punto de rocío.
T_s	temperatura superficial del agua.
T_{snm}	temperatura media diaria reducida al nivel del mar.
T_m	temperatura media mensual.
$T_{m_{min}}$	temperatura mensual mínima media.
$T_{m_{max}}$	temperatura mensual mínima máxima.
v_0	velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 0 msnm.
v_2	velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 2 msnm.
$v_{2,5}$	velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 2,5 msnm.
v_4	velocidad del viento sobre la superficie evaporante a 4 msnm.

BIBLIOGRAFIA

- Aboukhaled, A. A., Alfaro, A. & Smith M. (1986): Los lisímetros. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 39.
- Allen, R.G. & Pruitt, W.O. (1991): FAO-24 reference evapotranspiration factors. *Journal of Irrigation and Drainage* 117, 758-774.
- Allen, R.G., Pereira, L. S., Raes, D. & Smith, M. (1998): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 56.
- Allen, R.G. (2000): Using the FAO-56 dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study. *Journal of Hydrology* 229, 27-41.
- Allen R.G. (2003): Crop coefficients. In: Stewart B.A., Howell T.A. (eds.): *Encyclopedia of Water Science*. Marcel Dekker Publishers, New York, 87-90.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. (2006): Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia.
- Ahrens, C.D. (1991): *Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*, West Publishing Company, Estados Unidos.
- Aydin, M., Yang, S.L., Kurta, N. & Yanoc, T. (2005): Test of a simple model for estimating evaporation from bare soils in different environments. *Ecological Modelling* 182, 91-105.
- Ayewew, T. (2003): Evapotranspiration estimation using thematic mapper spectral satellite data in the Ethiopian rift and adjacent highlands. *Journal of Hydrology* 279, 83-93.
- Bandyopadhyay, P. K. & Mallick, S. (2003): Actual evapotranspiration and crop coefficients of wheat (*Triticum aestivum*) under varying moisture levels of humid tropical canal command area. *Agricultural Water Management* 59, 33-47.
- Bermejillo de Salcedo, A. (1998): Estimación de la evapotranspiración real regional a partir de datos satelitales. Tesis M.Sc., Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. Argentina.
- Bowen, I.S. (1926): The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Physics Review* 27, 779-787.
- Brown, M. B. & Forsythe, A. B. (1974): Robust Tests for Equality of Variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Bustos, C. & Cicero, A. (2006): Estimación de la evapotranspiración potencial en Chacras de Coria, Mendoza, República Argentina. III Jornada de Actualización en Riego y Fertirriego.

- Caliandro, A., Catalano, M., Rubino, P. & Boari, F. (1996): Research on suitability of some empirical methods for estimating the reference evapotranspiration in southern Italy. 2 ESA congress. Session 2, p. 65.
- Camargo, A.P., Marin, F.R., Sentelhas, P.C. & Giarola Piccini, A. (1999): Ajuste de equação de Thornthwaite para estimar la evapotranspiração em climas árido y superhúmedo, com base na amplitude térmica diária. Revista Brasileira de Agrometeorología 7, 251-257.
- Capitanelli, R.G. (1992): Los Ambientes Naturales del Territorio Argentino, en La Argentina: Geografía General y sus Marcos Regionales. Editorial Planeta. 2ª edición. Buenos Aires. Argentina.
- Carlson, T., Capehart, W. & Gillies, R. (1995): A new look at the simplified method for remote sensing of daily evapotranspiration. Remote Sensing of Environment. 54,161-167.
- Caselles, V., Hurtado, E. & Sobrino, J.A. (1992): Maximum evapotranspiration through NOAA satellite images. Application to La Mancha region, Spain. Atmospheric Research 28, 365-374.
- Chattopadhyay, N. & Hulme, M. (1997): Evaporation and potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change. Agricultural and Forest Meteorology 87, 55-73.
- Choudhury, B.J. (1997): Global Pattern of Potential Evaporation Calculated from the Penman-Monteith Equation Using Satellite and Assimilated Data. Remote Sensing of Environment 61, 64-81.
- Conolly, R.D. (1998): Modelling effects of soil structure on the water balance next term of soil-crop systems: a review. Soil and Tillage Research 48, 1-19.
- Conover, W.J. (1999): Practical Nonparametric Statistics. Third Edition, John Wiley & Sons. New York, Estados Unidos.
- Contreras, S., Jobbágy, E.G., Villagra, P.E., Noretto, M.D. & Puigdefábregas, J. (2011): Remote sensing estimates of supplementary water consumption by arid ecosystems of central Argentina. Journal of Hydrology 397, 10-22.
- Corral, M., Rodríguez, A., Oroná, C., Bazán, R., Cossavella, A., Del Olmo, S., Rodríguez, M.I., Larrosa, N., Bonfanti, E. & Busso, F. (2004): Simulación numérica de procesos de transporte y de calidad del agua en el Embalse Los Molinos. Mecánica Computacional XXIII. Buscaglia y Zamonsky (Eds.). Bariloche, Argentina.
- Craig, I.P. (2006): Comparison of precise water depth measurements on agricultural storages with open water evaporation estimates. Agricultural Water Management 85, 193-200.
- Custodio, E. & Llamas, M.R. (1976): Hidrología Subterránea, 2 Tomos, Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- Dalton, J. (1802): Experiments and observations to determine whether the quantity of rain and dew is equal to the quantity of water carried off by rivers and raised by

- evaporation; with an inquiry into the origin of the springs. Manchester Philosophical Society Memories, 5, 346-372.
- Damario, E.A., & Cattáneo, C.L. (1982): Estimación climática de la evapotranspiración potencial en la Argentina según el método de Penman 1948. Revista de la Facultad de Agronomía (UBA) 3, 271-292.
- DehghaniSanij, H., Yamamotoa, T. & Rasiah, V. (2004): Assessment of evapotranspiration estimation models for use in semi-arid environments. Agricultural Water Management 64, 91-106.
- De La Casa, A., Ovando, G.G. & Rodríguez, A.R. (2002): Evolución de la humedad del aire en la provincia de Córdoba, Argentina, en el período 1941-1990 y su influencia sobre la evapotranspiración de referencia durante el mes de enero. Revista de Investigaciones Agropecuarias 31, 57-62.
- Della Maggiora, A.I., Gardiol, J.M. & Irigoyen, A.I. (2004): Coeficientes de cultivo de girasol basados en la evapotranspiración de referencia Penman-Monteith. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología.
- Domingo, F., Villagarcía, L., Brenner, A.J. & Puigdefábregas, J. (1999): Evapotranspiration model for semi-arid shrub-lands tested against data from SE Spain. Agricultural and Forest Meteorology 95, 67-84.
- Doorenbos, J. & Pruitt, W.O. (1977, Rev.): Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage. Food and Agriculture Organization of the United Nations 24.
- Douglas, E. M., Jacobs, J. M., Sumner, D. M. & Ray R. L. (2009): A comparison of models for estimating potential evapotranspiration for Florida land cover types. Journal of Hydrology 373, 366-376.
- Easthama, J., Gregorya, P.J., Williamson, D.R. & Watson, G.D. (1999): The influence of early sowing of wheat and lupin crops on evapotranspiration and evaporation from the soil surface in a Mediterranean climate. Agricultural Water Management 42, 205-218.
- Erykin, A.D., Sloan, T & Wolfendale, A.W. (2010): Clouds, solar irradiance and mean surface temperature over the last century. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 72, 425-434.
- Falasca, S. & Forte Lay, J.A. (2003): Cambio en la evapotranspiración potencial de la pradera pampeana (República Argentina) inducido por un periodo húmedo. Revista Geográfica 134.
- Fitzgerald, D. (1886): Evaporation. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers 15, 581-646.
- Forte Lay, J., Scarpati, O. & Capriolo, A. (2008): Precipitation variability and soil water content in Pampean Flatlands (Argentina). Geofísica Internacional 47.
- Gangopadhaya M., Hacbkjr, G.E., Nordevan, T.J., Omar M.H. & Uryvaev, V.A. (1966): Measurement and Estimation of Evaporation and Evapotranspiration. World Meteorological Organization. Technical Notes, 83.

- García Benvidéz, J. & López Díaz, J. (1970): Fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial adaptada al trópico (15°N-15°S). *Agronomía Tropical* 20, 335-345.
- Gavilán, R.G., Sánchez-Mata, D., Escudero, A. & Rubio, A. (2002): Spatial structure and interactions in Mediterranean high mountain vegetation (Sistema Central, Spain). *Israel Journal of Plant Sciences* 50, 217-228.
- Hamdi, M.R., Bdour, A.N. & Tarawneh, Z.S. (2008): Developing Reference Crop Evapotranspiration Time Series Simulation Model Using Class a Pan: A Case Study for the Jordan Valley /Jordan. *Journal of Earth and Environmental Sciences* 1, 33-44.
- Harbeck, G.E. Jr. (1962): A practical field technique for measuring reservoir evaporation utilizing mass-transfer theory. *United States Geological Survey Prof. Paper* 272, 101-105.
- Hargreaves, G.H. & Samani, Z.A. (1985): Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture, ASCE* 108, 225-230.
- Hargreaves, G.H. & Samani, Z.A. (1986): *World Water for Agriculture Precipitation Management*. International Irrigation Center, Utah State University, Logan - Utah, U.S.A., pp. 617.
- Harrison, L.P. (1963): Fundamentals concepts and definitions relating to humidity. In Wexler, A (Editor) *Humidity and moisture* 3, Reinhold Publishing Co. New York. Estados Unidos.
- Hernández, M. A., Scatizza, C., Rojo, M., Preiato, S.A. & Hernández, L. (2009): Un método para estimar la sensibilidad hidrológica aplicado en la cuenca del Golfo San Jorge. Provincia de Chubut. Argentina. *Boletín Geológico y Minero* 120, 523-532.
- Hillman, G., Dölling, O., Pagot, M., Pozzi, C. & Plencovich, G. (2004): Aplicación de redes neuronales para el pronóstico de evolución de niveles de agua para la laguna de Mar Chiquita. *Mecánica Computacional XXIII*. Buscaglia y Zamonsky (Eds.). Bariloche, Argentina.
- Irigoyen, A.I., Della Maggiora, A. & Gardiol, J.M. (2004): Estimación de la evapotranspiración de referencia a partir de un modelo sencillo basado en el déficit de presión de vapor para la localidad de Balcarce (Argentina). X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología.
- Jackson, R.D., Reginato, R.J. & Idso, S.B. (1977): Wheat canopy temperature: a practical tool for evaluating water requirements. *Water Resources Research* 13, 651-656.
- Jensen, M.E. & Haise, H.R. (1963): Estimating evapotranspiration from solar radiation. *Irrigation and Drainage Div. ASCE* 89, 15-41.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. & Allen, R.G. (Eds.) (1990): *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. Manuals and Reports on Engineering Practice*, N° 70, Committee on Irrigation Water Requirements of the Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineers, ASCE. New York.

- Karam, F., Breidy, J., Stephan, C. & Roupheal, J. (2003): Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon. *Agricultural Water Management* 63, 125-137.
- Kasten, F. & Czeplak, G. (1980): Solar and terrestrial radiation dependent on the amount and type of cloud. *Solar Energy* 24, 177-189.
- Kim, S. & Kim, H.S. (2008): Neural networks and genetic algorithm approach for nonlinear evaporation and evapotranspiration modeling. *Journal of Hydrology* 351, 299-317.
- Kimura, R., Fan, J., Zhang, X., Takayama, N. Kamichika, M. & Matsuoka, N. (2006): Evapotranspiration over the Grassland Field in the Liudaogou Basin of the Loess Plateau, China. *Acta Oecológica* 29, 45-53.
- Kite, G. (2000): Using a basin-scale hydrological model to estimate crop transpiration and soil evaporation. *Journal of Hydrology* 229, 59-69.
- Kohler, M.A. (1954): Lake and pan evaporation; water-loss investigations: Lake Hefner studies. Technology Report. Prof paper 269. Geology Survey, United States. Dept. Interior, 127-148.
- Kruijt, B., Witte, J.M., Jacobs, C.M.J. & Kroon, T. (2008): Effects of rising atmospheric CO₂ on evapotranspiration and soil moisture: A practical approach for the Netherlands. *Journal of Hydrology* 49, 257-267.
- Kumagaia, T., Saitohb, T.M., Satoc, Y., Takahashid, H., Manfroie, O.J., Morookae, T., Kurajie, K., Suzukie, M., Zasunarid, T. & Komatsuf, H. (2005): Annual water balance and seasonality of evapotranspiration in a Bornean tropical rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology* 128, 81-92.
- Kundu, M. & Sarkar, S. (2009): Growth and evapotranspiration pattern of rajmash (*Phaseolus vulgaris* L.) under varying irrigation schedules and phosphate levels in a hot sub-humid climate. *Agricultural Water Management* 96, 1268-1274.
- Lagouarde, J.P. & Brunet, Y. (1991): Suivi de l'évapotranspiration journalière à partir des données NOAA-AVHRR lors de la campagne HAPEX-MOBILHY. *Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*. ESA SP-319, 569-572.
- Linacre, E.T. (1977): A simple formula for estimating evapotranspiration rates in various climates, using temperature data along. *Agricultural Meteorology* 18, 409-424.
- Liu, C., Zhang, X. & Zhang, Y. (2002): Determination of daily evaporation and evapotranspiration of winter wheat and maize by large-scale weighing lysimeter and micro-lysimeter. *Agricultural and Forest Meteorology* 111, 109-120.
- Makkink, G.F. (1957): Ekzameno de la fórmula de Penman. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 5, 290-305.
- Matsumoto, K., Ohta, T., Nakai, T., Kuwada, T., Daikoku, K., Iida, S., Yabuki, H., Kononov, A.V., Van der Molen, M.K., Kodama, Y., Maximov, T.C., Dolman, A.J. & Hattori, S. (2008): Energy consumption and evapotranspiration at several boreal and temperate forests in the Far East. *Agricultural and Forest Meteorology* 148, 1978-1989.

- McKenney, M.S. & Rosenberg, N.J. (1993): Sensitivity of some potential evapotranspiration estimation methods to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 64, 81-110.
- McVicar, T.R., Van Niel, T.G., Li, L.T., Hutchinson, M.F., Mu, X.M. & Liu, Z.H. (2007): Spatially distributing monthly reference evapotranspiration and pan evaporation considering topographic influences. *Journal of Hydrology* 338, 196-220.
- Meyer, A.F. (1915): Computing run-off from rain fall and other physical data. *Transactions of the American Society of Civil Engineers* 79, 1056-1155.
- Mohawesh, O.E. (2011): Evaluation of evapotranspiration models for estimating daily reference evapotranspiration in arid and semiarid environments. *Plant, Soil and Environment* 57, 145-152.
- Monteith, J.L. (1963): Gas exchange in plant communities. *Environmental Control of plant growth*. Academy Press, New York, 95-112.
- Moran, M.S., Rahman, A.F., Washburne, J.C., Goodrich, DC., Wertz, M.A. & Kustas, W.P. (1996): Combining the Penman-Monteith equation with measurements of surface temperature and reflectance to estimate evaporation rates of semiarid grassland. *Agricultural and Forest Meteorology* 80, 87-109.
- Mu, Q., Heinsch, F.A, Zhao, M. & Running, S.W. (2007): Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS and global meteorology data. *Remote Sensing of Environment* 111, 519-536.
- Muñoz Cárpena, R. & Ritter Rodríguez, A. (2005): *Hidrología Agroforestal*. Editorial Mundi-prensa, 1ª edición. Canarias, España.
- Murphy, G.M., Hurtado, R.H. & Rodríguez, R.O. (2002): Evaluación de una modificación del cálculo de la evapotranspiración potencial por la metodología de Thornthwaite para su aplicación en la región pampeana. *Actas IX Reunión Argentina de Agrometeorología*, 175-176.
- Naoum, S. & Tsanis, I.K. (2003): Hydroinformatics in evapotranspiration estimation. *Environmental Modelling & Software* 18, 261-271.
- Nosetto, M.D., Jobbágy, E.G., Brizuela, A.B. & Jackson, R.B. (2011): The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* xxx.
- Ohta, T., Maximov, T.C., Dolman, A.J., Nakai, T, Van der Molen, M.K., Kononov, A.V., Maximov, A.P., Hiyama, T., Iijima, Y., Moors, E.J., Tanaka, H., Toba, T. & Yabuki, H. (2008): Interannual variation of water balance and summer evapotranspiration in an Eastern Siberian larch forest over a 7-year period (1998-2006). *Agricultural and Forest Meteorology* 148, 1941-1953.
- Ortega-Farías, S., Mediavilla A., W., Fuentes J., S. & Cuenca, R. (1998): Validación de un modelo para estimar la radiación neta de una cubierta vegetal en condiciones de referencia. *Ciencia e Investigación Agraria* 25, 103-107.

- Pagot, M. (2003): Análisis y Simulación Hidrológica del Sistema de Bañados del Río Dulce. Tesis M.Sc., Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Palancar, G.G. (2003): Estudio de Procesos Cinéticos y Radiativos de Interés Atmosférico, Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Químicas, UNC.
- Peinetti, R. (2006): Desarrollo de un Sistema de Soporte de Decisiones para mejorar porcentajes de señalada de modo ecológicamente sustentable en establecimientos de la Estepa Magallánica (Patagonia) (Editor: Peri, P.L.). Centro Regional Patagonia Sur INTA, 13-28.
- Penman, H.L. (1948): Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Royal Society Proceedings Series A 193, 120-145.
- Penman, H.L. (1963): Evaporation, an introductory survey. Netherlands Journal of Agricultural Science 4, 9-29.
- Penman, H.L. (1963): Vegetation and hydrology. Technical Communication 53. Commonwealth Bureau of Soils.
- Peres, C. A. & Saldiva, C. D. (1982): Planejamento de experimentos. Associação Brasileira de Estatística, 1ª edición. São Paulo, Brasil.
- Petrone, R.M., Smith, C., Macrae, M.L. & English, M.C. (2006): Riparian zone equilibrium and actual evapotranspiration in a first order agricultural catchment in Southern Ontario, Canada. Agricultural Water Management 86, 240-248.
- Ponce, V.M. (1989): Engineering hydrology: Principles and practices. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. Prentice Hall.
- Priestley, C.H.B. & Taylor, R.J. (1972): On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. Monthly Weather Review, 100, 81-92.
- Pruppacher, H.R. & Klett, J.D. (1997): Microphysics of Clouds and Precipitation. Springer, 2ª edición. New York, Estados Unidos.
- Qiu, G.Y., Momii, K., Yano, T. & Lascano, R.J. (1999): Experimental verification of a mechanistic model to partition evapotranspiration into soil water and plant evaporation. Agricultural and Forest Meteorology 93, 79-93.
- Raddatz, R.L., Papakyriakou, T.N., Swystun, K.A. & Tenuta, M. (2009): Evapotranspiration from a wetland tundra sedge fen: Surface resistance of peat for land-surface schemes. Agricultural and Forest Meteorology 149, 851-861.
- Rahimikhoob, A. (2009): An evaluation of common pan coefficient equations to estimate reference evapotranspiration in a subtropical climate (north of Iran). Irrigation Science 27, 289-296.
- Rana, G., Katerji, N. & Mastrorilli, M. (1997): Environmental and soil-plant parameters for modelling actual crop evapotranspiration under water stress conditions. Ecological Modelling 101, 363-371.

- Rana, G. & Katerji, N. (2000): Measurement and estimation of actual evapotranspiration in the field under Mediterranean climate: a review. *European Journal of Agronomy* 13, 125-153.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichorn, S.E. (1992): *Biología de las plantas*. Editorial Reverté, S.A. 4ª edición. Barcelona, España.
- Rébori, M.G. (2007): Sensibilidad de ecuaciones de Evapotranspiración en la estimación de los consumos de agua de *Eucalyptus dunnii*. *Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico*, Taubaté, Brasil, IPABHi, p. 237-244.
- Rivas, R. & Carmona, F. (2010): La ecuación de Priestley-Taylor aplicada a nivel de píxel: una alternativa para estudios detallados de cuencas. *Boletín Geológico y Minero* 121, 401-412.
- Rogers, R. R. (1977): *Física de las Nubes*. Editorial ReverteS.A. Barcelona, España.
- Rohwer, D. (1931): Evaporation from free water surfaces, Technical Bulletin no. 27 1, U.S. Department of Agriculture.
- Rosset, M., Montani, M., Tanner, M. & Fuhrer, J. (2001): Effects of abandonment on the energy balance and evapotranspiration of wet subalpine grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86, 277-286.
- Rousseaux, M.C., Figuerola, P.I., Correa-Tedesco, G. & Searles, P.S. (2009): Seasonal variations in sap flow and soil evaporation in an olive (*Olea europaea* L.) grove under two irrigation regimes in an arid region of Argentina. *Agricultural Water Management* 96, 1037-1044.
- Salgado Seguel, L. G. (1966): *Métodos para determinar evapotranspiración actual y potencial*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.
- Sánchez-Carrillo, S., Angeler, D.G., Sánchez-Andrés, R., Alvarez-Cobelas, M. & Garatza-Payán, J. (2004): Evapotranspiration in semi-arid wetlands: relationships between inundation and the macrophyte-cover: open-water ratio. *Advances in Water Resources* 27, 643-655.
- Scozzafava M. & Tallini, M. (2001): Net infiltration in the Gran Sasso Massif of central Italy using the Thornthwaite water budget and curve-number method. *Hidrogeology Journal* 9, 461-475.
- Seguin, B. & Itier, B. (1983): Using midday surface temperature to estimate daily evaporation from satellite thermal IR data. *International Journal of Remote Sensing* 4, 371-383.
- Shawky, M.E. & Sallam, M.F. (1993): Potential evapotranspiration calculation under Egyptian conditions. *Communications of Soil Department* 3, Faculty of Agriculture. Cairo., Egipto.
- Shuttleworth, W.J. & Wallace, J.S. (1985): Evaporation from sparse crops - an energy combination theory. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological* 111, 839-853.

- Siegel S. (1970): Estadística No Paramétrica. Editorial Trillas. México, México.
- Singh, V.P y Xu, C-Y. (1997): Evaluation and generalization of 13 mass-transfer equations for determining free water evaporation. *Hydrological Processes* 11, 311-323.
- Spescha, L.B., Fernández Long M.E. & Murphy, G.M. (2008): Variación temporal de la evapotranspiración potencial en Salta, Argentina. *Actas XII Reunión Argentina de Agrometeorología*.
- Stagnitti, F., Parlange, J.Y & Rose, C.W. (1989): Hydrology of a small wet catchment. *Hydrological Processes* 3, 137-150.
- Stanhill, G. (1961): A comparison of methods calculating potential evapotranspiration from climatic data. *Israel Journal of Agricultural Research* 11, 159-171.
- Stewart, J.B., Watts, C.J., Rodriguez, J.C., De Bruin, H.A.R., Van den Berg, A.R. & Garatuza-Pay, J. (1999): Use of satellite data to estimate radiation and evaporation for northwest Mexico. *Agricultural Water Management* 38, 181-193.
- Sumner, D.M. & Jacobs, J.M. (2005): Utility of Penman–Monteith, Priestley–Taylor, reference evapotranspiration, and pan evaporation methods to estimate pasture evapotranspiration. *Journal of Hydrology* 308, 81-104.
- Tanny, J., Cohen, S., Assouline, S., Lange, F., Grava, A., Berger, D., Teltch, B. & Parlange, M.B. (2008): Evaporation from a small water reservoir: Direct measurements and estimates. *Journal of Hydrology* 351, 218-229.
- Tetens, O. (1930): Uber einige meteorologische Begriffe. *Z. Geophys.* 6, 297-309.
- Thornthwaite, C. W. (1948): An approach toward a rational classification of climate. *Geography Review*. 38-55.
- Thornthwaite, C. W. & Mather, J. R. (1955): The water balance. *Publications in Climatology* 8, no. 1. Laboratory of Climatology, Centerton, New Jersey, USA.
- Tourula, T. & Heikinheimo, M. (1998): Modelling evapotranspiration from a barley field over the growing season. *Agricultural and Forest Meteorology* 91, 237-250.
- Trambouzea, W., Bertuzzib, P. & Voltza, M. (1998): Comparison of methods for estimating actual evapotranspiration in a row-cropped vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology* 91, 193-208.
- Troin M., Vallet-Coulomb, C., Sylvestre, F. & Piovano E. (2010): Hydrological modelling of a closed lake (Laguna Mar Chiquita, Argentina) in the context of 20th century climatic changes. *Journal of Hydrology* 393, 233-244.
- Turc, L. (1963): Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle, formulation simplifié et mise à jour. *Annales agronomiques*, 12, 13-49.
- Ulke, A.G., García Skabar, Y. & Nicolini, M. (2004): Estimación de la evapotranspiración real mediante el uso de un modelo atmosférico regional. *X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología*.

- Valiantzas, J.D. (2006): Simplified versions for the Penman evaporation equation using routine weather data. *Journal of Hydrology*, 331, 690-702.
- Van Bavel, C.H.M., Van Bavel, M.G. & Lascano, R.J. (1996): Daily measurement and calculation of crop water use. *Evapotranspiration and irrigation Scheduling, Proc. of the Int. Conf., San Antonio, TX. 3–6 Nov, 1088-1092.*
- Van der Tol, C., Gash, J.H.C., Grant, S.J., McNeil, D.D. & Robinson, M. (2003): Average wet canopy evaporation for a Sitka spruce forest derived using the eddy correlation-energy balance technique. *Journal of Hydrology* 276, 12-19.
- Villalobos, F.J., Orgaz, F., Testi, L. & Fereres, E. (2000): Measurement and modeling of evapotranspiration of olive (*Olea europaea* L.) orchards. *European Journal of Agronomy* 13, 155-163.
- Villalobos, F.J., Testi, L. & Moreno-Perez, M.F. (2009): Evaporation and canopy conductance of citrus orchards. *Agricultural Water Management* 96, 565-573.
- Weir, E., Arce, E. & Arce, J. (2004): Medición de la evapotranspiración máxima con técnicas disimétricas y obtención del coeficiente del cultivo (trigo, soja de segunda y maíz) en Marcos Juárez, Provincia de Córdoba, Argentina. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología.
- Widmoser, P. (2009): A discussion on and alternative to the Penman–Monteith equation. *Agricultural Water Management* 96, 711-721.
- Xie, Z., Wang, Y., Jiang, W. & Wei, X. (2006): Evaporation and evapotranspiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China. *Agricultural Water Management* 81, 173-184.
- Xiao, B., Zhao, Y.G. & Shao, M.A. (2010): Characteristics and numeric simulation of soil evaporation in biological soil crusts. *Journal of Arid Environments* 74, 121-130.
- Xu, C.Y. & Singh, V.P. (2005): Evaluation of three complementary relationship evapotranspiration models by water balance approach to estimate actual regional evapotranspiration in different climatic regions. *Journal of Hydrology* 308, 105-121.
- Yao, J.M., Zhao, L., Ding, Y.J., Gu, L.L., Jiao, K.Q., Qiao, Y.P. & Wang, Y.X. (2008): The surface energy budget and evapotranspiration in the Tanggula region on the Tibetan Plateau. *Cold Regions Science and Technology* 52, 326-340.
- Zhongmin, H., Guirua, Y., Yanlianc, Z., Xiaomina, S., Yingniand, L. & Peilia, S. (2009): Partitioning of evapotranspiration and its controls in four grassland ecosystems: Application of a two-source model. *Agricultural and Forest Meteorology* 149, 1410-1420.
- Zhou, M.C., Ishidaira, H., Hapuarachchi, H.P., Magome, J., Kiem, A.S. & Takeuchi, K. (2006): Estimating potential evapotranspiration using Shuttleworth–Wallace model and NOAA-AVHRR NDVI data to feed a distributed hydrological model over the Mekong River basin. *Journal of Hydrology* 327, 151-173.

Zimmermann E. (2000). Aproximación Bayesiana para la estimación de ocurrencias de eventos lluviosos aplicada a balances hídricos mensuales seriados. Cuadernos del Curiham 6.

ANEXO I: VALIDACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS

Siguiendo el procedimiento detallado en el Anexo IV de Allen et al. (1998), los datos meteorológicos registrados en la Estación Observatorio fueron comparados con las mediciones realizadas en la Estación Meteorológica ubicada en el predio del Aeropuerto Internacional Ingeniero Ambrosio Taravella, distante 9 km del Observatorio Astronómico. Las variables que se compararon fueron la temperatura media diaria del aire, la humedad media relativa porcentual y la velocidad media del viento. Las Figuras I.A, II.A y III.A muestran, respectivamente, las mediciones de estas variables realizadas en ambas estaciones durante el período 2007-2010. Sobre cada grupo de medidas se realizó un ajuste lineal cuyos coeficientes de correlación fueron, respectivamente, 0,99; 0,99 y 0,94, lo cual indica la muy buena correspondencia entre ambos conjuntos de datos.

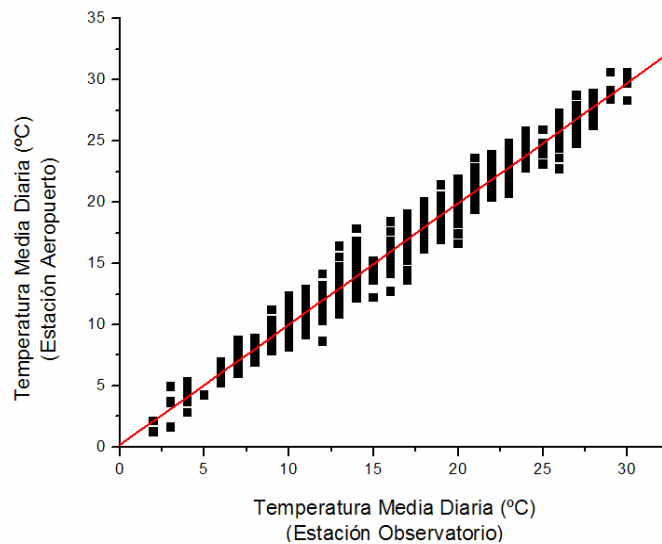


Figura I.A: Temperatura media diaria del aire medida en las Estaciones Meteorológicas del Aeropuerto y del Observatorio Astronómico. Período 2007-2010.

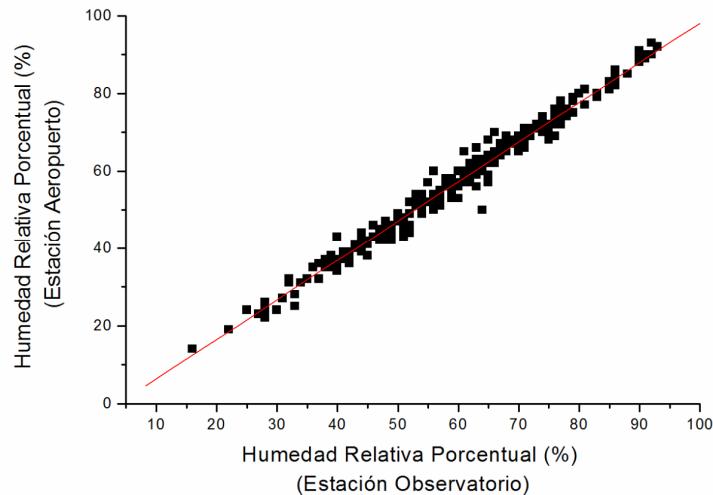


Figura II.A: Humedad relativa porcentual media medida en las Estaciones Meteorológicas del Aeropuerto y del Observatorio Astronómico. Período 2007-2010.

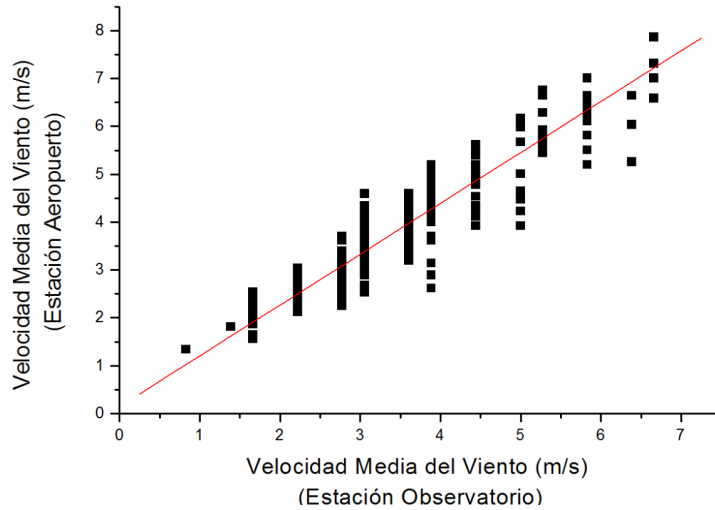


Figura III.A: Velocidad media del viento medida en las Estaciones Meteorológicas del Aeropuerto y del Observatorio Astronómico. Período 2007-2010.

Finalmente, y a los efectos de comprobar la homogeneidad de los datos meteorológicos, se realizó un Test de Levene. A diferencia de la temperatura media del aire y la humedad relativa porcentual, los datos de velocidad media del viento no resultaron ser homogéneos entre ambos sitios de muestreo. Como puede observarse en la Figura IV.A, la mayor población de datos se encuentra por encima de la bisectriz del gráfico. Esto demuestra que los valores de velocidad del viento en la Estación Aeropuerto, en general, se corresponden con valores más pequeños en la Estación Observatorio. Esta diferencia se ha justificado teniendo en cuenta el entorno de la Estación Observatorio y la protección que le confieren, a dicha estación, las edificaciones de la ciudad de Córdoba.

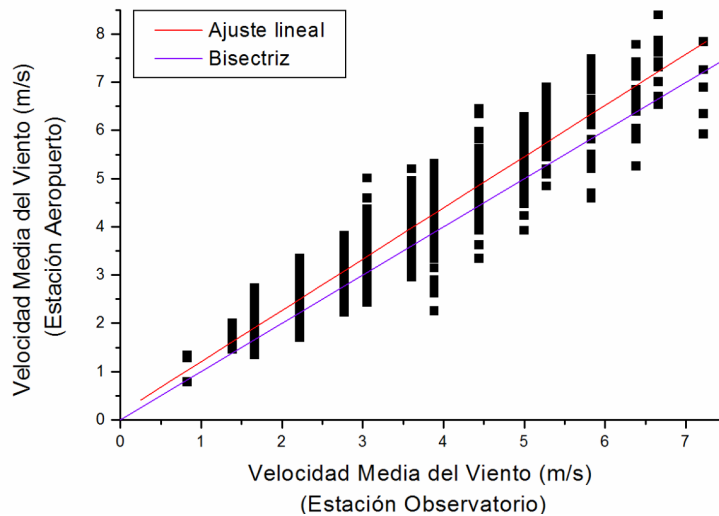


Figura IV.A: Velocidad media del viento medida en las Estaciones Meteorológicas del Aeropuerto y del Observatorio Astronómico. Período 2007-2010.

ANEXO II: RECURSOS ESTADÍSTICOS

II.1 Test de Levene

Se utiliza para determinar si las varianzas de dos o más muestras son iguales (esto es, si se cumple la condición conocida como homogeneidad de varianzas u homoscedasticidad). La hipótesis nula que se plantea es la igualdad de las varianzas de cada población o tratamiento en estudio (esto es, $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_k$ siendo k el total de poblaciones involucradas) y la hipótesis alternativa es que alguna de las igualdades planteadas en H_0 no se verifica. De la decisión adoptada dependerá la formulación que se emplee en el contraste de las medias de tales muestras.

Siguiendo Brown y Forsythe (1974), el procedimiento de cálculo es:

1.- Calcular las diferencias (en valor absoluto) entre cada valor observado x_{ij} ($i=1, \dots, k; j=1, \dots, n_i$) y la media de su grupo i : $D_{ij} = |x_{ij} - \bar{x}_i|$.

2.- Calcular la media de las diferencias de cada grupo: $\bar{D}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} D_{ij}}{n_i}$ ($i=1, \dots, k$).

3.- Calcular la media total de las diferencias: $\bar{D}_t = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} D_{ij}}{N}$, donde $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$.

4.- Calcular la suma de cuadrados dentro de cada grupo (SC_{Dentro}): $SC_{Dentro} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (D_{ij} - \bar{D}_i)^2$.

5.- Calcular la suma de cuadrados entre grupos (SC_{Entre}): $SC_{Entre} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{D}_i - \bar{D}_t)^2$.

6.- Calcular los grados de libertad: $G.L._{Entre} = k - 1$ y $G.L._{Dentro} = \sum_{i=1}^k (n_i - 1) = N - k$.

7.- Calcular la media cuadrática entre los grupos (MC_{Entre}): $MC_{Entre} = \frac{SC_{Entre}}{G.L._{Entre}}$.

8.- Calcular la media cuadrática dentro de grupos (MC_{Dentro}): $MC_{Dentro} = \frac{SC_{Dentro}}{G.L._{Dentro}}$.

9.- Calcular el estadístico F : $F = \frac{MC_{Entre}}{MC_{Dentro}}$.

10.- El valor calculado de F se compara con su correspondiente valor teórico, el cual depende de los grados de libertad utilizados y del nivel de confianza α con el que se decide trabajar. Por lo tanto, la Regla de Decisión para aceptar la hipótesis nula o la alternativa dependerá de la comparación entre ambos F : si

$$F = \frac{MC_{Entre}}{MC_{Dentro}} > F_{\alpha, [(k-1), (N-k)]} \text{ se rechaza la } H_0 .$$

II.2 Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

Es la alternativa no paramétrica del método Análisis de la Varianza (ANOVA) de un factor siendo que, a diferencia de este último, no requiere de las condiciones de homocedasticidad y normalidad. Se utiliza para contrastar la hipótesis de que k muestras cuantitativas han sido obtenidas de la misma población (Siegel, 1970).

Supongamos que x_{ij} ($i=1, \dots, k; j=1, \dots, n_i$) representa el j-ésimo valor observado de una muestra tomada en el i-ésimo grupo o tratamiento. La tabla de valores observados puede ser representada de la siguiente manera:

Tratamiento	Observaciones de la variable X				
1	X_{11}	X_{12}	X_{1n_1}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n_2}	
...		
k	X_{k1}	X_{k2}			X_{kn_k}

El número total de observaciones independientes en las k-muestras es: $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ (observe que, no necesariamente, se tiene el mismo número de observaciones en cada población muestreada).

Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = las k muestras provienen de la misma población.

H_1 = alguna muestra proviene de una población diferente a las demás.

El procedimiento para realizar la prueba es el siguiente:

1.- Se ordenan todas las observaciones de menor a mayor, asignando a cada una de ellas su rango (1 para la menor, 2 para la siguiente, ..., N para la mayor). Cuando dos o más observaciones son idénticas (ligas), cada una de ellas recibe la media de los rangos que le corresponden.

2.- Para cada una de las muestras, se calcula R_i ($i=1, \dots, k$), como la suma de los rangos de las observaciones que les corresponden. Si H_0 es falsa, cabe esperar que esas cantidades sean muy diferentes.

3.- Se calcula el estadístico H:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

4.- La Regla de Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula es:

- Si se comparan k-población (esto es, tenemos $k=3$ muestras) y el número de observaciones en cada una de ellas no es superior a 5, se rechaza H_0 si el valor calculado de H supera el valor teórico obtenido de la tabla de Kruskal-Wallis (Siegel (1970), TABLA O, Páginas 316-317).

- En cualquier otro caso, se compara el valor de H con el de la tabla de χ^2_{k-1} con (k-1) grados de libertad. Se rechaza H_0 si el valor del estadístico supera el valor teórico $\chi^2_{k-1, 1-\alpha}$.

II.3 Test de Rangos de Conover

Realizado el Test de Kruskal-Wallis, si la hipótesis nula se rechaza, se puede usar algún procedimiento para determinar qué pares de poblaciones (tratamientos) tienden a diferir.

Conover (1999) propone el siguiente procedimiento: las poblaciones i y j difieren si se satisface la siguiente desigualdad:

$$\left| \frac{R_i}{n_i} - \frac{R_j}{n_j} \right| > t_{(1-\frac{\alpha}{2})} \left(s^2 \frac{N-1-H}{N-k} \right)^{1/2} \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{n_j} \right)^{1/2}$$

donde R_i y R_j son las sumas de rangos de las dos muestras i y j , $t_{1-\alpha/2}$ es el percentil $1-\alpha/2$ de la distribución t-Student con $N-k$ grados de libertad, H es el estadístico de Kruskal-Wallis y s^2 viene dada por la expresión:

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \left(\sum_{\substack{\text{todos} \\ \text{los rangos}}} (R(x_{ij}))^2 - N \frac{(N+1)^2}{4} \right)$$

El procedimiento se repite para cada par de poblaciones.

Usualmente, se usa el mismo nivel de significancia que el utilizado en el test de Kruskal-Wallis.

ANEXO III: Datos de Evaporación y Evapotranspiración Potencial – Irradiancia Estimada

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 1/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2007	254	4,70	3,15	2,14	7,72	7,94	4,47
2007	255	2,61	1,46	1,61	6,81	4,22	3,69
2007	256	0,38	0,19	0,27	6,18	0,60	1,93
2007	257	6,81	4,86	2,64	9,43	11,70	2,18
2007	258	5,12	3,78	1,78	9,88	8,90	1,54
2007	259	3,62	2,43	1,60	8,90	6,13	1,54
2007	260	0,51	0,29	0,31	7,62	0,83	6,64
2007	261	4,98	3,05	2,66	8,36	8,23	0,45
2007	262	8,56	6,29	3,02	10,83	14,79	5,00
2007	263	5,63	3,56	2,82	9,18	9,36	5,57
2007	264	1,77	0,99	1,06	8,17	2,86	3,43
2007	265	2,73	1,34	1,93	7,96	4,29	3,07
2007	266	7,52	5,63	2,49	11,39	13,11	3,07
2007	267	6,23	3,98	3,04	10,72	10,45	3,07
2007	268	8,63	6,38	3,00	11,58	15,01	5,32
2007	269	7,89	5,3	3,51	10,28	13,35	5,52
2007	270	9,18	5,83	4,61	10,49	15,32	4,38
2007	271	12,92	9,24	5,08	11,52	22,23	5,86
2007	272	14,84	10,6	5,89	11,90	25,52	6,97
2007	273	16,64	6,39	5,90	12,38	28,87	6,97
2007	274	17,37	7,21	5,74	12,56	30,26	6,97
2007	275	8,65	5,48	4,42	9,38	14,40	6,08
2007	276	4,62	2,59	2,88	7,68	7,47	5,58
2007	277	2,84	1,39	2,08	6,74	4,46	3,66
2007	278	5,89	3,73	3,05	7,86	9,79	4,04
2007	279	9,48	6,77	3,70	10,40	16,30	4,52
2007	280	4,88	3	2,58	9,13	8,08	4,52
2007	281	1,96	1,1	1,18	8,23	3,17	5,52
2007	282	8,04	5,09	4,14	8,98	13,35	1,91
2007	283	8,30	5,71	3,58	9,66	14,13	5,68
2007	284	1,72	1,15	0,76	8,52	2,90	5,60
2007	285	2,98	2	1,32	8,76	5,03	1,70
2007	286	5,07	3,4	2,26	9,63	8,55	3,03
2007	287	3,58	2,2	1,90	8,69	5,92	3,03
2007	288	1,36	0,61	1,05	7,76	2,11	3,03
2007	289	9,16	5,82	4,66	9,96	15,27	4,03
2007	290	23,13	7,62	7,63	15,21	40,38	7,88
2007	291	8,86	5,43	4,89	8,94	14,64	7,78
2007	292	20,74	15,2	7,75	13,86	35,77	8,00
2007	293	8,71	5,83	4,03	9,20	14,66	7,87
2007	294	10,96	6,96	5,61	10,49	18,26	7,87
2007	295	10,21	7,02	4,45	10,09	17,37	7,87
2007	296	4,83	3,08	2,45	8,25	8,07	5,90
2007	297	17,33	6,21	5,71	12,74	30,26	7,85
2007	298	20,16	7,82	7,34	13,17	34,88	8,81
2007	299	10,87	6,87	5,74	9,45	18,04	8,24
2007	300	15,70	5,78	6,89	12,19	26,68	8,78
2007	301	17,31	6,24	7,03	12,53	29,56	8,78
2007	302	2,30	1,13	1,68	6,72	3,62	8,78
2007	303	5,58	3,41	3,09	7,68	9,20	4,31
2007	304	3,56	2,43	1,53	8,31	6,03	4,56
2007	305	8,57	4,8	5,30	9,67	13,85	3,28
2007	306	12,64	7,73	6,99	10,52	20,83	10,35
2007	307	12,46	8,33	5,75	11,02	20,97	7,34
2007	308	8,48	5,69	3,84	10,10	14,34	7,34
2007	309	12,27	9,01	4,49	10,92	21,20	7,34
2007	310	12,64	8,67	5,59	10,75	21,47	5,12
2007	311	23,30	7,12	8,83	14,51	40,21	8,07
2007	312	9,63	7,05	3,55	9,58	16,60	10,85
2007	313	5,48	3,88	2,16	8,66	9,34	2,51
2007	314	4,35	2,75	2,19	8,63	7,22	6,31
2007	315	7,42	4,72	3,70	10,44	12,38	6,31
2007	316	16,71	6,43	5,84	13,31	28,96	6,31
2007	317	7,27	4,97	3,14	9,64	12,31	7,51
2007	318	9,18	6,57	3,53	11,33	15,82	7,54

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 2/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2007	319	11,21	8,37	3,79	12,56	19,51	7,90
2007	320	20,77	7,11	6,29	14,97	36,40	9,74
2007	321	18,15	6,89	7,42	12,75	31,02	10,57
2007	322	21,70	8,53	7,17	14,51	37,89	10,57
2007	323	6,64	3,25	4,92	7,78	10,44	10,57
2007	324	11,39	6,98	6,42	9,33	18,83	7,70
2007	325	12,61	8,48	5,98	9,98	21,34	9,42
2007	326	31,22	7,43	9,87	18,05	54,75	8,82
2007	327	13,57	5,37	4,36	12,05	23,75	12,48
2007	328	6,39	3,91	3,42	9,46	10,55	8,42
2007	329	14,17	9,48	6,58	11,57	23,87	8,42
2007	330	20,80	13,94	9,89	13,37	35,09	8,42
2007	331	27,30	10,32	9,90	16,33	47,35	13,40
2007	332	15,30	9,38	8,56	11,27	25,28	8,54
2007	333	20,11	14,32	8,25	13,27	34,46	9,42
2007	334	22,24	15,83	9,14	14,17	38,10	8,91
2007	335	13,07	8,76	6,12	10,73	22,06	8,91
2007	336	10,51	6,45	5,82	9,56	17,40	8,91
2007	337	17,92	12,76	7,35	12,35	30,69	9,91
2007	338	8,62	5,9	3,80	9,12	14,61	12,64
2007	339	12,49	8,59	5,48	10,96	21,26	8,35
2007	340	20,14	14,79	7,52	13,75	34,79	11,03
2007	341	11,00	6,96	5,72	9,99	18,28	7,50
2007	342	13,43	9,19	5,91	11,33	22,75	10,42
2007	343	12,97	8,2	6,80	10,59	21,54	10,42
2007	344	18,40	7,01	6,02	13,51	32,09	10,42
2007	345	12,96	7,96	7,11	10,96	21,46	10,26
2007	346	27,63	10,05	9,17	17,13	48,25	10,45
2007	347	33,85	10,45	10,35	19,26	59,41	10,84
2007	348	11,17	7,95	4,48	10,25	19,13	10,07
2007	349	11,56	7,35	5,93	10,67	19,30	8,48
2007	350	8,77	5,38	4,78	9,49	14,51	8,48
2007	351	10,13	6,96	4,45	9,97	17,22	8,48
2007	352	14,52	8,9	8,19	10,62	24,00	6,94
2007	353	14,96	9,16	8,48	10,62	24,70	6,93
2007	354	23,94	8,04	9,96	14,56	40,99	12,07
2007	355	16,36	10	9,32	11,16	26,96	10,47
2007	356	15,17	10,18	7,18	11,06	25,63	9,98
2007	357	6,81	4,31	3,53	8,28	11,32	6,34
2007	358	5,78	3,24	3,64	7,77	9,35	6,34
2007	359	12,68	8,49	5,97	10,37	21,39	6,34
2007	360	4,81	2,69	3,03	7,39	7,77	6,94
2007	361	8,43	5,16	4,68	8,69	13,90	2,41
2007	362	7,40	4,68	3,85	8,50	12,29	7,97
2007	363	11,96	7,3	6,75	9,54	19,69	8,83
2007	364	16,58	11,09	7,90	11,60	27,93	8,83
2007	365	18,50	11,71	9,96	11,92	30,75	8,83
2008	1	21,65	7,83	10,01	13,15	36,72	8,83
2008	2	10,48	6,63	5,57	8,99	17,41	8,83
2008	3	15,42	10,34	7,41	10,80	26,02	8,83
2008	4	7,49	4,21	4,74	8,22	12,16	9,42
2008	5	10,52	6,68	5,60	8,86	17,54	10,60
2008	6	19,19	13,67	7,98	12,53	32,88	9,50
2008	7	14,52	9,2	7,82	10,31	24,15	9,87
2008	8	11,58	7,33	6,20	9,27	19,24	8,63
2008	9	17,58	12,88	6,67	12,07	30,30	10,32
2008	10	8,49	5,37	4,42	8,91	14,09	10,28
2008	11	13,37	8,98	6,17	11,23	22,62	5,85
2008	12	17,86	10,31	6,28	13,36	31,01	9,14
2008	13	14,62	10,03	6,52	11,18	24,81	9,14
2008	14	13,09	8,3	6,98	9,88	21,80	9,14
2008	15	12,96	7,92	7,45	9,44	21,36	10,80
2008	16	8,56	5,42	4,48	8,74	14,23	16,16
2008	17	10,83	7,24	5,07	9,74	18,23	6,61
2008	18	2,55	1,7	1,17	6,93	4,29	7,75
2008	19	6,61	4,05	3,65	8,11	10,91	3,76
2008	20	8,76	6,01	3,88	8,91	14,88	3,76
2008	21	15,34	8,21	5,67	11,81	26,51	3,96
2008	22	7,50	5,03	3,45	8,97	12,67	11,66
2008	23	5,03	2,24	4,02	7,28	7,77	4,82

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 3/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2008	24	7,11	4,36	3,96	7,91	11,76	5,66
2008	25	1,79	1	1,13	6,13	2,90	9,90
2008	26	1,70	0,95	1,06	6,30	2,75	9,95
2008	27	4,82	3,06	2,50	7,38	8,04	13,45
2008	28	4,77	2,92	2,63	7,33	7,87	11,16
2008	29	3,62	2,03	2,27	7,03	5,86	5,70
2008	30	2,81	1,78	1,44	6,97	4,68	6,28
2008	31	5,21	3,3	2,69	7,72	8,67	4,74
2008	32	4,11	2,01	3,03	6,93	6,45	6,12
2008	33	7,96	4,46	5,05	8,30	12,87	7,11
2008	34	7,63	5,13	3,55	8,36	12,91	7,04
2008	35	11,08	7,61	4,92	9,81	18,83	7,04
2008	36	10,73	6,81	5,65	9,35	17,88	9,88
2008	37	14,40	9,86	6,45	10,98	24,41	10,14
2008	38	2,78	1,55	1,73	6,85	4,49	11,71
2008	39	3,44	1,93	2,17	6,69	5,56	2,45
2008	40	5,20	2,9	3,28	7,36	8,39	3,50
2008	41	5,72	3,84	2,61	8,33	9,67	9,45
2008	42	4,92	2,77	3,05	7,88	7,99	9,45
2008	43	5,63	3,57	2,88	8,23	9,38	7,06
2008	44	13,49	9,9	4,97	11,07	23,30	8,04
2008	45	13,33	9,78	4,95	10,80	23,01	9,30
2008	46	5,23	3,32	2,72	7,41	8,71	8,80
2008	47	7,36	4,66	3,86	7,89	12,24	9,73
2008	48	8,16	5,17	4,33	7,87	13,57	3,24
2008	49	1,86	1,14	1,02	6,00	3,07	5,73
2008	50	4,64	2,27	3,44	6,62	7,30	1,75
2008	51	3,18	1,78	2,02	6,10	5,14	5,83
2008	52	0,98	0,43	0,77	5,98	1,51	3,46
2008	53	2,92	1,64	1,83	6,55	4,73	1,36
2008	54	3,87	1,9	2,84	6,65	6,10	5,60
2008	55	3,08	1,51	2,26	6,34	4,86	10,45
2008	56	3,10	1,52	2,27	6,53	4,89	10,45
2008	57	4,78	2,68	3,01	7,03	7,74	9,30
2008	58	3,98	2,23	2,51	6,70	6,43	0,00
2008	59	5,17	3,17	2,86	7,21	8,53	3,18
2008	60	5,76	3,22	3,66	7,15	9,29	3,92
2008	61	8,61	5,44	4,51	8,42	14,29	6,13
2008	62	5,48	3,06	3,47	7,06	8,85	6,13
2008	63	7,51	4,77	3,90	8,15	12,52	6,13
2008	64	6,20	3,48	3,85	8,10	10,04	7,22
2008	65	8,17	5,01	4,49	8,54	13,49	6,00
2008	66	5,56	3,41	3,03	7,67	9,18	6,80
2008	67	5,30	2,97	3,32	7,29	8,58	1,40
2008	68	5,19	3,18	2,88	6,92	8,57	5,28
2008	69	2,38	1,34	1,48	6,32	3,86	5,28
2008	70	1,81	1,11	0,97	6,75	3,00	4,64
2008	71	3,12	1,53	2,24	6,94	4,91	1,40
2008	72	3,95	1,94	2,86	7,02	6,23	3,50
2008	73	3,96	2,23	2,47	6,87	6,43	4,93
2008	74	4,97	3,05	2,69	7,50	8,23	4,89
2008	75	9,04	6,45	3,59	9,11	15,51	5,44
2008	76	12,25	9,01	4,48	10,32	21,20	5,44
2008	77	8,28	5,07	4,55	8,38	13,68	5,64
2008	78	5,20	2,55	3,82	6,80	8,19	10,08
2008	79	12,66	8,67	5,67	9,76	21,45	0,52
2008	80	4,10	2,01	3,04	6,01	6,46	5,70
2008	81	5,21	2,55	3,89	6,25	8,19	5,95
2008	82	4,83	3,25	2,19	7,55	8,18	5,95
2008	83	3,65	2,05	2,24	7,16	5,92	1,80
2008	84	5,53	3,8	2,43	7,23	9,40	1,80
2008	85	8,12	5,57	3,63	7,77	13,79	1,80
2008	86	4,00	1,95	2,96	6,02	6,27	3,78
2008	87	1,18	0,66	0,73	5,69	1,90	4,62
2008	88	0,44	0,27	0,24	5,80	0,74	0,60
2008	89	0,73	0,24	0,69	5,63	1,07	1,10
2008	90	0,61	0,27	0,48	5,59	0,95	0,00
2008	91	1,82	0,81	1,43	6,00	2,80	1,50
2008	92	3,36	1,88	2,07	6,62	5,44	1,70
2008	93	4,16	2,34	2,57	6,92	6,75	3,30

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 4/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2008	94	4,38	2,78	2,22	7,25	7,31	3,50
2008	95	4,21	2,06	3,05	6,62	6,62	3,70
2008	96	6,92	3,87	4,34	7,36	11,19	3,50
2008	97	8,12	5,14	4,23	7,76	13,49	4,50
2008	98	6,63	4,2	3,41	7,48	11,04	4,10
2008	99	9,40	6,45	4,08	8,87	15,97	4,70
2008	100	7,69	4,87	3,98	7,69	12,78	3,70
2008	101	6,63	4,05	3,64	7,37	10,91	3,00
2008	102	3,29	2,01	1,77	6,58	5,41	3,90
2008	103	2,01	1,12	1,21	6,90	3,24	3,20
2008	104	1,39	0,78	0,82	7,40	2,25	1,60
2008	105	3,84	2,16	2,27	8,59	6,24	1,70
2008	106	6,67	4,58	2,78	9,57	11,33	2,50
2008	107	6,75	3,78	4,14	7,96	10,92	3,20
2008	108	6,09	2,99	4,37	7,39	9,60	3,20
2008	109	12,25	8,41	5,33	9,83	20,82	3,10
2008	110	8,61	5,27	4,69	8,14	14,22	4,80
2008	111	10,77	7,68	4,26	9,22	18,48	3,20
2008	112	8,99	6,03	4,16	8,02	15,17	4,30
2008	113	7,66	4,69	4,20	7,52	12,65	3,90
2008	114	6,36	3,56	3,99	6,74	10,28	3,00
2008	115	6,07	2,97	4,50	6,20	9,53	2,60
2008	116	6,09	3,4	3,87	6,28	9,82	3,90
2008	117	6,28	4,29	2,75	6,96	10,62	3,00
2008	118	8,55	5,21	4,75	7,43	14,05	4,10
2008	119	7,74	5,75	2,63	8,73	13,39	4,30
2008	120	5,95	3,66	3,11	8,46	9,86	6,30
2008	121	2,60	1,28	1,79	7,78	4,11	3,60
2008	122	3,94	2,22	2,36	7,31	6,40	1,90
2008	123	3,67	2,07	2,19	7,40	5,97	2,60
2008	124	4,13	2,55	2,15	7,60	6,87	1,80
2008	125	6,51	4,38	2,89	8,16	11,03	2,20
2008	126	7,32	4,64	3,66	8,19	12,19	2,30
2008	127	7,94	4,85	4,28	7,81	13,09	5,00
2008	128	7,05	4,33	3,77	7,62	11,67	3,50
2008	129	4,92	3,02	2,58	7,54	8,15	3,20
2008	130	8,20	5,86	3,16	8,60	14,11	3,90
2008	131	3,85	2,45	1,92	6,66	6,44	3,40
2008	132	6,35	4,04	3,15	7,86	10,62	1,30
2008	133	6,54	4,02	3,46	7,67	10,84	3,50
2008	134	8,11	4,99	4,36	7,73	13,44	1,90
2008	135	8,60	5,27	4,65	7,73	14,21	2,30
2008	136	8,03	4,92	4,35	7,48	13,26	3,20
2008	137	8,82	5,91	4,02	7,89	14,88	2,40
2008	138	10,96	7,49	4,86	8,19	18,54	2,50
2008	139	4,56	2,02	3,64	5,56	7,01	2,20
2008	140	8,69	4,85	5,54	6,85	13,99	6,30
2008	141	8,21	4,58	5,24	6,65	13,23	2,90
2008	142	2,94	1,64	1,83	5,14	4,73	2,60
2008	143	3,60	1,76	2,64	5,04	5,65	0,80
2008	144	8,13	5,79	3,22	7,40	13,93	1,60
2008	145	6,55	4,17	3,24	7,64	10,96	5,30
2008	146	7,61	5,1	3,37	8,30	12,83	2,10
2008	147	3,50	1,71	2,45	6,65	5,49	2,60
2008	148	3,03	1,48	2,14	6,05	4,74	1,30
2008	149	3,05	2,33	0,92	7,82	5,35	0,00
2008	150	2,75	1,55	1,60	7,83	4,48	0,00
2008	151	4,16	1,7	2,11	8,41	6,91	1,60
2008	152	5,20	3,5	2,24	8,34	8,82	1,50
2008	153	5,12	3,45	2,21	8,28	8,69	1,90
2008	154	3,42	2,1	1,76	7,27	5,66	2,10
2008	155	4,82	3,24	2,11	7,64	8,15	1,90
2008	156	3,98	2,66	1,77	6,44	6,71	1,90
2008	157	3,14	1,76	1,89	6,20	5,07	1,90
2008	158	4,86	3,09	2,40	6,94	8,11	3,20
2008	159	6,23	4,27	2,67	6,83	10,58	2,00
2008	160	4,09	2,29	2,47	6,34	6,61	1,90
2008	161	6,02	4,3	2,26	8,11	10,36	3,80
2008	162	7,06	4,74	3,10	8,26	11,93	1,80
2008	163	6,55	3,66	3,96	7,27	10,58	2,40

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 5/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2008	164	7,26	4,61	3,59	7,86	12,11	3,50
2008	165	8,93	5,99	4,00	8,22	15,08	2,80
2008	166	11,07	7,88	4,25	9,38	18,95	1,80
2008	167	5,33	3,28	2,74	7,89	8,85	2,10
2008	168	5,21	2,56	3,62	7,24	8,20	4,60
2008	169	6,46	3,95	3,39	7,67	10,65	3,40
2008	170	4,06	2,48	2,11	7,13	6,69	1,50
2008	171	2,67	1,49	1,58	6,53	4,31	1,50
2008	172	2,23	1,5	0,96	7,14	3,77	1,80
2008	173	1,72	0,97	1,00	7,43	2,80	2,30
2008	174	1,96	1,21	0,99	7,54	3,25	0,30
2008	175	3,18	2,14	1,37	7,29	5,39	2,00
2008	176	2,83	1,81	1,37	7,12	4,74	0,70
2008	177	3,54	2,25	1,72	6,94	5,91	1,20
2008	178	3,56	2	2,12	6,68	5,77	1,60
2008	179	8,05	4,52	4,90	7,49	13,05	1,90
2008	180	8,77	5,57	4,39	8,09	14,64	1,50
2008	181	8,98	6,03	4,02	8,25	15,19	2,60
2008	182	7,24	4,05	4,41	7,35	11,70	3,20
2008	183	4,22	2,59	2,22	6,42	6,97	2,40
2008	184	3,42	2,1	1,80	6,11	5,67	1,60
2008	185	2,66	1,64	1,40	5,81	4,41	1,80
2008	186	5,50	4,03	1,97	6,58	9,49	1,90
2008	187	2,05	0,91	1,59	5,32	3,15	2,20
2008	188	4,19	2,66	2,12	5,79	6,97	1,20
2008	189	3,57	2,19	1,89	6,03	5,90	1,10
2008	190	7,06	4,74	3,16	7,54	11,93	1,50
2008	191	7,81	5,75	2,76	7,97	13,53	1,60
2008	192	2,96	1,82	1,58	5,48	4,91	1,80
2008	193	7,45	5,11	3,25	6,81	12,66	1,90
2008	194	20,11	15,58	6,11	12,33	35,19	1,90
2008	195	8,80	5,91	3,96	7,98	14,88	1,50
2008	196	8,67	4,86	5,34	7,56	14,03	0,90
2008	197	15,14	10,79	6,09	9,88	25,95	1,20
2008	198	18,76	13,92	6,69	11,40	32,42	1,60
2008	199	5,74	3,63	2,90	6,71	9,53	1,30
2008	200	6,35	3,56	3,83	7,43	10,30	2,00
2008	201	5,60	3,14	3,36	7,36	9,08	3,40
2008	202	2,20	0,72	2,03	6,37	3,22	2,40
2008	203	2,36	1,32	1,42	6,13	3,82	1,90
2008	204	3,08	2,12	1,28	7,19	5,24	2,10
2008	205	2,73	1,87	1,13	7,07	4,64	1,80
2008	206	5,43	3,34	2,82	7,90	9,00	1,60
2008	207	11,56	8,83	3,60	10,33	20,23	2,80
2008	208	5,77	3,54	3,02	7,86	9,54	2,40
2008	209	4,60	2,26	3,25	6,67	7,24	3,20
2008	210	4,48	2,52	2,69	7,13	7,27	3,00
2008	211	2,71	1,33	1,90	6,42	4,27	2,30
2008	212	2,29	1,28	1,36	6,77	3,71	2,50
2008	213	4,32	2,42	2,60	7,14	6,99	2,90
2008	214	3,14	1,76	1,89	6,70	5,07	2,70
2008	215	1,68	1,03	0,87	6,64	2,78	2,40
2008	216	5,52	3,71	2,44	7,82	9,33	5,10
2008	217	3,86	2,44	1,91	7,35	6,41	2,30
2008	218	6,79	4,67	2,83	8,89	11,56	1,90
2008	219	10,11	6,92	4,31	9,41	17,14	1,70
2008	220	7,26	4,88	3,21	8,66	12,29	2,30
2008	221	12,50	7,97	6,32	9,77	20,92	2,60
2008	222	7,88	4,84	4,17	8,65	13,04	4,00
2008	223	17,53	12,46	6,99	11,61	29,99	2,00
2008	224	9,90	6,77	4,25	9,05	16,76	2,00
2008	225	7,28	4,63	3,56	9,24	12,15	2,30
2008	226	9,05	6,21	3,76	10,34	15,37	2,80
2008	227	5,83	3,27	3,49	8,37	9,45	2,00
2008	228	14,83	10,53	5,81	11,28	25,33	3,50
2008	229	9,82	7,45	3,10	9,71	17,07	2,10
2008	230	6,06	3,72	3,17	8,62	10,02	2,20
2008	231	7,08	4,5	3,46	9,62	11,81	3,10
2008	232	5,86	3,73	2,86	9,17	9,78	2,40
2008	233	5,51	3,5	2,72	8,28	9,19	2,70

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 6/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2008	234	4,10	2,31	2,46	7,68	6,67	3,00
2008	235	5,70	3,63	2,80	8,68	9,53	4,60
2008	236	7,08	4,5	3,49	9,02	11,81	2,40
2008	237	10,07	6,91	4,24	10,37	17,09	2,10
2008	238	22,62	9,13	5,97	14,73	40,07	3,70
2008	239	24,46	8,16	8,78	14,44	42,32	1,40
2008	240	14,12	5,73	4,51	11,26	24,58	2,60
2008	241	9,38	6,3	4,17	9,93	15,85	2,10
2008	242	10,82	7,45	4,57	10,61	18,43	2,40
2008	243	20,41	15	7,40	13,59	35,30	3,10
2008	244	23,90	17,75	8,40	14,94	41,35	3,90
2008	245	20,43	13,93	9,10	12,86	34,49	3,20
2008	246	12,81	9,09	5,04	10,71	21,87	2,90
2008	247	7,86	5,4	3,30	9,77	13,36	4,80
2008	248	6,80	4,88	2,57	9,95	11,73	5,10
2008	249	3,33	2,05	1,70	9,35	5,52	14,00
2008	250	3,84	2,16	2,27	8,92	6,24	3,10
2008	251	7,52	4,78	3,70	9,94	12,56	3,70
2008	252	14,39	10,99	4,53	12,39	25,18	2,20
2008	253	12,67	9,04	4,92	11,30	21,75	3,20
2008	254	9,55	6,05	4,84	9,39	15,89	1,80
2008	255	9,94	7,11	3,86	9,98	17,11	3,10
2008	256	7,54	5,21	3,15	9,93	12,89	4,50
2008	257	8,88	6,11	3,73	10,51	15,13	4,40
2008	258	11,06	7,62	4,67	11,19	18,86	3,80
2008	259	11,29	7,61	5,04	11,03	19,16	3,80
2008	260	15,19	11,37	5,19	12,45	26,50	4,30
2008	261	16,18	12,61	4,79	12,78	28,49	4,70
2008	262	10,24	6,88	4,63	9,96	17,32	5,40
2008	263	3,19	2,15	1,41	8,29	5,41	9,90
2008	264	4,48	3,02	1,97	8,86	7,61	18,70
2008	265	5,25	2,95	3,14	9,08	8,53	2,60
2008	266	10,16	7	4,34	10,29	17,31	4,60
2008	267	10,94	8,16	3,76	10,54	19,02	3,50
2008	268	10,62	7,14	4,86	9,83	17,97	3,20
2008	269	10,04	6,75	4,57	9,82	17,00	4,50
2008	270	13,31	9,49	5,24	11,30	22,83	3,60
2008	271	17,63	13,1	6,24	12,47	30,53	4,30
2008	272	2,86	1,81	1,45	6,88	4,75	16,70
2008	273	5,22	3,84	1,87	8,19	9,04	3,00
2008	274	3,36	1,88	2,06	7,29	5,44	1,50
2008	275	6,99	4,68	3,18	8,66	11,78	2,60
2008	276	9,85	6,24	5,00	10,01	16,40	1,70
2008	277	13,31	9,91	4,61	11,53	23,08	3,80
2008	278	5,96	3,66	3,15	9,20	9,88	1,70
2008	279	9,40	6,32	4,20	10,72	15,90	1,90
2008	280	12,32	6,92	7,78	9,69	20,00	1,30
2008	281	7,96	5,09	4,01	9,37	13,36	4,70
2008	282	10,83	7,77	4,22	10,74	18,69	5,60
2008	283	15,20	11,19	5,46	12,66	26,33	6,20
2008	284	16,17	11,07	7,14	12,02	27,39	5,50
2008	285	21,25	15,56	8,02	13,48	36,62	6,40
2008	286	1,86	1,24	0,84	6,95	3,13	10,80
2008	287	4,55	2,78	2,47	7,56	7,50	1,40
2008	288	1,42	0,9	0,71	7,55	2,37	3,90
2008	289	2,30	1,55	1,02	7,94	3,89	3,50
2008	290	3,22	1,59	2,30	7,46	5,09	1,70
2008	291	4,64	2,28	3,35	7,54	7,33	2,90
2008	292	12,44	9,17	4,50	11,15	21,57	5,30
2008	293	18,45	14,07	6,01	13,41	32,24	4,50
2008	294	19,92	14,17	8,11	13,26	34,09	5,30
2008	295	13,89	9,87	5,61	10,90	23,76	6,00
2008	296	14,24	10,17	5,61	11,90	24,48	7,60
2008	297	14,90	9,46	7,68	11,71	24,83	7,50
2008	298	13,63	9,36	6,05	10,77	23,16	5,00
2008	299	2,77	1,55	1,71	7,20	4,47	6,30
2008	300	5,89	3,61	3,19	8,50	9,73	9,20
2008	301	10,52	7,22	4,60	10,09	17,88	2,60
2008	302	19,22	15,27	5,35	13,58	33,91	4,50
2008	303	14,86	10,95	5,40	12,10	25,77	4,90

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 7/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2008	304	10,11	6,8	4,57	10,62	17,12	8,40
2008	305	18,00	13,43	6,32	13,28	31,29	6,30
2009	1	0,37	0,21	0,23	6,77	0,60	7,50
2009	2	1,66	0,93	1,02	7,27	2,69	7,90
2009	3	3,77	1,85	2,72	7,56	5,94	5,40
2009	4	12,99	9,27	5,19	11,20	22,31	6,60
2009	5	23,12	8,24	8,34	14,68	40,10	4,00
2009	6	11,17	7,08	5,83	9,82	18,58	5,20
2009	7	6,08	3,4	3,81	8,06	9,83	6,32
2009	8	9,03	5,73	4,66	9,36	15,06	6,78
2009	9	13,60	9,36	6,02	10,98	23,16	5,80
2009	10	13,86	9,32	6,48	11,03	23,46	7,70
2009	11	14,53	9,75	6,79	11,30	24,54	8,20
2009	12	5,09	3,12	2,78	7,94	8,42	8,50
2009	13	6,19	3,79	3,42	7,96	10,22	1,30
2009	14	8,66	5,48	4,56	8,60	14,39	2,50
2009	15	10,15	7,24	4,11	9,38	17,43	2,70
2009	16	13,05	8,74	6,20	10,12	22,01	4,40
2009	17	16,35	10,93	7,87	11,15	27,53	11,30
2009	18	10,97	8,39	3,51	11,11	19,22	5,90
2009	19	8,93	5,49	4,84	9,70	14,80	6,10
2009	20	12,41	8,35	5,75	10,61	21,02	7,70
2009	21	15,38	10,58	6,82	11,69	26,18	5,80
2009	22	14,32	9,62	6,70	11,19	24,22	7,60
2009	23	17,25	11,58	8,19	11,85	29,14	5,50
2009	24	22,42	8,95	9,39	13,69	38,38	6,70
2009	25	9,99	7,12	3,99	9,86	17,13	8,80
2009	26	6,35	3,56	3,98	8,11	10,28	9,70
2009	27	4,27	2,62	2,33	7,56	7,08	6,80
2009	28	5,90	3,62	3,23	7,99	9,75	8,60
2009	29	6,07	3,4	3,83	7,78	9,83	8,00
2009	30	7,83	4,38	5,01	8,08	12,66	9,20
2009	31	9,36	6,28	4,39	8,89	15,80	10,40
2009	32	3,82	1,87	2,75	7,70	6,00	8,40
2009	33	8,38	5,3	4,39	8,59	13,92	8,30
2009	34	6,00	4,02	2,80	7,87	10,12	6,60
2009	35	8,71	5,85	4,09	8,61	14,72	6,10
2009	36	9,68	6,63	4,30	9,21	16,40	4,60
2009	37	10,57	6,48	5,83	9,61	17,48	2,40
2009	38	5,38	2,64	3,92	7,78	8,47	1,30
2009	39	6,89	3,38	5,12	7,55	10,85	2,80
2009	40	12,22	7,75	6,43	9,92	20,34	3,50
2009	41	6,57	4,15	3,44	7,80	10,91	3,30
2009	42	11,30	7,17	5,89	9,72	18,83	2,80
2009	43	12,05	8,27	5,32	10,34	20,47	2,30
2009	44	8,49	5,19	4,74	8,33	14,00	1,60
2009	45	15,55	9,86	8,31	10,73	25,89	3,20
2009	46	12,04	7,62	6,34	9,79	20,00	3,00
2009	47	15,19	9,61	8,13	10,55	25,22	5,20
2009	48	11,78	7,47	6,28	9,18	19,62	6,10
2009	49	15,04	10,3	6,83	10,65	25,49	6,80
2009	50	15,69	10,5	7,56	10,70	26,43	6,10
2009	51	6,99	4,68	3,28	7,75	11,77	8,20
2009	52	2,59	1,64	1,32	6,89	4,30	10,60
2009	53	4,84	3,25	2,21	8,05	8,18	4,80
2009	54	5,52	3,1	3,44	7,76	8,95	10,90
2009	55	5,97	3,35	3,72	7,92	9,69	3,40
2009	56	8,66	5,51	4,47	8,89	14,46	8,40
2009	57	11,37	7,63	5,28	9,87	19,22	5,50
2009	58	6,46	3,17	4,75	7,57	10,17	4,50
2009	59	13,65	9,35	6,08	10,64	23,15	4,50
2009	60	14,34	8,76	8,17	9,98	23,60	9,10
2009	61	12,45	8,86	5,11	9,69	21,32	5,50
2009	62	2,30	1,46	1,20	5,86	3,82	13,00
2009	63	7,85	5,26	3,65	8,34	13,25	4,80
2009	64	7,03	3,94	4,45	7,64	11,38	5,50
2009	65	8,70	5,83	4,06	8,49	14,68	4,10
2009	66	6,46	3,62	4,11	7,22	10,46	5,90
2009	67	3,47	1,55	2,77	6,50	5,38	7,00
2009	68	5,18	2,55	3,78	7,16	8,18	2,90

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 8/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2009	69	4,99	2,45	3,65	7,07	7,87	4,70
2009	70	5,48	2,68	4,03	7,04	8,62	2,00
2009	71	7,70	3,77	5,71	7,67	12,11	4,60
2009	72	12,13	6,79	7,83	9,01	19,61	3,40
2009	73	18,02	11,42	9,68	11,28	29,97	5,20
2009	74	8,99	6,05	4,11	9,04	15,23	9,80
2009	75	13,03	9,27	5,22	10,59	22,31	5,00
2009	76	11,81	7,25	6,50	9,64	19,55	6,40
2009	77	13,52	9,3	5,96	10,52	23,02	4,90
2009	78	11,68	8,03	5,17	9,56	19,87	4,90
2009	79	10,16	6,23	5,63	8,74	16,79	4,20
2009	80	14,66	10,06	6,55	10,59	24,90	8,00
2009	81	15,28	10,88	6,22	10,91	26,18	8,00
2009	82	2,77	1,7	1,51	6,26	4,57	11,70
2009	83	5,23	2,94	3,31	6,63	8,48	5,20
2009	84	7,02	4,45	3,64	7,59	11,69	8,40
2009	85	6,95	4,25	3,84	7,50	11,47	5,10
2009	86	5,78	2,83	4,28	6,69	9,08	4,90
2009	87	11,43	6,98	6,46	8,62	18,83	5,60
2009	88	13,09	7,99	7,44	9,12	21,53	6,90
2009	89	9,23	5,16	5,95	7,60	14,90	5,10
2009	90	7,53	5,06	3,44	8,29	12,75	7,30
2009	91	3,47	1,7	2,48	6,84	5,47	5,80
2009	92	8,06	5,11	4,17	8,02	13,41	0,50
2009	93	10,49	6,63	5,53	8,48	17,41	5,60
2009	94	9,00	6,61	3,27	8,73	15,56	5,10
2009	95	12,63	9,29	4,60	10,27	21,85	2,80
2009	96	8,39	5,14	4,63	7,86	13,87	6,40
2009	97	6,36	3,12	4,70	6,70	10,02	5,10
2009	98	7,56	4,65	4,14	7,66	12,52	5,70
2009	99	5,43	3,05	3,42	6,55	8,82	5,40
2009	100	8,47	4,76	5,40	7,40	13,73	5,50
2009	101	12,79	7,84	7,21	8,93	21,13	4,90
2009	102	17,21	11,54	8,21	10,76	29,05	5,10
2009	103	10,20	5,01	7,66	7,58	16,07	7,00
2009	104	8,64	5,83	3,98	8,08	14,66	8,00
2009	105	15,31	11,44	5,40	10,90	26,66	4,40
2009	106	14,92	10,26	6,63	10,36	25,40	5,40
2009	107	20,95	14,93	8,59	12,54	35,93	10,20
2009	108	11,78	7,91	5,46	9,11	19,92	6,60
2009	109	5,91	3,64	3,16	7,47	9,81	8,60
2009	110	6,16	4,15	2,74	8,23	10,44	5,10
2009	111	10,22	7,53	3,66	9,41	17,72	4,60
2009	112	7,93	4,86	4,30	8,00	13,09	2,40
2009	113	6,91	4,38	3,52	7,60	11,51	2,90
2009	114	4,63	2,28	3,29	6,88	7,31	8,70
2009	115	6,06	3,4	3,78	6,76	9,83	0,80
2009	116	6,46	3,63	4,02	6,90	10,49	2,60
2009	117	12,50	8,4	5,81	9,22	21,15	5,50
2009	118	10,71	6,57	5,94	8,17	17,70	5,10
2009	119	8,72	4,89	5,51	7,40	14,13	3,80
2009	120	10,52	6,46	5,80	8,21	17,42	3,30
2009	121	9,50	6,04	4,86	8,29	15,85	4,20
2009	122	10,37	6,6	5,35	8,30	17,31	3,60
2009	123	13,91	9,53	6,13	9,86	23,59	4,10
2009	124	6,73	4,62	2,88	7,69	11,43	5,50
2009	125	9,35	5,73	5,01	8,61	15,46	0,60
2009	126	8,74	5,36	4,64	8,73	14,45	3,00
2009	127	10,69	6,78	5,45	8,79	17,79	3,70
2009	128	8,89	5,64	4,56	7,88	14,81	3,10
2009	129	11,80	8,4	4,72	8,93	20,21	5,40
2009	130	8,42	5,14	4,66	7,15	13,87	5,20
2009	131	3,56	2,38	1,62	5,83	5,99	2,50
2009	132	0,34	0,21	0,17	5,84	0,56	8,10
2009	133	0,71	0,4	0,42	6,18	1,14	3,80
2009	134	2,76	1,76	1,34	7,24	4,62	0,70
2009	135	4,40	2,7	2,29	7,62	7,27	1,50
2009	136	8,21	5,49	3,70	8,17	13,81	1,00
2009	137	6,80	4,66	2,92	7,41	11,53	1,80
2009	138	5,20	3,2	2,74	7,21	8,62	2,60

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 9/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2009	139	6,79	4,66	2,88	7,74	11,55	3,10
2009	140	6,49	4,62	2,56	6,93	11,12	4,10
2009	141	4,96	2,43	3,63	5,72	7,79	2,60
2009	142	11,09	7,02	5,84	7,82	18,44	5,30
2009	143	7,99	4,89	4,41	6,76	13,18	2,90
2009	144	7,72	4,9	4,00	6,81	12,85	0,90
2009	145	4,73	2,89	2,56	5,99	7,79	1,10
2009	146	2,73	1,53	1,64	6,02	4,43	2,00
2009	147	1,03	0,46	0,77	5,94	1,59	6,10
2009	148	2,37	1,17	1,65	6,22	3,75	5,60
2009	149	0,78	0,35	0,58	6,27	1,21	0,00
2009	150	0,52	0,17	0,48	6,14	0,77	1,90
2009	151	2,69	1,32	1,88	6,28	4,24	0,00
2009	152	3,54	1,99	2,10	6,85	5,75	0,00
2009	153	3,81	2,34	1,97	7,21	6,32	0,00
2009	154	4,80	2,69	2,89	6,89	7,77	3,00
2009	155	5,59	3,13	3,40	6,80	9,03	1,60
2009	156	6,57	4,04	3,46	7,44	10,89	2,80
2009	157	5,19	3,19	2,71	7,27	8,61	2,20
2009	158	6,04	4,15	2,52	7,69	10,28	3,70
2009	159	3,62	2,03	2,15	6,78	5,87	4,90
2009	160	5,70	3,5	2,99	7,23	9,43	2,80
2009	161	6,55	4,17	3,25	7,41	10,94	2,30
2009	162	4,32	2,43	2,57	6,82	7,03	1,90
2009	163	5,34	3,4	2,61	7,50	8,93	2,50
2009	164	9,08	6,68	3,20	8,60	15,70	2,30
2009	165	10,82	7,69	4,23	8,75	18,50	5,40
2009	166	5,57	3,54	2,75	7,16	9,28	1,90
2009	167	8,52	5,86	3,55	8,86	14,51	2,20
2009	168	7,95	5,32	3,55	7,98	13,40	1,80
2009	169	6,72	4,25	3,37	7,23	11,16	1,30
2009	170	8,33	5,07	4,56	7,04	13,68	3,10
2009	171	7,52	5,36	2,90	7,69	12,89	2,40
2009	172	5,20	3,57	2,16	7,45	8,84	4,00
2009	173	1,78	0,87	1,22	6,63	2,81	8,00
2009	174	3,75	2,11	2,22	6,96	6,09	8,00
2009	175	5,80	3,9	2,50	8,37	9,83	2,70
2009	176	4,54	2,55	2,70	7,06	7,37	2,60
2009	177	5,25	2,95	3,13	7,13	8,53	2,60
2009	178	9,00	6,63	3,14	8,94	15,60	1,90
2009	179	6,68	4,75	2,55	7,90	11,42	4,80
2009	180	6,44	3,94	3,40	7,28	10,63	2,30
2009	181	5,61	3,14	3,37	7,08	9,06	2,30
2009	182	7,33	4,92	3,25	7,94	12,38	2,70
2009	183	8,59	5,9	3,60	8,70	14,61	3,10
2009	184	7,65	4,86	3,82	7,66	12,75	4,80
2009	185	11,06	7,57	4,76	8,82	18,74	6,20
2009	186	6,04	3,38	3,72	6,42	9,75	3,90
2009	187	8,21	4,02	6,03	6,58	12,90	2,40
2009	188	7,38	4,95	3,29	7,64	12,46	3,20
2009	189	4,68	2,88	2,40	7,97	7,76	6,30
2009	190	7,66	4,86	3,76	8,51	12,76	3,10
2009	191	6,07	4,07	2,65	8,15	10,25	1,30
2009	192	5,37	3,42	2,61	8,08	8,97	5,40
2009	193	9,79	5,98	5,20	8,75	16,11	2,30
2009	194	8,26	5,91	3,10	9,20	14,23	5,70
2009	195	6,00	4,04	2,58	8,95	10,17	0,10
2009	196	2,15	1,06	1,47	7,02	3,40	4,90
2009	197	4,62	2,59	2,74	7,55	7,49	1,50
2009	198	5,94	3,78	2,91	7,96	9,93	0,90
2009	199	3,38	2,16	1,65	7,17	5,66	0,20
2009	200	4,01	2,46	2,11	6,57	6,64	4,00
2009	201	0,86	0,54	0,42	5,95	1,43	0,20
2009	202	0,31	0,15	0,22	5,97	0,48	0,10
2009	203	2,88	2,06	1,06	8,76	4,95	1,00
2009	204	2,29	1,28	1,32	8,46	3,71	0,00
2009	205	4,79	3,05	2,28	9,24	8,00	0,00
2009	206	5,45	3,05	3,22	8,33	8,82	0,00
2009	207	5,80	3,56	3,00	8,31	9,61	0,00
2009	208	5,95	3,65	3,09	8,40	9,85	0,00

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 10/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2009	209	4,37	2,45	2,56	8,26	7,09	0,30
2009	210	6,15	3,91	3,00	8,57	10,27	4,50
2009	211	6,58	4,53	2,73	8,85	11,22	0,00
2009	212	8,54	6,29	2,96	9,54	14,80	0,00
2009	213	4,91	2,76	2,92	7,82	7,96	0,10
2009	214	5,56	3,54	2,70	8,70	9,28	3,00
2009	215	14,86	11,33	4,68	11,54	25,96	4,00
2009	216	13,41	9,17	5,82	9,96	22,70	3,00
2009	217	8,25	5,65	3,51	8,58	13,99	0,00
2009	218	5,90	3,76	2,90	8,22	9,86	2,00
2009	219	5,30	2,97	3,18	7,69	8,59	2,60
2009	220	4,89	2,76	2,90	8,03	7,96	5,40
2009	221	6,69	4,12	3,49	8,60	11,10	2,10
2009	222	9,47	6,03	4,72	9,13	15,83	2,50
2009	223	14,60	9,79	6,63	10,76	24,66	7,00
2009	224	26,11	10,21	7,94	15,46	45,73	8,10
2009	225	11,91	8,49	4,60	10,40	20,44	5,90
2009	226	19,40	13,79	7,72	12,63	33,17	6,30
2009	227	13,79	9,77	5,48	10,27	23,51	3,70
2009	228	12,57	9,85	3,52	11,39	22,12	6,40
2009	229	8,59	5,9	3,58	10,00	14,61	2,70
2009	230	7,48	4,74	3,70	8,98	12,45	5,00
2009	231	6,02	3,69	3,15	8,64	9,95	5,00
2009	232	3,32	2,04	1,71	8,40	5,50	5,96
2009	233	10,22	7,81	3,18	10,49	17,89	0,00
2009	234	9,43	6,32	4,23	9,51	15,90	4,00
2009	235	10,64	7,14	4,81	9,63	17,97	5,30
2009	236	11,18	7,98	4,38	9,79	19,20	5,00
2009	237	13,78	9,25	6,38	10,08	23,30	4,90
2009	238	16,69	11,2	7,82	10,99	28,18	5,10
2009	239	20,17	13,85	9,10	12,10	34,29	4,60
2009	240	24,83	17,69	10,25	14,06	42,56	5,00
2009	241	38,07	12,42	12,00	20,15	66,57	3,30
2009	242	13,43	8,49	6,99	9,75	22,28	2,80
2009	243	18,55	12,13	5,97	12,90	32,39	4,52
2009	244	5,22	3,31	2,60	8,03	8,69	7,98
2009	245	3,81	2,42	1,90	7,48	6,34	7,00
2009	246	2,27	1,44	1,13	7,13	3,79	3,00
2009	247	3,53	2,38	1,57	7,70	5,99	1,50
2009	248	14,20	10,82	4,56	11,32	24,78	2,10
2009	249	13,39	8,16	7,45	9,82	22,01	4,70
2009	250	14,14	11,46	3,43	12,36	25,10	10,00
2009	251	8,36	6,67	2,15	11,78	14,80	3,70
2009	252	5,69	3,63	2,76	10,12	9,52	5,80
2009	253	8,35	5,64	3,66	10,42	14,20	0,00
2009	254	7,04	4,5	3,45	9,85	11,81	7,00
2009	255	10,78	7,71	4,13	11,05	18,56	4,20
2009	256	14,63	11,18	4,68	11,72	25,61	5,00
2009	257	16,84	11,08	5,04	12,74	29,55	4,90
2009	258	13,07	8,77	6,02	10,43	22,07	5,10
2009	259	5,93	4,08	2,54	8,13	10,11	5,10
2009	260	0,70	0,47	0,31	7,17	1,18	7,00
2009	261	4,13	2,31	2,49	8,25	6,68	2,30
2009	262	7,35	4,52	3,89	9,37	12,17	3,10
2009	263	19,32	15,04	5,79	13,78	33,99	1,60
2009	264	18,43	13,51	6,77	12,82	31,79	3,00
2009	265	8,55	6,72	2,38	11,07	15,09	3,00
2009	266	4,81	2,96	2,49	9,89	7,98	2,10
2009	267	10,78	8,23	3,35	11,76	18,87	4,90
2009	268	16,70	13,07	4,80	13,16	29,35	5,00
2009	269	14,99	10,99	5,45	11,84	25,85	4,90
2009	270	4,39	3,53	1,09	10,70	7,80	4,70
2009	271	4,85	3,27	2,09	10,81	8,24	4,10
2009	272	5,86	3,75	2,85	10,53	9,84	5,60
2009	273	5,11	3,25	2,48	10,24	8,55	5,80
2009	274	7,43	4,56	3,91	10,25	12,30	7,90
2009	275	23,07	17,95	6,89	15,86	40,56	2,50
2009	276	25,55	20,03	7,49	16,38	44,98	5,00
2009	277	30,92	24,7	8,37	18,45	54,58	10,00
2009	278	15,88	10,86	7,02	11,62	26,88	5,50

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 11/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2009	279	12,95	9,56	4,57	12,38	22,48	4,50
2009	280	7,92	4,88	4,17	10,31	13,16	5,10
2009	281	13,80	10,19	4,93	12,04	23,97	4,90
2009	282	18,26	13,61	6,36	13,53	31,70	5,10
2009	283	32,75	25,5	9,94	18,67	57,27	10,10
2009	284	14,88	11,06	5,13	12,53	25,76	4,90
2009	285	11,69	7,16	6,33	10,62	19,30	4,90
2009	286	30,72	10,01	9,12	18,37	53,91	15,10
2009	287	10,23	7,95	2,99	11,42	17,96	4,90
2009	288	6,14	3,77	3,28	8,92	10,17	5,10
2009	289	11,92	8,52	4,64	11,52	20,49	4,90
2009	290	11,28	7,16	5,72	10,82	18,79	4,00
2009	291	13,92	10,36	4,83	12,00	24,15	3,10
2009	292	10,61	6,5	5,77	10,07	17,52	4,90
2009	293	11,71	8,02	5,07	10,93	19,86	8,40
2009	294	8,88	6,1	3,84	9,77	15,09	1,60
2009	295	10,92	7,77	4,31	10,69	18,70	3,10
2009	296	40,65	13,12	12,96	21,88	70,93	9,90
2009	297	21,06	9,81	5,65	15,65	37,33	10,00
2009	298	16,35	11,65	6,47	12,80	28,03	6,40
2009	299	12,63	8,03	6,48	10,82	21,08	7,60
2009	300	35,15	28,53	8,94	20,72	62,48	6,00
2009	301	20,51	13,75	9,75	13,06	34,61	9,90
2009	302	32,40	23,05	13,69	17,66	55,47	4,70
2009	303	28,93	20,56	12,12	16,33	49,46	5,30
2009	304	23,22	15,87	10,67	13,94	39,27	10,00
2009	305	13,32	8,41	7,15	9,83	22,08	15,00
2009	306	12,61	8,42	5,97	10,27	21,21	5,00
2009	307	18,55	14,13	5,97	14,14	32,39	10,00
2009	308	13,35	8,16	7,36	11,01	21,98	10,00
2009	309	13,37	8,18	7,40	10,82	22,04	5,00
2009	310	15,56	10,39	7,35	11,49	26,16	5,00
2009	311	22,85	18,32	5,96	16,71	40,50	5,00
2009	312	21,07	16,04	6,83	15,02	36,76	10,00
2009	313	19,41	14,23	7,12	13,96	33,49	10,00
2009	314	15,40	10,34	7,08	12,28	26,02	10,00
2009	315	21,95	16,11	8,09	14,86	37,91	15,00
2009	316	17,21	12,23	7,01	12,35	29,43	10,00
2009	317	21,98	16,09	8,40	13,78	37,86	5,00
2009	318	8,57	6,1	3,44	9,11	14,69	20,00
2009	319	3,78	2,32	2,07	7,43	6,25	10,00
2009	320	16,56	12,31	5,94	12,21	28,69	2,00
2009	321	15,60	11,42	5,88	11,39	26,86	8,00
2009	322	4,43	3,02	1,94	7,75	7,49	16,00
2009	323	17,93	13,33	6,37	12,99	31,07	5,00
2009	324	13,48	9,03	6,27	11,07	22,74	5,00
2009	325	9,64	6,43	4,52	9,27	16,20	10,00
2009	326	2,44	1,36	1,55	6,24	3,93	8,00
2009	327	1,46	0,82	0,93	5,87	2,35	9,00
2009	328	14,90	11,05	5,46	10,81	25,74	3,00
2009	329	4,39	2,78	2,28	7,28	7,29	0,00
2009	330	7,37	4,68	3,80	8,71	12,28	8,00
2009	331	9,41	5,75	5,31	8,53	15,50	0,00
2009	332	3,28	2	1,81	6,83	5,40	6,00
2009	333	15,34	11,37	5,56	11,34	26,49	15,00
2009	334	13,63	9,14	6,31	11,37	23,01	5,00
2009	335	19,04	14,13	6,83	13,29	32,92	10,00
2009	336	9,31	6,37	4,13	9,20	15,78	1,00
2009	337	6,11	3,43	3,77	8,81	9,90	10,00
2009	338	7,41	4,54	4,00	9,40	12,25	3,00
2009	339	13,92	10,34	4,91	11,71	24,10	5,00
2009	340	4,70	2,64	2,92	8,02	7,61	5,00
2009	341	4,29	2,11	3,12	7,57	6,77	6,00
2009	342	6,92	4,24	3,77	8,74	11,43	5,00
2009	343	6,66	3,74	4,20	8,14	10,79	5,00
2009	344	9,05	6,07	4,21	9,28	15,28	0,00
2009	345	7,39	5,27	2,95	8,88	12,69	18,00
2009	346	8,24	5,06	4,54	8,86	13,65	5,00
2009	347	16,77	12,48	5,97	12,54	29,07	5,00
2009	348	9,81	6,58	4,55	9,60	16,57	10,00

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 12/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2009	349	3,82	2,34	2,09	7,50	6,32	5,00
2009	350	1,68	0,82	1,22	6,82	2,65	0,00
2009	351	9,65	6,62	4,31	9,17	16,39	3,00
2009	352	10,11	6,93	4,59	8,83	17,14	5,00
2009	353	13,08	8,75	6,27	10,02	22,04	5,00
2009	354	7,51	5,04	3,48	8,64	12,69	12,00
2009	355	7,81	4,38	4,99	8,19	12,65	5,00
2009	356	6,62	4,44	3,14	7,52	11,18	5,00
2009	357	5,58	3,82	2,50	7,46	9,45	5,00
2009	358	4,70	3,35	1,89	7,51	8,06	12,00
2009	359	3,44	1,68	2,56	6,42	5,40	3,00
2009	360	10,21	6,83	4,89	8,82	17,19	5,00
2009	361	5,06	2,83	3,23	7,09	8,16	6,00
2009	362	9,45	6,7	3,88	8,74	16,13	3,00
2009	363	7,75	5,17	3,65	8,31	13,02	5,00
2009	364	5,37	3,69	2,32	8,63	9,12	10,00
2009	365	9,05	6,07	4,20	9,25	15,28	6,00
2010	1	7,13	5,09	2,85	8,72	12,24	6,50
2010	2	6,05	3,39	3,85	7,46	9,79	2,00
2010	3	2,43	1,36	1,54	6,24	3,93	6,00
2010	4	4,91	3	2,77	6,71	8,09	4,00
2010	5	9,35	6,38	4,28	8,30	15,80	3,00
2010	6	11,15	8,31	3,89	10,71	19,36	15,00
2010	7	5,87	3,29	3,66	8,20	9,51	7,00
2010	8	5,50	3,48	2,86	7,71	9,14	2,00
2010	9	5,31	3,24	2,96	7,22	8,74	3,00
2010	10	7,39	4,68	3,90	7,91	12,28	5,00
2010	11	10,76	7,35	4,90	9,04	18,20	5,00
2010	12	18,84	10,99	5,13	14,43	33,29	10,00
2010	13	11,31	7,18	5,84	10,28	18,86	5,00
2010	14	12,63	7,08	8,06	10,02	20,46	5,00
2010	15	13,70	8,7	7,19	10,65	22,83	5,00
2010	16	15,84	10,6	7,46	11,62	26,69	5,00
2010	17	13,67	9,15	6,50	10,38	23,05	5,00
2010	18	8,67	5,93	3,88	8,68	14,69	5,00
2010	19	7,87	4,98	4,13	8,26	13,07	11,00
2010	20	11,91	7,3	6,65	9,85	19,67	5,00
2010	21	13,08	8,3	6,98	9,86	21,80	10,00
2010	22	12,12	8,14	5,75	9,73	20,48	10,00
2010	23	9,76	6,2	5,12	9,02	16,27	10,00
2010	24	11,92	7,3	6,71	9,49	19,69	10,00
2010	25	9,68	5,94	5,40	8,94	16,01	5,00
2010	26	13,86	9,3	6,62	10,27	23,42	5,00
2010	27	15,42	10,34	7,41	10,75	26,02	10,00
2010	28	15,85	10,84	7,25	10,96	26,84	10,00
2010	29	18,47	10,62	8,52	11,88	31,23	5,00
2010	30	5,82	3,69	3,06	7,39	9,68	10,00
2010	31	6,85	4,59	3,22	7,86	11,56	7,00
2010	32	2,57	1,43	1,64	6,02	4,14	5,00
2010	33	2,79	1,7	1,57	6,13	4,58	3,00
2010	34	11,23	7,65	5,17	8,99	18,93	0,00
2010	35	5,17	3,46	2,42	7,32	8,71	3,00
2010	36	1,11	0,68	0,61	5,81	1,83	7,00
2010	37	3,92	2,39	2,19	6,55	6,44	5,00
2010	38	3,19	1,56	2,41	5,66	5,00	3,00
2010	39	6,79	4,16	3,82	7,35	11,21	2,00
2010	40	11,06	8,1	4,13	9,68	19,05	5,00
2010	41	7,94	5,31	3,72	8,42	13,38	10,00
2010	42	6,52	3,99	3,62	7,75	10,76	8,00
2010	43	9,59	6,58	4,33	8,60	16,29	2,00
2010	44	12,12	8,9	4,59	9,61	20,94	10,00
2010	45	2,63	1,29	1,92	6,48	4,13	3,00
2010	46	2,63	1,29	1,93	6,47	4,13	5,00
2010	47	4,12	2,52	2,27	6,93	6,80	12,00
2010	48	7,39	5,51	2,61	8,45	12,83	0,00
2010	49	6,73	5,22	2,06	8,00	11,80	5,00
2010	50	7,62	5,59	2,89	7,63	13,15	10,00
2010	51	2,28	1,4	1,26	5,96	3,76	15,00
2010	52	2,43	1,49	1,35	6,01	4,01	4,00
2010	53	5,44	3,44	2,88	6,87	9,03	0,00

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 13/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2010	54	6,35	4,26	2,95	7,83	10,72	0,00
2010	55	2,33	1,04	1,84	6,44	3,61	7,00
2010	56	3,45	2,12	1,85	7,63	5,72	0,00
2010	57	5,42	3,33	2,93	7,95	8,96	4,00
2010	58	5,17	2,9	3,22	7,57	8,39	1,00
2010	59	4,29	2,64	2,35	7,06	7,11	2,00
2010	60	6,93	4,76	3,04	8,18	11,78	5,00
2010	61	3,72	2,28	2,04	6,81	6,14	5,00
2010	62	6,14	4,12	2,85	7,65	10,36	3,00
2010	63	6,18	3,79	3,41	7,58	10,22	5,00
2010	64	6,83	4,59	3,19	7,73	11,56	5,00
2010	65	4,94	3,14	2,59	6,72	8,24	5,00
2010	66	6,62	4,44	3,13	7,11	11,18	5,00
2010	67	9,17	6,53	3,72	8,56	15,71	7,00
2010	68	4,14	2,54	2,29	6,50	6,84	8,00
2010	69	3,59	1,76	2,65	6,17	5,65	5,00
2010	70	3,19	1,95	1,77	6,09	5,26	5,00
2010	71	0,78	0,44	0,48	6,08	1,26	13,00
2010	72	3,91	2,18	2,45	6,86	6,30	6,00
2010	73	6,33	3,87	3,47	7,66	10,44	10,00
2010	74	7,95	5,05	4,09	8,53	13,25	0,00
2010	75	5,61	3,44	3,07	7,34	9,28	5,00
2010	76	6,88	5,05	2,58	7,17	11,88	7,00
2010	77	1,82	0,89	1,35	5,38	2,86	4,00
2010	78	3,29	2,26	1,45	6,22	5,59	1,00
2010	79	4,04	2,26	2,56	6,23	6,53	10,00
2010	80	9,18	6,27	4,11	8,29	15,52	5,00
2010	81	6,67	3,72	4,15	7,95	10,76	5,00
2010	82	10,40	6,97	4,81	9,26	17,56	0,00
2010	83	9,98	6,71	4,59	9,26	16,88	10,00
2010	84	6,97	4,43	3,57	7,94	11,63	16,00
2010	85	5,88	3,74	3,03	7,29	9,81	5,00
2010	86	4,75	2,67	3,00	6,39	7,71	5,00
2010	87	6,99	4,44	3,66	7,19	11,66	5,00
2010	88	7,74	4,91	4,07	7,47	12,89	5,00
2010	89	7,47	4,19	4,77	7,22	12,09	5,00
2010	90	9,18	6,15	4,31	8,09	15,48	0,00
2010	91	10,45	6,63	5,45	8,67	17,41	10,00
2010	92	2,33	1,31	1,43	6,43	3,78	8,00
2010	93	3,54	1,99	2,17	6,88	5,76	3,00
2010	94	3,03	1,49	2,13	7,28	4,79	5,00
2010	95	4,74	3,03	2,35	8,05	7,94	5,00
2010	96	8,59	6,34	3,06	9,32	14,93	5,00
2010	97	7,81	5,38	3,35	8,67	13,32	10,00
2010	98	5,31	3,38	2,68	7,53	8,88	0,00
2010	99	8,49	6,08	3,33	8,74	14,62	5,00
2010	100	8,84	6,08	3,84	8,62	15,06	5,00
2010	101	7,80	5,24	3,59	7,95	13,19	5,00
2010	102	8,46	5,37	4,39	7,80	14,09	5,00
2010	103	4,47	3,08	1,89	7,75	7,61	5,00
2010	104	3,56	2	2,15	7,25	5,79	5,00
2010	105	4,49	2,52	2,71	7,80	7,28	0,00
2010	106	8,18	5,48	3,70	8,74	13,79	5,00
2010	107	6,63	4,19	3,40	7,44	11,00	5,00
2010	108	12,37	6,92	7,99	8,47	19,98	5,00
2010	109	5,74	3,21	3,63	6,30	9,27	0,00
2010	110	2,67	1,63	1,43	6,13	4,41	0,00
2010	111	2,60	1,27	1,85	6,19	4,08	19,00
2010	112	1,78	1,09	0,94	6,56	2,95	2,00
2010	113	3,62	2,23	1,90	7,50	6,01	3,00
2010	114	2,61	1,6	1,37	7,06	4,31	5,00
2010	115	3,10	1,38	2,39	6,45	4,79	0,00
2010	116	3,37	1,66	2,37	6,98	5,31	5,00
2010	117	5,31	3,37	2,64	7,85	8,85	0,00
2010	118	5,29	2,97	3,23	7,10	8,59	5,00
2010	119	6,25	3,52	3,83	7,27	10,17	2,00
2010	120	7,96	5,06	4,03	8,03	13,28	3,00
2010	121	10,72	6,8	5,51	8,61	17,86	2,00
2010	122	3,05	1,49	2,19	5,89	4,80	3,00
2010	123	5,76	3,66	2,94	6,72	9,60	20,00

Tabla III.1: Evaporación Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada, y medida con tanque de evaporación clase A (Tabla 14/14).

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)							
Año	Día Juliano	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Tanque
2010	124	7,87	5	4,01	7,72	13,12	10,00
2010	125	12,64	9,38	4,44	9,59	21,86	5,00
2010	126	6,51	4,37	2,93	7,53	11,01	0,00
2010	127	3,54	1,74	2,47	6,95	5,60	0,00
2010	128	4,97	2,8	2,97	7,54	8,09	5,00
2010	129	4,99	3,08	2,61	7,58	8,31	5,00
2010	130	4,37	2,46	2,62	7,25	7,12	0,00
2010	131	5,50	3,71	2,42	8,02	9,33	5,00
2010	132	9,97	7,34	3,52	9,34	17,28	2,00
2010	133	13,46	10,02	4,64	10,27	23,34	3,00
2010	134	6,54	4,47	2,79	7,74	11,07	5,00
2010	135	6,63	4,95	2,22	8,26	11,54	7,00
2010	136	1,75	0,99	1,03	7,00	2,85	5,00
2010	137	0,88	0,39	0,66	6,61	1,36	9,00
2010	138	3,77	2,11	2,24	7,24	6,11	1,00
2010	139	4,68	2,62	2,80	7,34	7,57	1,00
2010	140	2,04	1,25	1,07	6,10	3,37	2,00
2010	141	2,04	1,25	1,08	5,88	3,38	0,00
2010	142	4,86	3,57	1,72	6,92	8,40	1,00
2010	143	1,70	0,83	1,20	5,65	2,68	0,00
2010	144	2,70	1,32	1,88	6,41	4,24	0,00
2010	145	5,24	3,32	2,60	7,10	8,72	0,00
2010	146	2,87	1,83	1,42	6,32	4,79	3,00
2010	147	2,19	0,98	1,68	5,55	3,41	7,00
2010	148	2,38	1,46	1,26	5,69	3,94	0,00
2010	149	1,77	1,08	0,93	5,81	2,92	1,00
2010	150	6,37	3,92	3,34	7,65	10,57	3,00
2010	151	2,61	1,47	1,53	6,97	4,25	2,00
2010	152	3,75	2,59	1,55	7,27	6,40	2,00
2010	153	4,97	3,71	1,66	7,37	8,63	3,00
2010	154	2,60	1,46	1,55	6,24	4,22	5,00
2010	155	3,84	2,16	2,30	6,50	6,24	0,00
2010	156	6,65	3,74	4,03	7,21	10,80	2,00
2010	157	5,43	2,66	3,85	6,63	8,55	3,00
2010	158	5,60	3,57	2,79	6,87	9,36	0,00
2010	159	1,29	0,73	0,76	6,09	2,10	5,00
2010	160	0,40	0,2	0,27	5,72	0,63	1,00

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 1/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2007	254	4,68	5,19	8,48	10,39	7,74	4,64	2,30	3,21	4,76	4,26	3,82	3,47
2007	255	4,93	4,87	8,51	10,42	7,77	4,15	1,38	1,86	5,59	4,24	3,83	3,09
2007	256	4,89	4,01	8,81	10,03	7,69	3,45	0,51	0,39	6,17	4,22	3,74	1,67
2007	257	3,16	5,36	9,42	9,18	7,51	4,64	3,10	4,40	4,76	4,42	3,53	1,62
2007	258	1,89	4,20	10,69	7,37	7,06	3,57	2,30	3,16	4,98	4,32	2,98	1,12
2007	259	2,53	4,08	10,40	7,87	7,21	3,33	1,71	2,33	5,59	4,35	3,14	1,20
2007	260	2,84	2,19	10,44	7,89	7,23	2,44	0,53	0,47	6,56	4,30	3,16	5,65
2007	261	3,27	5,86	9,23	9,74	7,71	4,88	2,30	3,34	5,60	4,51	3,69	0,35
2007	262	2,34	6,24	10,17	8,40	7,39	4,42	3,72	5,31	4,81	4,77	3,32	3,57
2007	263	2,17	6,66	9,86	8,87	7,52	3,96	2,50	3,64	5,71	4,74	3,45	4,38
2007	264	2,84	3,49	10,52	7,96	7,29	2,89	0,98	1,23	6,62	4,43	3,18	2,83
2007	265	2,48	4,74	9,92	8,92	7,56	3,96	1,32	1,87	6,79	4,50	3,47	2,56
2007	266	1,58	4,62	11,24	7,03	7,07	4,44	3,19	4,49	5,07	4,54	2,99	2,15
2007	267	1,19	5,86	11,27	7,05	7,09	4,87	2,58	3,81	6,34	4,74	3,11	2,27
2007	268	2,10	5,70	10,96	7,56	7,24	4,87	3,66	5,23	5,10	4,75	3,30	3,75
2007	269	2,45	5,86	10,02	9,01	7,64	5,56	3,43	5,04	5,46	4,70	3,54	4,08
2007	270	2,85	7,82	9,72	9,48	7,76	6,03	3,92	5,94	5,67	5,02	3,86	3,31
2007	271	3,70	8,15	8,87	10,87	8,10	6,57	5,82	8,59	4,58	5,26	4,19	4,18
2007	272	4,27	7,88	8,33	11,76	8,30	7,38	6,80	10,10	4,37	5,20	4,37	4,88
2007	273	5,64	9,63	7,82	12,63	8,48	6,95	7,86	11,51	3,86	5,99	4,39	4,88
2007	274	5,44	8,28	7,58	13,07	8,57	6,99	8,33	12,10	3,59	5,59	4,48	4,95
2007	275	3,96	7,19	8,66	11,41	8,27	6,11	3,92	5,90	5,21	4,92	4,13	4,65
2007	276	5,19	7,20	8,68	11,42	8,28	4,88	2,21	3,24	5,75	4,86	4,14	4,59
2007	277	5,02	6,83	8,42	11,89	8,39	4,63	1,49	2,08	6,03	4,76	4,25	3,08
2007	278	5,38	7,92	8,16	12,33	8,49	5,39	2,87	4,15	4,98	5,05	4,35	3,23
2007	279	3,43	6,00	9,31	10,60	8,14	5,83	4,32	6,26	4,78	4,82	3,95	3,30
2007	280	2,67	5,99	10,25	9,21	7,82	4,42	2,21	3,20	6,13	4,86	3,59	3,52
2007	281	3,70	2,37	10,59	8,75	7,71	3,30	1,07	1,36	6,71	4,64	3,45	4,59
2007	282	5,30	8,30	8,49	11,99	8,46	5,88	3,72	5,56	5,15	5,19	4,28	1,51
2007	283	4,40	5,56	9,08	11,13	8,30	5,85	3,84	5,59	4,96	4,76	4,09	4,25
2007	284	2,84	2,82	10,98	8,30	7,62	2,67	1,01	1,19	5,90	4,62	3,32	4,46
2007	285	2,37	4,78	10,67	8,81	7,76	3,30	1,51	1,97	5,78	4,79	3,48	1,34
2007	286	2,19	6,33	10,68	8,82	7,77	3,53	2,30	3,24	5,78	5,05	3,48	2,34
2007	287	2,90	5,25	10,36	9,32	7,90	3,74	1,73	2,39	6,19	4,86	3,63	2,42
2007	288	3,63	4,29	10,38	9,33	7,92	3,28	0,85	1,02	7,38	4,84	3,63	2,57
2007	289	3,82	7,93	9,16	11,22	8,37	6,33	4,09	6,18	5,46	5,20	4,12	3,09
2007	290	7,12	9,38	7,79	13,43	8,81	8,57	10,99	16,11	3,69	6,12	5,02	5,16
2007	291	5,85	7,69	8,06	13,02	8,75	6,95	4,13	6,29	5,12	5,08	4,52	6,00
2007	292	6,66	9,36	7,56	13,88	8,90	8,37	9,86	14,64	3,89	6,00	4,93	5,53
2007	293	5,87	6,50	8,35	12,62	8,69	6,15	4,12	6,06	4,80	4,96	4,45	5,93
2007	294	4,01	8,21	8,92	11,74	8,52	7,34	4,88	7,46	5,36	5,28	4,55	5,87
2007	295	5,72	6,68	8,65	12,21	8,62	6,63	4,75	7,01	4,80	5,02	4,36	5,98
2007	296	3,57	5,65	9,23	11,31	8,44	4,88	2,36	3,34	5,51	4,88	4,16	4,68
2007	297	7,79	8,58	7,85	13,53	8,88	6,99	8,35	12,11	3,72	5,83	4,64	5,36
2007	298	7,99	10,42	6,88	15,18	9,14	8,85	9,95	14,67	3,53	6,44	4,95	6,25
2007	299	7,20	9,71	7,61	13,98	8,97	7,03	5,13	7,81	4,76	5,65	4,73	6,37
2007	300	6,91	6,90	8,41	12,70	8,74	9,46	7,17	10,83	4,70	5,07	5,55	6,05
2007	301	7,51	9,20	7,88	13,58	8,91	7,78	8,11	12,11	4,23	5,85	4,79	6,34
2007	302	6,27	3,68	8,70	12,28	8,67	4,63	1,30	1,72	6,23	4,76	4,39	7,46
2007	303	5,79	6,73	8,15	13,17	8,85	5,66	2,76	4,00	5,18	5,00	4,58	3,47
2007	304	3,48	5,69	9,90	10,45	8,28	3,70	1,82	2,41	5,33	4,99	3,95	3,53
2007	305	4,77	7,80	9,30	11,39	8,50	7,54	3,72	5,83	6,12	5,18	4,48	2,52
2007	306	6,32	7,46	8,17	13,19	8,86	8,76	5,70	8,90	5,19	5,13	5,41	7,38
2007	307	5,48	7,69	8,73	12,32	8,70	7,38	5,64	8,50	4,98	5,30	4,75	5,37
2007	308	4,35	6,79	9,62	10,95	8,41	5,83	3,84	5,64	5,37	5,16	4,08	5,47
2007	309	5,97	8,21	8,46	12,78	8,80	6,41	5,82	8,43	4,25	5,55	4,50	5,27
2007	310	5,37	9,57	8,19	13,23	8,89	6,95	5,93	8,84	4,61	5,81	4,60	3,83
2007	311	8,41	10,52	6,94	15,32	9,22	9,99	11,39	16,97	3,65	6,42	5,19	5,55
2007	312	7,00	6,38	8,20	13,24	8,89	6,18	4,71	6,71	4,15	5,01	4,60	7,98
2007	313	4,27	5,72	9,34	11,44	8,54	4,64	2,69	3,70	4,83	4,97	4,20	1,89
2007	314	2,83	5,39	9,96	10,51	8,33	4,41	2,10	2,93	5,86	4,99	3,97	4,99
2007	315	3,18	5,37	10,61	9,54	8,09	5,78	3,21	4,77	6,14	5,04	4,01	4,70
2007	316	5,84	9,08	9,05	11,92	8,64	6,85	7,62	11,14	4,37	5,96	4,66	4,25
2007	317	4,32	6,81	9,65	10,99	8,44	5,11	3,36	4,83	5,23	5,19	4,10	5,70
2007	318	3,12	5,38	10,62	9,54	8,10	5,56	4,04	5,83	5,33	5,03	4,01	5,24
2007	319	2,81	6,94	10,96	9,05	7,98	5,10	4,83	6,94	5,05	5,42	3,78	5,42
2007	320	5,44	9,59	8,77	12,39	8,75	7,38	9,62	13,92	3,88	6,32	4,73	6,28
2007	321	7,20	10,10	7,69	14,13	9,07	7,83	8,59	12,85	4,17	6,23	4,88	7,55

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 2/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2007	322	8,74	7,14	7,70	14,14	9,07	8,90	10,46	15,30	3,68	5,28	5,21	6,98
2007	323	6,05	9,29	7,96	13,71	9,00	6,73	3,06	4,86	5,84	5,28	4,70	8,62
2007	324	7,71	9,36	7,20	14,97	9,20	8,22	5,43	8,41	4,72	5,49	4,94	5,96
2007	325	7,18	9,36	7,20	14,97	9,20	7,95	6,15	9,25	4,31	5,68	4,94	7,15
2007	326	8,48	10,82	6,74	15,79	9,32	10,09	15,57	22,84	3,17	7,16	5,09	5,85
2007	327	6,02	6,27	9,08	11,96	8,67	6,85	6,33	9,09	4,17	5,07	4,72	8,28
2007	328	3,52	7,42	10,01	10,56	8,37	5,34	2,87	4,25	6,07	5,27	3,99	6,52
2007	329	5,67	9,64	8,52	12,88	8,87	7,42	6,45	9,78	4,90	5,84	4,76	6,14
2007	330	8,05	10,35	7,23	15,03	9,24	11,28	9,81	15,14	4,32	5,98	5,95	5,92
2007	331	9,76	9,27	6,99	15,44	9,29	11,68	13,35	19,87	3,59	5,94	6,09	8,53
2007	332	6,78	9,57	7,73	14,21	9,11	9,17	6,99	11,02	4,99	5,65	5,38	6,27
2007	333	8,11	9,41	7,24	15,05	9,25	9,61	9,70	14,57	3,98	5,88	5,51	6,53
2007	334	8,65	10,06	7,24	15,06	9,25	10,17	10,68	16,09	3,98	6,14	5,66	6,13
2007	335	7,17	9,64	8,01	13,80	9,06	7,25	6,14	9,26	4,68	5,84	4,73	6,75
2007	336	6,78	8,10	8,01	13,81	9,06	7,78	4,90	7,54	5,13	5,30	4,87	6,76
2007	337	7,91	9,75	7,25	15,08	9,26	9,06	8,69	12,99	3,99	5,98	5,22	6,99
2007	338	7,00	5,59	8,28	13,38	8,99	6,44	4,17	6,06	4,67	4,91	4,65	9,64
2007	339	5,72	6,66	8,56	12,94	8,91	7,42	5,80	8,66	4,79	5,15	4,83	6,00
2007	340	6,96	9,90	7,76	14,25	9,14	8,37	9,61	14,24	3,99	6,26	5,06	7,78
2007	341	5,06	8,54	8,29	13,39	8,99	7,47	5,08	7,74	5,10	5,45	4,65	5,76
2007	342	5,53	8,32	8,57	12,94	8,91	7,68	6,18	9,25	4,79	5,51	5,01	7,55
2007	343	6,67	9,66	8,02	13,83	9,07	7,78	5,98	9,21	4,98	5,73	4,79	7,88
2007	344	4,69	6,85	8,29	13,40	9,00	8,50	8,73	12,69	3,90	5,20	5,17	6,83
2007	345	5,38	8,90	8,57	12,95	8,92	8,95	5,80	9,05	5,40	5,50	5,38	7,34
2007	346	7,49	10,47	7,77	14,26	9,15	9,71	13,20	19,45	3,71	6,74	5,69	6,58
2007	347	9,30	11,21	6,79	15,90	9,38	10,66	16,88	24,69	3,13	7,41	5,79	6,83
2007	348	5,32	7,22	8,29	13,39	9,00	7,21	5,35	7,80	4,42	5,22	4,70	7,16
2007	349	5,30	8,09	8,85	12,49	8,82	7,88	5,21	7,98	5,36	5,39	4,95	6,23
2007	350	5,76	8,09	8,85	12,49	8,82	6,63	4,01	6,09	5,53	5,36	4,46	6,52
2007	351	7,65	7,02	8,56	12,94	8,91	6,66	4,78	7,04	4,79	5,21	4,56	6,30
2007	352	7,38	10,08	7,25	15,08	9,27	9,33	6,81	10,69	4,75	5,71	5,22	5,23
2007	353	7,84	9,99	7,01	15,48	9,32	9,99	7,06	11,11	4,63	5,65	5,40	5,29
2007	354	9,53	10,55	6,78	15,88	9,37	10,66	11,68	17,66	3,79	6,36	5,52	8,29
2007	355	8,77	10,62	7,01	15,47	9,31	9,70	7,67	12,12	4,63	5,89	5,45	7,76
2007	356	8,45	8,34	7,24	15,06	9,25	9,33	7,29	11,09	4,33	5,38	5,12	7,25
2007	357	7,11	6,44	8,27	13,35	8,97	6,18	3,31	4,84	5,09	5,04	4,64	5,03
2007	358	5,00	7,54	8,26	13,34	8,96	5,92	2,79	4,17	5,60	5,17	4,64	5,16
2007	359	6,31	8,62	7,73	14,20	9,11	7,57	6,03	9,08	4,55	5,53	4,80	4,77
2007	360	5,85	5,57	8,26	13,33	8,96	5,92	2,39	3,49	5,60	4,91	4,63	5,72
2007	361	5,83	8,72	7,98	13,76	9,03	6,73	4,00	6,05	5,11	5,40	4,72	1,89
2007	362	4,85	8,18	8,24	13,31	8,94	5,92	3,56	5,25	5,07	5,36	4,62	6,33
2007	363	7,04	9,03	7,21	14,99	9,21	8,78	5,66	8,79	4,73	5,40	4,95	6,82
2007	364	7,71	10,02	7,21	14,99	9,21	9,06	7,90	12,07	4,31	5,89	5,04	6,54
2007	365	8,78	10,48	6,73	15,78	9,31	10,66	8,79	13,79	4,35	5,88	5,54	6,46
2008	1	8,99	10,25	6,29	16,55	9,40	10,90	10,67	16,34	3,78	6,07	5,47	6,33
2008	2	7,58	9,35	7,20	14,97	9,20	7,67	5,07	7,71	4,57	5,55	4,94	6,93
2008	3	7,87	9,08	6,73	15,77	9,31	9,22	7,54	11,48	4,09	5,58	5,08	6,67
2008	4	7,73	6,14	7,95	13,71	8,99	6,99	3,53	5,45	5,44	4,93	4,70	7,36
2008	5	7,92	8,86	6,96	15,36	9,25	8,01	5,16	7,84	4,45	5,41	5,01	8,27
2008	6	7,95	9,44	6,73	15,76	9,30	9,22	9,46	14,19	3,76	5,93	5,08	6,81
2008	7	8,17	10,13	6,72	15,75	9,29	8,93	7,00	10,86	4,34	5,80	5,08	7,64
2008	8	8,98	10,22	6,95	15,35	9,24	8,01	5,62	8,59	4,45	5,79	5,00	6,80
2008	9	9,19	9,22	6,95	15,35	9,24	8,29	8,69	12,82	3,66	5,95	5,00	7,36
2008	10	6,58	7,14	8,21	13,25	8,90	6,69	4,01	6,00	5,05	5,11	4,60	8,02
2008	11	5,23	6,96	8,48	12,81	8,82	8,44	6,13	9,27	4,88	5,12	5,14	4,17
2008	12	5,92	8,51	8,47	12,80	8,81	7,68	8,33	12,22	4,15	5,73	5,05	6,12
2008	13	7,26	8,22	7,67	14,09	9,04	8,37	6,94	10,44	4,39	5,39	5,15	6,57
2008	14	8,77	9,88	6,94	15,32	9,22	8,85	6,30	9,71	4,44	5,64	4,99	6,95
2008	15	8,58	9,63	6,48	16,10	9,32	9,01	6,28	9,81	4,35	5,55	5,13	8,47
2008	16	6,11	8,01	7,92	13,65	8,96	6,73	4,09	6,12	4,91	5,24	4,68	12,60
2008	17	7,01	8,65	7,92	13,64	8,95	6,99	5,15	7,67	4,62	5,47	4,68	4,98
2008	18	6,04	6,03	8,73	12,32	8,70	4,38	1,49	1,85	4,98	4,95	4,40	6,14
2008	19	6,79	7,46	8,17	13,19	8,86	5,92	3,19	4,72	5,19	5,13	4,58	2,99
2008	20	6,39	7,29	7,90	13,62	8,93	6,46	4,29	6,24	4,48	5,15	4,67	2,88
2008	21	7,56	7,29	7,90	13,61	8,93	7,78	7,34	10,76	4,03	5,22	4,85	2,75
2008	22	4,92	6,38	8,71	12,29	8,68	5,63	3,58	5,19	4,97	5,01	4,39	9,06
2008	23	5,64	7,09	8,15	13,16	8,84	6,44	2,35	3,69	6,15	4,94	4,57	4,02
2008	24	7,55	6,67	7,62	14,00	8,98	6,76	3,48	5,19	4,92	4,92	4,74	4,51

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 3/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2008	25	6,69	4,48	8,13	13,14	8,82	4,88	1,16	1,39	5,52	4,70	4,56	8,38
2008	26	6,22	4,36	8,40	12,70	8,74	4,63	1,11	1,31	5,65	4,72	4,47	8,36
2008	27	5,74	5,91	8,12	13,11	8,81	5,40	2,47	3,48	5,00	4,85	4,56	10,87
2008	28	5,85	6,70	8,11	13,10	8,80	5,40	2,42	3,44	5,15	4,96	4,55	9,00
2008	29	5,53	6,87	8,37	12,65	8,71	5,14	1,88	2,64	5,64	4,96	4,46	4,73
2008	30	6,55	4,23	8,65	12,21	8,62	4,63	1,58	2,04	5,24	4,66	4,36	5,08
2008	31	5,53	6,86	8,36	12,63	8,69	5,39	2,60	3,70	5,10	4,99	4,45	3,77
2008	32	5,85	7,71	8,08	13,05	8,77	5,66	2,03	3,02	5,88	4,97	4,54	5,10
2008	33	5,55	8,53	7,81	13,47	8,83	6,99	3,70	5,75	5,34	5,15	4,62	5,70
2008	34	7,28	6,03	7,80	13,45	8,82	6,20	3,76	5,47	4,56	4,81	4,61	5,46
2008	35	6,17	8,51	7,79	13,43	8,81	6,46	5,30	7,86	4,42	5,46	4,61	5,31
2008	36	6,13	8,71	7,53	13,83	8,87	7,03	5,08	7,74	4,70	5,35	4,68	7,66
2008	37	7,32	8,70	7,52	13,81	8,86	7,57	6,82	10,27	4,30	5,50	4,72	7,51
2008	38	6,55	4,68	8,56	12,08	8,53	4,63	1,51	2,03	5,72	4,67	4,32	9,74
2008	39	6,48	5,40	8,01	12,93	8,68	5,40	1,82	2,53	5,43	4,68	4,49	2,04
2008	40	5,00	6,96	8,00	12,92	8,68	5,92	2,53	3,75	5,42	4,86	4,49	2,87
2008	41	4,88	5,73	8,80	11,59	8,40	5,13	2,78	3,94	4,99	4,77	4,20	7,34
2008	42	4,40	6,40	8,79	11,58	8,39	5,37	2,34	3,46	5,83	4,83	4,19	7,65
2008	43	4,66	7,00	8,77	11,55	8,37	5,13	2,70	3,90	5,28	4,95	4,19	5,56
2008	44	6,69	7,88	7,94	12,83	8,61	6,69	6,42	9,36	4,02	5,33	4,46	5,75
2008	45	6,33	8,38	7,67	13,22	8,67	6,46	6,42	9,36	3,91	5,54	4,53	6,62
2008	46	7,58	6,17	7,92	12,79	8,59	5,66	2,63	3,75	4,87	4,72	4,44	7,01
2008	47	8,92	7,93	7,39	13,58	8,71	6,49	3,61	5,34	4,62	5,02	4,60	7,75
2008	48	8,45	8,31	6,91	14,36	8,82	7,11	4,04	6,03	4,39	5,08	4,74	2,57
2008	49	8,22	5,73	7,87	12,71	8,53	4,63	1,19	1,42	5,00	4,62	4,42	4,74
2008	50	7,26	6,83	7,35	13,51	8,66	6,23	2,28	3,47	5,44	4,65	4,57	1,43
2008	51	7,61	6,42	7,33	13,47	8,64	5,69	1,75	2,40	5,05	4,61	4,56	4,85
2008	52	6,55	3,53	8,35	11,79	8,32	4,13	0,76	0,81	6,21	4,46	4,21	3,00
2008	53	6,07	6,61	8,06	12,18	8,38	4,88	1,58	2,15	5,42	4,67	4,29	1,13
2008	54	6,37	6,78	7,79	12,57	8,44	5,66	1,93	2,86	5,67	4,62	4,37	4,71
2008	55	6,00	6,04	7,76	12,54	8,42	5,40	1,62	2,30	5,65	4,52	4,36	8,82
2008	56	7,06	6,57	8,01	12,10	8,32	5,14	1,60	2,29	5,78	4,58	4,26	8,86
2008	57	5,53	7,37	7,73	12,48	8,38	5,66	2,35	3,47	5,24	4,70	4,34	7,69
2008	58	7,85	5,62	7,71	12,45	8,36	5,40	2,02	2,90	5,23	4,46	4,33	0,00
2008	59	5,95	6,69	7,69	12,42	8,33	5,66	2,57	3,71	4,88	4,61	4,32	2,56
2008	60	6,56	7,46	7,38	12,72	8,34	6,20	2,77	4,18	5,04	4,62	4,36	3,21
2008	61	6,33	7,81	7,42	12,80	8,39	6,46	4,08	6,14	4,60	4,87	4,39	4,83
2008	62	6,45	6,83	7,40	12,76	8,36	6,20	2,66	3,99	5,06	4,54	4,38	5,04
2008	63	5,37	5,94	7,63	12,32	8,27	6,44	3,58	5,33	4,69	4,45	4,28	4,77
2008	64	3,88	6,96	8,39	11,04	8,00	5,62	2,82	4,31	5,56	4,60	4,00	5,72
2008	65	5,08	7,61	7,84	11,85	8,15	6,41	3,77	5,73	4,94	4,73	4,18	4,69
2008	66	5,76	4,83	8,07	11,40	8,04	5,63	2,66	3,90	5,05	4,27	4,07	5,37
2008	67	6,07	5,72	7,79	11,77	8,10	5,90	2,52	3,78	5,24	4,33	4,15	1,14
2008	68	7,68	6,01	7,27	12,54	8,22	5,94	2,60	3,77	4,65	4,34	4,30	4,29
2008	69	5,58	5,86	8,00	11,29	7,96	4,38	1,33	1,75	5,34	4,34	4,04	4,41
2008	70	5,12	3,10	8,78	10,00	7,67	3,92	1,08	1,32	5,37	4,08	3,73	3,80
2008	71	4,19	5,80	8,48	10,39	7,74	4,64	1,53	2,22	5,98	4,29	3,82	1,18
2008	72	4,88	6,79	8,18	10,77	7,80	4,88	1,87	2,81	5,82	4,37	3,91	2,92
2008	73	4,97	6,40	7,89	11,14	7,86	4,88	1,96	2,83	5,27	4,33	3,98	4,05
2008	74	4,44	6,20	8,13	10,70	7,75	4,88	2,38	3,46	5,04	4,34	3,88	3,89
2008	75	5,06	6,35	7,84	11,06	7,80	5,63	4,27	6,18	4,11	4,46	3,96	4,01
2008	76	6,07	7,34	7,56	11,43	7,85	6,41	5,78	8,42	3,80	4,78	4,03	3,92
2008	77	5,72	7,57	7,53	11,38	7,82	6,15	3,80	5,80	4,75	4,53	4,01	4,46
2008	78	5,79	6,93	7,26	11,73	7,87	6,18	2,42	3,79	5,28	4,19	4,08	8,33
2008	79	6,72	7,84	6,77	12,44	7,97	7,03	6,00	9,02	3,87	4,80	4,22	0,39
2008	80	7,55	5,91	6,75	12,40	7,94	6,23	2,03	3,07	4,99	3,99	4,20	4,79
2008	81	8,06	6,74	6,50	12,71	7,96	6,80	2,50	3,90	4,84	4,06	4,25	4,99
2008	82	5,59	5,85	8,14	9,98	7,43	4,39	2,34	3,30	4,58	4,17	3,67	4,72
2008	83	3,93	5,91	8,37	9,53	7,31	4,40	1,75	2,52	5,47	4,06	3,56	1,47
2008	84	5,58	6,59	7,33	11,08	7,61	5,14	2,75	3,89	4,10	4,28	3,91	1,39
2008	85	7,14	6,78	6,61	12,14	7,77	6,23	3,99	5,84	3,78	4,33	4,12	1,39
2008	86	6,45	6,59	6,81	11,73	7,68	5,67	1,95	2,95	4,99	3,96	4,03	3,21
2008	87	6,06	3,08	7,72	10,17	7,36	3,90	0,82	0,91	5,12	3,64	3,69	3,93
2008	88	4,89	2,89	8,20	9,34	7,16	3,21	0,52	0,42	5,01	3,61	3,49	0,50
2008	89	5,34	3,83	7,91	9,69	7,21	3,91	0,59	0,62	6,27	3,68	3,57	0,97
2008	90	5,34	3,41	7,88	9,65	7,18	3,67	0,57	0,54	5,77	3,63	3,55	0,00
2008	91	4,68	4,80	7,83	9,60	7,14	4,15	1,00	1,34	5,74	3,68	3,54	1,29
2008	92	4,07	5,07	7,80	9,56	7,11	4,39	1,64	2,35	5,13	3,72	3,52	1,40

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 4/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2008	93	4,31	5,32	7,77	9,52	7,08	4,88	1,95	2,89	5,11	3,71	3,51	2,69
2008	94	4,16	5,86	7,98	9,09	6,96	4,16	2,08	2,97	4,73	3,86	3,40	2,79
2008	95	4,01	6,42	7,45	9,81	7,10	5,13	1,93	2,97	5,30	3,74	3,56	3,08
2008	96	5,23	6,50	6,95	10,50	7,21	6,15	3,13	4,88	4,67	3,80	3,71	2,80
2008	97	5,48	6,38	6,69	10,81	7,24	6,44	3,78	5,72	4,12	3,85	3,77	3,49
2008	98	4,97	6,02	7,11	10,04	7,07	5,63	3,08	4,59	4,31	3,76	3,59	3,27
2008	99	4,09	5,83	7,31	9,62	6,95	6,11	4,27	6,35	4,02	3,78	3,49	3,50
2008	100	5,82	6,13	6,82	10,30	7,07	6,15	3,55	5,36	4,16	3,73	3,64	2,92
2008	101	4,55	6,63	7,01	9,89	6,96	5,38	3,03	4,59	4,38	3,81	3,54	2,38
2008	102	4,20	4,14	7,68	8,75	6,70	4,40	1,61	2,25	4,69	3,33	3,27	3,16
2008	103	2,66	2,75	8,67	7,16	6,28	3,30	1,02	1,36	5,49	3,24	2,83	2,64
2008	104	2,14	3,48	9,46	5,92	5,93	2,73	0,76	0,95	5,86	3,29	2,42	1,31
2008	105	0,73	4,40	9,68	5,47	5,77	3,81	1,58	2,36	5,95	3,36	2,25	1,34
2008	106	1,14	5,30	9,36	5,86	5,86	3,80	2,73	3,99	4,82	3,58	2,40	1,86
2008	107	3,16	5,92	7,73	8,15	6,44	5,81	2,85	4,47	5,01	3,44	3,13	2,53
2008	108	3,12	6,44	7,45	8,48	6,49	5,83	2,55	4,14	5,22	3,40	3,17	2,56
2008	109	4,23	6,60	6,96	9,16	6,62	6,60	5,45	8,24	3,83	3,85	3,36	2,24
2008	110	4,14	6,76	6,92	9,11	6,58	6,11	3,79	5,87	4,29	3,62	3,31	3,70
2008	111	4,09	6,53	6,88	9,06	6,54	5,62	4,89	7,23	3,58	3,88	3,29	2,35
2008	112	4,83	6,23	6,42	9,69	6,64	6,15	4,15	6,23	3,69	3,59	3,43	3,28
2008	113	4,09	6,65	6,59	9,31	6,55	5,63	3,44	5,29	4,12	3,55	3,34	3,08
2008	114	5,23	5,94	6,35	9,60	6,58	5,90	2,87	4,49	4,27	3,25	3,39	2,41
2008	115	6,17	6,23	5,91	10,19	6,66	6,46	2,72	4,41	4,34	3,17	3,51	2,14
2008	116	6,05	6,42	5,88	10,14	6,62	6,20	2,82	4,39	4,02	3,29	3,49	3,19
2008	117	4,65	4,73	6,46	9,11	6,41	5,13	2,96	4,30	3,58	3,10	3,27	2,33
2008	118	5,48	6,83	6,01	9,71	6,49	6,18	3,88	6,01	3,82	3,52	3,39	3,23
2008	119	3,47	3,92	7,74	6,95	5,87	4,42	3,39	4,84	3,59	2,95	2,72	3,06
2008	120	1,81	4,23	8,44	5,82	5,55	4,87	2,41	3,66	4,93	2,91	2,50	4,70
2008	121	0,79	3,76	9,19	4,65	5,19	2,99	1,08	1,62	6,02	2,80	1,93	2,93
2008	122	2,53	3,80	8,10	6,13	5,59	4,21	1,67	2,52	5,09	2,76	2,46	1,51
2008	123	1,44	4,62	8,31	5,73	5,46	3,57	1,55	2,32	5,19	2,84	2,33	2,08
2008	124	1,44	4,14	8,27	5,70	5,43	3,57	1,75	2,58	4,83	2,79	2,32	1,41
2008	125	2,01	4,90	7,73	6,39	5,60	4,42	2,76	4,09	4,19	2,95	2,53	1,68
2008	126	2,48	5,63	7,46	6,71	5,66	4,87	3,06	4,65	4,32	3,05	2,62	1,76
2008	127	4,20	5,67	6,75	7,69	5,87	6,07	3,39	5,26	4,13	2,97	2,94	3,85
2008	128	4,17	3,76	6,94	7,32	5,76	6,05	3,01	4,63	4,20	2,58	2,92	2,64
2008	129	1,64	4,34	7,82	5,92	5,39	4,21	2,06	3,09	4,60	2,68	2,38	2,47
2008	130	3,28	3,49	7,31	6,58	5,54	4,87	3,52	5,17	3,67	2,58	2,57	2,80
2008	131	3,37	3,47	7,28	6,54	5,51	3,96	1,73	2,51	4,21	2,49	2,56	2,68
2008	132	2,22	4,88	7,47	6,17	5,40	4,42	2,65	4,00	4,29	2,75	2,45	1,00
2008	133	2,45	4,87	7,20	6,48	5,46	4,65	2,73	4,19	4,30	2,70	2,53	2,72
2008	134	3,62	5,64	6,52	7,42	5,66	5,83	3,47	5,39	3,98	2,84	2,78	1,46
2008	135	3,86	5,78	6,29	7,71	5,71	6,09	3,70	5,77	3,87	2,86	2,85	1,76
2008	136	4,35	5,25	6,26	7,67	5,68	5,85	3,47	5,39	3,85	2,72	2,83	2,51
2008	137	3,74	5,56	6,23	7,64	5,66	5,36	3,89	5,87	3,50	2,95	2,82	1,83
2008	138	5,85	5,80	5,44	8,79	5,87	6,44	5,03	7,61	3,06	3,12	3,07	1,88
2008	139	5,06	5,48	5,79	8,17	5,73	5,38	1,97	3,22	4,30	2,44	2,93	1,84
2008	140	5,89	5,90	5,22	9,00	5,86	6,99	3,84	6,20	3,57	2,73	3,10	5,01
2008	141	5,10	6,44	5,20	8,96	5,84	6,73	3,65	5,87	3,55	2,85	3,09	2,34
2008	142	5,32	4,08	5,90	7,77	5,59	4,39	1,42	2,06	3,91	2,28	2,83	2,17
2008	143	5,43	4,74	5,51	8,32	5,69	5,14	1,66	2,59	3,97	2,30	2,95	0,68
2008	144	4,97	4,67	5,85	7,71	5,55	5,37	3,72	5,46	3,05	2,63	2,81	1,18
2008	145	3,08	3,16	7,05	5,82	5,09	5,54	2,71	4,12	4,05	2,14	2,52	3,89
2008	146	2,03	4,30	7,24	5,48	4,99	5,09	3,09	4,65	3,89	2,40	2,25	1,54
2008	147	1,60	3,87	7,44	5,13	4,88	4,00	1,40	2,20	4,98	2,14	2,09	2,11
2008	148	2,72	3,49	6,97	5,76	5,03	3,98	1,28	1,97	4,74	2,07	2,29	1,06
2008	149	0,41	2,53	8,57	3,40	4,34	2,23	1,29	1,74	3,58	2,05	1,39	1,14
2008	150	0,00	2,55	8,79	3,04	4,22	3,06	1,07	1,59	5,25	2,00	1,21	1,24
2008	151	0,00	3,21	8,76	3,03	4,20	3,66	1,65	1,76	4,90	2,08	1,65	1,19
2008	152	0,00	3,38	8,25	3,72	4,41	4,04	2,01	2,97	4,27	2,11	1,60	1,12
2008	153	0,06	3,48	8,22	3,70	4,39	3,63	1,98	2,93	4,26	2,13	1,56	1,41
2008	154	1,02	2,55	7,96	4,03	4,48	3,41	1,38	2,04	4,55	1,94	1,67	1,56
2008	155	0,46	3,74	7,70	4,35	4,56	3,39	1,94	2,85	4,04	2,15	1,80	1,41
2008	156	2,28	3,73	6,80	5,62	4,90	3,53	1,75	2,52	3,68	2,12	2,23	1,47
2008	157	1,42	3,74	6,99	5,29	4,81	3,33	1,34	2,00	4,39	2,02	2,13	1,56
2008	158	1,61	3,88	6,98	5,28	4,80	3,99	2,02	3,03	3,98	2,09	2,12	2,47
2008	159	3,63	3,90	6,14	6,48	5,09	4,88	2,75	4,05	3,30	2,14	2,47	1,51
2008	160	2,01	3,85	6,74	5,57	4,86	3,98	1,70	2,61	4,26	2,00	2,21	1,52

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 5/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2008	161	0,57	3,06	7,59	4,29	4,50	3,81	2,42	3,52	3,67	1,99	1,77	2,79
2008	162	0,92	4,06	7,36	4,60	4,58	4,65	2,79	4,19	3,89	2,16	1,95	1,30
2008	163	2,90	3,97	6,70	5,53	4,83	5,54	2,58	4,12	4,24	2,01	2,44	1,84
2008	164	1,86	3,96	6,90	5,22	4,74	5,31	2,91	4,47	3,93	2,07	2,22	2,57
2008	165	2,20	4,64	6,47	5,82	4,89	5,56	3,69	5,61	3,53	2,31	2,46	2,03
2008	166	2,90	3,66	6,67	5,51	4,81	7,11	4,54	6,78	3,32	2,09	2,76	1,18
2008	167	0,89	3,17	7,75	3,93	4,36	4,66	2,03	3,12	4,43	1,90	1,86	1,53
2008	168	0,58	4,35	7,30	4,57	4,55	4,87	1,94	3,18	4,85	1,97	2,01	3,68
2008	169	1,71	3,81	7,08	4,88	4,63	5,09	2,53	3,92	4,13	2,00	2,09	2,62
2008	170	1,53	2,89	7,51	4,24	4,45	3,81	1,62	2,42	4,32	1,84	1,76	1,16
2008	171	1,32	2,58	7,50	4,24	4,45	3,18	1,11	1,64	4,61	1,78	1,75	1,21
2008	172	0,13	1,98	8,20	3,26	4,15	2,23	0,96	1,31	4,22	1,75	1,33	1,39
2008	173	0,00	2,21	8,68	2,58	3,93	1,90	0,72	1,02	5,15	1,77	1,34	1,86
2008	174	0,00	2,56	8,68	2,58	3,93	1,90	0,81	1,14	4,82	1,81	1,43	0,24
2008	175	0,54	2,53	7,96	3,59	4,25	2,61	1,31	1,86	4,13	1,82	1,49	1,54
2008	176	0,58	3,04	7,96	3,59	4,25	2,40	1,17	1,68	4,38	1,88	1,49	0,55
2008	177	0,98	3,16	7,51	4,24	4,45	3,18	1,46	2,13	4,19	1,89	1,76	0,94
2008	178	1,02	3,55	7,30	4,57	4,55	3,58	1,44	2,19	4,52	1,90	1,88	1,28
2008	179	2,31	5,03	6,26	6,10	4,95	6,49	3,23	5,22	4,02	2,18	2,38	1,46
2008	180	2,13	4,63	6,46	5,81	4,88	5,56	3,58	5,55	3,74	2,25	2,37	1,09
2008	181	2,93	4,88	6,47	5,82	4,89	5,33	3,72	5,65	3,53	2,39	2,28	1,91
2008	182	1,94	5,25	6,48	5,82	4,90	5,10	2,88	4,62	4,13	2,26	2,28	2,53
2008	183	2,96	3,67	6,70	5,53	4,83	3,98	1,79	2,68	3,97	1,98	2,20	1,92
2008	184	2,90	3,01	6,71	5,54	4,84	3,75	1,50	2,20	3,98	1,88	2,20	1,28
2008	185	2,39	3,37	6,72	5,55	4,85	3,30	1,22	1,73	3,98	1,94	2,21	1,46
2008	186	3,92	3,89	6,13	6,47	5,08	3,94	2,51	3,56	2,96	2,26	2,46	1,43
2008	187	2,80	3,98	6,54	5,88	4,94	3,28	0,94	1,39	4,65	1,94	2,30	1,88
2008	188	3,54	3,84	5,97	6,79	5,17	4,40	1,91	2,81	3,53	2,08	2,55	0,96
2008	189	2,96	3,68	6,57	5,91	4,97	3,96	1,58	2,32	3,92	2,03	2,32	0,87
2008	190	2,04	4,59	6,59	5,92	4,98	4,42	2,98	4,46	3,59	2,37	2,32	1,13
2008	191	2,80	4,32	6,61	5,94	4,99	4,19	3,37	4,90	3,14	2,45	2,33	1,16
2008	192	3,70	3,37	6,23	6,57	5,16	3,94	1,40	2,00	3,77	2,01	2,50	1,47
2008	193	4,37	4,24	5,49	7,75	5,43	5,63	3,42	5,09	3,04	2,33	2,79	1,46
2008	194	5,53	4,99	5,33	8,06	5,50	7,68	9,27	13,59	2,37	3,06	3,06	1,21
2008	195	3,48	3,61	6,28	6,63	5,21	6,52	3,77	5,71	3,47	2,13	2,80	1,07
2008	196	4,16	5,42	6,10	6,95	5,29	6,54	3,56	5,77	3,98	2,43	2,79	0,68
2008	197	5,74	5,91	5,21	8,41	5,61	7,21	6,94	10,48	2,77	3,23	2,94	0,86
2008	198	6,61	5,53	5,06	8,72	5,68	8,31	8,74	13,03	2,51	3,20	3,22	1,08
2008	199	2,90	3,86	6,37	6,72	5,28	5,34	2,49	3,76	3,74	2,20	2,56	1,00
2008	200	2,54	3,69	7,02	5,80	5,07	5,99	2,53	4,02	4,45	2,17	2,65	1,46
2008	201	2,20	3,74	7,27	5,50	5,00	5,53	2,23	3,50	4,57	2,19	2,50	2,51
2008	202	1,90	3,03	7,76	4,86	4,84	3,58	0,89	1,43	5,79	2,10	1,99	1,98
2008	203	2,64	2,66	7,33	5,54	5,04	3,33	1,08	1,54	4,61	2,11	2,23	1,55
2008	204	1,51	2,19	8,06	4,55	4,78	2,76	1,34	1,87	4,12	2,11	1,88	1,62
2008	205	1,76	2,60	8,10	4,57	4,80	2,54	1,21	1,67	4,13	2,18	1,89	1,40
2008	206	1,36	3,84	7,89	4,94	4,92	4,65	2,16	3,28	4,57	2,35	2,15	1,22
2008	207	2,76	4,14	7,45	5,64	5,13	5,75	4,80	6,96	3,25	2,64	2,61	1,78
2008	208	1,76	4,29	7,72	5,32	5,06	4,65	2,31	3,53	4,51	2,47	2,16	1,83
2008	209	2,74	4,31	7,07	6,36	5,36	4,87	1,87	3,01	4,84	2,39	2,49	2,58
2008	210	2,45	4,05	7,56	5,72	5,21	4,21	1,84	2,83	4,75	2,43	2,30	2,37
2008	211	2,17	3,38	7,60	5,75	5,23	3,55	1,18	1,77	5,12	2,35	2,31	1,89
2008	212	1,24	3,94	8,11	5,07	5,06	2,73	1,03	1,46	5,02	2,47	2,08	2,04
2008	213	1,70	4,69	7,67	5,80	5,28	3,77	1,78	2,73	4,82	2,60	2,33	2,34
2008	214	2,12	4,12	7,70	5,83	5,31	3,33	1,37	2,01	4,84	2,54	2,34	2,21
2008	215	2,90	3,03	8,23	5,15	5,14	2,51	0,84	1,10	4,77	2,45	2,11	1,96
2008	216	2,45	4,47	7,78	5,89	5,36	3,77	2,33	3,42	4,18	2,76	2,36	3,95
2008	217	1,63	4,34	8,07	5,56	5,30	3,13	1,65	2,39	4,57	2,72	2,26	1,82
2008	218	1,14	4,34	8,35	5,23	5,22	4,44	2,74	4,05	4,30	2,79	2,14	1,38
2008	219	2,42	5,46	7,43	6,68	5,63	5,56	4,21	6,34	3,93	3,12	2,66	1,23
2008	220	1,84	4,71	7,94	6,00	5,47	4,87	2,99	4,47	4,26	2,89	2,48	1,71
2008	221	4,28	6,21	6,82	7,76	5,93	8,45	5,27	8,26	4,04	3,22	3,34	1,94
2008	222	3,02	5,37	7,78	6,42	5,63	5,54	3,19	4,95	4,61	3,01	2,80	3,01
2008	223	6,18	6,49	6,26	8,83	6,20	8,63	7,82	11,81	3,28	3,67	3,80	1,31
2008	224	3,48	4,33	7,15	7,55	5,95	6,52	4,25	6,38	3,85	2,89	3,18	1,41
2008	225	1,70	3,73	8,66	5,42	5,42	6,37	2,86	4,36	4,87	2,83	2,71	1,62
2008	226	1,37	4,75	8,97	5,07	5,34	5,92	3,51	5,26	4,58	3,11	2,57	2,01
2008	227	1,89	4,57	8,49	5,85	5,58	5,30	2,30	3,60	5,30	2,95	2,75	1,49
2008	228	3,01	6,56	7,30	7,70	6,07	7,22	6,31	9,47	3,72	3,75	3,39	2,39

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 6/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2008	229	3,44	4,17	7,82	7,03	5,93	5,56	4,25	6,09	3,46	3,04	2,94	1,38
2008	230	1,99	3,79	8,62	5,94	5,67	5,52	2,44	3,72	5,04	2,95	2,68	1,62
2008	231	0,96	4,61	9,21	5,20	5,48	5,50	2,75	4,17	5,14	3,15	2,62	2,17
2008	232	1,07	4,64	9,26	5,23	5,51	4,23	2,32	3,48	5,17	3,18	2,26	1,79
2008	233	2,14	5,04	8,50	6,43	5,87	4,21	2,31	3,44	4,85	3,24	2,58	2,06
2008	234	1,84	4,39	8,54	6,46	5,90	4,21	1,74	2,62	5,37	3,12	2,59	2,37
2008	235	1,31	4,76	8,85	6,10	5,82	4,22	2,35	3,51	5,01	3,27	2,60	3,47
2008	236	2,51	3,84	8,63	6,53	5,96	5,75	2,90	4,39	4,92	3,14	2,98	1,71
2008	237	1,53	5,90	8,68	6,57	6,00	5,53	4,10	6,14	4,53	3,65	2,95	1,49
2008	238	5,54	6,23	6,99	9,20	6,65	7,58	10,35	14,91	2,81	4,24	3,74	2,31
2008	239	5,89	8,25	5,96	10,95	7,00	9,44	11,51	17,19	2,99	5,03	4,09	0,93
2008	240	4,51	5,53	7,53	8,57	6,56	6,78	6,28	9,12	3,41	3,70	3,62	1,65
2008	241	2,93	4,50	8,57	7,08	6,21	6,66	3,88	5,83	4,64	3,38	3,42	1,44
2008	242	2,42	5,80	8,63	7,13	6,25	6,89	4,47	6,72	4,54	3,71	3,41	1,60
2008	243	5,19	7,00	7,17	9,44	6,82	10,04	9,09	13,57	3,54	4,26	4,46	1,86
2008	244	6,00	7,63	6,98	9,85	6,93	10,88	10,74	16,02	3,39	4,63	4,73	2,24
2008	245	6,37	7,88	6,57	10,60	7,10	10,31	9,17	14,10	3,70	4,48	4,77	2,03
2008	246	4,24	4,74	7,76	8,83	6,76	7,26	5,59	8,32	3,98	3,56	3,93	1,93
2008	247	2,73	3,83	9,11	6,89	6,30	5,75	3,28	4,83	4,76	3,46	3,26	3,26
2008	248	1,95	2,53	9,74	6,09	6,11	4,87	2,83	4,07	4,74	3,35	2,77	3,71
2008	249	1,64	2,53	10,70	4,82	5,75	3,63	1,39	1,99	6,08	3,48	1,99	10,84
2008	250	0,75	4,61	10,13	5,72	6,04	3,81	1,59	2,36	6,23	3,66	2,36	2,46
2008	251	1,55	5,96	9,58	6,61	6,32	5,30	3,04	4,59	5,43	3,91	2,94	2,72
2008	252	2,61	6,11	8,77	7,89	6,67	6,24	6,17	8,94	3,88	4,22	3,60	1,41
2008	253	2,61	6,87	8,55	8,33	6,81	6,49	5,42	8,05	4,32	4,31	3,56	2,23
2008	254	3,70	6,77	8,06	9,17	7,02	6,78	4,13	6,32	4,77	4,07	3,77	1,32
2008	255	3,05	5,06	8,35	8,81	6,96	6,05	4,40	6,45	4,25	3,84	3,47	2,20
2008	256	2,03	3,99	9,51	7,19	6,58	5,53	3,19	4,67	4,97	3,74	3,20	3,20
2008	257	1,61	5,84	9,55	7,22	6,61	5,31	3,69	5,46	4,99	4,11	3,18	3,14
2008	258	2,45	5,89	9,30	7,68	6,75	6,66	4,59	6,88	4,89	4,15	3,64	2,75
2008	259	2,71	6,48	9,05	8,14	6,89	6,69	4,73	7,15	4,94	4,27	3,87	2,57
2008	260	3,81	6,54	8,54	9,01	7,12	7,45	6,67	9,77	4,02	4,41	4,13	2,72
2008	261	4,16	6,55	8,30	9,45	7,24	7,02	7,27	10,49	3,59	4,50	3,99	2,91
2008	262	3,78	6,58	8,34	9,50	7,28	6,78	4,50	6,76	4,65	4,27	3,90	3,85
2008	263	2,98	3,56	9,79	7,41	6,78	3,33	1,53	2,06	5,26	3,88	2,96	7,70
2008	264	2,06	4,62	9,84	7,44	6,81	3,77	2,02	2,84	5,29	4,04	2,98	14,34
2008	265	1,56	5,67	9,87	7,47	6,84	4,65	2,19	3,34	6,21	4,17	3,02	2,02
2008	266	3,52	6,49	8,75	9,23	7,30	6,52	4,45	6,62	4,71	4,37	3,85	3,26
2008	267	3,93	6,48	8,51	9,68	7,43	5,59	4,96	7,15	4,04	4,51	3,62	2,42
2008	268	4,01	7,14	8,01	10,54	7,63	6,35	4,79	7,20	4,54	4,55	3,82	2,38
2008	269	3,66	6,96	8,30	10,17	7,58	6,09	4,49	6,73	4,67	4,53	3,82	3,35
2008	270	4,35	7,44	8,33	10,21	7,60	6,57	5,94	8,81	4,31	4,79	4,13	2,53
2008	271	6,85	8,08	7,34	11,85	7,95	7,73	8,26	12,16	3,62	5,13	4,29	3,01
2008	272	4,77	4,06	8,39	10,29	7,66	4,39	1,52	2,01	5,01	4,04	3,78	13,51
2008	273	4,47	3,54	8,69	9,89	7,59	4,40	2,55	3,49	4,23	3,96	3,69	2,22
2008	274	3,89	4,70	8,73	9,93	7,62	4,64	1,65	2,34	5,70	4,19	3,71	1,22
2008	275	3,45	5,80	8,48	10,39	7,74	5,36	3,23	4,71	4,76	4,37	3,82	1,97
2008	276	2,89	7,59	8,78	10,00	7,67	6,54	4,28	6,52	5,20	4,72	3,92	1,27
2008	277	5,22	5,84	8,53	10,45	7,79	6,81	6,04	8,78	4,08	4,48	3,96	2,65
2008	278	1,85	4,64	9,72	8,74	7,40	4,87	2,60	3,86	5,81	4,35	3,40	1,33
2008	279	2,83	6,58	9,75	8,76	7,43	5,56	4,00	5,96	5,32	4,70	3,75	1,39
2008	280	7,68	6,04	7,32	12,61	8,27	10,41	5,48	8,86	5,00	4,36	5,41	0,92
2008	281	3,97	6,30	8,92	10,16	7,79	6,07	3,56	5,34	5,28	4,57	3,98	3,54
2008	282	3,93	6,31	8,94	10,18	7,81	6,31	4,88	7,15	4,59	4,66	3,91	3,97
2008	283	3,43	7,53	8,97	10,21	7,83	7,02	6,74	9,90	4,37	5,08	4,26	4,18
2008	284	5,33	9,37	7,88	11,91	8,19	7,68	7,32	11,10	4,41	5,51	4,62	3,92
2008	285	6,98	10,14	6,70	13,93	8,55	9,06	10,28	15,30	3,50	6,12	4,60	4,48
2008	286	5,12	3,68	9,02	10,27	7,88	3,69	1,13	1,34	5,03	4,28	3,83	8,68
2008	287	4,84	5,16	8,48	11,16	8,09	4,88	2,22	3,17	5,26	4,45	4,05	1,13
2008	288	3,82	2,38	9,97	8,96	7,60	2,83	0,90	1,03	5,77	4,32	3,49	3,21
2008	289	3,28	2,38	9,99	8,98	7,61	3,06	1,26	1,58	5,45	4,30	3,50	2,80
2008	290	4,05	5,25	9,11	10,37	7,96	4,64	1,57	2,28	6,38	4,55	3,87	1,41
2008	291	4,27	6,23	8,56	11,27	8,17	5,62	2,15	3,29	6,09	4,60	4,08	2,37
2008	292	4,49	7,39	8,59	11,30	8,19	6,35	5,75	8,36	4,25	5,08	4,10	3,73
2008	293	5,33	8,62	8,06	12,18	8,38	7,17	8,64	12,59	3,76	5,69	4,38	3,07
2008	294	7,02	9,34	7,32	13,45	8,62	8,90	9,38	14,10	3,96	5,72	5,05	3,65
2008	295	6,50	6,64	7,58	13,07	8,57	7,52	6,59	9,75	4,07	4,82	4,48	4,40
2008	296	5,89	6,31	8,66	11,41	8,27	8,08	6,46	9,57	4,51	4,80	4,79	5,29

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 7/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.- FAO	Pen.- Mont.	FAO- Pen.Mon	Turc	Tanque
2008	297	4,69	8,95	8,40	11,86	8,37	9,13	6,56	10,21	5,09	5,31	5,17	5,26
2008	298	6,05	8,34	7,63	13,15	8,63	7,78	6,41	9,64	4,33	5,25	4,60	3,64
2008	299	6,45	4,77	9,00	11,02	8,22	4,39	1,46	1,98	5,92	4,62	4,05	5,26
2008	300	4,03	7,31	9,02	11,05	8,24	5,12	2,74	4,03	5,55	4,97	4,06	7,31
2008	301	4,55	8,01	8,46	11,95	8,43	6,13	4,87	7,21	4,69	5,24	4,27	1,95
2008	302	6,05	8,40	7,69	13,25	8,69	6,73	9,33	13,34	3,26	5,89	4,54	2,98
2008	303	4,69	6,57	8,49	11,99	8,46	7,63	6,89	10,09	4,23	4,94	4,41	3,48
2008	304	3,93	7,64	9,38	10,67	8,20	6,31	4,50	6,70	5,23	5,17	4,22	6,17
2008	305	5,87	8,01	8,25	12,46	8,58	8,19	8,39	12,32	4,04	5,40	4,96	4,15
2009	1	4,66	3,41	9,67	11,01	8,46	3,45	0,55	0,39	6,31	4,85	4,10	6,37
2009	2	4,32	4,40	9,67	11,00	8,45	3,92	1,04	1,24	6,31	4,91	4,10	6,64
2009	3	4,27	6,60	9,07	11,94	8,66	5,13	1,84	2,70	6,45	5,05	4,32	4,50
2009	4	6,32	8,53	8,49	12,83	8,83	6,66	6,09	8,96	4,49	5,63	4,52	4,84
2009	5	9,12	9,01	7,20	14,96	9,19	10,17	11,26	16,67	3,66	5,82	5,58	2,66
2009	6	8,35	6,57	7,95	13,71	8,99	8,04	5,21	7,95	4,93	5,00	4,98	3,87
2009	7	5,62	7,30	8,49	12,82	8,83	5,90	2,87	4,33	5,71	5,12	4,52	5,09
2009	8	5,33	7,94	8,48	12,82	8,82	6,41	4,21	6,33	5,18	5,30	4,51	5,25
2009	9	6,17	8,68	7,94	13,69	8,98	7,78	6,43	9,64	4,51	5,54	4,74	4,22
2009	10	6,05	8,98	7,94	13,68	8,98	7,78	6,50	9,84	4,64	5,61	4,78	5,71
2009	11	6,00	8,98	7,94	13,68	8,98	8,04	6,78	10,28	4,64	5,61	4,93	5,98
2009	12	5,67	6,05	8,75	12,36	8,73	5,38	2,50	3,59	5,47	4,97	4,41	6,82
2009	13	6,06	8,13	8,20	13,24	8,89	5,66	3,02	4,43	5,20	5,28	4,60	1,04
2009	14	7,20	8,22	7,67	14,09	9,04	6,49	4,18	6,26	4,79	5,33	4,77	1,97
2009	15	7,08	7,50	7,67	14,08	9,04	6,76	5,02	7,28	4,15	5,24	4,77	2,01
2009	16	7,51	9,64	7,17	14,90	9,16	8,22	6,32	9,54	4,29	5,71	4,92	3,36
2009	17	8,63	10,10	6,70	15,69	9,26	9,51	7,95	12,14	4,07	5,86	5,06	8,41
2009	18	3,33	5,33	9,31	11,41	8,51	5,60	5,13	7,28	4,25	4,87	4,19	4,14
2009	19	4,79	8,03	9,01	11,86	8,60	6,35	4,03	6,13	5,59	5,29	4,30	4,72
2009	20	6,06	7,79	8,17	13,19	8,86	7,73	5,80	8,73	4,73	5,26	4,72	5,65
2009	21	7,28	8,31	7,90	13,61	8,93	8,31	7,21	10,88	4,48	5,43	5,09	4,18
2009	22	5,83	8,62	7,89	13,60	8,92	7,78	6,69	10,15	4,61	5,51	4,99	5,53
2009	23	7,85	9,91	7,14	14,83	9,11	9,33	8,22	12,59	4,27	5,82	5,14	3,99
2009	24	8,98	10,61	6,44	16,00	9,26	10,19	11,07	16,70	3,63	6,37	5,20	4,78
2009	25	5,33	7,86	8,41	12,70	8,74	5,90	4,77	6,91	4,45	5,38	4,47	6,56
2009	26	6,17	7,86	8,40	12,70	8,74	5,90	2,98	4,52	5,65	5,13	4,47	7,79
2009	27	7,07	6,36	8,67	12,23	8,64	4,88	2,17	3,04	5,42	4,95	4,37	5,48
2009	28	5,53	7,54	8,38	12,67	8,72	5,65	2,86	4,19	5,28	5,11	4,46	6,87
2009	29	5,32	8,04	8,10	13,09	8,79	5,92	2,90	4,38	5,50	5,12	4,55	6,45
2009	30	7,08	9,09	7,58	13,93	8,93	6,76	3,69	5,72	5,22	5,27	4,71	7,40
2009	31	6,96	6,63	7,57	13,91	8,92	7,03	4,56	6,74	4,46	4,91	4,71	7,96
2009	32	6,12	5,98	9,20	11,28	8,41	4,88	1,82	2,70	6,50	4,90	4,14	6,97
2009	33	5,89	9,68	7,81	13,47	8,83	6,20	4,01	5,99	4,85	5,58	4,62	6,65
2009	34	5,64	7,36	8,06	13,02	8,75	5,40	3,01	4,27	4,67	5,11	4,52	5,13
2009	35	6,72	7,74	7,54	13,85	8,88	6,49	4,28	6,29	4,44	5,17	4,69	4,72
2009	36	7,51	7,18	7,78	13,41	8,80	6,73	4,67	6,86	4,42	5,04	4,60	3,49
2009	37	6,11	6,63	8,03	12,97	8,71	7,73	4,85	7,48	5,10	4,88	4,55	1,87
2009	38	6,00	6,94	8,56	12,08	8,53	5,88	2,47	3,83	6,13	4,88	4,32	1,06
2009	39	6,60	8,03	7,49	13,77	8,83	7,30	3,19	5,09	5,54	4,91	4,66	2,30
2009	40	6,31	8,67	7,49	13,75	8,82	7,57	5,72	8,79	4,68	5,31	4,66	2,68
2009	41	8,12	7,48	7,72	13,31	8,73	5,94	3,23	4,72	4,79	5,01	4,57	2,63
2009	42	6,22	6,76	7,72	13,30	8,72	7,78	5,26	8,06	4,79	4,86	4,56	2,16
2009	43	5,58	8,76	7,96	12,85	8,63	6,95	5,66	8,43	4,48	5,43	4,47	1,71
2009	44	7,02	7,97	7,44	13,66	8,76	7,03	4,06	6,15	4,80	5,02	4,62	1,26
2009	45	9,76	8,90	6,71	14,82	8,92	9,42	7,38	11,51	4,30	5,29	4,93	2,45
2009	46	6,60	8,27	7,41	13,62	8,73	7,83	5,62	8,65	4,63	5,13	4,70	2,26
2009	47	7,56	10,14	6,69	14,77	8,89	9,42	7,20	11,22	4,28	5,58	4,82	3,89
2009	48	7,63	8,85	6,68	14,75	8,87	8,57	5,70	8,75	4,27	5,19	4,81	4,72
2009	49	7,84	9,17	6,66	14,72	8,85	8,57	7,32	11,05	3,90	5,51	4,80	5,04
2009	50	7,42	10,01	6,43	15,07	8,89	8,93	7,63	11,66	3,91	5,75	4,86	4,58
2009	51	7,43	6,81	7,33	13,47	8,64	6,49	3,50	5,05	4,32	4,75	4,56	6,34
2009	52	7,46	2,81	8,62	11,35	8,23	4,39	1,45	1,86	5,19	4,32	4,11	8,56
2009	53	4,77	6,38	8,88	10,89	8,12	4,39	2,38	3,31	4,99	4,78	4,00	3,78
2009	54	5,20	6,10	8,31	11,73	8,28	5,63	2,59	3,90	5,55	4,62	4,19	8,79
2009	55	4,65	7,02	8,29	11,70	8,25	5,88	2,77	4,21	5,53	4,71	4,18	2,71
2009	56	4,78	7,77	8,01	12,10	8,32	6,41	4,03	6,07	4,89	4,92	4,26	6,53
2009	57	5,32	7,67	7,73	12,48	8,38	6,95	5,31	7,98	4,48	4,96	4,34	4,16
2009	58	6,00	7,94	7,71	12,45	8,36	6,69	2,93	4,68	5,61	4,69	4,33	3,66
2009	59	6,22	8,13	7,44	12,82	8,41	7,25	6,40	9,63	4,22	5,14	4,40	3,33

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 8/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2009	60	7,56	9,79	6,46	14,26	8,57	8,85	6,73	10,61	4,26	5,32	4,65	6,99
2009	61	7,85	7,74	6,72	13,97	8,58	7,39	6,14	9,05	3,70	5,05	4,61	4,12
2009	62	8,12	4,32	7,40	12,76	8,36	5,15	1,39	1,73	4,59	4,21	4,38	10,70
2009	63	4,90	6,97	7,63	12,32	8,27	5,92	3,78	5,54	4,42	4,72	4,28	3,71
2009	64	6,39	7,44	7,36	12,68	8,31	6,73	3,30	5,10	5,03	4,60	4,35	4,38
2009	65	6,05	7,42	7,34	12,65	8,29	6,46	4,20	6,20	4,29	4,77	4,34	3,15
2009	66	6,66	6,93	7,08	13,00	8,33	6,76	3,10	4,74	4,88	4,47	4,40	4,76
2009	67	5,53	5,35	7,79	11,77	8,10	5,39	1,70	2,56	5,84	4,28	4,15	5,89
2009	68	4,88	6,37	7,77	11,74	8,07	6,15	2,40	3,74	5,61	4,36	4,14	2,38
2009	69	5,18	6,02	7,74	11,70	8,04	5,90	2,32	3,60	5,59	4,31	4,12	3,87
2009	70	5,00	7,69	7,47	12,06	8,09	6,18	2,53	3,98	5,44	4,46	4,20	1,65
2009	71	5,89	7,87	7,20	12,41	8,13	6,99	3,44	5,60	5,28	4,48	4,26	3,73
2009	72	6,57	9,58	6,50	13,51	8,29	8,78	5,56	8,97	4,55	4,91	4,46	2,63
2009	73	9,98	9,12	6,05	14,18	8,35	10,95	8,53	13,43	3,90	5,01	5,17	3,85
2009	74	5,34	5,77	7,87	11,11	7,83	6,63	4,17	6,20	4,49	4,26	3,97	7,31
2009	75	5,77	7,62	7,58	11,46	7,88	6,66	6,04	8,95	4,01	4,85	4,04	3,58
2009	76	5,79	6,98	7,32	11,82	7,93	8,50	5,33	8,34	4,65	4,39	4,48	4,78
2009	77	6,69	7,51	7,29	11,77	7,90	7,73	6,27	9,46	4,11	4,66	4,26	3,54
2009	78	6,84	7,11	7,03	12,11	7,93	7,25	5,53	8,27	3,99	4,52	4,16	3,66
2009	79	6,22	8,17	7,00	12,06	7,90	7,25	4,69	7,26	4,48	4,60	4,14	3,27
2009	80	6,72	7,23	6,75	12,40	7,94	7,83	6,91	10,46	3,86	4,58	4,20	5,85
2009	81	6,54	8,05	6,72	12,34	7,90	7,57	7,26	10,85	3,64	4,94	4,18	5,97
2009	82	5,30	4,57	7,63	10,78	7,60	4,63	1,50	2,00	4,77	3,88	3,86	9,55
2009	83	6,22	5,69	6,89	11,88	7,78	6,20	2,54	3,82	4,71	3,95	4,08	4,26
2009	84	5,53	6,48	7,10	11,46	7,68	5,92	3,34	4,98	4,37	4,17	3,99	6,56
2009	85	5,32	6,73	7,06	11,40	7,64	6,18	3,28	4,94	4,48	4,15	3,97	4,04
2009	86	5,61	7,43	6,81	11,73	7,68	6,46	2,66	4,23	4,99	4,07	4,03	4,03
2009	87	7,85	7,97	6,13	12,75	7,82	8,22	5,37	8,39	4,02	4,40	4,22	4,35
2009	88	7,28	8,41	5,91	13,04	7,83	9,14	6,14	9,68	3,90	4,49	4,26	5,23
2009	89	7,31	7,61	6,08	12,64	7,75	8,22	4,29	6,84	4,25	4,12	4,18	4,08
2009	90	7,33	4,64	7,63	10,04	7,26	5,62	3,49	5,14	4,32	3,73	3,64	5,61
2009	91	3,85	4,36	8,09	9,21	7,05	4,64	1,61	2,42	5,66	3,67	3,44	4,80
2009	92	6,96	6,09	7,08	10,70	7,34	6,15	3,72	5,63	4,32	3,92	3,78	0,40
2009	93	5,83	8,38	6,39	11,73	7,50	7,03	4,89	7,52	3,99	4,51	3,98	4,36
2009	94	4,74	5,01	7,25	10,23	7,20	6,13	4,26	6,13	3,61	3,70	3,66	3,63
2009	95	5,25	6,83	7,21	10,18	7,17	6,13	5,84	8,56	3,59	4,35	3,65	2,02
2009	96	5,06	7,40	6,72	10,86	7,27	6,44	3,87	5,94	4,27	4,08	3,78	5,04
2009	97	5,10	7,32	6,48	11,16	7,30	6,46	2,87	4,64	4,75	3,80	3,84	4,19
2009	98	6,57	5,92	6,88	10,40	7,14	6,15	3,48	5,31	4,34	3,71	3,67	4,51
2009	99	5,79	6,32	6,63	10,70	7,17	5,92	2,56	3,92	4,49	3,67	3,73	4,42
2009	100	5,18	7,40	6,17	11,34	7,25	7,03	3,88	6,18	4,25	3,89	3,85	4,43
2009	101	7,65	7,47	5,75	11,95	7,32	8,78	5,95	9,40	3,77	4,01	3,96	3,71
2009	102	8,41	7,34	5,53	12,22	7,33	9,99	8,19	12,66	3,33	4,14	4,15	3,76
2009	103	7,18	7,66	5,69	11,83	7,25	9,33	4,53	7,62	4,27	3,67	4,03	5,50
2009	104	6,66	5,20	6,68	10,10	6,93	6,15	4,04	6,03	3,84	3,49	3,57	6,02
2009	105	4,79	7,29	6,43	10,38	6,95	6,69	7,21	10,62	3,17	4,50	3,62	3,15
2009	106	6,50	7,23	6,20	10,68	6,98	7,52	6,91	10,53	3,52	4,19	3,67	3,98
2009	107	7,85	7,50	5,58	11,59	7,10	10,17	9,99	15,16	3,07	4,36	4,18	7,09
2009	108	6,53	4,93	6,34	10,23	6,85	7,73	5,42	8,25	3,67	3,31	3,64	4,88
2009	109	4,47	4,28	7,42	8,45	6,46	5,83	2,64	3,98	4,53	3,15	3,25	6,46
2009	110	3,40	3,87	8,11	7,29	6,16	4,42	2,69	3,94	4,42	3,14	2,85	3,81
2009	111	3,66	5,39	7,34	8,35	6,39	5,35	4,59	6,69	3,57	3,53	3,12	3,28
2009	112	3,70	6,31	7,07	8,66	6,43	5,60	3,46	5,34	4,35	3,49	3,20	1,88
2009	113	4,03	5,90	7,04	8,62	6,40	5,12	3,09	4,66	4,20	3,41	3,18	2,26
2009	114	4,86	3,50	7,46	7,87	6,21	5,58	1,98	3,13	5,18	2,92	2,99	7,07
2009	115	4,37	6,38	6,53	9,21	6,47	5,63	2,72	4,24	4,36	3,31	3,30	0,65
2009	116	4,41	5,49	6,49	9,16	6,44	6,13	2,88	4,52	4,33	3,10	3,28	2,08
2009	117	5,21	6,45	6,05	9,77	6,53	7,21	5,72	8,75	3,50	3,61	3,41	4,11
2009	118	6,28	6,13	5,82	10,03	6,55	7,52	4,85	7,63	3,72	3,31	3,45	3,94
2009	119	5,74	6,38	5,98	9,66	6,46	6,95	3,86	6,20	4,06	3,23	3,37	3,01
2009	120	4,95	6,35	5,95	9,62	6,43	7,21	4,72	7,43	3,78	3,33	3,36	2,51
2009	121	4,31	5,82	6,53	8,60	6,20	6,35	4,18	6,45	3,92	3,21	3,13	3,21
2009	122	5,18	5,91	6,09	9,20	6,30	7,17	4,65	7,22	3,72	3,20	3,26	2,72
2009	123	4,49	6,67	6,06	9,15	6,27	7,42	6,27	9,55	3,38	3,63	3,24	3,01
2009	124	4,78	4,29	7,08	7,47	5,88	5,34	2,99	4,39	3,81	2,81	2,84	4,03
2009	125	3,19	5,72	7,04	7,43	5,85	6,75	3,90	6,11	4,27	3,04	3,08	0,45
2009	126	3,09	5,04	7,46	6,71	5,66	6,24	3,56	5,55	4,46	2,90	3,09	2,14
2009	127	4,72	5,84	6,54	8,02	5,94	6,81	4,58	7,13	3,90	3,10	3,20	2,76

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 9/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2009	128	4,40	5,98	6,30	8,30	5,98	5,86	3,92	6,03	3,79	3,13	3,02	2,40
2009	129	4,73	6,10	5,88	8,88	6,08	6,41	5,42	8,09	3,11	3,43	3,14	3,97
2009	130	5,64	6,23	5,66	9,14	6,10	6,44	3,81	5,92	3,59	3,10	3,19	4,09
2009	131	4,89	3,40	6,41	7,86	5,82	4,64	1,74	2,43	3,60	2,44	2,90	1,96
2009	132	2,62	1,91	7,94	5,48	5,21	2,04	0,37	0,32	4,50	2,31	2,23	6,64
2009	133	2,09	1,83	8,15	5,10	5,09	2,08	0,49	0,53	5,05	2,30	2,09	3,22
2009	134	1,03	2,49	8,35	4,72	4,96	2,97	1,21	1,70	4,66	2,33	1,95	0,55
2009	135	1,02	4,33	8,07	5,05	5,04	3,37	1,79	2,68	4,68	2,56	2,07	1,18
2009	136	1,94	5,54	6,89	6,72	5,46	4,87	3,48	5,24	3,78	2,92	2,59	0,77
2009	137	3,27	4,22	6,64	7,01	5,51	5,11	3,00	4,42	3,57	2,53	2,67	1,35
2009	138	2,72	3,81	7,26	6,00	5,24	4,42	2,18	3,30	4,30	2,38	2,38	2,02
2009	139	3,21	4,43	7,01	6,30	5,30	4,19	2,91	4,30	3,71	2,60	2,47	2,34
2009	140	3,78	4,98	6,15	7,53	5,58	4,64	2,99	4,32	3,17	2,80	2,78	3,09
2009	141	4,55	5,43	5,74	8,10	5,68	5,38	2,17	3,49	4,11	2,46	2,91	2,16
2009	142	6,13	6,00	5,01	9,20	5,86	7,30	5,08	7,94	3,13	2,98	3,13	4,11
2009	143	5,85	5,49	5,33	8,61	5,74	6,44	3,62	5,63	3,38	2,67	3,01	2,27
2009	144	4,49	5,13	5,49	8,29	5,66	5,90	3,50	5,37	3,35	2,62	2,94	0,71
2009	145	4,07	4,32	6,02	7,38	5,46	4,64	2,14	3,21	3,70	2,34	2,73	0,89
2009	146	2,93	2,49	7,02	5,80	5,07	3,53	1,23	1,79	4,45	2,03	2,30	1,64
2009	147	1,82	1,99	7,67	4,80	4,78	2,51	0,56	0,72	5,29	2,00	1,97	5,23
2009	148	1,42	2,30	7,42	5,11	4,86	3,35	1,03	1,54	4,96	1,99	2,08	4,64
2009	149	1,28	1,59	8,08	4,09	4,55	1,95	0,46	0,57	5,50	1,95	1,70	0,00
2009	150	1,15	1,83	8,05	4,08	4,54	1,95	0,37	0,42	5,93	1,95	1,69	1,66
2009	151	1,60	3,81	7,34	5,06	4,81	3,35	1,13	1,73	4,91	2,06	2,06	0,00
2009	152	1,48	3,25	7,54	4,72	4,70	3,58	1,44	2,19	4,67	2,03	1,94	0,00
2009	153	0,96	3,12	7,75	4,38	4,59	3,39	1,55	2,30	4,46	2,02	1,81	0,00
2009	154	1,42	4,44	7,05	5,33	4,85	4,21	1,93	3,01	4,43	2,16	2,15	2,39
2009	155	3,34	3,86	6,61	5,94	4,99	4,87	2,28	3,59	4,21	2,06	2,37	1,25
2009	156	2,42	4,03	6,80	5,62	4,90	4,87	2,68	4,14	4,03	2,14	2,23	2,11
2009	157	1,29	4,01	7,21	4,97	4,72	4,22	2,09	3,19	4,21	2,11	2,02	1,71
2009	158	2,20	3,61	7,20	4,96	4,71	4,00	2,48	3,66	3,73	2,11	2,02	2,76
2009	159	1,21	3,72	7,40	4,63	4,61	3,37	1,46	2,23	4,58	2,00	1,90	3,91
2009	160	1,81	3,99	6,95	5,26	4,78	4,43	2,31	3,54	4,09	2,08	2,11	2,17
2009	161	2,19	4,26	6,72	5,55	4,85	4,87	2,69	4,11	3,86	2,15	2,21	1,76
2009	162	1,60	3,71	7,14	4,92	4,67	4,22	1,74	2,69	4,45	1,96	2,00	1,50
2009	163	1,00	3,94	7,34	4,59	4,57	3,80	2,13	3,22	4,13	2,08	1,89	1,93
2009	164	1,98	4,10	6,69	5,52	4,82	4,65	3,81	5,58	3,16	2,31	2,19	1,62
2009	165	3,37	4,80	6,08	6,41	5,04	6,05	4,64	6,93	3,09	2,48	2,49	3,87
2009	166	2,20	2,70	6,88	5,20	4,73	4,65	2,28	3,45	3,92	1,83	2,14	1,39
2009	167	1,48	3,68	7,30	4,57	4,55	5,73	3,35	5,03	3,76	2,07	2,25	1,49
2009	168	1,86	4,35	6,66	5,50	4,80	4,87	3,26	4,92	3,60	2,22	2,19	1,35
2009	169	2,07	4,75	6,45	5,80	4,87	4,42	2,78	4,25	3,73	2,26	2,27	1,01
2009	170	3,83	5,51	5,50	7,24	5,20	5,62	3,59	5,62	3,41	2,48	2,64	2,45
2009	171	3,21	2,66	6,44	5,79	4,87	4,65	3,21	4,72	3,23	1,84	2,27	1,74
2009	172	2,31	2,68	7,28	4,56	4,54	4,01	2,12	3,11	3,75	1,83	1,91	2,94
2009	173	0,90	2,53	7,96	3,59	4,25	2,40	0,76	1,11	5,18	1,77	1,49	6,60
2009	174	0,94	3,29	7,50	4,24	4,45	3,60	1,48	2,27	4,61	1,87	1,75	6,31
2009	175	0,01	3,47	7,96	3,59	4,25	3,84	2,21	3,29	4,13	2,00	1,55	2,03
2009	176	1,48	3,54	7,28	4,56	4,54	4,44	1,78	2,77	4,51	1,89	1,99	2,00
2009	177	1,11	3,68	7,07	4,88	4,63	5,09	2,06	3,24	4,41	1,91	2,08	1,98
2009	178	2,17	3,26	7,08	4,88	4,63	5,09	3,66	5,37	3,29	2,02	2,19	1,29
2009	179	2,41	3,55	7,08	4,88	4,64	4,00	2,74	4,00	3,47	2,07	2,01	3,43
2009	180	1,92	3,81	6,67	5,51	4,81	5,10	2,61	4,04	3,95	2,00	2,19	1,74
2009	181	1,92	4,09	6,88	5,21	4,73	5,09	2,21	3,49	4,33	1,99	2,12	1,78
2009	182	2,53	3,54	6,89	5,21	4,74	5,31	2,98	4,49	3,70	2,01	2,33	1,92
2009	183	2,07	3,83	7,12	4,91	4,66	5,52	3,43	5,15	3,69	2,13	2,30	2,14
2009	184	2,39	4,66	6,50	5,85	4,92	5,33	3,15	4,85	3,76	2,25	2,34	3,62
2009	185	3,05	5,24	6,12	6,45	5,07	6,05	4,68	7,11	3,29	2,61	2,56	4,49
2009	186	3,78	4,84	5,94	6,76	5,15	5,35	2,55	4,04	3,87	2,18	2,54	3,15
2009	187	4,54	5,59	5,23	7,90	5,39	7,17	3,43	5,79	3,77	2,26	2,80	1,94
2009	188	2,36	3,67	6,56	5,90	4,96	5,56	3,10	4,66	3,58	2,07	2,50	2,33
2009	189	0,56	2,85	8,13	3,66	4,34	4,25	1,78	2,70	4,61	1,94	1,65	4,68
2009	190	1,56	4,22	7,45	4,66	4,65	5,51	2,95	4,55	4,19	2,21	2,18	2,20
2009	191	1,16	3,10	7,70	4,35	4,56	4,45	2,39	3,56	4,04	2,02	1,94	0,94
2009	192	0,02	3,83	7,96	4,03	4,48	4,03	2,07	3,13	4,41	2,14	1,67	4,07
2009	193	2,37	4,98	6,86	5,67	4,95	7,11	3,85	6,07	4,06	2,39	2,63	1,65
2009	194	1,53	3,13	7,77	4,39	4,61	5,50	3,25	4,80	3,76	2,11	2,23	3,65
2009	195	0,11	3,35	8,51	3,38	4,31	4,66	2,24	3,35	4,38	2,14	1,59	0,07

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 10/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2009	196	2,05	1,96	8,30	3,74	4,43	3,22	0,89	1,32	5,40	1,95	1,55	4,01
2009	197	2,90	3,93	7,85	4,43	4,65	4,02	1,78	2,77	4,82	2,17	1,83	1,19
2009	198	0,95	4,10	7,64	4,78	4,77	4,23	2,35	3,57	4,30	2,29	1,96	0,69
2009	199	0,98	3,59	7,90	4,46	4,69	2,97	1,42	2,05	4,41	2,20	1,85	0,16
2009	200	1,92	3,52	7,02	5,80	5,07	3,98	1,73	2,57	4,16	2,17	2,30	3,13
2009	201	1,95	1,74	7,73	4,84	4,82	2,08	0,54	0,61	4,34	2,00	1,99	0,17
2009	202	1,60	2,57	8,00	4,52	4,74	1,91	0,33	0,30	5,28	2,09	1,87	0,09
2009	203	0,00	2,13	9,55	2,39	4,09	2,13	1,14	1,58	4,43	2,12	1,75	0,73
2009	204	0,00	3,02	9,59	2,40	4,11	2,13	0,89	1,30	5,66	2,22	1,25	0,00
2009	205	0,00	3,28	9,37	2,78	4,25	3,88	1,74	2,61	5,04	2,31	1,15	0,00
2009	206	0,62	4,14	8,37	4,24	4,72	4,87	2,03	3,19	5,11	2,38	2,00	0,00
2009	207	0,80	4,21	8,16	4,61	4,85	4,66	2,25	3,44	4,70	2,44	2,04	0,00
2009	208	0,94	4,11	8,20	4,63	4,87	4,66	2,30	3,52	4,72	2,45	2,11	0,00
2009	209	0,46	4,44	8,74	3,94	4,68	3,63	1,65	2,55	5,30	2,48	1,66	0,23
2009	210	0,80	4,39	8,28	4,68	4,92	4,23	2,40	3,63	4,62	2,58	2,01	3,35
2009	211	0,73	3,91	8,32	4,70	4,94	4,23	2,61	3,86	4,25	2,56	1,98	0,00
2009	212	1,73	3,33	8,11	5,07	5,06	5,30	3,46	5,03	3,75	2,47	2,35	0,00
2009	213	1,46	3,82	8,15	5,10	5,09	4,65	1,93	3,00	5,05	2,48	2,20	0,08
2009	214	0,32	4,30	8,69	4,40	4,91	3,83	2,15	3,24	4,82	2,66	1,82	2,29
2009	215	2,83	5,21	7,28	6,54	5,51	6,69	6,29	9,19	3,22	3,19	2,97	2,69
2009	216	4,52	5,58	6,44	7,90	5,85	7,78	5,81	8,84	3,52	3,09	3,38	2,13
2009	217	3,06	4,12	7,35	6,61	5,57	5,33	3,48	5,19	3,89	2,71	2,64	0,00
2009	218	1,16	3,90	8,10	5,59	5,32	4,87	2,40	3,61	4,59	2,65	2,41	1,51
2009	219	2,53	3,10	7,90	5,98	5,45	5,31	2,14	3,33	4,97	2,55	2,69	1,96
2009	220	1,07	3,96	8,44	5,28	5,28	4,65	1,94	3,00	5,23	2,69	2,27	4,12
2009	221	1,84	4,71	8,22	5,67	5,40	5,09	2,67	4,10	4,81	2,86	2,53	1,55
2009	222	2,64	5,69	7,54	6,78	5,72	6,46	3,89	6,01	4,36	3,10	3,05	1,80
2009	223	3,89	6,43	6,89	7,84	5,99	8,21	6,20	9,54	3,84	3,48	3,58	4,76
2009	224	6,42	6,32	6,09	9,20	6,30	10,22	12,01	17,64	2,71	3,99	4,10	5,01
2009	225	3,56	3,66	7,65	6,88	5,81	7,15	4,99	7,44	3,84	2,83	3,42	3,70
2009	226	4,88	7,25	6,57	8,64	6,24	8,57	8,51	12,89	3,42	4,10	3,71	4,21
2009	227	5,28	5,04	6,60	8,69	6,27	7,34	6,12	9,17	3,44	3,20	3,51	2,59
2009	228	2,87	3,47	8,27	6,26	5,71	6,19	5,27	7,54	3,37	2,89	3,06	3,91
2009	229	1,46	4,30	8,84	5,53	5,53	6,37	3,41	5,09	4,55	3,06	2,77	1,82
2009	230	2,62	3,92	8,36	6,32	5,77	6,42	3,03	4,61	4,77	2,97	3,07	3,41
2009	231	1,86	4,51	8,67	5,98	5,70	5,09	2,43	3,69	5,06	3,09	2,59	3,92
2009	232	0,51	4,05	9,54	4,83	5,40	2,99	1,39	2,00	5,45	3,08	2,00	4,67
2009	233	1,84	4,55	8,50	6,43	5,87	4,87	4,31	6,19	3,70	3,31	2,58	0,00
2009	234	2,74	5,42	8,03	7,22	6,09	5,56	3,94	5,94	4,38	3,42	3,01	2,86
2009	235	2,54	6,65	7,57	7,99	6,30	6,28	4,55	6,89	4,19	3,71	3,21	3,91
2009	236	3,51	6,38	7,38	8,40	6,42	5,83	4,94	7,31	3,78	3,81	3,24	3,54
2009	237	5,08	7,57	6,52	9,85	6,76	7,42	6,21	9,51	3,75	4,12	3,66	3,60
2009	238	6,05	7,16	6,13	10,57	6,91	8,57	7,62	11,76	3,58	4,06	3,93	3,64
2009	239	7,04	7,75	5,58	11,59	7,10	10,17	9,52	14,66	3,24	4,36	4,30	3,21
2009	240	8,13	8,22	5,42	11,97	7,18	11,40	11,89	18,12	3,01	4,76	4,58	3,35
2009	241	7,42	8,95	5,44	12,01	7,21	12,25	18,55	27,44	2,54	6,04	4,95	2,00
2009	242	6,85	6,66	6,47	10,45	6,99	8,76	6,00	9,38	3,98	3,78	4,26	2,01
2009	243	5,23	4,67	7,17	9,44	6,82	8,81	8,40	12,30	3,29	3,48	4,29	2,76
2009	244	3,85	4,03	8,45	7,59	6,42	4,65	2,29	3,37	4,89	3,37	2,96	6,04
2009	245	2,83	4,30	8,49	7,63	6,45	3,74	1,76	2,49	4,91	3,44	2,98	5,56
2009	246	2,66	3,11	8,80	7,27	6,38	3,08	1,16	1,52	5,06	3,34	2,87	2,42
2009	247	2,39	3,96	8,84	7,30	6,41	3,53	1,66	2,29	4,78	3,46	2,89	1,17
2009	248	3,33	6,77	7,59	9,30	6,91	5,85	6,43	9,32	3,46	4,40	3,42	1,45
2009	249	4,00	8,64	6,69	10,81	7,24	7,99	5,92	9,37	4,25	4,44	3,88	3,58
2009	250	2,42	4,64	8,69	7,82	6,61	5,56	6,18	8,71	3,24	3,74	3,05	6,15
2009	251	0,28	3,43	10,80	4,87	5,81	3,84	3,35	4,66	4,06	3,58	2,13	2,32
2009	252	0,72	4,63	10,53	5,34	5,97	4,45	2,25	3,35	5,84	3,77	2,47	4,25
2009	253	1,73	5,21	9,67	6,67	6,38	5,74	3,41	5,09	5,16	3,87	3,16	0,00
2009	254	1,65	5,23	9,71	6,70	6,40	5,30	2,88	4,33	5,50	3,87	3,12	5,08
2009	255	2,10	6,16	9,17	7,58	6,66	5,99	4,54	6,68	4,57	4,15	3,44	2,89
2009	256	3,62	6,38	7,88	9,65	7,18	6,57	6,64	9,63	3,59	4,33	3,62	3,33
2009	257	3,62	7,06	7,91	9,69	7,21	6,33	7,63	11,02	3,44	4,73	3,68	3,22
2009	258	4,37	8,14	7,45	10,51	7,41	7,13	5,86	8,92	4,25	4,64	3,87	3,74
2009	259	5,86	3,75	8,23	9,37	7,18	5,11	2,77	3,97	4,46	3,68	3,50	3,89
2009	260	3,01	2,03	9,67	7,32	6,70	2,44	0,58	0,56	5,20	3,66	2,93	5,62
2009	261	1,71	5,58	9,42	7,78	6,84	3,75	1,81	2,68	5,97	4,05	3,07	1,86
2009	262	2,20	5,36	9,17	8,25	6,98	5,56	3,10	4,72	5,48	4,06	3,34	2,33
2009	263	5,45	7,23	7,85	10,34	7,48	7,58	8,84	12,83	3,45	4,84	4,13	1,03

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 11/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2009	264	5,82	7,43	7,39	11,17	7,67	8,19	8,46	12,56	3,71	4,77	4,37	2,02
2009	265	1,16	4,47	10,18	7,02	6,71	4,22	3,67	5,13	4,11	4,06	2,84	1,96
2009	266	0,73	4,76	10,86	6,13	6,49	4,02	1,98	2,92	6,26	4,16	2,52	1,60
2009	267	1,47	5,91	9,95	7,53	6,89	5,09	4,58	6,54	4,34	4,44	3,10	3,26
2009	268	3,78	6,96	8,54	9,72	7,45	6,54	7,50	10,77	3,61	4,82	3,77	3,18
2009	269	4,18	7,85	8,04	10,58	7,66	6,85	6,79	9,98	3,97	4,97	3,88	3,35
2009	270	0,96	2,14	11,69	5,27	6,30	2,40	1,92	2,54	4,31	3,86	2,17	3,11
2009	271	0,30	4,11	11,73	5,29	6,32	3,63	1,98	2,83	6,08	4,24	2,28	3,00
2009	272	0,87	5,40	11,10	6,27	6,63	4,66	2,39	3,53	6,20	4,38	2,81	4,10
2009	273	0,98	4,88	11,13	6,29	6,65	4,02	2,12	3,09	6,22	4,35	2,66	4,37
2009	274	1,61	6,60	10,21	7,72	7,07	5,31	3,05	4,64	6,01	4,56	3,33	6,00
2009	275	4,35	7,57	8,48	10,39	7,74	9,23	10,36	15,09	3,69	5,17	4,66	1,48
2009	276	6,32	7,76	7,72	11,66	8,02	9,20	11,91	17,32	3,36	5,29	4,98	2,97
2009	277	7,56	8,46	7,25	12,49	8,19	9,10	14,74	21,32	3,01	5,89	4,97	5,93
2009	278	5,90	6,54	7,52	12,14	8,15	9,28	7,27	11,03	4,23	4,54	4,90	3,88
2009	279	3,31	4,65	9,75	8,76	7,43	7,15	5,56	8,12	4,64	4,35	4,23	2,85
2009	280	2,90	5,97	10,08	8,33	7,33	5,99	3,30	5,03	5,98	4,58	3,91	3,65
2009	281	4,16	7,04	8,92	10,16	7,79	7,26	6,17	9,03	4,35	4,85	4,36	3,24
2009	282	4,71	7,96	8,39	11,04	8,00	7,83	8,27	12,17	4,04	5,25	4,68	3,32
2009	283	7,98	10,37	6,68	13,88	8,52	10,17	15,93	23,32	3,03	6,87	5,04	6,38
2009	284	4,55	5,78	8,97	10,21	7,84	7,73	6,61	9,65	4,26	4,58	4,50	3,27
2009	285	5,13	7,55	8,71	10,68	7,96	8,75	5,03	7,84	5,36	4,80	4,95	3,52
2009	286	7,56	8,67	7,42	12,80	8,39	11,20	14,54	21,24	3,29	5,77	5,71	8,50
2009	287	3,56	4,75	9,94	8,93	7,57	5,10	4,54	6,39	4,20	4,45	3,51	3,21
2009	288	2,51	5,67	9,36	9,87	7,82	5,81	2,76	4,09	5,68	4,57	3,74	3,96
2009	289	3,63	6,22	9,38	9,89	7,84	6,99	5,24	7,72	4,78	4,74	4,31	3,33
2009	290	3,78	8,30	9,11	10,37	7,96	7,26	4,86	7,46	5,40	5,08	4,53	2,89
2009	291	3,74	7,41	8,84	10,83	8,07	6,33	6,31	9,18	4,23	5,14	4,18	2,12
2009	292	3,53	7,65	8,59	11,30	8,19	7,34	4,67	7,23	5,33	4,93	4,22	3,74
2009	293	5,50	4,71	8,88	10,89	8,12	7,06	5,22	7,79	4,85	4,50	4,48	5,86
2009	294	4,11	5,46	8,91	10,91	8,14	6,09	4,06	5,95	4,86	4,62	4,17	1,17
2009	295	2,96	7,97	8,92	10,93	8,15	5,60	4,96	7,25	4,61	5,27	4,02	2,29
2009	296	8,93	12,01	6,43	15,07	8,89	11,53	20,02	29,55	3,03	5,56	5,64	6,33
2009	297	4,55	5,96	9,25	10,53	8,09	8,92	9,48	13,59	3,75	4,83	5,03	5,88
2009	298	5,32	8,01	8,70	11,45	8,30	8,57	7,34	10,94	4,53	5,27	5,06	4,43
2009	299	6,79	6,84	8,43	11,90	8,40	8,63	5,63	8,69	5,11	4,87	5,06	5,51
2009	300	6,89	8,95	7,66	13,21	8,66	9,89	16,86	24,28	3,05	6,34	5,39	3,42
2009	301	8,92	10,51	6,94	14,43	8,86	10,72	9,67	14,93	4,15	5,90	5,62	6,99
2009	302	10,76	11,54	6,08	15,98	9,07	12,70	15,92	24,31	3,45	6,93	6,10	3,09
2009	303	9,94	9,35	6,30	15,64	9,05	12,54	14,11	21,49	3,55	5,81	6,08	3,55
2009	304	9,00	11,08	6,53	15,30	9,02	10,37	11,16	17,14	3,86	6,39	5,27	7,11
2009	305	7,56	8,96	6,76	14,93	8,98	8,57	6,36	9,84	4,33	5,33	4,87	11,54
2009	306	6,60	9,46	7,64	14,04	9,01	7,03	5,98	9,00	4,50	5,76	4,75	3,82
2009	307	3,48	5,86	9,01	11,86	8,60	8,81	8,48	12,33	4,14	4,95	5,28	6,55
2009	308	6,07	8,49	8,45	12,76	8,79	8,95	5,92	9,27	5,32	5,35	5,48	7,01
2009	309	7,37	8,72	8,18	13,21	8,88	8,76	6,01	9,40	5,20	5,39	5,23	3,69
2009	310	6,07	10,06	7,66	14,07	9,03	8,37	7,27	11,08	4,51	5,89	5,05	3,68
2009	311	5,12	6,51	9,63	10,96	8,42	8,92	10,28	14,70	3,82	5,24	5,23	2,81
2009	312	5,53	8,00	8,75	12,35	8,72	9,13	9,70	14,16	4,05	5,58	5,47	6,13
2009	313	5,18	8,22	8,47	12,80	8,81	9,20	8,95	13,24	4,25	5,56	5,36	6,69
2009	314	5,67	7,10	8,75	12,36	8,73	9,63	6,90	10,51	5,00	5,19	5,65	6,51
2009	315	7,00	8,14	8,21	13,25	8,90	10,06	10,20	15,16	4,15	5,56	5,85	9,23
2009	316	8,03	10,08	7,68	14,11	9,05	8,10	8,17	12,20	4,16	6,12	4,92	7,13
2009	317	8,78	11,10	6,72	15,75	9,29	9,22	10,86	16,15	3,57	6,80	5,07	3,61
2009	318	5,64	7,83	8,21	13,26	8,91	5,92	4,21	6,02	4,38	5,38	4,61	15,16
2009	319	6,51	7,11	8,77	12,38	8,74	4,63	1,97	2,70	5,48	5,15	4,42	8,10
2009	320	5,30	9,52	7,69	14,13	9,06	7,03	8,01	11,71	3,86	6,18	4,78	1,42
2009	321	8,18	7,50	7,20	14,96	9,19	7,95	7,68	11,26	3,76	5,31	4,94	5,75
2009	322	5,72	6,43	8,77	12,39	8,75	4,63	2,29	3,10	4,87	5,08	4,42	12,53
2009	323	6,50	6,14	7,95	13,71	9,00	8,31	8,54	12,53	3,96	4,98	4,84	3,47
2009	324	6,74	7,51	8,22	13,28	8,92	7,99	6,24	9,43	4,77	5,26	4,94	3,64
2009	325	6,84	8,38	7,96	13,72	9,00	6,46	4,62	6,83	4,65	5,45	4,70	7,60
2009	326	7,23	5,20	7,96	13,72	9,00	5,15	1,44	1,85	5,44	4,83	4,70	6,73
2009	327	7,84	4,03	7,97	13,73	9,01	4,89	1,04	1,16	5,44	4,73	4,71	7,62
2009	328	8,40	9,09	6,74	15,80	9,32	8,07	7,54	10,97	3,49	5,91	5,09	2,18
2009	329	7,90	6,42	8,24	13,31	8,94	5,40	2,29	3,17	5,07	5,01	4,62	0,00
2009	330	6,42	4,95	8,52	12,88	8,87	6,15	3,51	5,18	5,21	4,85	4,54	6,21
2009	331	9,25	8,33	7,23	15,03	9,24	7,95	4,55	6,94	4,74	5,26	4,96	0,00

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 12/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2009	332	6,79	6,43	8,26	13,33	8,96	5,14	1,80	2,41	5,24	5,02	4,63	4,93
2009	333	8,78	9,06	7,24	15,04	9,24	7,95	7,60	11,06	3,68	5,85	4,96	10,71
2009	334	5,92	7,99	8,54	12,91	8,89	7,93	6,24	9,43	4,91	5,41	5,00	3,72
2009	335	8,50	8,96	7,74	14,22	9,12	7,83	9,13	13,42	3,88	5,96	4,81	7,02
2009	336	5,83	7,01	8,01	13,80	9,06	6,46	4,53	6,61	4,54	5,18	4,73	0,76
2009	337	5,96	5,40	9,43	11,55	8,62	5,85	2,78	4,21	6,20	5,03	4,24	7,83
2009	338	5,46	6,77	9,43	11,56	8,62	5,85	3,36	5,04	5,81	5,19	4,25	2,31
2009	339	5,28	8,60	8,56	12,93	8,91	6,41	6,57	9,53	4,19	5,80	4,56	3,55
2009	340	4,40	6,31	9,14	12,03	8,73	5,13	2,26	3,31	6,06	5,10	4,36	4,06
2009	341	4,92	6,12	8,85	12,49	8,82	5,63	2,07	3,09	6,34	5,04	4,46	4,95
2009	342	5,30	6,49	8,85	12,49	8,82	5,88	3,25	4,83	5,53	5,11	4,46	3,93
2009	343	5,48	7,91	8,29	13,39	9,00	6,44	3,15	4,80	5,62	5,23	4,65	4,05
2009	344	6,16	7,91	8,29	13,39	9,00	6,44	4,34	6,38	4,81	5,37	4,65	0,00
2009	345	5,53	6,29	8,57	12,95	8,92	5,65	3,65	5,16	4,53	5,08	4,56	13,56
2009	346	5,53	7,91	8,30	13,40	9,00	6,69	3,89	5,88	5,27	5,29	4,65	3,95
2009	347	6,28	8,45	8,03	13,83	9,08	7,52	8,03	11,74	3,99	5,73	4,74	3,49
2009	348	4,69	7,91	8,29	13,39	9,00	6,69	4,67	6,91	4,81	5,37	4,65	7,62
2009	349	6,60	3,75	8,85	12,49	8,82	4,88	1,99	2,73	5,53	4,81	4,46	4,03
2009	350	6,28	4,70	9,14	12,03	8,73	4,14	1,05	1,28	6,50	4,98	4,36	0,00
2009	351	6,78	8,32	7,76	14,25	9,14	6,76	4,74	6,94	4,44	5,47	4,82	2,32
2009	352	7,49	8,94	7,02	15,49	9,33	7,44	5,09	7,48	4,11	5,62	5,05	3,84
2009	353	7,70	10,64	7,02	15,49	9,32	7,72	6,40	9,65	4,23	6,18	5,05	3,87
2009	354	5,79	6,84	8,28	13,37	8,99	5,92	3,68	5,32	4,80	5,15	4,65	9,33
2009	355	6,60	8,31	7,75	14,23	9,13	6,76	3,70	5,72	5,34	5,28	4,82	4,02
2009	356	8,38	7,55	7,25	15,06	9,26	6,83	3,44	4,91	4,33	5,19	4,97	3,93
2009	357	7,14	8,30	7,74	14,22	9,12	5,42	2,92	4,05	4,43	5,52	4,81	3,94
2009	358	7,11	3,94	8,27	13,35	8,97	5,14	2,51	3,36	4,41	4,63	4,64	9,29
2009	359	6,84	6,77	7,73	14,21	9,11	5,96	1,82	2,60	5,72	4,98	4,81	2,55
2009	360	8,63	8,53	6,99	15,44	9,29	7,44	5,09	7,55	4,22	5,47	5,03	3,89
2009	361	6,78	6,76	7,73	14,19	9,11	5,96	2,54	3,74	5,32	5,02	4,80	4,93
2009	362	8,92	8,32	7,22	15,02	9,23	7,11	4,79	6,89	3,97	5,47	4,95	2,28
2009	363	6,90	7,92	7,72	14,17	9,09	6,23	3,85	5,58	4,54	5,33	4,80	3,92
2009	364	5,59	5,37	9,38	11,49	8,57	4,64	2,63	3,66	5,12	4,96	4,22	7,71
2009	365	6,69	7,85	8,23	13,30	8,93	6,44	4,34	6,38	4,77	5,32	4,62	4,63
2010	1	5,53	7,64	8,50	12,84	8,84	5,39	3,53	4,98	4,50	5,35	4,52	4,96
2010	2	6,54	8,25	7,70	14,14	9,07	6,49	2,96	4,46	5,30	5,19	4,78	1,64
2010	3	7,84	5,19	7,96	13,71	9,00	5,15	1,44	1,85	5,44	4,83	4,70	5,00
2010	4	7,71	8,29	7,20	14,96	9,19	6,56	2,60	3,68	4,72	5,22	4,94	3,27
2010	5	9,38	9,07	6,73	15,76	9,30	7,49	4,77	6,97	3,97	5,63	5,08	2,33
2010	6	6,69	4,80	8,77	12,39	8,75	6,13	5,29	7,59	4,26	4,75	4,42	10,71
2010	7	5,86	5,67	8,77	12,38	8,74	5,88	2,75	4,15	5,85	4,94	4,42	5,62
2010	8	6,27	7,15	8,21	13,26	8,91	5,66	2,76	3,94	5,05	5,11	4,61	1,60
2010	9	7,37	7,13	7,69	14,12	9,06	5,96	2,71	3,89	4,96	5,07	4,78	2,44
2010	10	8,19	7,70	7,43	14,53	9,12	6,80	3,67	5,42	4,68	5,16	4,85	4,00
2010	11	7,84	8,47	6,95	15,34	9,23	7,44	5,37	7,93	4,07	5,47	5,00	3,84
2010	12	4,44	8,06	9,04	11,90	8,63	6,60	8,75	12,47	3,72	5,79	4,31	6,49
2010	13	4,88	8,79	8,47	12,80	8,81	7,42	5,16	7,89	5,17	5,45	4,60	3,77
2010	14	7,02	9,79	7,67	14,09	9,04	8,90	5,70	9,17	5,28	5,48	5,15	3,81
2010	15	7,26	8,22	7,67	14,08	9,04	8,37	6,37	9,86	4,79	5,33	5,15	3,62
2010	16	7,37	8,87	7,66	14,07	9,03	8,37	7,41	11,30	4,51	5,59	5,00	3,65
2010	17	9,25	10,26	7,16	14,89	9,15	8,22	6,60	9,98	4,29	5,91	4,91	3,79
2010	18	8,98	8,20	7,65	14,05	9,02	6,49	4,29	6,23	4,38	5,37	4,76	3,90
2010	19	7,08	7,48	7,65	14,05	9,01	6,76	3,84	5,70	4,78	5,11	4,75	8,63
2010	20	6,31	8,53	7,64	14,04	9,01	8,10	5,53	8,60	4,93	5,31	4,80	3,81
2010	21	8,48	9,84	6,91	15,26	9,18	8,85	6,30	9,71	4,42	5,62	4,97	7,57
2010	22	6,84	8,59	7,14	14,85	9,12	7,95	5,91	8,89	4,27	5,41	4,90	7,55
2010	23	6,13	8,18	7,63	14,01	8,99	7,30	4,67	7,06	4,77	5,24	4,74	7,83
2010	24	7,65	8,93	7,13	14,82	9,11	8,78	5,66	8,79	4,67	5,31	4,89	7,73
2010	25	7,14	8,16	7,61	13,99	8,97	7,03	4,59	7,02	4,91	5,23	4,73	3,87
2010	26	8,84	9,13	6,89	15,20	9,15	8,29	6,76	10,24	4,15	5,59	4,96	3,80
2010	27	9,15	8,96	6,65	15,57	9,19	9,22	7,54	11,48	4,04	5,49	5,02	7,45
2010	28	9,23	9,67	6,64	15,56	9,18	8,93	7,78	11,75	3,92	5,80	5,02	7,52
2010	29	8,82	10,57	6,42	15,93	9,22	9,60	9,06	13,79	3,82	6,15	5,08	3,65
2010	30	7,91	6,64	7,58	13,93	8,93	6,23	2,95	4,25	4,74	4,90	4,71	7,93
2010	31	6,96	6,63	7,57	13,91	8,92	5,96	3,46	4,96	4,46	4,95	4,71	5,49
2010	32	7,67	5,23	7,57	13,90	8,91	5,42	1,50	1,96	5,21	4,68	4,70	4,21
2010	33	7,43	6,62	7,56	13,88	8,90	5,15	1,62	2,10	4,87	4,89	4,70	2,48
2010	34	8,17	9,95	6,60	15,46	9,12	7,49	5,62	8,32	3,90	5,93	4,98	0,00

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 13/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2010	35	6,50	6,43	7,79	13,43	8,81	5,67	2,68	3,73	4,55	4,87	4,61	2,36
2010	36	6,95	4,43	8,04	12,99	8,72	4,63	0,89	0,90	5,11	4,59	4,51	5,82
2010	37	8,03	7,36	7,52	13,81	8,86	5,69	2,10	2,90	4,85	4,96	4,67	4,04
2010	38	8,70	7,06	6,79	14,99	9,02	6,59	1,76	2,48	5,14	4,74	4,89	2,57
2010	39	7,51	5,96	7,01	14,58	8,95	7,11	3,41	5,05	4,59	4,66	4,81	1,60
2010	40	8,09	7,68	7,49	13,75	8,82	6,49	5,45	7,85	3,85	5,27	4,66	3,68
2010	41	6,11	6,76	7,72	13,31	8,73	6,20	3,88	5,66	4,51	4,90	4,57	7,78
2010	42	6,33	8,12	7,72	13,30	8,72	5,94	3,18	4,71	4,94	5,10	4,56	6,39
2010	43	7,78	8,38	6,97	14,49	8,90	7,11	4,79	7,04	4,05	5,28	4,78	1,53
2010	44	8,06	9,58	6,73	14,85	8,94	7,44	6,14	8,89	3,54	5,92	4,84	7,44
2010	45	5,72	5,62	8,19	12,38	8,52	4,88	1,43	1,96	5,92	4,66	4,36	2,55
2010	46	6,22	5,62	8,18	12,36	8,51	4,88	1,43	1,96	5,91	4,65	4,36	4,23
2010	47	5,64	6,15	7,90	12,76	8,57	5,40	2,14	2,99	5,02	4,69	4,43	9,76
2010	48	5,85	5,32	7,89	12,74	8,55	5,66	3,72	5,19	3,89	4,55	4,43	0,00
2010	49	7,01	7,03	7,62	13,12	8,61	5,41	3,51	4,76	3,45	5,07	4,50	3,60
2010	50	8,48	7,34	6,65	14,69	8,84	6,59	4,01	5,63	3,50	5,06	4,79	7,52
2010	51	7,01	4,43	7,58	13,07	8,57	4,89	1,38	1,73	4,85	4,40	4,48	12,38
2010	52	7,79	5,41	7,57	13,04	8,55	4,89	1,45	1,83	4,84	4,52	4,47	3,30
2010	53	8,00	7,32	7,06	13,81	8,66	6,25	2,80	4,01	4,45	4,80	4,62	0,00
2010	54	7,06	5,67	7,79	12,57	8,44	5,66	3,15	4,51	4,51	4,55	4,37	0,00
2010	55	5,58	4,05	8,29	11,70	8,25	4,88	1,27	1,75	6,16	4,43	4,18	6,00
2010	56	4,35	4,91	9,11	10,37	7,96	4,16	1,74	2,39	5,57	4,52	3,87	0,00
2010	57	5,01	5,55	8,52	11,22	8,13	5,37	2,58	3,76	5,29	4,52	4,07	3,19
2010	58	5,25	7,53	8,23	11,62	8,20	5,38	2,45	3,66	5,50	4,74	4,15	0,82
2010	59	5,23	5,45	7,94	12,00	8,26	5,14	2,18	3,08	5,01	4,45	4,23	1,63
2010	60	6,07	6,78	7,88	11,91	8,19	5,39	3,37	4,85	4,40	4,71	4,20	3,86
2010	61	6,86	6,17	7,93	11,98	8,24	4,88	1,94	2,68	5,00	4,54	4,22	4,11
2010	62	5,64	6,66	7,65	12,35	8,29	5,66	3,05	4,36	4,43	4,64	4,30	2,35
2010	63	6,53	7,57	7,63	12,32	8,27	5,66	2,99	4,42	4,44	4,76	4,28	4,02
2010	64	6,95	7,44	7,36	12,68	8,31	5,94	3,39	4,90	4,30	4,79	4,35	3,88
2010	65	7,37	7,29	7,10	13,05	8,36	5,69	2,55	3,63	4,44	4,68	4,42	4,02
2010	66	8,18	6,90	6,62	13,77	8,45	6,83	3,40	4,90	3,96	4,57	4,55	3,92
2010	67	7,49	6,18	7,06	12,97	8,31	6,23	4,53	6,56	3,82	4,52	4,39	5,27
2010	68	8,12	5,20	7,27	12,54	8,22	5,67	2,15	3,03	4,65	4,22	4,30	6,51
2010	69	7,06	5,60	7,25	12,49	8,19	5,67	1,82	2,68	5,31	4,23	4,29	4,21
2010	70	6,89	6,33	7,23	12,46	8,16	5,15	1,75	2,36	4,63	4,38	4,28	4,10
2010	71	5,59	3,67	8,48	10,39	7,74	3,67	0,67	0,65	5,57	4,11	3,82	11,01
2010	72	5,48	7,50	7,92	11,18	7,89	4,63	1,93	2,78	5,29	4,53	4,00	4,93
2010	73	4,73	5,95	7,64	11,54	7,93	6,15	3,00	4,46	4,81	4,26	4,07	7,92
2010	74	5,16	6,93	7,87	11,11	7,83	5,88	3,66	5,50	4,77	4,49	3,97	0,00
2010	75	5,77	6,22	7,58	11,46	7,88	5,65	2,70	3,98	4,78	4,27	4,04	4,01
2010	76	7,45	6,68	6,41	13,32	8,17	6,56	3,60	5,04	3,35	4,49	4,40	5,25
2010	77	7,01	5,04	7,05	12,16	7,96	4,89	1,11	1,41	5,17	4,00	4,17	3,43
2010	78	6,74	4,47	7,26	11,73	7,87	4,88	1,81	2,39	4,09	3,93	4,08	0,79
2010	79	8,63	4,57	7,00	12,06	7,90	5,67	2,05	2,97	4,78	3,91	4,14	8,27
2010	80	6,72	7,81	6,75	12,40	7,94	6,49	4,45	6,56	3,84	4,71	4,20	3,88
2010	81	4,84	5,46	7,91	10,42	7,54	6,11	2,97	4,60	5,24	4,03	3,78	3,90
2010	82	5,92	6,36	7,39	11,17	7,67	6,66	4,80	7,21	4,25	4,25	3,94	0,00
2010	83	3,76	7,20	7,60	10,73	7,56	6,13	4,57	6,85	4,34	4,46	3,84	7,55
2010	84	5,16	6,14	7,57	10,69	7,54	5,63	3,25	4,84	4,59	4,12	3,83	12,37
2010	85	5,23	6,28	7,30	11,03	7,57	5,39	2,83	4,15	4,45	4,11	3,89	3,96
2010	86	6,61	6,28	6,81	11,73	7,68	5,94	2,34	3,48	4,65	3,97	4,03	4,11
2010	87	6,13	6,42	6,56	12,04	7,71	6,49	3,41	5,08	4,10	4,06	4,08	3,98
2010	88	5,83	7,00	6,53	11,99	7,68	6,23	3,73	5,60	4,08	4,23	4,07	3,96
2010	89	6,60	7,53	6,50	11,94	7,64	6,49	3,48	5,45	4,48	4,17	4,05	4,02
2010	90	5,89	6,94	6,47	11,89	7,61	6,76	4,42	6,59	3,81	4,22	4,03	0,00
2010	91	6,95	5,14	6,66	11,47	7,51	7,52	4,84	7,44	4,13	3,72	3,94	7,69
2010	92	4,89	4,34	8,06	9,17	7,02	4,16	1,23	1,65	5,26	3,63	3,43	6,59
2010	93	3,97	4,32	8,02	9,13	6,99	4,40	1,69	2,45	5,23	3,62	3,41	2,46
2010	94	2,86	4,44	8,77	7,89	6,67	3,96	1,39	2,05	6,01	3,63	3,08	4,12
2010	95	2,32	5,32	8,74	7,85	6,64	3,96	2,13	3,09	5,06	3,77	3,06	3,94
2010	96	2,90	5,85	8,16	8,61	6,80	4,88	3,88	5,58	3,94	3,97	3,27	3,62
2010	97	3,74	5,55	7,87	8,96	6,86	5,35	3,53	5,18	4,27	3,78	3,35	7,51
2010	98	3,27	5,75	7,83	8,92	6,83	4,88	2,45	3,58	4,64	3,71	3,33	0,00
2010	99	4,23	4,90	7,55	9,25	6,88	5,36	3,90	5,68	3,90	3,61	3,41	3,66
2010	100	4,75	6,04	7,27	9,58	6,92	5,62	4,05	5,99	4,00	3,84	3,48	3,77
2010	101	4,92	5,68	7,01	9,89	6,96	5,63	3,62	5,37	4,00	3,68	3,54	3,81
2010	102	5,74	5,69	6,53	10,55	7,06	6,69	3,92	5,97	4,02	3,58	3,68	3,94

Tabla III.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada (Tabla 14/14).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)													
Año	Día juliano	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.-FAO	Pen.-Mont.	FAO-Pen.Mon	Turc	Tanque
2010	103	3,88	4,26	8,40	7,55	6,39	3,74	2,06	2,89	4,45	3,40	2,95	3,88
2010	104	2,96	3,99	8,36	7,52	6,35	4,19	1,61	2,36	5,34	3,30	2,93	4,06
2010	105	2,25	5,08	8,57	7,08	6,21	3,98	1,91	2,90	5,43	3,41	2,80	0,00
2010	106	2,58	6,31	7,77	8,20	6,47	5,11	3,57	5,32	4,30	3,74	3,11	3,80
2010	107	3,66	6,05	7,02	9,24	6,68	5,37	3,02	4,52	4,22	3,56	3,36	3,93
2010	108	6,91	8,40	5,55	11,54	7,06	9,06	5,59	9,13	3,88	3,96	3,82	3,89
2010	109	7,17	4,37	6,11	10,53	6,88	6,46	2,69	4,15	4,17	3,09	3,62	0,00
2010	110	4,55	3,98	7,38	8,40	6,42	4,16	1,36	1,85	4,51	3,08	3,14	0,00
2010	111	3,19	4,81	7,57	7,99	6,30	4,17	1,24	1,80	5,26	3,12	3,03	15,99
2010	112	3,56	2,62	8,28	6,84	6,00	3,08	0,95	1,22	4,91	2,93	2,71	1,63
2010	113	2,09	3,57	8,50	6,43	5,87	3,77	1,61	2,32	5,00	3,01	2,58	2,37
2010	114	2,37	2,51	8,45	6,39	5,84	3,33	1,23	1,70	4,98	2,88	2,56	4,02
2010	115	2,85	4,36	7,66	7,47	6,09	4,41	1,37	2,11	5,48	2,96	2,88	0,00
2010	116	1,83	4,97	8,11	6,70	5,87	3,75	1,45	2,22	5,51	3,03	2,65	4,13
2010	117	2,54	5,11	8,06	6,66	5,84	3,75	2,27	3,36	4,63	3,17	2,64	0,00
2010	118	3,01	5,59	7,30	7,70	6,07	4,88	2,29	3,53	4,73	3,09	2,93	4,03
2010	119	3,12	5,55	7,04	8,01	6,12	5,83	2,69	4,22	4,59	3,04	3,00	1,56
2010	120	3,16	5,88	7,00	7,97	6,09	5,35	3,46	5,28	4,14	3,25	2,98	2,31
2010	121	4,51	6,18	6,32	8,92	6,27	7,13	4,73	7,35	3,83	3,29	3,27	1,49
2010	122	4,78	3,73	6,93	7,89	6,03	4,40	1,41	2,12	4,85	2,69	2,95	2,52
2010	123	3,96	4,21	6,46	8,51	6,14	5,37	2,65	3,95	3,88	2,77	3,10	15,65
2010	124	3,78	5,38	6,64	8,14	6,04	5,85	3,46	5,29	3,96	3,01	3,00	7,60
2010	125	4,69	5,46	6,19	8,74	6,14	6,13	5,80	8,51	3,01	3,36	3,14	3,55
2010	126	4,21	3,55	7,01	7,39	5,82	5,34	2,88	4,26	3,88	2,61	2,81	0,00
2010	127	1,75	3,52	7,90	5,98	5,45	4,21	1,47	2,29	5,33	2,58	2,40	0,00
2010	128	1,06	4,52	7,86	5,94	5,42	4,43	2,03	3,14	4,94	2,70	2,39	3,97
2010	129	1,78	4,50	7,82	5,92	5,39	3,99	2,09	3,14	4,60	2,72	2,38	3,92
2010	130	2,00	4,47	7,78	5,89	5,36	3,99	1,82	2,78	4,89	2,64	2,36	0,00
2010	131	1,18	4,15	7,98	5,51	5,24	4,00	2,29	3,37	4,26	2,66	2,24	3,78
2010	132	2,80	4,23	7,24	6,51	5,49	5,56	4,26	6,24	3,45	2,73	2,62	1,38
2010	133	4,35	4,62	6,55	7,46	5,69	6,78	5,92	8,72	3,11	2,86	2,96	2,01
2010	134	2,61	4,69	7,17	6,45	5,43	4,19	2,81	4,13	3,80	2,75	2,52	3,73
2010	135	2,76	2,98	7,60	5,75	5,23	3,99	2,84	4,05	3,47	2,38	2,31	4,92
2010	136	1,51	1,37	8,53	4,32	4,81	2,58	0,81	1,12	5,21	2,22	1,79	4,09
2010	137	0,85	2,55	8,49	4,30	4,79	1,95	0,51	0,63	5,77	2,26	1,78	7,66
2010	138	1,02	4,14	7,96	4,98	4,97	3,58	1,53	2,32	4,93	2,40	2,04	0,80
2010	139	1,55	4,40	7,69	5,30	5,04	4,00	1,87	2,90	4,80	2,42	2,15	0,80
2010	140	2,62	3,48	7,42	5,61	5,11	2,89	0,99	1,34	4,37	2,28	2,26	1,64
2010	141	2,75	3,76	7,17	5,92	5,18	2,86	1,01	1,36	4,25	2,31	2,35	0,00
2010	142	3,50	2,02	6,92	6,22	5,24	3,74	2,20	3,08	3,29	2,03	2,43	0,75
2010	143	2,48	3,38	7,11	5,87	5,13	3,30	0,84	1,16	4,83	2,15	2,33	0,00
2010	144	1,99	3,91	7,53	5,19	4,94	3,35	1,14	1,73	5,04	2,20	2,11	0,00
2010	145	2,19	4,32	7,05	5,82	5,09	3,98	2,20	3,30	4,05	2,37	2,31	0,00
2010	146	2,14	3,72	7,24	5,48	4,99	3,11	1,30	1,84	4,13	2,23	2,20	2,38
2010	147	2,90	2,80	6,78	6,10	5,13	3,51	1,00	1,50	4,82	2,02	2,39	5,93
2010	148	2,61	3,02	6,76	6,08	5,11	3,28	1,14	1,59	4,04	2,06	2,38	0,00
2010	149	2,51	2,60	7,16	5,42	4,93	2,89	0,88	1,17	4,21	1,99	2,18	0,81
2010	150	1,59	4,24	7,14	5,40	4,91	5,09	2,57	3,96	4,20	2,24	2,19	2,29
2010	151	1,00	3,02	8,03	4,07	4,52	2,78	1,09	1,60	4,90	2,02	1,69	1,62
2010	152	1,05	3,41	7,77	4,39	4,61	2,76	1,58	2,25	3,97	2,14	1,82	1,53
2010	153	1,71	3,36	7,29	5,03	4,78	3,13	2,14	3,01	3,31	2,18	2,05	2,20
2010	154	1,84	3,50	7,27	5,02	4,76	3,13	1,14	1,66	4,54	2,02	2,04	4,08
2010	155	1,84	3,76	7,03	5,32	4,83	3,77	1,60	2,44	4,42	2,04	2,14	0,00
2010	156	2,71	4,72	6,59	5,92	4,98	5,10	2,68	4,27	4,20	2,21	2,32	1,56
2010	157	2,26	4,96	6,57	5,91	4,97	5,10	2,15	3,52	4,50	2,13	2,32	2,41
2010	158	3,21	3,84	6,56	5,90	4,96	4,65	2,38	3,59	3,80	2,08	2,31	0,00
2010	159	1,53	2,78	7,62	4,31	4,52	2,12	0,66	0,86	4,69	1,88	1,78	4,16
2010	160	2,03	1,85	7,61	4,30	4,51	1,91	0,35	0,34	5,02	1,79	1,78	0,87

Tabla III.3: Evaporación Mensual estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPORACIÓN MENSUAL (mm/mes)								
Mes/Año	Rohwer	Harbeck	Lungeon	Penman	Fitzgerald	Meyer	Ser.Hidr. Ex URSS	Tanque
9/2007	306,35	208,89	131,25	243,94	226,81	225,39	32,80	120,99
10/2007	318,48	211,13	147,00	240,61	225,58	218,03	34,21	182,18
11/2007	514,50	359,19	212,48	270,29	409,09	404,52	56,40	249,47
12/2007	533,23	356,81	246,33	265,93	426,01	411,01	63,53	274,76
1/2008	377,30	244,74	186,75	226,73	278,70	270,48	43,85	264,49
2/2008	225,63	136,29	125,77	182,28	123,76	130,06	21,71	191,08
3/2008	206,01	122,38	116,95	186,97	111,59	110,05	20,06	131,44
4/2008	249,07	153,18	131,01	185,24	140,64	142,41	24,03	105,10
5/2008	239,94	149,60	121,03	186,13	135,49	132,48	22,72	77,70
6/2008	200,79	126,73	97,49	189,59	133,11	134,20	21,92	65,10
7/2008	232,23	148,75	111,90	186,28	162,10	157,71	26,06	61,70
8/2008	361,92	246,06	152,91	241,94	281,74	271,03	40,89	83,40
9/2008	345,58	238,78	142,48	254,86	291,63	289,12	41,24	154,10
10/2008	401,73	274,98	172,89	260,43	330,03	317,15	47,41	149,00
1/2009	391,78	256,28	189,16	236,81	283,58	274,85	44,08	208,90
2/2009	332,88	209,95	172,67	198,68	227,85	246,09	37,49	145,20
3/2009	364,13	225,63	195,18	208,01	256,80	251,34	43,43	189,10
4/2009	362,27	231,22	182,29	194,63	254,87	256,46	41,29	152,90
5/2009	223,83	138,57	115,62	179,04	141,18	138,21	23,92	96,00
6/2009	225,36	143,63	108,18	187,42	153,60	154,59	24,92	87,30
7/2009	223,62	141,77	107,29	211,78	158,81	154,82	25,98	68,10
8/2009	435,71	300,63	180,06	246,77	362,47	347,72	51,21	125,28
9/2009	326,46	233,66	122,42	255,37	257,41	253,43	33,96	134,18
10/2009	651,33	473,62	239,64	317,44	585,30	555,64	74,32	195,30
11/2009	500,30	346,94	211,99	265,78	428,78	424,41	59,71	245,00
12/2009	320,47	210,12	154,32	221,73	216,58	209,77	33,47	183,00
1/2010	425,10	279,11	205,85	227,69	297,24	287,80	45,80	206,50
2/2010	204,50	131,66	102,57	166,34	99,47	107,02	15,83	131,00
3/2010	257,63	163,16	132,59	183,68	137,05	133,61	22,42	175,00
4/2010	214,36	132,50	111,78	189,97	135,17	136,82	23,01	135,00
5/2010	189,19	118,77	94,49	189,22	123,40	120,53	20,52	107,00
6/2010	185,60	114,61	94,35	179,81	114,69	116,09	19,53	70,00

Tabla III.4: Evapotranspiración Potencial Mensual estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia estimada.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL (mm/mes)													
Mes/ Año	García y López	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Linacre	Penman	Pen.- FAO	Pen.- Mont.	FAO- Pen.Mon	Turc	Thornth- waite	Tanque
9/2007	112,91	187,66	273,90	300,24	234,00	159,75	190,89	287,92	128,05	124,25	112,83	160,80	91,56
10/2007	151,81	213,16	273,80	362,09	262,10	176,13	204,36	310,94	135,11	137,91	131,07	246,45	137,84
11/2007	178,42	247,43	253,07	387,57	265,50	221,48	330,88	503,33	115,35	138,55	138,53	298,50	178,27
12/2007	209,03	269,57	243,22	435,94	282,12	249,64	342,06	529,47	120,24	144,89	148,71	407,03	201,43
1/2008	216,77	238,52	239,01	432,80	279,03	216,58	244,06	377,09	126,60	140,67	146,88	405,48	204,62
2/2008	188,93	200,48	228,05	371,65	248,72	168,08	151,45	235,07	128,18	125,42	128,94	283,62	152,62
3/2008	175,55	186,49	237,88	347,11	241,69	164,18	135,89	211,00	134,69	118,37	123,31	268,15	105,87
4/2008	117,54	168,68	221,24	262,66	197,62	154,50	159,74	250,61	114,26	91,07	97,44	172,50	82,37
5/2008	85,10	141,79	219,12	199,10	166,95	141,97	149,66	234,68	107,65	68,92	77,77	111,60	60,20
6/2008	41,47	107,97	217,65	141,70	138,36	122,59	117,31	182,32	104,05	52,88	58,03	54,90	49,60
7/2008	90,67	122,66	209,87	190,20	159,50	142,42	138,26	214,14	103,72	61,40	74,38	108,81	47,51
8/2008	86,36	158,49	246,07	213,02	182,85	181,75	217,58	333,23	108,31	85,25	90,19	108,50	59,52
9/2008	96,52	169,99	263,71	256,50	209,86	174,37	205,78	310,95	119,00	107,75	102,88	132,90	113,23
10/2008	147,40	210,98	264,81	347,81	252,29	197,72	250,25	380,06	124,87	130,00	126,13	243,97	109,52
1/2009	194,68	243,16	251,01	413,16	275,63	210,42	254,28	392,27	128,15	141,48	142,99	357,74	160,23
2/2009	183,20	216,43	215,05	368,08	242,01	191,16	216,97	339,02	114,11	121,50	126,42	292,04	113,42
3/2009	198,17	222,05	218,82	380,27	248,39	216,34	233,29	368,08	118,72	119,13	130,32	339,45	147,48
4/2009	164,79	186,64	197,67	302,73	206,59	199,03	231,08	363,31	101,51	92,13	106,67	248,70	116,91
5/2009	105,83	135,12	209,43	216,02	171,61	146,00	137,34	214,53	108,00	68,95	82,50	137,33	75,22
6/2009	55,87	112,95	210,05	153,19	141,62	132,52	133,50	207,61	99,78	53,12	61,93	68,10	66,48
7/2009	45,11	116,93	238,36	146,80	147,50	136,39	128,65	199,49	112,24	61,01	60,46	53,94	50,57
8/2009	106,70	166,75	228,30	236,67	187,97	207,89	263,63	403,68	100,44	84,65	101,14	146,01	86,99
9/2009	76,25	161,30	273,50	239,14	204,91	151,39	198,57	294,86	115,93	106,32	93,65	111,30	95,91
10/2009	165,12	237,30	256,30	359,39	254,24	255,14	409,64	616,39	107,29	129,83	147,54	267,84	129,83
11/2009	202,10	235,75	240,62	406,76	268,78	226,13	317,54	482,53	114,39	136,50	140,00	340,80	178,15
12/2009	199,82	226,86	253,04	420,02	279,40	192,32	212,21	322,98	131,51	142,88	145,09	367,97	141,57
1/2010	228,19	254,52	233,94	441,19	280,39	225,20	281,36	434,68	120,90	140,82	148,49	427,18	157,27
2/2010	190,83	182,88	213,53	370,56	242,44	159,47	143,11	215,39	116,16	119,60	126,91	297,64	104,87
3/2010	196,05	199,03	225,19	369,88	246,56	178,69	175,22	269,25	121,39	117,85	128,24	315,27	139,59
4/2010	110,83	152,82	228,83	254,03	196,38	144,87	133,51	206,44	120,23	91,63	95,46	155,70	106,71
5/2010	78,53	120,76	226,15	191,01	165,43	126,77	113,57	174,47	114,53	68,60	75,49	98,89	83,28
6/2010	62,87	110,49	212,85	155,72	143,80	119,13	110,74	172,22	105,59	54,92	62,91	68,40	56,04

ANEXO IV: Datos de Evaporación y Evapotranspiración Potencial – Irradiancia Experimental

Tabla VI.1: Evaporación Diaria estimada por el método de Penman, a partir de datos de irradiancia experimental.

DATOS DE EVAPORACIÓN DIARIA (mm/día)								
Año	Día Juliano	Penman	Año	Día Juliano	Penman	Año	Día Juliano	Penman
2007	267	10,72	2008	206	7,90	2009	230	8,98
2007	269	10,28	2008	207	10,33	2009	231	8,64
2007	270	10,49	2008	210	7,13	2009	232	8,40
2007	271	11,52	2008	228	11,28	2009	236	9,79
2007	276	7,68	2008	232	9,17	2009	238	10,99
2007	277	6,74	2008	233	8,28	2009	239	12,10
2007	278	7,86	2008	238	14,73	2009	243	12,90
2007	290	15,21	2008	239	14,44	2009	251	11,78
2007	291	8,94	2008	241	9,93	2009	252	10,12
2007	295	10,09	2008	247	9,77	2009	253	10,42
2007	298	13,17	2008	253	11,30	2009	264	12,82
2007	305	9,67	2008	259	11,03	2009	271	10,81
2007	309	10,92	2008	260	12,45	2009	272	10,53
2007	316	13,31	2008	267	10,54	2009	275	15,86
2007	319	12,56	2008	269	9,82	2009	280	10,31
2007	320	14,97	2008	270	11,30	2009	282	13,53
2007	323	7,78	2008	277	11,53	2009	300	20,72
2007	326	18,05	2008	280	9,69	2009	309	10,82
2007	330	13,37	2008	281	9,37	2009	310	11,49
2007	331	16,33	2008	283	12,66	2009	313	13,96
2007	332	11,27	2008	291	7,54	2009	315	14,86
2007	333	13,27	2008	292	11,15	2009	320	12,21
2007	337	12,35	2008	294	13,26	2009	343	8,14
2007	339	10,96	2008	296	11,90	2010	40	9,68
2007	340	13,75	2008	298	10,77	2010	74	8,53
2007	341	9,99	2008	302	13,58	2010	75	7,34
2007	346	17,13	2008	303	12,10	2010	84	7,94
2007	351	9,97	2009	35	8,61	2010	88	7,47
2008	37	10,98	2009	40	9,92	2010	89	7,22
2008	42	7,88	2009	42	9,72	2010	96	9,32
2008	44	11,07	2009	48	9,18	2010	97	8,67
2008	45	10,80	2009	55	7,92	2010	98	7,53
2008	50	6,62	2009	64	7,64	2010	99	8,74
2008	64	8,10	2009	68	7,16	2010	105	7,80
2008	65	8,54	2009	70	7,04	2010	124	7,72
2008	72	7,02	2009	71	7,67	2010	125	9,59
2008	73	6,87	2009	75	10,59	2010	130	7,25
2008	77	8,38	2009	93	8,48	2010	131	8,02
2008	78	6,80	2009	97	6,70	2010	132	9,34
2008	79	9,76	2009	104	8,08	2010	133	10,27
2008	92	6,62	2009	112	8,00	2010	139	7,34
2008	94	7,25	2009	113	7,60	2010	152	7,27
2008	95	6,62	2009	119	7,40	2010	153	7,37
2008	100	7,69	2009	120	8,21	2010	154	6,24
2008	101	7,37	2009	125	8,61	2010	158	6,87
2008	105	8,59	2009	126	8,73			
2008	107	7,96	2009	160	7,23			
2008	108	7,39	2009	162	6,82			
2008	112	8,02	2009	170	7,04			
2008	127	7,81	2009	174	6,96			
2008	128	7,62	2009	176	7,06			
2008	129	7,54	2009	181	7,08			
2008	130	8,60	2009	183	8,70			
2008	133	7,67	2009	184	7,66			
2008	134	7,73	2009	204	8,46			
2008	158	6,94	2009	208	8,40			
2008	165	8,22	2009	209	8,26			
2008	169	7,67	2009	210	8,57			
2008	172	7,14	2009	215	11,54			
2008	178	6,68	2009	218	8,22			
2008	179	7,49	2009	222	9,13			
2008	182	7,35	2009	223	10,76			
2008	190	7,54	2009	224	15,46			

Tabla VI.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por distintos métodos, a partir de datos de irradiancia experimental (Tabla 1/3).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)										
Año	Día juliano	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Penman	Penman-FAO	Penman-Monteith	FAO-Penman-Monteith	Turc
2007	267	5,53	10,63	6,65	6,68	2,56	3,80	5,98	4,30	3,11
2007	269	5,04	8,61	7,74	6,55	3,38	5,02	4,70	3,65	3,54
2007	270	7,03	8,75	8,53	6,97	3,88	5,93	5,10	4,26	3,86
2007	271	6,85	7,46	9,14	6,80	5,76	8,57	3,86	4,13	4,19
2007	276	5,29	6,37	8,39	6,05	2,10	3,21	4,22	2,85	4,14
2007	277	5,63	6,94	9,80	6,89	1,42	2,06	4,97	3,42	4,25
2007	278	5,43	5,59	8,45	5,78	2,74	4,11	3,41	2,75	4,35
2007	290	8,80	7,31	12,60	8,26	10,96	16,11	3,47	5,71	5,02
2007	291	5,31	5,57	9,00	6,00	4,00	6,25	3,53	2,77	4,52
2007	295	4,97	6,43	9,07	6,37	4,65	6,98	3,56	3,13	4,36
2007	298	9,27	6,11	13,50	8,11	9,90	14,66	3,14	5,70	4,95
2007	305	7,79	9,29	11,38	8,49	3,72	5,83	6,11	5,17	4,48
2007	309	7,54	7,77	11,74	8,07	5,79	8,42	3,90	4,96	4,50
2007	316	8,92	8,89	11,70	8,49	7,61	11,13	4,29	5,83	4,66
2007	319	6,81	10,75	8,88	7,83	4,83	6,94	4,96	5,28	3,78
2007	320	9,57	8,75	12,36	8,73	9,62	13,92	3,87	6,30	4,73
2007	323	8,65	7,41	12,76	8,37	3,03	4,85	5,43	4,74	4,70
2007	326	10,00	6,23	14,60	8,61	15,54	22,83	2,93	6,68	5,09
2007	330	10,34	7,22	15,01	9,22	9,81	15,14	4,32	5,97	5,95
2007	331	7,66	5,78	12,75	7,66	13,26	19,85	2,96	4,77	6,09
2007	332	9,38	7,58	13,92	8,93	6,98	11,02	4,89	5,50	5,38
2007	333	9,26	7,13	14,82	9,11	9,69	14,57	3,92	5,78	5,51
2007	337	9,07	6,74	14,01	8,60	8,66	12,98	3,71	5,48	5,22
2007	339	5,87	7,54	11,39	7,83	5,75	8,64	4,21	4,26	4,83
2007	340	9,67	7,58	13,92	8,93	9,60	14,24	3,90	6,09	5,06
2007	341	8,55	8,30	13,41	9,01	5,08	7,75	5,11	5,46	4,65
2007	346	10,00	7,41	13,62	8,73	13,18	19,44	3,54	6,42	5,69
2007	351	4,81	5,86	8,86	6,06	4,65	6,99	3,27	2,85	4,56
2008	37	8,42	7,27	13,36	8,57	6,81	10,26	4,16	5,28	4,72
2008	42	6,33	8,70	11,46	8,31	2,33	3,46	5,77	4,75	4,19
2008	44	7,43	7,48	12,09	8,11	6,40	9,35	3,79	4,93	4,46
2008	45	8,17	7,48	12,89	8,45	6,41	9,35	3,81	5,37	4,53
2008	50	6,20	6,68	12,28	7,86	2,24	3,46	4,94	3,98	4,57
2008	64	6,90	8,32	10,95	7,94	2,81	4,30	5,51	4,55	4,00
2008	65	7,29	7,51	11,35	7,80	3,75	5,73	4,73	4,43	4,18
2008	72	6,44	7,76	10,22	7,39	1,85	2,80	5,52	3,99	3,91
2008	73	6,03	7,44	10,50	7,40	1,93	2,83	4,97	3,92	3,98
2008	77	6,55	6,52	9,85	6,76	3,75	5,79	4,11	3,62	4,01
2008	78	6,26	6,57	10,61	7,10	2,38	3,77	4,78	3,53	4,08
2008	79	7,58	6,55	12,02	7,69	5,99	9,02	3,74	4,59	4,22
2008	92	4,49	6,91	8,46	6,28	1,60	2,34	4,54	2,95	3,52
2008	94	5,64	7,69	8,75	6,70	2,07	2,97	4,55	3,62	3,40
2008	95	6,20	7,20	9,48	6,85	1,92	2,97	5,12	3,52	3,56
2008	100	3,77	4,20	6,34	4,31	3,42	5,32	2,56	1,38	3,64
2008	101	6,37	6,73	9,50	6,68	3,02	4,58	4,21	3,56	3,54
2008	105	4,35	9,56	5,40	5,69	1,57	2,35	5,88	3,27	2,25
2008	107	5,77	7,53	7,95	6,27	2,84	4,47	4,88	3,28	3,13
2008	108	6,43	7,44	8,47	6,48	2,55	4,14	5,21	3,40	3,17
2008	112	5,59	5,76	8,70	5,95	4,12	6,22	3,31	3,01	3,43
2008	127	5,55	6,61	7,52	5,74	3,39	5,26	4,04	2,85	2,94
2008	128	2,58	4,77	5,03	3,93	2,92	4,60	2,89	0,85	2,92
2008	129	3,88	6,98	5,28	4,80	2,03	3,07	4,11	2,07	2,38
2008	130	3,10	6,50	5,84	4,91	3,49	5,15	3,26	1,98	2,57
2008	133	4,61	6,83	6,14	5,17	2,71	4,18	4,08	2,42	2,53
2008	134	5,45	6,31	7,18	5,48	3,46	5,39	3,85	2,66	2,78
2008	158	3,62	6,53	4,94	4,48	2,01	3,02	3,72	1,77	2,12
2008	165	4,45	6,22	5,59	4,70	3,68	5,61	3,39	2,12	2,46
2008	169	3,77	7,01	4,83	4,59	2,53	3,92	4,09	1,95	2,09
2008	172	1,34	5,57	2,21	2,78	0,89	1,28	2,86	0,12	1,33
2008	178	3,42	7,03	4,40	4,38	1,43	2,19	4,36	1,72	1,88
2008	179	5,06	6,29	6,13	4,98	3,23	5,22	4,04	2,20	2,38
2008	182	5,19	6,40	5,76	4,84	2,87	4,62	4,08	2,20	2,28
2008	190	4,51	6,48	5,83	4,90	2,97	4,46	3,53	2,29	2,32
2008	206	3,68	7,56	4,73	4,72	2,15	3,28	4,39	2,13	2,15
2008	207	3,86	6,95	5,25	4,78	4,78	6,96	3,03	2,29	2,61
2008	210	2,88	5,39	4,08	3,68	1,77	2,80	3,38	0,84	2,30
2008	228	6,06	6,75	7,12	5,61	6,29	9,46	3,44	3,32	3,39

Tabla VI.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por distintos métodos, a partir de datos de irradiancia experimental (Tabla 2/3).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)										
Año	Día juliano	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Penman	Penman-FAO	Penman-Monteith	FAO-Penman-Monteith	Turc
2008	232	4,57	9,12	5,15	5,43	2,32	3,48	5,09	3,09	2,26
2008	233	4,98	8,39	6,35	5,79	2,31	3,44	4,79	3,17	2,58
2008	238	5,73	6,43	8,46	6,10	10,33	14,90	2,59	3,81	3,74
2008	239	7,22	5,22	9,58	6,11	11,46	17,18	2,61	4,36	4,09
2008	241	4,30	8,19	6,77	5,93	3,86	5,83	4,43	3,11	3,42
2008	247	3,62	8,61	6,51	5,95	3,26	4,82	4,50	3,10	3,26
2008	253	6,50	8,08	7,88	6,43	5,40	8,04	4,08	3,96	3,56
2008	259	6,38	8,91	8,01	6,78	4,72	7,15	4,86	4,16	3,87
2008	260	6,35	8,29	8,75	6,91	6,66	9,77	3,91	4,23	4,13
2008	267	5,32	6,98	7,94	6,07	4,89	7,13	3,31	3,33	3,62
2008	269	5,14	6,13	7,51	5,56	4,40	6,69	3,44	2,74	3,82
2008	270	7,06	7,91	9,69	7,21	5,92	8,81	4,09	4,45	4,13
2008	277	3,94	5,75	7,04	5,21	5,91	8,73	2,75	2,29	3,96
2008	280	5,98	7,25	12,49	8,19	5,48	8,86	4,95	4,29	5,41
2008	281	6,07	8,61	9,80	7,52	3,54	5,34	5,10	4,31	3,98
2008	283	7,23	8,61	9,80	7,51	6,72	9,90	4,19	4,80	4,26
2008	291	4,74	6,51	8,57	6,18	2,05	3,26	4,63	2,79	4,08
2008	292	7,35	8,54	11,24	8,14	5,75	8,36	4,22	5,04	4,10
2008	294	8,06	6,32	11,61	7,43	9,32	14,09	3,42	4,80	5,05
2008	296	5,55	7,62	10,03	7,26	6,41	9,56	3,97	3,95	4,79
2008	298	7,87	7,20	12,41	8,13	6,39	9,63	4,09	4,86	4,60
2008	302	8,00	7,33	12,63	8,28	9,31	13,33	3,11	5,59	4,54
2008	303	6,32	8,17	11,54	8,14	6,87	10,09	4,07	4,67	4,41
2009	35	6,31	6,15	11,29	7,22	4,20	6,26	3,62	3,85	4,69
2009	40	8,64	7,46	13,71	8,79	5,72	8,79	4,66	5,29	4,66
2009	42	6,78	7,74	13,34	8,75	5,26	8,06	4,80	4,88	4,56
2009	48	8,50	6,41	14,15	8,51	5,68	8,75	4,10	4,91	4,81
2009	55	6,99	8,26	11,65	8,22	2,77	4,21	5,51	4,68	4,18
2009	64	7,39	7,31	12,60	8,26	3,30	5,10	5,00	4,56	4,35
2009	68	5,83	7,10	10,73	7,37	2,37	3,73	5,13	3,74	4,14
2009	70	7,25	7,04	11,36	7,62	2,51	3,97	5,12	4,05	4,20
2009	71	7,85	7,18	12,38	8,11	3,44	5,60	5,27	4,47	4,26
2009	75	7,36	7,32	11,06	7,60	6,03	8,94	3,87	4,62	4,04
2009	93	6,74	5,13	9,43	6,01	4,82	7,50	3,21	3,31	3,98
2009	97	6,73	5,95	10,25	6,70	2,84	4,63	4,36	3,28	3,84
2009	104	3,77	4,85	7,32	4,99	3,94	6,00	2,78	1,87	3,57
2009	112	5,98	6,70	8,21	6,09	3,45	5,33	4,12	3,18	3,20
2009	113	5,61	6,69	8,19	6,08	3,07	4,65	3,99	3,12	3,18
2009	119	5,94	5,57	9,00	6,01	3,84	6,19	3,78	2,85	3,37
2009	120	5,90	5,53	8,93	5,96	4,70	7,42	3,51	2,94	3,36
2009	125	5,25	6,47	6,82	5,37	3,88	6,10	3,92	2,58	3,08
2009	126	2,98	4,41	3,97	3,30	3,45	5,51	2,63	0,58	3,09
2009	160	3,89	6,76	5,12	4,65	2,30	3,54	3,98	1,95	2,11
2009	162	3,65	7,02	4,84	4,60	1,73	2,69	4,38	1,88	2,00
2009	170	5,38	5,37	7,06	5,08	3,58	5,62	3,33	2,37	2,64
2009	174	3,18	7,26	4,10	4,29	1,47	2,27	4,46	1,70	1,75
2009	176	2,26	4,65	2,91	2,85	1,70	2,73	2,87	0,06	1,99
2009	181	4,03	6,79	5,14	4,67	2,21	3,49	4,27	1,93	2,12
2009	183	3,70	6,87	4,74	4,50	3,42	5,15	3,56	1,96	2,30
2009	184	4,31	6,02	5,41	4,54	3,13	4,84	3,48	1,89	2,34
2009	204	2,65	8,41	2,11	3,59	0,87	1,28	4,96	1,53	2,22
2009	208	3,76	7,51	4,24	4,45	2,28	3,51	4,32	1,99	2,11
2009	209	4,20	8,28	3,73	4,43	1,64	2,54	5,02	2,18	1,66
2009	210	4,30	8,11	4,58	4,81	2,39	3,63	4,53	2,46	2,01
2009	215	4,85	6,77	6,09	5,12	6,28	9,19	2,99	2,83	2,97
2009	218	3,72	7,73	5,33	5,07	2,39	3,61	4,37	2,39	2,41
2009	222	5,29	7,01	6,30	5,30	3,87	6,00	4,05	2,70	3,05
2009	223	6,20	6,65	7,57	5,77	6,19	9,54	3,71	3,28	3,58
2009	224	5,94	5,72	8,65	5,92	11,99	17,63	2,55	3,69	4,10
2009	230	3,58	7,62	5,76	5,25	3,01	4,60	4,35	2,44	3,07
2009	231	4,30	8,27	5,70	5,43	2,42	3,69	4,83	2,80	2,59
2009	232	3,95	9,31	4,72	5,26	1,39	2,00	5,32	2,93	2,00
2009	236	5,64	6,52	7,42	5,66	4,90	7,30	3,34	3,13	3,24
2009	238	6,52	5,59	9,63	6,28	7,59	11,75	3,26	3,55	3,93
2009	239	7,35	5,29	10,99	6,72	9,50	14,65	3,07	4,07	4,30
2009	243	4,27	6,55	8,63	6,22	8,37	12,29	3,01	2,99	4,29
2009	251	3,12	9,84	4,43	5,28	3,32	4,65	3,70	3,01	2,13

Tabla VI.2: Evapotranspiración Potencial Diaria estimada por distintos métodos, a partir de datos de irradiancia experimental (Tabla 3/3).

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DIARIA (mm/día)										
Año	Día juliano	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Penman	Penman-FAO	Penman-Monteith	FAO-Penman-Monteith	Turc
2009	252	4,64	10,55	5,34	5,98	2,25	3,35	5,85	3,78	2,47
2009	253	5,13	9,53	6,57	6,28	3,41	5,08	5,09	3,78	3,16
2009	264	7,14	7,10	10,73	7,37	8,45	12,56	3,57	4,53	4,37
2009	271	3,87	11,04	4,97	5,94	1,97	2,82	5,72	3,81	2,28
2009	272	5,25	10,79	6,10	6,45	2,38	3,52	6,03	4,18	2,81
2009	275	6,90	7,73	9,47	7,05	10,33	15,08	3,37	4,60	4,66
2009	280	5,60	9,46	7,81	6,87	3,28	5,02	5,61	4,11	3,91
2009	282	7,37	7,76	10,22	7,39	8,24	12,16	3,74	4,74	4,68
2009	300	8,45	7,24	12,48	8,18	16,84	24,28	2,89	5,99	5,39
2009	309	8,19	7,68	12,40	8,32	5,98	9,40	4,88	4,93	5,23
2009	310	9,51	7,24	13,31	8,53	7,25	11,07	4,26	5,49	5,05
2009	313	7,95	8,19	12,37	8,51	8,93	13,24	4,11	5,32	5,36
2009	315	7,41	7,46	12,05	8,09	10,16	15,14	3,78	4,91	5,85
2009	320	9,05	7,31	13,43	8,61	7,99	11,71	3,67	5,84	4,78
2009	343	7,42	7,78	12,56	8,43	3,12	4,79	5,28	4,75	4,65
2010	40	7,61	7,42	13,63	8,74	5,45	7,85	3,81	5,21	4,66
2010	74	6,70	7,60	10,72	7,56	3,65	5,50	4,60	4,26	3,97
2010	75	4,97	6,06	9,16	6,27	2,63	3,95	3,82	2,90	4,04
2010	84	5,70	7,04	9,93	6,99	3,22	4,83	4,26	3,65	3,83
2010	88	6,23	5,81	10,67	6,81	3,68	5,59	3,63	3,54	4,07
2010	89	7,31	6,31	11,59	7,41	3,47	5,45	4,34	3,98	4,05
2010	96	5,63	7,86	8,30	6,55	3,87	5,58	3,80	3,74	3,27
2010	97	5,28	7,49	8,52	6,52	3,51	5,18	4,06	3,47	3,35
2010	98	5,31	7,23	8,23	6,29	2,42	3,57	4,28	3,22	3,33
2010	99	4,42	6,80	8,33	6,18	3,87	5,67	3,51	3,01	3,41
2010	105	5,10	8,61	7,11	6,24	1,92	2,90	5,45	3,44	2,80
2010	124	5,10	6,30	7,72	5,72	3,44	5,28	3,76	2,73	3,00
2010	125	5,14	5,83	8,23	5,77	5,78	8,50	2,83	3,06	3,14
2010	130	4,30	7,48	5,66	5,15	1,81	2,78	4,70	2,42	2,36
2010	131	4,09	7,87	5,43	5,17	2,29	3,37	4,20	2,58	2,24
2010	132	4,15	7,10	6,38	5,38	4,26	6,23	3,38	2,63	2,62
2010	133	4,56	6,46	7,35	5,61	5,92	8,72	3,07	2,79	2,96
2010	139	4,19	7,31	5,04	4,79	1,86	2,89	4,56	2,16	2,15
2010	152	2,93	6,69	3,78	3,95	1,55	2,23	3,42	1,43	1,82
2010	153	2,94	6,38	4,40	4,16	2,11	2,99	2,89	1,56	2,05
2010	154	1,74	3,61	2,49	2,31	1,02	1,61	2,25	0,91	2,04
2010	158	3,74	6,39	5,74	4,83	2,37	3,58	3,70	1,95	2,31

Tabla VI.3: Evaporación Mensual estimada por el método de Penman, a partir de datos de irradiancia experimental.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPORACIÓN MENSUAL (mm/mes)	
Mes/Año	Penman
9/2007	224,82
10/2007	240,61
11/2007	263,12
12/2007	250,76
2/2008	176,57
3/2008	179,39
4/2008	175,97
5/2008	173,91
6/2008	178,42
7/2008	173,33
8/2008	236,86
9/2008	238,51
10/2008	243,63
2/2009	192,50
3/2009	205,41
4/2009	177,69
5/2009	149,02
6/2009	174,99
7/2009	202,62
8/2009	237,35
9/2009	249,60
10/2009	303,57
11/2009	256,31
12/2009	211,60
2/2010	161,66
3/2010	166,82
4/2010	186,69
5/2010	187,22
6/2010	150,20

Tabla VI.4: Evapotranspiración Potencial Mensual estimada por diferentes métodos, a partir de datos de irradiancia experimental.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL (mm/mes)									
Mes/Año	Hargreaves y Samani	Priestley y Taylor	Jensen y Haise	Makkink	Penman	Penman-FAO	Penman-Monteith	FAO-Penman-Monteith	Turc
9/2007	168,60	246,09	269,75	209,87	189,65	287,56	115,03	103,48	101,51
10/2007	213,16	273,80	362,09	262,10	204,36	310,94	135,11	137,91	131,07
11/2007	236,96	242,37	371,18	254,12	330,28	503,20	110,46	129,85	132,74
12/2007	244,26	220,38	395,01	255,28	340,66	529,18	108,93	124,87	134,91
2/2008	192,96	219,49	357,70	239,25	150,97	234,96	123,36	117,82	124,16
3/2008	177,66	226,61	330,67	230,06	135,30	210,86	128,30	108,70	117,54
4/2008	158,33	207,67	246,54	185,27	159,10	250,45	107,24	80,43	91,55
5/2008	130,47	201,63	183,22	153,33	148,95	234,49	99,03	56,37	71,67
6/2008	100,30	202,19	131,64	128,27	116,78	182,16	96,63	42,69	53,98
7/2008	111,84	191,35	173,41	145,10	137,51	213,94	94,54	48,05	67,93
8/2008	153,84	238,85	206,77	177,37	217,29	333,16	105,12	80,28	87,58
9/2008	154,82	240,18	233,61	190,81	204,79	310,70	108,36	90,90	93,83
10/2008	191,23	240,01	315,24	228,32	249,01	379,79	113,16	110,48	114,47
2/2009	207,08	205,76	352,19	231,41	216,42	338,92	109,18	113,29	121,02
3/2009	218,08	214,90	373,47	243,88	233,06	368,04	116,60	115,63	128,02
4/2009	162,77	172,39	264,01	179,71	229,69	363,04	88,50	70,77	93,23
5/2009	107,09	165,98	171,20	135,24	135,47	214,10	85,54	36,20	65,68
6/2009	103,59	192,63	140,50	129,58	132,87	207,45	91,49	41,37	56,89
7/2009	110,74	225,75	139,03	139,50	128,22	199,37	106,29	52,83	57,32
8/2009	156,79	214,66	222,53	176,52	263,02	403,55	94,42	74,82	95,19
9/2009	156,45	265,28	231,95	198,65	198,24	294,78	112,44	100,69	90,88
10/2009	218,26	235,73	330,55	233,54	408,55	616,20	98,66	113,99	135,85
11/2009	221,83	226,41	382,74	252,69	316,71	482,39	107,62	124,40	131,83
12/2009	213,25	237,85	394,81	262,41	211,33	322,83	123,60	129,64	136,48
2/2010	176,85	206,49	358,34	234,33	142,70	215,32	112,32	113,27	122,77
3/2010	176,70	199,92	328,38	218,48	173,78	269,01	107,74	95,65	114,04
4/2010	149,62	224,04	248,71	192,20	133,29	206,40	117,71	87,93	93,49
5/2010	119,24	223,31	188,61	163,31	113,46	174,44	113,09	66,57	74,56
6/2010	88,95	171,37	125,37	115,07	109,24	171,88	84,96	26,59	50,88