

**EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
TEÓRICA Y LA EVAPORACIÓN REGISTRADA EN LOS DEPARTAMENTOS DE
CUNDINAMARCA Y VALLE DEL CAUCA**

VALENTINA MARÍN VALENCIA



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2010**

**EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
TEÓRICA Y LA EVAPORACIÓN REGISTRADA EN LOS DEPARTAMENTOS DE
CUNDINAMARCA Y VALLE DEL CAUCA**

Valentina Marín Valencia

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Andrés Vargas Luna

Ingeniero Civil, MSc.



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

2010



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo General	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. ZONA DE ESTUDIO	11
3.1. CUNDINAMARCA	11
3.1.1. Ubicación, extensión y límites	11
3.1.2. Clima	12
3.1.3. Cuencas Hidrográficas	12
3.2. VALLE DEL CAUCA	14
3.2.1. Ubicación, extensión y límites	14
3.2.2. Clima	15
3.2.3. Cuencas Hidrográficas	15
4. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA	17
4.1. CUNDINAMARCA	17
4.2. VALLE DEL CAUCA	21
5. EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN	24
5.1. EVAPORACIÓN	24
5.1.1. Definición	24
5.1.2. Factores	24
5.1.3. Medición	25
5.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN	26
5.2.1. Definición	26
5.2.2. Factores	27
5.2.3. Medición	29
5.3. RELACIÓN ENTRE EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN	30



6.	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	31
6.1.	Método FAO Penman-Monteith	31
6.2.	Método de Blaney y Criddle (Doorenbos & Pruitt, 1977)	32
6.3.	Método de Christiansen (Christiansen, 1966).....	33
6.4.	Método de García y López (García & López, 1970)	35
6.5.	Método de Hargreaves (Hargreaves, 1956)	36
6.6.	Método de Thornthwaite y Wilm (Thornthwaite, Wilm, & otros, 1944)	37
6.7.	Método de Turc Anual (Turc, 1954).....	38
6.8.	Método de Turc (Turc, 1961).....	39
7.	RESULTADOS OBTENIDOS	40
7.1.	CUNDINAMARCA	40
7.2.	VALLE DEL CAUCA.....	45
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
8.1.	CUNDINAMARCA	50
8.1.1.	Estimación mensual de ETP.....	50
8.1.2.	Estimación anual de ETP	59
8.1.3.	Variación mensual de ETP	64
8.1.4.	Comparación entre radiación solar medida y estimada	66
8.2.	VALLE DEL CAUCA.....	67
8.2.1.	Estimación mensual de ETP.....	67
8.2.2.	Estimación anual de ETP	73
8.2.3.	Variación mensual de ETP	79
9.	CONCLUSIONES	82
10.	RECOMENDACIONES	84
11.	REFERENCIAS	85
	ANEXOS	88



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del departamento de Cundinamarca en Colombia (Fuente: Ing. Andrés Vargas).	11
Figura 2. Cuencas hidrográficas del departamento de Cundinamarca (IGAC, 2006).....	13
Figura 3. Ubicación del departamento del Valle del Cauca en Colombia (Fuente: Ing. Andrés Vargas).	14
Figura 4. Cuencas hidrográficas del Valle del Cauca (CVC, 2006).	16
Figura 5. Jurisdicción de la CAR (CAR, 2006).	17
Figura 6. Localización de las estaciones operadas por la CAR en que fueron utilizadas en el estudio.	20
Figura 7. Jurisdicción de la CVC (Valle del Cauca, 2010b).....	21
Figura 8. Localización de las estaciones operadas por la CVC que fueron utilizadas en el estudio.	22
Figura 9. Tanque evaporímetro Clase A (FAO, 2006).	25
Figura 10. Representación esquemática de un estoma (FAO, 2006).	27
Figura 11. Factores que afectan la evapotranspiración (FAO, 2006).	28
Figura 12. Lisímetro (Maderey, 2005).	30
Figura 13. Explicación de página 1 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CAR (<i>Anexo B.1</i>).	43
Figura 14. Explicación de la página 2 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CAR (<i>Anexo B.1</i>).	44
Figura 15. Explicación de la página 1 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CVC (<i>Anexo B.2</i>).	47
Figura 16. Explicación de la página 2 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CVC (<i>Anexo B.2</i>).	48



LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Turc para el departamento de Cundinamarca.	52
Gráfica 2. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Turc para las estaciones No. 1, 5 y 18 del departamento de Cundinamarca.	53
Gráfica 3. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Turc para las estaciones No. 17 y 21 del departamento de Cundinamarca.	53
Gráfica 4. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de García y López para el departamento de Cundinamarca.	54
Gráfica 5. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Hargreaves para el departamento de Cundinamarca.	55
Gráfica 6. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Christiansen para el departamento de Cundinamarca.	56
Gráfica 7. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Penman-Monteith para la estación No. 11 en el departamento de Cundinamarca.....	57
Gráfica 8. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Penman-Monteith para la estación No. 7 en el departamento de Cundinamarca.	57
Gráfica 9. Resultados mensuales de ETP obtenidos por	57
Gráfica 10. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc Anual para Cundinamarca.	60
Gráfica 11. Resumen de resultados de ETP anual por método de Turc para Cundinamarca .	60
Gráfica 12. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Thornthwaite y Wilm para Cundinamarca.	61
Gráfica 13. Resumen de resultados de ETP anual por el método de García y López para Cundinamarca.	61
Gráfica 14. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Blaney y Criddle para Cundinamarca.	61



Gráfica 15. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Hargreaves para Cundinamarca.....	62
Gráfica 16. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Christiansen para Cundinamarca.....	63
Gráfica 17. Variación mensual de ETP y ER para la estación No. 1 de Cundinamarca.....	64
Gráfica 18. Comparación entre RS medida en Cundinamarca y RS estimada.....	66
Gráfica 19. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Thornthwaite y Wilm para el Valle del Cauca.....	69
Gráfica 20. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de García y López para el Valle del Cauca.	70
Gráfica 21. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Hargreaves para el Valle del Cauca.....	71
Gráfica 22. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Christiansen para el Valle del Cauca.	72
Gráfica 23. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc Anual para el Valle del Cauca.	74
Gráfica 24. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc para el Valle del Cauca.....	75
Gráfica 25. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Thornthwaite y Wilm para el Valle del Cauca.	76
Gráfica 26. Resumen de resultados de ETP anual por el método de García y López para el Valle del Cauca.....	76
Gráfica 27. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Hargreaves para el Valle del Cauca.	77
Gráfica 28. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Christiansen para el Valle del Cauca.	78
Gráfica 29. Variación mensual de ETP y ER para la estación No. 6 del Valle del Cauca.....	80



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Catálogo de estaciones utilizadas de la CAR.	18
Tabla 2. Catálogo de estaciones utilizadas de la CVC.	23
Tabla 3. Variables climáticas requeridas para el cálculo de la ET.	32
Tabla 4. Precipitación total mensual del año medio seleccionado y media mensual multianual para el departamento de Cundinamarca.....	41
Tabla 5. Precipitación total mensual del año medio seleccionado y media mensual multianual para el departamento del Valle del Cauca.	45
Tabla 6. Rangos para interpretación del Coeficiente de Determinación (Sagaró & Macías, 2005).	50
Tabla 7. Coeficientes de determinación de las regresiones entre la EP y la ETP en el departamento de Cundinamarca.	51
Tabla 8. Resumen de resultados de las regresiones mensuales para mejores métodos en el departamento de Cundinamarca.	58
Tabla 9. Resumen de resultados de las regresiones anuales para mejores métodos en el departamento de Cundinamarca.	63
Tabla 10. Coeficientes de determinación de las regresiones entre la ER y la ETP mensual en el departamento del Valle del Cauca.	67
Tabla 11. Resumen de resultados de las regresiones mensuales para cada método en el departamento del Valle del Cauca.	72
Tabla 12. Resumen de resultados de las regresiones anuales para los mejores métodos en el departamento del Valle del Cauca.	79



1. INTRODUCCIÓN

El agua se presenta en la naturaleza en diferentes estados: sólido, líquido y gaseoso. Se denomina ciclo hidrológico al movimiento del agua entre la atmósfera y la superficie terrestre, incluyendo los procesos de transición de un estado a otro. La evaporación es uno de los procesos más importantes en este ciclo pues garantiza el retorno del agua precipitada sobre la superficie terrestre a la atmósfera, dando paso así a la posterior precipitación. La evaporación es un fenómeno físico de gran interés en la hidrología en donde es fundamental conocer las pérdidas de agua en las corrientes, canales y embalses para aplicar de manera correcta la ecuación fundamental de la hidrología o ecuación de conservación de la masa, según la cual la precipitación debe igualar las pérdidas por evaporación, transpiración, escorrentía o infiltración. La evapotranspiración (ET) es la suma de dos procesos: la transpiración que realizan las plantas y la evaporación del agua presente en el suelo que las rodea (Sánchez, 2004).

La importancia de cuantificar de manera precisa la ET radica en que este proceso es parte fundamental tanto del ciclo hidrológico como del balance hídrico. Según Sánchez-Toribio (1992), se estima que aproximadamente el 60% del agua total anual que cae sobre la superficie terrestre en forma de precipitación, regresa a la atmósfera por medio de la ET. Estas cifras pueden aumentar aún más si se trata de zonas desérticas, en las cuales la ET asciende hasta un 90-100% del total de agua precipitada. La cantidad restante se reparte en escorrentía superficial, subterránea e infiltración (Domingo, Villagarcía, & Were, 2002).

La evapotranspiración potencial (ETP) es la ET máxima que se produce si la humedad de un suelo y su cobertura vegetal se encuentran en condiciones óptimas, es decir, totalmente cubierto de vegetación y con suministro ilimitado de agua (Thornthwaite, 1948). La definición y determinación de la ETP ha sido objeto de estudio de un gran número de autores alrededor del mundo. Thornthwaite (1948) y Penman (1948) formularon de manera individual la primera definición de Evapotranspiración Potencial. A partir de sus trabajos se han desplegado una gran cantidad de métodos, unos sencillos como los de Blaney y Criddle (Doorenbos & Pruitt, 1977), Thornthwaite y Wilm (1944) y Turc (1954), en los cuales la temperatura es el principal factor para la determinación de la ETP, y otros más complejos como los desarrollados por Jensen y Haise (1963) y Penman-Monteith (1949) que involucran diferentes parámetros

meteorológicos y atmosféricos. Otros autores de gran importancia en el estudio de la ETP son García y López (1970), quienes desarrollaron una fórmula adaptada al trópico para latitudes entre 15°N y 15°S.

Las mediciones de evapotranspiración son ampliamente utilizadas en el sector agrícola para estimar las necesidades de riego de los cultivos, en la hidrología y en los estudios climáticos (Monsalve, 1995). Colombia no cuenta con mediciones directas de ETP, por lo cual se hace estrictamente necesaria su correcta evaluación mediante las fórmulas teóricas y/o empíricas que ofrecen autores como Penman, Thornthwaite, Blaney, Criddle, Turc y Christiansen, entre otros. Paradójicamente, la existencia de tantas metodologías ha convertido la estimación de la ETP en una ardua labor que los hidrólogos y agrónomos tienen que enfrentar a diario para realizar con éxito su trabajo.

Dado que la ETP se calcula a partir de información climatológica, la preocupación por encontrar una metodología óptima para su estimación se presenta en muchos países alrededor del mundo. En Japón, Alkhaed *et al.* (2006) desarrollaron un estudio buscando la metodología que podría utilizarse en vez de la de Penman-Monteith (recomendada por la FAO) para la península de Itoshima, en caso tal que no se cuente con la totalidad de sus variables. Con este trabajo lograron concluir que el método de Thornthwaite, a pesar de involucrar únicamente la temperatura, está altamente correlacionado con el método FAO56-PM. Por otro lado, en Estados Unidos, Lu *et al.* (2005) realizaron una comparación de seis metodologías para el cálculo de la ETP para ser aplicadas en diferentes cuencas de la región sureste de dicho país. Este trabajo les permitió concluir que dado el clima cálido y húmedo de esta zona, los métodos más apropiados son Priestley-Taylor, Turc y Hamon.

En Latinoamérica la gran mayoría de estudios se han realizado en Venezuela. Uno de los primeros intentos lo realizó Martelo (1989), quien desarrolló un estudio comparativo para seleccionar la fórmula de ETP mejor adaptada al área de Guanare-Masparro. En este trabajo Martelo logró demostrar que entre nueve metodologías utilizadas, la que presenta mayor correlación con las mediciones directas de evaporación es la de Hargreaves. Lo mismo concluyeron Martínez *et al.* (2005) al realizar un trabajo cuyo objetivo era encontrar la correlación entre la evaporación medida en tanque evaporímetro y la ET de referencia, en cinco estaciones climatológicas de Venezuela.



A nivel nacional también se han presentado trabajos que demuestran el interés por determinar de una manera más precisa la ETP en distintas regiones. Castro y Guzmán (1985) realizaron un estudio comparativo de fórmulas de ETP en Colombia para el HIMAT que en la actualidad ha sido reemplazado por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). Aunque el comportamiento general más destacado fue el de los métodos de Hargreaves y Christiansen, no se logró encontrar una fórmula predominante para alguna región en particular debido a que dicho estudio se realizó para estaciones de distintas zonas del país. Una de las principales fallas de ese trabajo, en relación con el presente proyecto, es que utilizaron información de pocas estaciones en la zona de Cundinamarca, por lo cual no se logró el objetivo de encontrar la metodología de mejor aplicación en la zona. De igual manera, Poveda *et al.* (1998) realizaron la estimación de la ETP en Colombia, sin realizar ninguna comparación con las mediciones de evaporación en tanque. El trabajo más reciente es el de Jaramillo (2006) quien realizó un estudio para Cenicafé, con el fin de estimar las variaciones temporales y altitudinales de la evapotranspiración de referencia y la evaporación para la región andina. El trabajo de Jaramillo presenta un alcance similar al del presente proyecto, pero se realizó para la zona cafetera central de Colombia y se aplicó únicamente la metodología de Penman-Monteith.

En el presente proyecto se pretende encontrar la relación entre la ETP calculada por diferentes metodologías empíricas y la evaporación registrada en las estaciones climatológicas de los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca. Con el desarrollo del trabajo se busca no sólo estimar la relación entre estas dos variables, sino también determinar la metodología que presenta mayor correlación con las medidas directas de evaporación para las zonas de estudio.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la relación entre la evapotranspiración potencial teórica y la evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1. Evaluar la aplicabilidad de las metodologías empíricas existentes para la estimación de la evapotranspiración potencial en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca.
- 2.2.2. Estimar la evapotranspiración potencial para los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca mediante la aplicación de las metodologías empíricas seleccionadas.
- 2.2.3. Relacionar los valores obtenidos por medición directa de evaporación en las estaciones climatológicas de la CAR operadas en Cundinamarca y de la CVC en el Valle del Cauca, con los resultados obtenidos de los métodos de estimación de la evapotranspiración potencial.

3. ZONA DE ESTUDIO

Con el propósito de evaluar el comportamiento de los distintos métodos bajo diferentes condiciones climáticas y topográficas, el estudio se desarrolló con base en la información registrada en las estaciones meteorológicas ubicadas en los Departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca. El análisis se realizó de manera separada para cada uno de los departamentos.

3.1. CUNDINAMARCA

3.1.1. Ubicación, extensión y límites

El Departamento de Cundinamarca se encuentra ubicado en la parte central del país (Figura 1), con latitudes entre los 03°40'14" y 05°50'11" Norte y longitudes entre los 73°03'08" y 74°53'35" Oeste. Limita al norte con el departamento de Boyacá, por el este con los departamentos de Boyacá y Meta, al Oeste con el Río Magdalena, que lo separa de los departamentos de Tolima y Caldas, y por el sur con los departamentos de Meta, Huila y Tolima. Cuenta con una extensión de 24.210 km², que corresponden al 2.12% del territorio nacional (Cundinamarca, 2010).

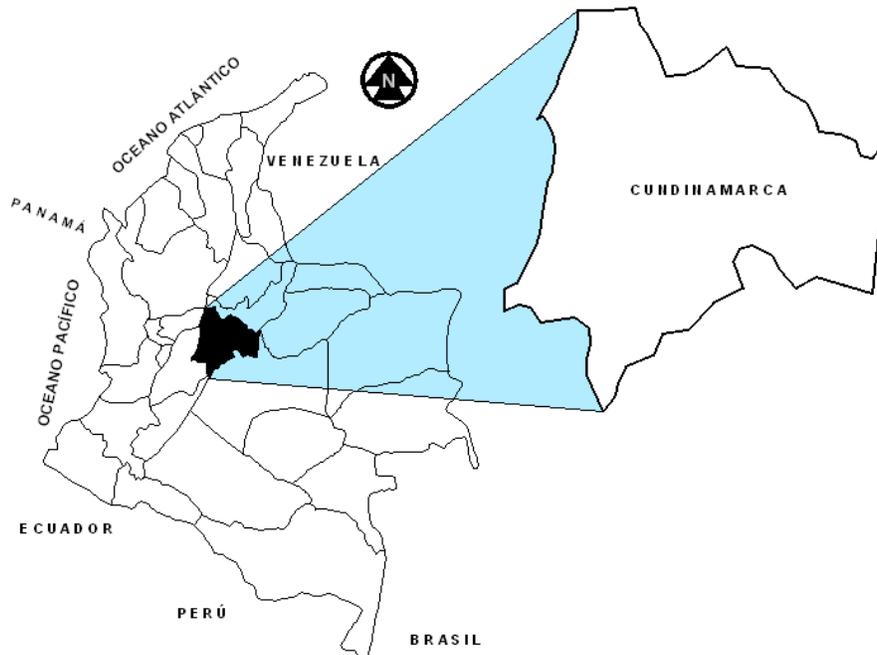


Figura 1. Ubicación del departamento de Cundinamarca en Colombia (Fuente: Ing. Andrés Vargas).

3.1.2. Clima

Debido a su variada topografía, el Departamento de Cundinamarca cuenta con diversos climas característicos de la zona tropical. Las condiciones climáticas están determinadas por la circulación atmosférica de la Zona de Convergencia Intertropical, la cual determina el régimen bimodal en la mayor parte del territorio. Sus tierras se distribuyen en cuatro pisos térmicos: cálido, templado, frío y bioclimático páramo. El piso térmico cálido presenta temperaturas mayores o iguales a 24 °C y su altitud se encuentra entre 300 msnm y 1000 msnm. Se presenta en el Piedemonte Llanero y en el Valle del río Magdalena y corresponde al 27% del área total del departamento. El piso térmico templado se encuentra entre los 1000 msnm y 2000 msnm, con temperaturas que varían entre 18 °C y 24 °C. Se presenta la parte media de los flancos oriental y occidental, ocupando el 28% del área total del departamento. El piso térmico frío incluye temperaturas entre 12 °C y 18 °C, se encuentra comprendido entre los 2000 y 3000 msnm y es el que predomina en el departamento pues cubre el 67% de su extensión total. Se presenta en el altiplano de Bogotá y en las partes altas de los flancos oriental y occidental. El páramo es el piso térmico con temperaturas más bajas, generalmente menores a 12 °C, cuya elevación supera los 3000 msnm. Ocupa el 12% del área total del departamento y se presenta en el páramo de Sumapaz.

La mayor pluviosidad se presenta en el piedemonte llanero a una elevación de 500 msnm, donde se registran lluvias superiores a 5000 mm. Por otro lado, el sureste del altiplano se puede considerar la zona menos lluviosa pues se presentan precipitaciones de 600 mm aproximadamente.

3.1.3. Cuencas Hidrográficas

El Departamento de Cundinamarca cuenta con diez cuencas hidrográficas tal como se muestra en la Figura 2: Cuenca del río Bogotá, Cuenca del río Negro, Cuenca del río Suárez, Cuenca del río Minero, Cuenca del río Sumapaz, Cuenca del río Magdalena, Cuenca del río Blanco, Cuenca del río Guacavía-Humea, Cuenca del río Machetá y Cuenca del río Guavio.

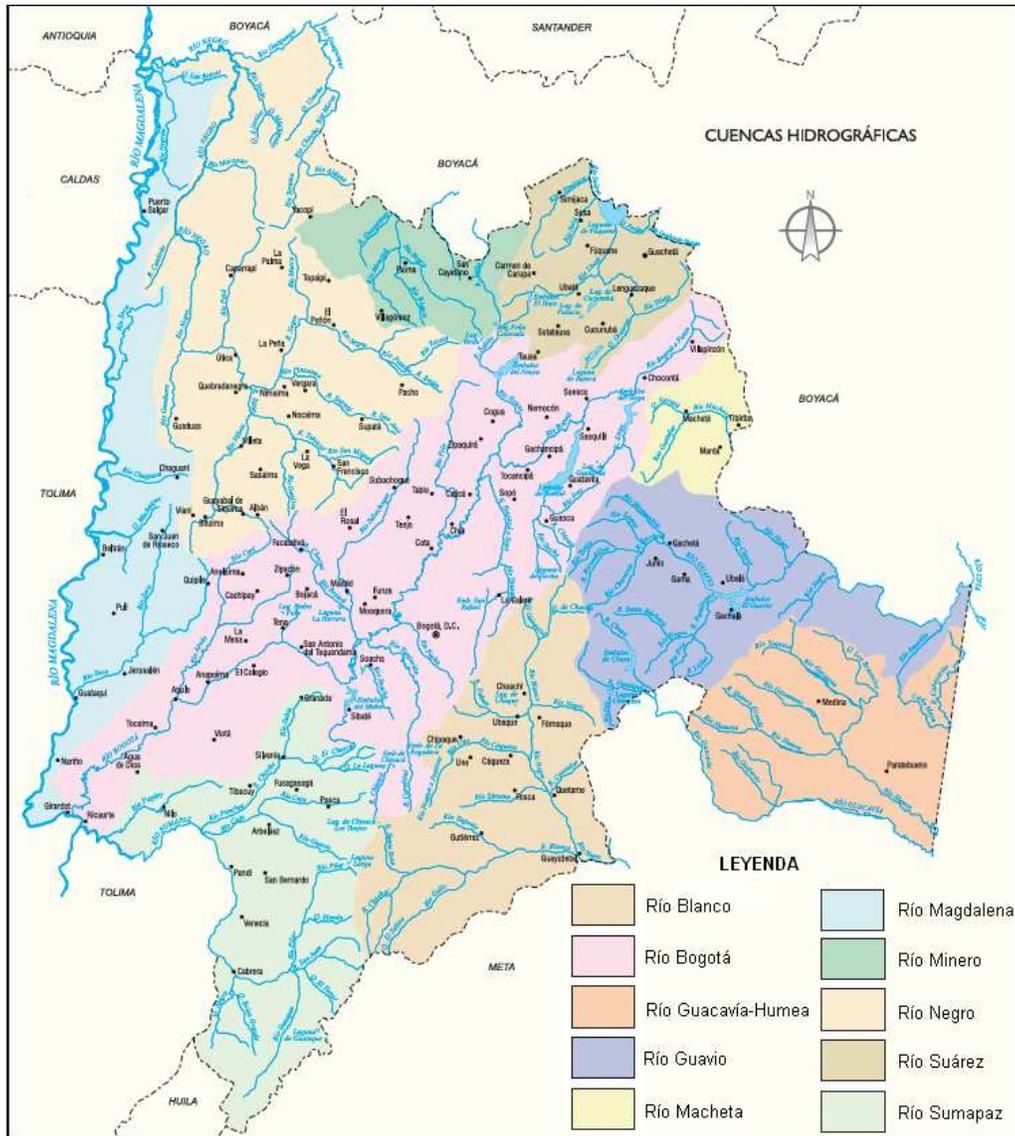


Figura 2. Cuencas hidrográficas del departamento de Cundinamarca (IGAC, 2006).

3.2. VALLE DEL CAUCA

3.2.1. Ubicación, extensión y límites

El Departamento del Valle del Cauca, cuya capital es la ciudad Santiago de Cali, se encuentra ubicado al suroccidente de Colombia como se puede observar en la Figura 3, entre las latitudes $05^{\circ}02'08''$ y $03^{\circ}04'02''$ Norte y entre los $72^{\circ}42'27''$ y $74^{\circ}27'13''$ de longitud Oeste. Limita al Norte con los departamentos de Chocó, Risaralda y Quindío; por el Este con el departamento de Quindío y Tolima, por el Sur con el departamento del Cauca y por el Oeste con el Océano Pacífico y el departamento del Chocó. Tiene una extensión total de 21.195 km², que corresponden al 1.86% del área total del territorio nacional (Valle del Cauca, 2010a).

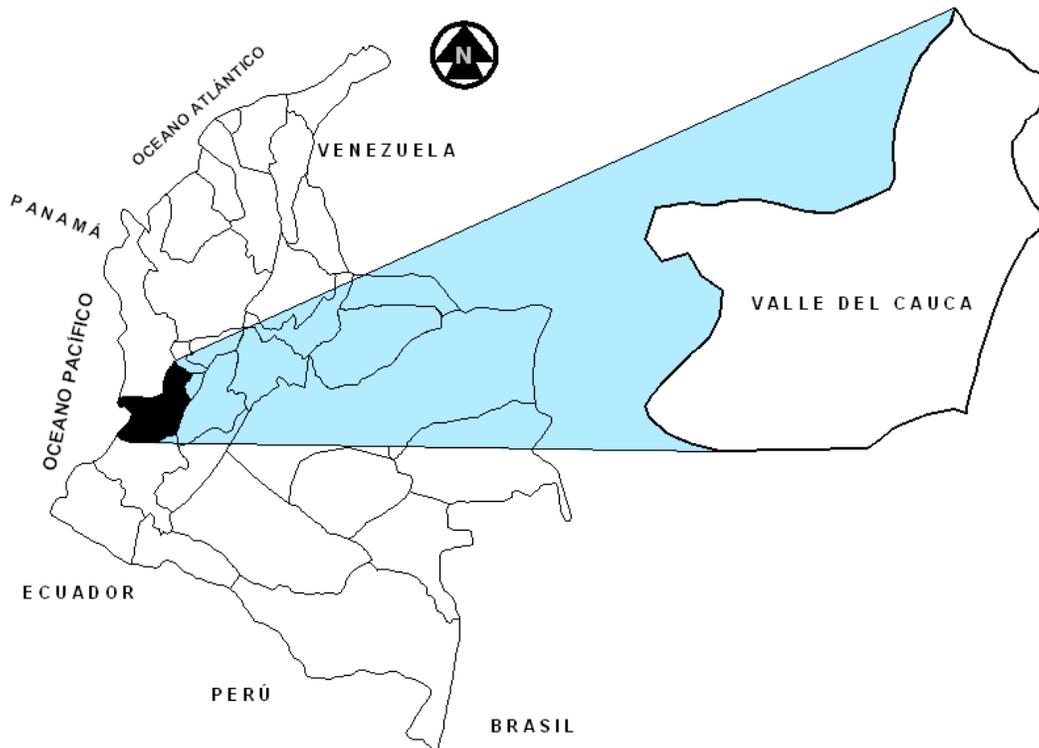


Figura 3. Ubicación del departamento del Valle del Cauca en Colombia (Fuente: Ing. Andrés Vargas).

3.2.2. Clima

La latitud, longitud y orientación de los relieves montañosos hacen que el clima del departamento del Valle del Cauca sea muy variado. Sus tierras están comprendidas en los pisos térmicos cálido y templado principalmente, con extensiones correspondientes al 47% y 34% del área total del departamento, respectivamente. El piso térmico frío comprende el 14% del área total del departamento mientras que el piso térmico de páramo cubre únicamente el 5% de éste.

La llanura del Pacífico va desde el nivel del mar hasta una altitud de 1.000 msnm y presenta temperaturas superiores a los 24°C. Es una zona muy húmeda, en la cual las precipitaciones anuales alcanzan los 15.000 mm. El área plana del Valle del Cauca y la zona montañosa de ladera presentan registros pluviométricos menores, del orden de 1.500 mm/año. Su altitud varía entre los 1.000 y 2.000 msnm. La zona fría y de páramo presenta mayores precipitaciones anuales, generalmente mayores a 1.500 mm. Este registro disminuye a medida que aumenta la altura, alcanzando registros de 1.000 mm/año a los 3.500 msnm (Valle del Cauca, 2010a).

3.2.3. Cuencas Hidrográficas

La red hidrográfica del Valle del Cauca está compuesta por un gran número de corrientes que llegan al Río Cauca pero se originan en la vertiente del Pacífico y vertiente del Magdalena. Entre los ríos más importantes que desembocan en el río Cauca están el Nima, Amaima, Zabaletos, Sonso, Desbaratado, Frailes, Tuluá, Bugalagrande, Guadalajara, La Vieja, Timba y Cali. El departamento del Valle del Cauca cuenta con 51 cuencas hidrográficas tal como se muestra en la Figura 4.

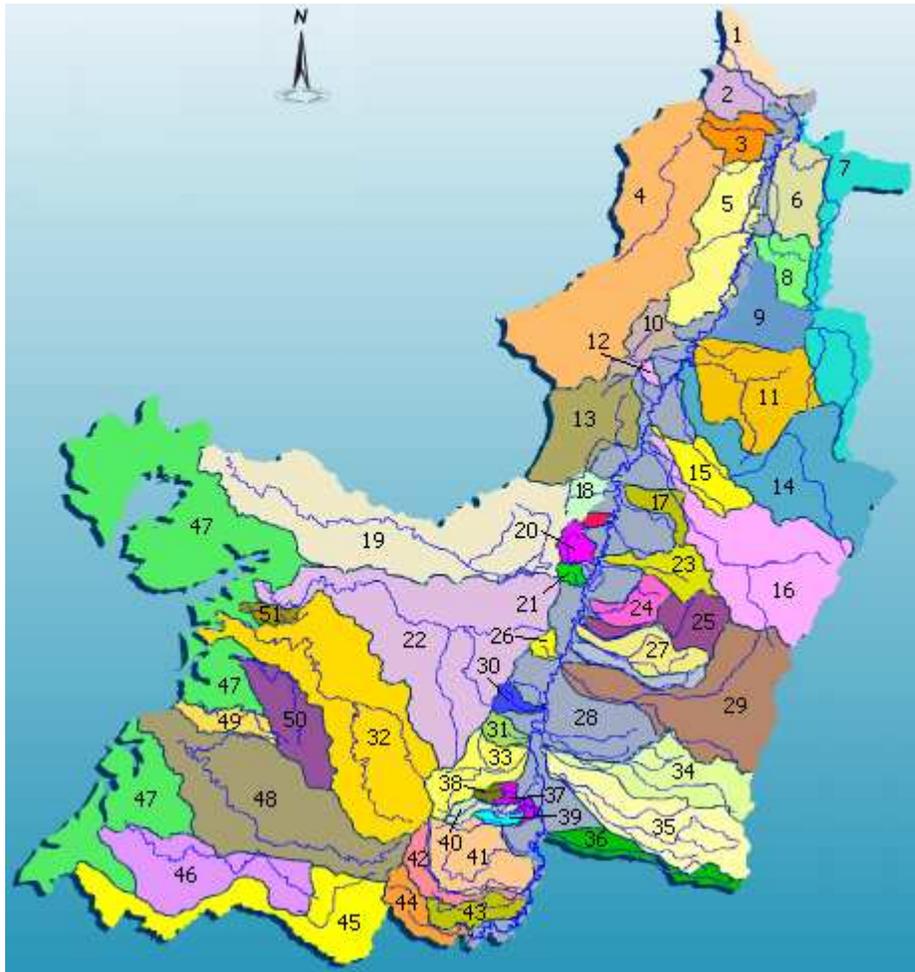


Figura 4. Cuencas hidrográficas del Valle del Cauca (CVC, 2006).

- | | | |
|------------------|-----------------|----------------------|
| 1. Cañaveral | 19. Calima | 37. Canal Navarro |
| 2. Catarina | 20. Mediacanoa | 38. Cañaveralajo |
| 3. Chanco | 21. Yotoco | 39. Lili |
| 4. Garrapatas | 22. Dagua | 40. Meléndez |
| 5. R.U.T | 23. Guadalajara | 41. Jamundí |
| 6. Obando | 24. Sonso | 42. Claro |
| 7. La Vieja | 25. Guabas | 43. Guachinte |
| 8. Los Micos | 26. Vijes | 44. Timba |
| 9. Las Canas | 27. Zabaletas | 45. Naya |
| 10. Pescador | 28. Río Cauca | 46. Yurumangui |
| 11. La Paila | 29. Amaime-nima | 47. Litoral Pacífico |
| 12. Robledo | 30. Yumbo | 48. Cajambre |
| 13. Riofrio | 31. Arroyohondo | 49. Mayorquín |
| 14. Bugalagrande | 32. Anchicayá | 50. Raposo |
| 15. Morales | 33. Cali | 51. Potedo |
| 16. Tuluá | 34. Bolo | |
| 17. San Pedro | 35. Fraile | |
| 18. Piedras | 36. Desbaratado | |

4. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA

4.1. CUNDINAMARCA

La información climatológica requerida para la estimación de la evapotranspiración por medio de los distintos métodos que se explican de manera detallada en el Capítulo 6 *Métodos de estimación de la evapotranspiración*, fue obtenida de los registros de diferentes estaciones hidrometeorológicas operadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) en la zona de su jurisdicción correspondiente al Departamento de Cundinamarca. La jurisdicción completa de la CAR se puede observar en la Figura 5.



Figura 5. Jurisdicción de la CAR (CAR, 2006).



Se realizó una revisión detallada de las 42 estaciones climatológicas que la CAR tiene instaladas en el territorio de su jurisdicción y se seleccionaron aquellas que poseen un registro de información continuo y completo de las siguientes variables climatológicas: evaporación, precipitación, brillo solar, humedad relativa, temperatura, radiación Solar y velocidad del viento. Se aceptaron estaciones que, como mínimo, cuentan con registros de evaporación y alguna otra variable climatológica que permita la aplicación de al menos dos metodologías. De esta manera, el número total de estaciones utilizadas se redujo a 21, de las cuales tres son estaciones de categoría Automática, 17 de categoría Climatológica Principal y una estación de categoría Climatológica Ordinaria. De cada estación se eliminaron los años de información incompleta, es decir, aquellos cuyos registros son menores a seis meses. En la Tabla 1 se presenta la descripción de cada una de las estaciones hidrometeorológicas de la CAR que cumplieron las condiciones señaladas y que fueron empleadas en el estudio. La información climatológica se obtuvo del Sistema de Información Climatológica e Hidrológica (SICLICA) a través del sitio web oficial de la CAR.

Tabla 1. Catálogo de estaciones utilizadas de la CAR.

No.	Código	Estación	Categoría	Municipio	Corriente	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Fecha de instalación	Años de registro
1	2119514	Univ. Fusagasugá	CP	Fusagasugá	Río Subia	4°20'	74°22'	1720	Jun-96	14
2	2120516	La ramada	CP	Funza	Río Bogotá	4°43'	74°11'	2545	Dic-37	73
3	2120540	Checua	CP	Nemocón	Río Checua	5°07'	73°52'	2580	Abr-53	57
4	2120541	Represa del Neusa	AUT	Cogua	Embalse Neusa	5°09'	73°59'	3100	May-47	63
5	2120548	La Iberia	CP	Chocontá	Embalse Sisga	5°02'	73°43'	2760	Ago-55	55
6	2120631	Tisquesusa	AUT	Facatativá	Río Subachoque	4°49'	74°19'	2570	Abr-66	44
7	2120639	La Mesa	CP	La Mesa	Río Apulo	4°38'	74°26'	1300	Sep-85	25
8	2120641	Esc Samper Madrid	CP	Apulo	Río Calandaima	4°31'	74°35'	550	Mar-87	23
9	2120644	Argelia	CP	Ricaurte	Río Bogotá	4°19'	74°41'	320	Dic-91	19
10	2120646	Mesitas	CP	El Colegio	Río Bogotá	4°35'	74°25'	1100	Sep-90	20
11	2120647	La esperanza	CP	La Mesa	Río Apulo	4°42'	74°20'	1240	Dic-92	18
12	2123502	El Placer	CP	Pulí	Quebrada Seca	4°40'	74°45'	1000	Dic-99	11
13	2306507	Esc Vocacional Pacho	CP	Pacho	Río Patasia	5°10'	74°12'	1940	Jun-66	44
14	2306517	Guaduas	CP	Guaduas	Río Guadero	4°03'	74°36'	1000	Dic-99	11
15	2401513	Simijaca	CP	Simijaca	Río Simijaca	5°30'	73°51'	2572	Nov-84	26
16	2401515	Carrizal	CP	Cucunuba	Lago Suesca	5°12'	73°46'	2880	Abr-60	50
17	2401518	Esclusa Tolón	AUT	Chiquinquirá	Río Suárez	5°37'	73°47'	2545	May-63	47
18	2401519	Novilleros	CP	Ubaté	Río Ubaté	5°20'	73°47'	2550	Dic-65	45
19	2401521	Sutatausa	CO	Sutatausa	Río Suta	5°15'	73°51'	2700	Abr-65	45
20	2401531	San Miguel de Sema	CP	San Miguel de Sema	Río Funza	5°31'	43°43'	2600	Abr-61	49
21	3509504	El Olarte	CP	Aquitania	Río Olarte	5°29'	72°56'	3030	Feb-84	13

Convenciones: CP=Climatológica Principal, CO=Climatológica Ordinaria, AUT=Automática.



El período de registro de cada estación es diferente dependiendo de su fecha de instalación. Para efectos de comparación entre la ETP estimada y la ER registrada, lo usual es utilizar los valores medios mensuales multianuales de cada una de las variables climatológicas involucradas para cada estación, pero en el presente estudio se decidió seleccionar un año medio real, cuyos valores de precipitación fueran lo más cercanos posibles a los valores medios mensuales multianuales. Lo anterior con el fin de aplicar los métodos a las condiciones reales de temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento presentes en la zona de estudio. Adicionalmente se trató de encontrar el año medio que a su vez contara con registros completos del resto de variables climatológicas. Dado que la información proporcionada por la CAR no presenta períodos de registros continuos ni completos para todos los años, se presentan algunas estaciones en las cuales fue necesario utilizar la media mensual multianual para completar la información faltante.

De las 21 estaciones seleccionadas, sólo las estaciones No. 1, 2, 3, 12, 16 y 19 cuentan con registros completos de todas las variables climáticas. El resto de estaciones tienen entre 1 y 20 meses de información faltante como es el caso de la estación No. 9 en la cual a cada variable climatológica le faltan entre 3 y 4 meses de información. Analizando la totalidad de las estaciones empleadas se puede decir que la falta de registros es del 4.6%, cifra que se puede considerar importante si se tiene en cuenta que los años medios seleccionados son los que presentan registros más continuos y completos en comparación con los otros años de registros disponibles.

Sólo seis estaciones del total analizado no realizan mediciones de velocidad del viento y únicamente cuatro de ellas no tienen instrumentación para medir radiación solar ni brillo solar. En general la mayoría de las estaciones seleccionadas registra información de todas las variables climatológicas necesarias para la estimación de la ETP por medio de los métodos enunciados en el *Capítulo 6 Métodos de estimación de la evapotranspiración*.

Como se expuso anteriormente, la información climatológica proporcionada por la CAR no es del todo recomendable pues presenta muchos meses y/o años enteros sin registros en las diferentes variables climatológicas medidas. Estas insuficiencias en la recolección de la información pueden provocar la alteración parcial de los resultados y perturbar el ajuste real que cada ecuación tendría bajo las condiciones propias registradas en la estación.

Las estaciones seleccionadas abarcan una gran parte del Departamento de Cundinamarca, como se puede ver en la Figura 6, por lo cual se consideran representativas de la zona de estudio.

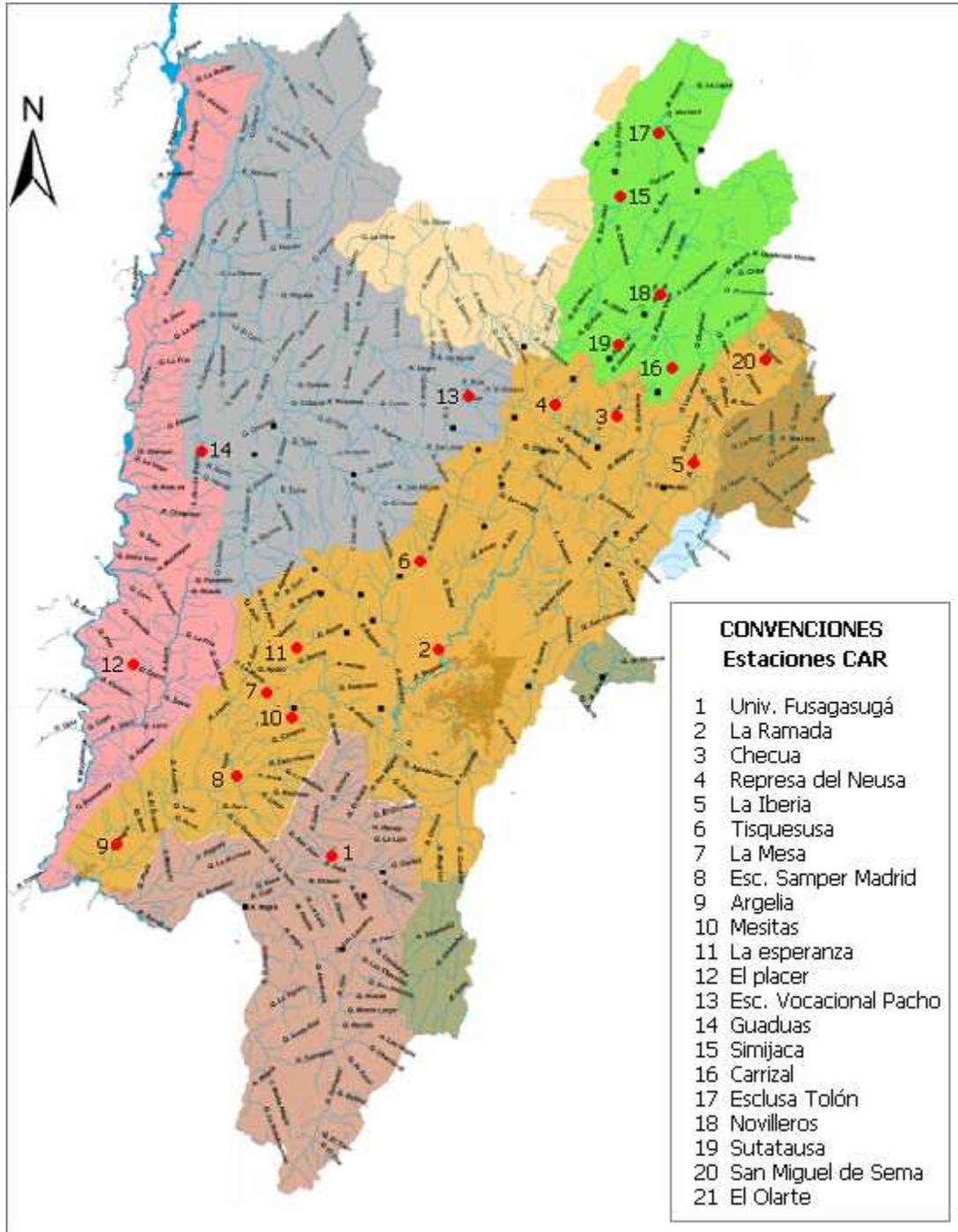


Figura 6. Localización de las estaciones operadas por la CAR en que fueron utilizadas en el estudio.

4.2. VALLE DEL CAUCA

La información climatológica necesaria para la estimación de la evapotranspiración por medio de los distintos métodos que se explican de manera detallada en Capítulo 6 *Métodos de estimación de la evapotranspiración*, fue obtenida de los registros de diferentes estaciones hidrometeorológicas operadas por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en la zona de su jurisdicción, la cual se presenta en la Figura 7.

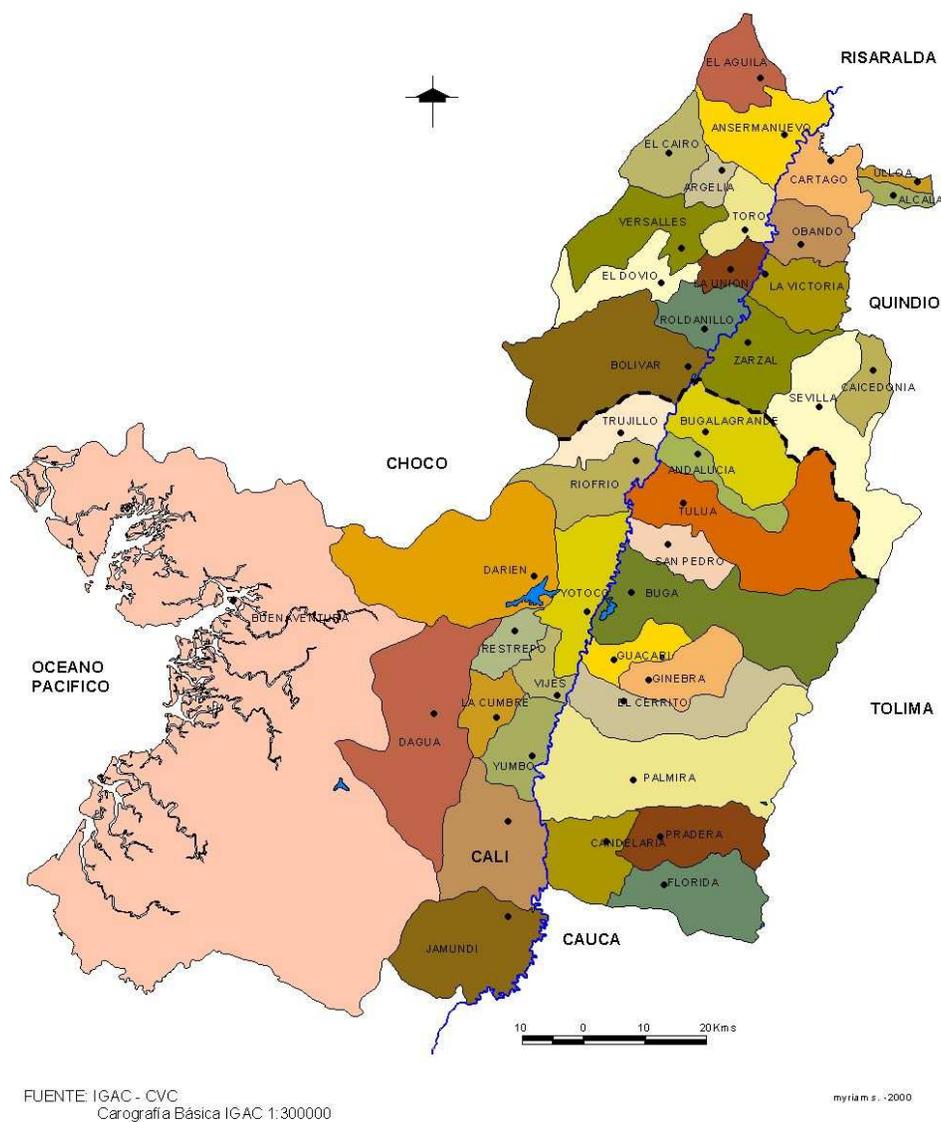


Figura 7. Jurisdicción de la CVC (Valle del Cauca, 2010b).

Para la estimación de la evapotranspiración potencial es necesario que las estaciones seleccionadas tengan como mínimo registros de evaporación, precipitación, temperatura y humedad relativa. Con base en este requisito, se seleccionaron únicamente las 19 estaciones climatológicas que opera la CVC en el Departamento del Valle del Cauca, de las cuales sólo 12 cumplieron los requisitos mínimos de información disponible. A pesar del número reducido de estaciones, su ubicación repartida en todo el territorio del Valle del Cauca (véase Figura 8) hace que sean representativas para la región.



Figura 8. Localización de las estaciones operadas por la CVC que fueron utilizadas en el estudio.



En la Tabla 2 se presenta la descripción de cada una de las estaciones operadas por la CVC que cumplieron las condiciones señaladas anteriormente y que fueron empleadas en el estudio. La información climatológica se obtuvo de la Red de Hidroclimatología del Grupo de Sistemas de Información Ambiental de la CVC.

Tabla 2. Catálogo de estaciones utilizadas de la CVC.

No.	Código	Estación	Categoría	Municipio	Cuenca	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Fecha de instalación	Fecha de suspensión	Años de registro
1	2610000202	Zaragoza	CO	Cartago	Cauca	4.43	75.56	925	Mar-1964	Dic-2007	43
2	2611800201	Ciat Quilichao	CO	Santander de Quilichao	La Quebrada	3.03	76.30	990	Ene-1972	Dic-2007	35
3	2614100202	Acueducto	CO	Tuluá	Tuluá	4.04	76.11	1,014	Feb-1967	Dic-2007	40
4	2614100203	Monteloro	CO	Tuluá	Tuluá	3.58	76.03	1,861	Feb-1971	Dic-2007	36
5	2614900201	Miravalles	CO	La Victoria	Los Micos	4.31	75.55	1,233	Ago-1967	Dic-2007	40
6	2620000202	Garzonero	CO	Yotoco	Cauca	4.01	76.19	942	Oct-1970	Dic-2007	37
7	2621900201	La Novillera	CO	Jamundí	Claro	3.11	76.02	1,080	Nov-1995	Dic-2007	12
8	2622400201	La Teresita	CO	Cali	Cali	3.27	76.40	1,950	Dic-1966	Dic-2007	41
9	2622600201	La Buitrera	CO	Yumbo	Yumbo	3.34	76.32	1,500	Ene-1979	Dic-2007	28
10	2623300201	Bosque Yotoco	CO	Yotoco	Yotoco	3.53	76.26	1,700	Sep-1983	Dic-2007	24
11	5300000203	Bahía Málaga	CO	Buenaventura	Patía - San Juan	4.03	77.19	50	Ago-1984	Dic-2007	23
12	5421240201	El Tabano	CO	Calima (Darien)	Chancos	3.57	76.42	380	Sep-1981	Feb-1992	11

Convenciones:

CO: Climatológica Ordinaria

La información de la CAR se puede considerar de mayor calidad que la de la CAR pues, aunque no cuenta con tantos años de registro, tiene la información más completa y continua. Del total de estaciones analizadas, sólo tres de ellas presentan meses sin registro. Aún así, la cantidad de meses en blanco en ninguno de los casos es mayor a uno. Esto quiere decir que se presenta un 0.97% de información faltante, lo cual es una cifra prácticamente despreciable.



5. EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

5.1. EVAPORACIÓN

5.1.1. Definición

La evaporación es un proceso físico que se define como el paso del estado líquido al gaseoso del agua. Ocurre cuando se suministra energía calorífica al agua, lo cual incrementa la energía cinética de sus moléculas y hace que se muevan más rápido, aumentando el volumen del líquido, fenómeno conocido como dilatación. A medida que la temperatura aumenta, algunas moléculas que se encuentran cerca de la superficie y que se mueven aún más deprisa que las demás, escapan del líquido debido a su energía y pasan a la atmósfera como moléculas de vapor. Para que ocurra el mecanismo de evaporación (E) deben presentarse dos condiciones básicas: que exista una fuente de energía (radiación solar) y que se presente un gradiente de concentración de vapor entre la superficie del agua y el aire vecino (Burbano, Burbano, & Gracia, 2006).

5.1.2. Factores

Los principales factores que afectan la evaporación son la radiación solar, temperatura del aire, humedad atmosférica, viento, presión atmosférica, tamaño de la masa de agua, salinidad entre otras. Según la intensidad de la radiación solar que recibe una superficie, aumenta o disminuye la temperatura del agua y se modifica la energía cinética de sus moléculas. De esta manera, a mayor intensidad de radiación solar es más alta la temperatura del agua, lo cual aumenta la energía cinética de las moléculas y por lo tanto una mayor cantidad de estas escapan a la atmósfera produciendo evaporación. La temperatura y la humedad atmosférica también son importantes pues determinan la presión de vapor del aire y su gradiente de concentración de vapor. Así, cuanto más frío se encuentre el aire, habrá menor energía disponible para la evaporación. Por otro lado, el aire seco tarda más tiempo en saturarse, lo cual permite afirmar que a mayor humedad relativa, habrá un menor déficit de saturación y una menor posibilidad de escape de moléculas a la atmósfera. Durante el proceso de evaporación, la capa de aire más cercana a la superficie se satura y se requiere del viento para que sustituya este estrato por otro con menor

contenido de vapor de agua. De esta manera, cuanto mayor sea la renovación del aire ocasionada por el viento, mayor será la evaporación. El tamaño y la profundidad de la masa de agua influyen en la evaporación pues determinan la temperatura del agua, es decir, volúmenes pequeños facilitan el calentamiento del agua y presentan mayor evaporación. Si bien la salinidad sólo se produce en el mar, es un factor muy importante pues entre más salada es el agua, menor es la evaporación que se produce (Monsalve, 1995). Todos los lugares donde se acumula agua dan lugar a la evaporación, la cual puede producirse desde el suelo cuando se encuentra húmedo debido a la precipitación, desde la vegetación debido al agua que es interceptada por hojas o troncos, o desde superficies continuas de agua como ríos, lagos o mares.

5.1.3. Medición

Existen varios instrumentos que permiten medir la evaporación desde una superficie de agua, tales como tanques de evaporación, evaporímetros de balanza, porcelanas porosas y superficies de papel húmedo. En Colombia esta medición se realiza por medio del tanque evaporímetro Clase A, desarrollado por el United States Weather Bureau (Figura 9). Se trata de un tanque circular, de 120.7 cm de diámetro y 25.0 cm de profundidad, que tiene un espesor de 0.8 mm en láminas de metal o hierro galvanizado. Cuando se encuentra en funcionamiento, el nivel del agua oscila entre 5.0 y 7.5 cm por debajo del borde del tanque. Las lecturas se realizan diariamente en horas de la mañana según indicaciones de la FAO (2006).

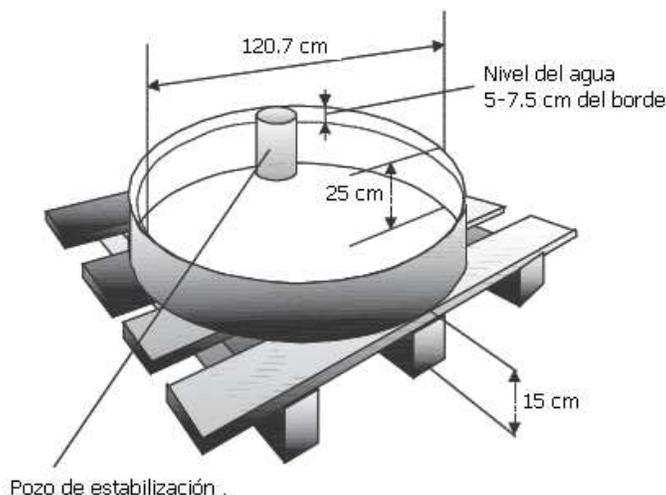


Figura 9. Tanque evaporímetro Clase A (FAO, 2006).



La constante evaporimétrica k del aparato permite obtener la evaporación real a partir de la evaporación potencial medida en el tanque, mediante la (Ecuación 1). El valor de k varía entre 0.35 y 0.85. Generalmente se usa como valor promedio $k=0.70$ (FAO, 1986).

$$ER = k \cdot EP$$

Ecuación 1

Para mayor claridad se hace necesario establecer la diferencia entre la evaporación real y la evaporación potencial de manera que se pueda determinar con mayor exactitud la cantidad de agua que regresa a la atmósfera por medio de este proceso físico. La evaporación potencial (EP) se define como la máxima cantidad de agua que puede ser emitida por una superficie líquida expuesta libremente a condiciones ambientales, por unidad de área y de tiempo. Por otro lado la evaporación real (ER) es la cantidad de agua que se evapora desde una superficie de agua o desde un terreno durante un tiempo determinado (INAMHI, 2006).

5.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN

5.2.1. Definición

Además de la evaporación que ocurre desde las superficies de agua o desde el suelo húmedo, las plantas también regresan agua a la atmósfera por medio de un proceso llamado transpiración. El agua es absorbida por las raíces de las plantas junto con otros nutrientes y es transportada a través de esta para dar lugar a la evaporación, que ocurre en los espacios intercelulares en el interior de las hojas. El intercambio de vapor con la atmósfera que realizan las plantas (transpiración) es regulado por los estomas (Figura 10). Aunque casi toda el agua que la planta absorbe desde el suelo regresa a la atmósfera por medio del proceso de transpiración, hay una pequeña parte de ésta (menor al 1%) que se incorpora al tejido vegetal (FAO, 2006).

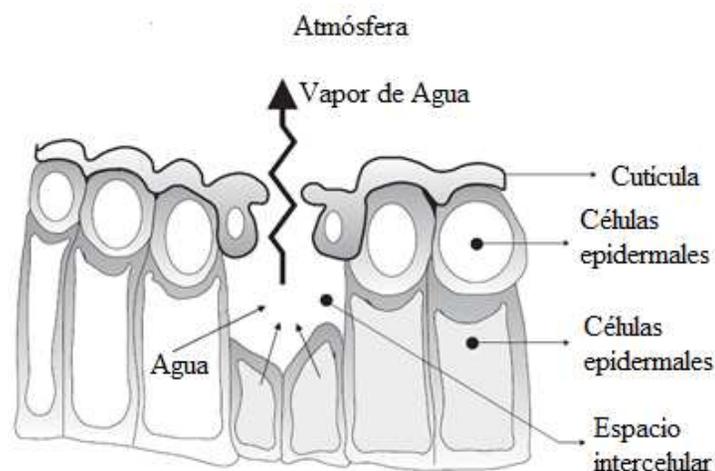


Figura 10. Representación esquemática de un estoma (FAO, 2006).

5.2.2. Factores

Los factores ambientales que influyen en el proceso de transpiración son básicamente los mismos que afectan la evaporación. No obstante, algunos como la iluminación, la temperatura y la humedad atmosférica tienen gran importancia pues determinan la apertura de los estomas. La transpiración de plantas diferentes sometidas a las mismas condiciones atmosféricas y ambientales está regulada finalmente por las características de cada especie vegetal, su edad, estado de desarrollo, tipo de follaje, tipo y profundidad del sistema radicular (Chávarri, 2004).

En la naturaleza, la evaporación y la transpiración ocurren de forma simultánea e independiente, sin embargo la medición de cada proceso por separado es muy difícil. Por esta razón se ha decidido englobar ambos términos en una variable única denominada evapotranspiración (ET). La ET puede definirse como la pérdida de agua por evaporación del suelo y transpiración de las plantas, de un terreno cubierto totalmente por un cultivo de poca altura, en el cual no exista limitación de agua.

Según la FAO (2006), los factores que afectan la evapotranspiración pueden reunirse en tres grupos principales: las variables climáticas, los factores de cultivo, y el manejo y condiciones ambientales (Figura 11). Entre los principales parámetros climáticos que determinan la ET se pueden mencionar la radiación solar, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento. En el segundo grupo (factores de cultivo) se debe tener

en cuenta el tipo y la variedad del cultivo, la altura de las plantas, la etapa de desarrollo, así como la profundidad radicular. En el tercer grupo se hace referencia a las condiciones de manejo del cultivo tales como la cobertura del suelo, la densidad de la vegetación y el contenido de agua en el suelo como factores que, si no se manejan de manera adecuada, pueden inhibir la respiración de la planta. El uso de fertilizantes, el mal manejo del suelo o la presencia de estratos duros cerca a la superficie, se suman a los parámetros que pueden reducir la evapotranspiración.

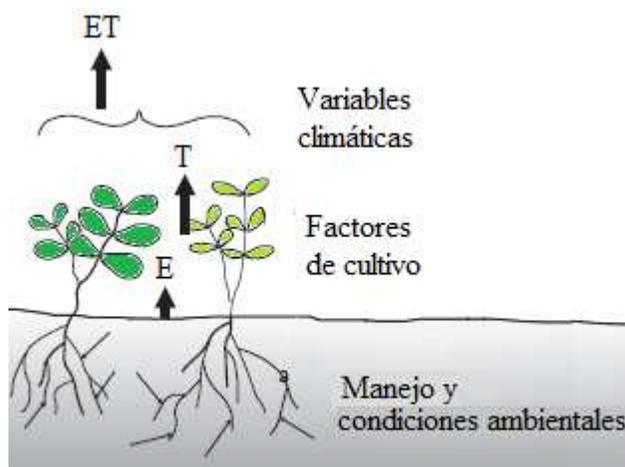


Figura 11. Factores que afectan la evapotranspiración (FAO, 2006).

Blaney *et al.* (1952) introdujeron el término "uso consuntivo" definido como la cantidad de agua que una planta requiere para su crecimiento, por concepto de transpiración, evaporación desde el suelo adyacente y aquella que retiene para sus tejidos vegetales. Debido a que la fracción de agua que la planta utiliza para nutrirse es tan pequeña (1% de la cantidad total transpirada), los términos uso consuntivo y evapotranspiración se refieren al mismo fenómeno físico.

Con el ánimo de analizar de manera independiente los factores externos que afectan la ET y aquellos que dependen del tipo de cultivo, se han introducido los términos evapotranspiración potencial y evapotranspiración real. Penman (1948) y Thornthwaite (1948) presentaron la primera definición de evapotranspiración potencial (ETP) como la tasa máxima de evaporación y transpiración presentada en un intervalo de tiempo dado, cuando el suelo presenta un cultivo vegetal uniforme de baja altura y sin limitación en el suministro hídrico. Según estos autores, la magnitud de la ETP depende únicamente de las



variables climatológicas del lugar de estimación durante el período de tiempo analizado. A nivel agronómico se desarrolló el concepto de evapotranspiración de referencia (ET_r) con el fin de obtener valores razonables de ETP según la cubierta vegetal existente o cultivo de referencia. Según Doorembos y Pruitt (FAO, 1976) el cultivo de referencia corresponde a pasto (grama) verde de 8 a 15 cm de altura, de crecimiento activo y sin limitación de agua (utilizando la nomenclatura ET₀). La otra definición, propuesta por Jensen *et al.* (1974), considera la alfalfa como cultivo de referencia ya que esta planta desarrolla una superficie aerodinámicamente más rugosa que las gramíneas.

Sin embargo, la evapotranspiración que ocurre realmente depende del tipo de cultivo y difiere de la evapotranspiración máxima (ETP). Por esta razón surge el concepto de evapotranspiración real (ETR), que se define como la suma de las cantidades de agua evaporadas desde el suelo y transpiradas por las plantas bajo las condiciones meteorológicas, atmosféricas y de cultivo reales existentes en el lugar, durante un período de tiempo definido. La ETR es mucho más difícil de estimar que la ETP pues además de los factores que influyen en la última, intervienen los requerimientos específicos de cada cultivo. De esta manera, para obtener la ETR (Ecuación 2), se debe corregir la ETP con un factor de cultivo (k_c) que depende de la humedad del suelo y de las características de la planta (Róvira, 1976).

$$ETR = ETP \cdot k_c \quad \text{Ecuación 2}$$

5.2.3. Medición

La medición de la ETP se realiza de manera directa por medio de un instrumento conocido como lisímetro (Figura 12) que consiste en un cajón cerrado lateralmente que se construye enterrado en el suelo, dentro del cual se imitan las condiciones del cultivo y del suelo natural que lo rodea. El objetivo del lisímetro es conocer la EP por medio de la ecuación de balance hídrico (Ecuación 3), conociendo el excedente de infiltración (I) y de escorrentía (Es) que se presentan después de una precipitación (P) artificial o natural que ha sido debidamente medida mediante un pluviómetro. Para calcular el cambio de almacenamiento (ΔA) se acostumbra medir la humedad del suelo para calcular una lámina de agua equivalente (Maderey, 2005).

$$P = I + Es + ET + \Delta A \quad \text{Ecuación 3}$$

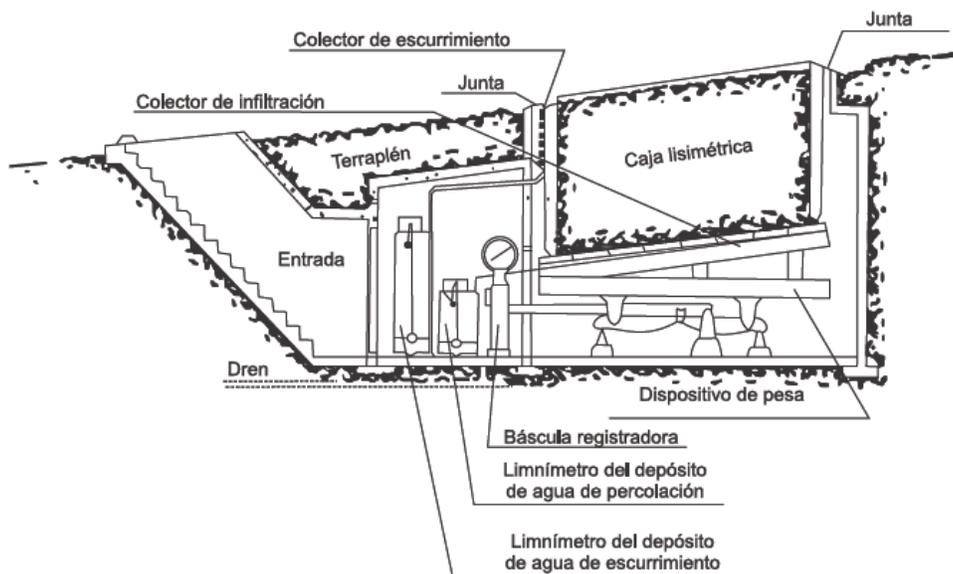


Figura 12. Lisímetro (Maderey, 2005).

5.3. RELACIÓN ENTRE EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

Según Silva (1998), la evapotranspiración real (ER) se puede determinar a partir de las mediciones de evaporación potencial en una zona determinada con base en unos coeficientes empíricos que dependen del suelo, tipo de cultivo, régimen de lluvias entre otros factores. De esta manera la relación entre la evapotranspiración real y la evaporación potencial se puede expresar según la Ecuación 4.

$$ETP = K \cdot EP \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde K es un coeficiente para el período de tiempo determinado, cuyo valor oscila entre 0.5 y 0.9, el cual depende de la intensidad y la distribución de las precipitaciones, de la época del año, el tipo de cultivo, la capacidad del suelo para almacenar agua, entre otros factores.

Reemplazando la Ecuación 4 en la Ecuación 2 tenemos:

$$ETR = k_c \cdot K \cdot EP \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde k_c es un coeficiente que depende del tipo de cultivo y K es el coeficiente que se presente estimar en el presente estudio para los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca, de acuerdo a la metodología empírica de estimación de ETP que mejores resultados presente en cada una de las zonas de estudio mencionadas.



6. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

En la actualidad, un gran número de países, incluido Colombia, no cuentan con lisímetros para la medición de la evapotranspiración debido a los altos costos de implementación y operación que estos implican. En estos casos la estimación de la ET se debe realizar por medio de metodologías empíricas que un gran número de autores han propuesto desde hace aproximadamente 60 años y que hoy en día siguen siendo utilizadas. Desde las primeras definiciones, el concepto de evapotranspiración ha estado siempre vinculado a una expresión matemática que comprende diferentes variables climatológicas que intervienen en dicho proceso. Los métodos para la estimación de la ET se pueden clasificar de acuerdo con la información climatológica requerida para emplear su respectiva ecuación. Existen métodos con base física como el de FAO Penman-Monteith y metodologías empíricas que se describen a continuación.

6.1. Método FAO Penman-Monteith

La ecuación de Penman, desarrollada en 1948, combinó el método del balance energético con el de transferencia de masa y obtuvo una nueva metodología para el cálculo de la evaporación de una superficie abierta en función de las horas de sol, temperatura, humedad atmosférica y velocidad del viento. La ecuación original fue posteriormente modificada por diversos autores e investigadores quienes incluyeron factores de resistencia aerodinámica y resistencia superficial. La ecuación de Penman-Monteith se presenta a continuación:

$$ET = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad [\text{mm/día}] \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde R_n es la radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ/m}^2 \cdot \text{día}$), G es el flujo del calor en el suelo ($\text{MJ/m}^2 \cdot \text{día}$), e_s es la presión de vapor de saturación en kPa, e_a es la presión real de vapor en kPa, $(e_s - e_a)$ es el déficit de presión de vapor en kPa, u_2 es la velocidad del viento a 2 metros sobre la superficie (m/s), Δ representa la pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa}/^\circ\text{C}$) y γ es la constante psicométrica ($\text{kPa}/^\circ\text{C}$).



En la Tabla 3 se mencionan algunos de los autores cuyas metodologías empíricas han sido ampliamente empleadas a través del mundo para la estimación de la ETP, en función de las variables requeridas para su estimación.

Tabla 3. Variables climáticas requeridas para el cálculo de la ET.

Método	Variables Climáticas					
	Temperatura	Radiación solar	Velocidad del viento	Humedad relativa	Precipitación	Altitud
Thornthwaite-Wilm (1944)	X					
Penman-Monteith (1949)	X	X	X			
Turc Anual (1954)	X				X	
Hargreaves (1956)	X		X	X		X
Turc (1961)	X	X		X		
Jensen-Haise (1963)	X	X				X
Christiansen (1966)	X	X	X	X		X
García-López (1970)	X			X		
Blaney-Criddle (1977)	X		X	X		

De acuerdo con la información base necesaria y a su vez disponible para estimar la ET por medio de las diferentes metodologías, se seleccionó el método de Blaney y Criddle, junto con los métodos de Christiansen, Thornthwaite y Wilm, García y López, Hargreaves, y el propuesto por Turc. Cada una de estas metodologías se describe a continuación. Las tablas empleadas para el desarrollo de cada método se encuentran en el *Anexo A. Tablas*.

6.2. Método de Blaney y Criddle (Doorenbos & Pruitt, 1977)

Es conocido también como FAO-24 Blaney – Criddle y se basó en estudios realizados en la zona del oeste de Estados Unidos y otros países, en los que se buscaba la correlación entre el agua consumida por las plantas, la temperatura y las horas de luz al día. El método original, desarrollado en 1942 por Blaney y Morin, fue modificado por Blaney y Criddle en 1945, 1950 y 1962, y finalmente reformado por Doorenbos y Pruitt en 1977. Permite calcular la evapotranspiración potencial diaria con base en mediciones de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y brillo solar. La ecuación se presenta a continuación:



$$ETP = a + b(0.46T_aP + 8.13P) \quad [\text{mm/día}] \quad \text{Ecuación 7}$$

P es el cociente entre las horas de sol diarias promedio para un mes dado y las horas totales en el año. Su valor depende de la latitud y se obtiene de la Tabla A.1. T_a es la temperatura media mensual del aire para un mes dado ($^{\circ}\text{C}$). a y b son coeficientes de corrección en función de la humedad relativa (HR), la velocidad del viento (W) y la insolación real (S). Sus valores se presentan en la Tabla A.2.

$$S = \frac{n}{N} \quad \text{donde: } n \text{ es el brillo solar (hr/día)}$$

N es la duración del día (hr/día) según la Tabla A.3.

El método de Blaney y Criddle no debe ser aplicado en zonas con condiciones climáticas extremas, pues al igual que el método de Thornthwaite pueden generar subestimaciones en climas áridos y sobreestimaciones en climas húmedos. Su uso se recomienda cuando sólo se dispone de datos de temperatura y cuando los períodos analizados son superiores a un mes (Allen & Pruitt, 1986).

6.3. Método de Christiansen (Christiansen, 1966)

Se trata de una fórmula empírica que tiene en cuenta la radiación solar, velocidad del viento, humedad relativa, temperatura, insolación y elevación para la estimación de la evapotranspiración potencial en mm/mes. La ecuación presenta la siguiente forma:

$$ETP = 0.324R_{xt}C_wC_HC_tC_S C_e \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde R_{xt} es la radiación solar que se expresa como:

$$R_{xt} = \frac{R_{tt} \cdot \text{Número días del mes}}{60} \quad \text{Ecuación 9}$$



R_{tt} es la radiación extraterrestre tomada en la parte superior de la atmósfera y expresada en cal/cm²día. Su valor se obtiene de la Tabla A.4.

El coeficiente de viento C_w se calcula según la siguiente expresión:

$$C_w = 0.672 + 0.406 \left(\frac{w}{w_0} \right) - 0.078 \left(\frac{w}{w_0} \right)^2 \quad \text{Ecuación 10}$$

w es la velocidad media mensual del viento a 2.0 m de altura sobre el suelo, expresada en km/h y $w_0 = 6.7$ km/h. Para obtener la velocidad del viento a 2.0 m con base en mediciones realizadas a diferentes alturas, se utiliza la ley exponencial de Hellmann según la cual la velocidad del viento W_z calculada a una altura deseada Z , se expresa según la Ecuación 11.

$$W_z = W_h \left(\frac{z}{h} \right)^\alpha \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde Z es la distancia desde el suelo en metros a la cual se quiere calcular la velocidad del viento, h es la altura de la medición de la velocidad del viento (en metros), W_h es la velocidad del viento medida a la altura h y α es un exponente en función de la rugosidad de la superficie que frecuentemente se toma como 1/7 para terrenos abiertos (Bañuelos, Ángeles, Serrano, & Muciño, 2008).

El coeficiente de humedad relativa C_H se define con la Ecuación 12.

$$C_H = 1.035 + 0.24 \left(\frac{H_m}{H_{m0}} \right)^2 - 0.275 \left(\frac{H_m}{H_{m0}} \right)^3 \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde H_m es la humedad relativa media mensual (en decimales) y $H_{m0} = 0.60$.

C_T es el coeficiente de temperatura y se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_t = 0.463 + 0.425 \left(\frac{T_C}{T_{C0}} \right) + 0.122 \left(\frac{T_C}{T_{C0}} \right)^2 \quad \text{Ecuación 13}$$



T_C es la temperatura media mensual del aire expresada en $^{\circ}\text{C}$ y $T_{C0} = 20^{\circ}\text{C}$. El coeficiente de brillo solar C_S depende de la insolación (S) y se define con la Ecuación 14:

$$C_S = 0.340 + 0.856 \left(\frac{S}{S_0} \right) - 0.196 \left(\frac{S}{S_0} \right)^2 \quad \text{Ecuación 14}$$

$$S = \frac{\text{Brillo solar mes } i}{\text{Brillo solar teórico mes } i} \quad (\text{en decimales}) \quad \text{Ecuación 15}$$

$$S_0 = 0.80$$

C_e es el coeficiente de elevación y se define con la siguiente expresión:

$$C_e = 0.970 + 0.030 \left(\frac{e}{e_0} \right) \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde e es la elevación promedio de la zona de estudio en msnm y $e_0 = 305$ msnm.

6.4. Método de García y López (García & López, 1970)

Es una fórmula adaptada al trópico que permite estimar la evapotranspiración potencial diaria, entre latitudes 15°N y 15°S . Desarrollada a partir de la correlación de los datos de temperatura y déficit de saturación con los de la evapotranspiración potencial medidos en seis estaciones tropicales. La ecuación se presenta a continuación:

$$\text{ETP} = 1.21 \times 10^{F_t} (1 - 0.01 \text{HR}_D) + 0.21t - 2.3 \quad \text{Ecuación 17}$$

F_t es el factor de temperatura el cual se define con la Ecuación 18:

$$F_t = \frac{7.45t}{234.7 + t} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde t es la temperatura media mensual del aire en $^{\circ}\text{C}$ y HR_D es la humedad relativa media diaria que se define con la siguiente expresión:

$$\text{HR}_D = \frac{\text{HR}_{8:00\text{am}} + \text{HR}_{2:00\text{pm}}}{2} \quad \text{Ecuación 19}$$



Como en el presente estudio no se cuenta con mediciones de humedad relativa a las 8:00 am y a las 2:00 pm, se tomó HR_D como la humedad relativa media del mes analizado.

6.5. Método de Hargreaves (Hargreaves, 1956)

Hargreaves desarrolló una fórmula empírica para la estimación de la evaporación del tanque clase A en latitudes medias del hemisferio norte. La ecuación propuesta es función de la temperatura, la humedad relativa y el coeficiente mensual de luz solar. Posteriormente, basándose en dicha fórmula, propuso un método para el cálculo de la evapotranspiración real mensual:

$$ETR = KC_1DTF_H C_w C_I C_A \quad [\text{mm/mes}] \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde K es un coeficiente que depende del tipo de cultivo y su etapa de crecimiento. En términos de evapotranspiración potencial (ETP), la ecuación anterior se modifica y se presenta a continuación:

$$ETP = C_1DTF_H C_w C_I C_A \quad [\text{mm/mes}] \quad \text{Ecuación 21}$$

C_1 es un coeficiente que depende del brillo solar y se obtiene de la Tabla A.5. El coeficiente de luz solar (D) se define como $D = 0.12P$, donde P es el porcentaje teórico de horas de brillo solar respecto al año, teniendo en cuenta el número de días del mes y la duración del brillo solar diario. Su valor depende de la latitud y se obtiene de la Tabla A.6. La temperatura media mensual del aire (P) se expresa en $^{\circ}\text{C}$ y F_H es el coeficiente de humedad relativa el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$F_H = 1.0 - 0.01H_n \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde H_n es la humedad relativa media mensual al medio día en porcentaje y se expresa así:

$$H_n = [0.004(H_{RM})^2 + 0.4(H_{RM}) + 1.0] \quad \text{Ecuación 23}$$

H_{RM} es la humedad relativa media mensual expresada en porcentaje.

El coeficiente de viento C_w se calcula con la Ecuación 24:



$$C_w = 0.75 + 0.0255\sqrt{w_2} \quad \text{Ecuación 24}$$

w_2 es la velocidad media mensual del viento a una altura de 2.0 m, expresada en km/día. Para obtener la velocidad del viento a 2.0 m con base en mediciones realizadas a diferentes alturas, se utiliza la ley exponencial de Hellmann según la Ecuación 11.

El coeficiente de brillo solar C_I depende de la Insolación (S) y se define con la siguiente expresión:

$$C_I = 0.478 + 0.58 \cdot S \quad \text{Ecuación 25}$$

$$S = \frac{n}{N} \quad \text{donde: } n \text{ es el brillo solar (hr/día)}$$

N es la duración del día (hr/día) según la Tabla A.3.

El coeficiente de elevación C_A depende de la elevación promedio de la zona E en msnm y se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_A = 0.95 + 1 \times 10^{-4} \cdot E \quad \text{Ecuación 26}$$

Cuando no se cuenta con mediciones de brillo solar o velocidad del viento, se recomienda tomar la unidad como valor de los respectivos factores de corrección (Chiappe, 1998).

6.6. Método de Thornthwaite y Wilm (Thornthwaite, Wilm, & otros, 1944)

Se trata de una ecuación empírica para el cálculo de la evapotranspiración potencial mensual de una superficie de referencia cubierta de césped, con base en la temperatura media mensual. El método fue desarrollado utilizando lecturas de lisímetros y balances hídricos realizados en cuencas pequeñas de diferentes zonas de Estados Unidos. Thornthwaite asegura que su método no es preciso en zonas áridas pues emplea la temperatura en lugar de la radiación neta, que tiene una relación física más directa con la evapotranspiración potencial. La ecuación se presenta a continuación:

$$ETP_i = K_i 16 \left(\frac{10T_i}{J} \right)^a \quad [\text{mm/mes}] \quad \text{Ecuación 27}$$



Donde T_i es la temperatura media mensual del aire para el mes i ($^{\circ}\text{C}$). Se deben excluir los valores negativos de temperatura. K_i es un factor de corrección mensual que depende de la latitud. Se aplica debido a que el método fue desarrollado suponiendo un mes de 30 días con 12 horas de luz solar diarias. Para determinar el valor de K_i se utiliza la Tabla A.7.

El índice de calor anual J se calcula a partir de las temperaturas medias de los doce meses, así:

$$J = \sum_{i=1}^{12} (J_i) \quad \text{donde } J_i \text{ es un valor mensual definido así:} \quad J_i = \left(\frac{T_i}{5}\right)^{1.514}$$

El exponente a es función del índice de calor anual y está definido por la siguiente expresión:

$$a = 0.49239 + 0.01792 \cdot J - 7.71 \times 10^{-5} \cdot J^2 + 6.75 \times 10^{-7} J^3 \quad \text{Ecuación 28}$$

6.7. Método de Turc Anual (Turc, 1954)

Turc propuso un método para el cálculo de la evapotranspiración, basado en la precipitación y la temperatura. La ecuación fue establecida empíricamente comparando las precipitaciones y la escorrentía total de 254 cuencas, pero su aplicación no ha resultado acertada en otras cuencas u otras regiones donde las características climáticas y topográficas son diferentes. La fórmula de Turc se utiliza para calcular la evapotranspiración anual en mm:

$$ETP = \frac{\bar{P}}{\sqrt{0.9 + \frac{\bar{P}^2}{[L(t)]^2}}} \quad \text{Ecuación 29}$$

\bar{P} es la precipitación media anual expresada en mm y la expresión $L(t)$ se define como:

$$L(t) = 300 + 25t + 0.05t^2 \quad \text{Ecuación 30}$$

Donde t es la temperatura media mensual del aire en $^{\circ}\text{C}$. La ecuación de Turc es válida si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{\bar{P}^2}{[L(t)]^2} \geq 1 \quad \text{En caso contrario:} \quad ETP = \bar{P} \quad \text{Ecuación 31}$$



6.8. Método de Turc (Turc, 1961)

Esta metodología permite calcular la evapotranspiración potencial en mm para cada mes en función de la temperatura, la radiación solar y la humedad relativa. Fue desarrollado en zonas húmedas de Europa pero fue ajustado para los casos en los que la humedad relativa es menor a 50%.

$$ETP_i = C_i K_i \left(\frac{t_i}{t_i + 15} \right) (R_i + 50) \quad \text{Ecuación 32}$$

C_i es un factor de corrección para zonas áridas, que depende de la humedad relativa del mes. Si la humedad relativa es mayor a 50%, el valor de C_i es igual a 1. En el caso contrario:

$$C_i = \left(\frac{1 + 50 - HR_i}{70} \right) \quad \text{Ecuación 33}$$

donde HR_i es la humedad relativa media mensual en porcentaje. K_i es un factor de corrección mensual y sus valores son: 0.40 para meses de 30 y 31 días, 0.37 para febrero y 0.13 para períodos de 10 días. t_i es la temperatura media mensual del aire expresada en °C y R_i es la radiación global incidente o radiación de onda corta que alcanza la superficie de la tierra, expresada en cal/cm²día. Su valor se obtiene por medio de la Ecuación 34, a partir de la radiación solar extraterrestre R_{tt} que se obtiene de la Tabla A.4., y la insolación (n/N) que a su vez depende del brillo solar (n) y la duración del día (N).

$$R_i = R_{tt} \left(0.18 + 0.62 \cdot \frac{n}{N} \right) \quad \text{Ecuación 34}$$



7. RESULTADOS OBTENIDOS

7.1. CUNDINAMARCA

La estimación de la evapotranspiración potencial por medio de las metodologías definidas en el *Capítulo 6 Métodos de estimación de la evapotranspiración*, se realizó para cada una de las estaciones climatológicas empleadas en el presente estudio que son operadas por la CAR en el departamento de Cundinamarca. Como se mencionó en el *Capítulo 3 Zona de Estudio*, la mayor parte del territorio del departamento de Cundinamarca presenta un régimen bimodal. Con base en lo anterior se intentó encontrar un año húmedo, medio y seco de precipitación con el fin de estimar la ETP para cada régimen, lo cual no se logró debido a la inconsistencia en los períodos de registro que presentan las estaciones de la CAR empleadas. Finalmente se escogió para cada estación un año medio que contara con información completa de evaporación, precipitación, brillo solar, humedad relativa, temperatura, radiación solar y velocidad del viento. Dicho año se seleccionó buscando que su valor total de precipitación anual fuera parecido a la precipitación total media multianual de la respectiva estación. Bajo este criterio se seleccionaron los años medios cuyos valores de precipitación mensual se muestran en la Tabla 4 y se comparan con los valores medios mensuales multianuales de cada estación.

Otro criterio que se tuvo en cuenta para la selección del año medio, es que no tuviera más de seis meses sin registro en ninguna variable climatológica. Una vez seleccionado dicho año, se realizó una tabla resumen con la información mensual de evaporación, precipitación, brillo solar, humedad relativa, temperatura, radiación solar y velocidad del viento, para cada estación. Posteriormente se completaron los meses de información faltante con el valor correspondiente a la media mensual multianual del respectivo mes. Una vez definida la información climatológica mensual para cada estación, se programaron en Excel las ecuaciones correspondientes a cada uno de los métodos aplicados, según los criterios establecidos en el *Capítulo 6 Métodos de estimación de la evapotranspiración* y en el *Anexo A. Tablas*. En el departamento de Cundinamarca se evaluaron las metodologías de Turc anual, Turc, Thornthwaite y Wilm, García y López, Blaney y Criddle, Hargreaves y Christiansen. El procedimiento de cálculo para cada método y sus respectivos resultados se encuentran en el *Anexo B. Cálculos*, en el cual al departamento de Cundinamarca le corresponde el numeral *B.1*.



Tabla 4. Precipitación total mensual del año medio seleccionado y media mensual multianual para el departamento de Cundinamarca.

No.	Año	Precipitación total (mm)												Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
1	Media mensual multianual	107.9	72.3	86.3	85.1	76.7	55.3	49.1	30.9	83.3	112.3	157.5	79.3	996.0
	Año medio 1998	17.7	37.0	62.0	75.6	139.2	54.8	59.1	5.8	46.3	188.0	204.5	78.3	968.3
2	Media mensual multianual	25.9	38.8	53.7	92.2	87.7	56.9	39.3	41.3	54.2	106.5	84.9	49.3	730.7
	Año medio 1997	72.3	22.8	56.9	64.4	43.7	92.1	20.5	8.3	42.7	47.9	54.8	1.2	527.6
3	Media mensual multianual	22.8	34.7	51.8	75.9	73.3	46.8	38.3	36.9	43.0	90.5	71.7	33.3	619.0
	Año medio 1995	3.9	50.1	53.8	47.2	54.3	33.8	39.7	97.5	20.0	49.6	36.4	60.1	546.4
4	Media mensual multianual	34.9	50.8	68.5	115.0	104.0	83.5	68.9	64.8	71.4	115.4	96.9	49.1	923.0
	Año medio 1995	19.0	46.3	75.8	106.9	92.6	48.0	64.1	171.4	63.6	93.6	57.2	56.0	894.5
5	Media mensual multianual	17.7	25.1	50.6	88.2	102.1	110.0	109.9	89.1	65.9	77.4	60.1	30.4	826.5
	Año medio 1998	4.1	12.0	52.8	69.6	147.6	112.8	152.6	52.8	60.7	46.5	81.2	59.5	852.2
6	Media mensual multianual	24.3	45.5	69.1	78.9	78.6	60.0	37.4	38.6	56.6	94.8	74.9	44.5	703.3
	Año medio 1993	43.6	27.2	100.3	86.2	118.0	33.5	19.5	25.6	55.3	46.0	135.2	41.0	731.4
7	Media mensual multianual	76.5	116.2	144.8	121.9	123.2	56.7	32.2	49.5	87.2	153.7	178.1	108.5	1248.6
	Año medio 1994	101.5	120.7	191.6	232.6	124.9	23.2	21.8	56.0	45.3	180.1	204.2	35.0	1336.9
8	Media mensual multianual	66.8	102.9	144.5	128.0	112.7	65.5	41.2	37.3	86.3	141.4	137.7	93.0	1157.3
	Año medio 2001	53.0	81.0	141.9	68.3	49.2	43.4	37.3	1.1	61.4	188.2	53.6	155.8	934.2
9	Media mensual multianual	44.0	54.8	94.4	119.6	137.2	67.9	24.9	18.0	60.7	112.5	66.2	50.4	850.5
	Año medio 1996	44.0	54.8	94.4	108.8	121.0	141.8	28.6	75.6	125.5	153.7	43.0	81.0	1072.2
10	Media mensual multianual	74.2	86.6	132.9	137.6	130.5	57.7	45.2	48.3	85.2	133.3	139.1	92.2	1162.9
	Año medio 2001	38.1	58.0	162.1	21.9	178.0	52.2	50.0	33.7	88.7	164.7	48.4	146.0	1041.8
11	Media mensual multianual	108.2	111.5	162.3	196.9	151.2	78.3	56.5	52.5	107.2	186.1	166.6	113.3	1490.6
	Año medio 1995	17.5	85.1	248.8	289.3	221.3	88.3	55.4	154.2	137.5	209.4	184.0	250.5	1941.3
12	Media mensual multianual	28.9	80.1	130.9	145.5	117.7	62.8	47.3	21.5	87.3	198.4	131.9	82.0	1134.5
	Año medio 2001	8.1	146.8	212.4	38.1	94.6	52.6	21.6	17.8	80.3	142.1	68.2	118.8	1001.4
13	Media mensual multianual	96.5	111.2	134.6	162.8	123.3	48.4	26.0	40.1	87.3	183.5	189.9	123.8	1327.5
	Año medio 1993	109.0	147.0	133.1	60.0	151.0	48.4	10.0	40.1	201.0	101.1	230.4	173.5	1404.5
14	Media mensual multianual	36.2	41.3	159.4	147.5	146.1	64.5	59.2	59.9	70.0	112.6	128.2	97.9	1122.9
	Año medio 2001	61.4	47.2	212.2	26.7	176.3	46.9	7.6	59.9	137.9	44.7	104.8	108.4	1034.0
15	Media mensual multianual	26.7	38.7	101.3	124.4	95.5	60.6	33.7	39.7	60.6	120.9	101.1	46.5	849.6
	Año medio 1994	35.2	61.0	70.9	178.2	41.3	61.6	35.3	35.5	65.4	181.1	197.9	72.4	1035.8
16	Media mensual multianual	25.0	30.8	67.5	78.6	64.1	51.2	53.0	45.9	35.6	82.9	73.7	42.9	651.1
	Año medio 1981	2.6	21.4	8.8	133.2	146.0	42.5	26.4	69.9	39.6	101.5	125.8	48.3	766.0
17	Media mensual multianual	40.6	55.5	89.9	127.8	110.6	68.4	46.6	48.8	79.3	147.3	126.1	63.3	1004.1
	Año medio 1993	60.7	58.6	105.8	94.0	196.8	13.0	32.8	29.4	51.1	142.0	158.0	111.5	1053.7
18	Media mensual multianual	23.0	39.8	72.2	93.6	79.5	52.5	38.0	37.6	58.1	96.2	80.9	38.9	710.3
	Año medio 1996	24.3	31.5	136.8	78.6	83.3	117.5	47.4	28.7	26.1	140.3	54.8	73.8	843.1
19	Media mensual multianual	27.9	45.1	67.9	102.3	73.7	50.7	29.0	33.3	43.8	92.0	90.0	44.7	700.5
	Año medio 1981	2.5	19.4	17.1	169.6	185.5	28.3	17.7	63.4	32.8	74.1	163.4	73.5	847.3
20	Media mensual multianual	57.1	83.8	138.6	193.4	137.1	69.9	41.8	48.7	96.4	196.5	182.2	100.2	1345.8
	Año medio 1999	106.6	246.4	169.1	149.9	130.3	93.9	31.4	53.7	241.4	202.1	151.7	158.3	1734.8
21	Media mensual multianual	19.2	20.0	42.8	75.3	99.9	86.2	113.3	89.2	69.3	62.9	65.4	30.1	773.6
	Año medio 1991	3.7	8.6	93.9	83.1	107.3	98.9	117.7	149.6	87.9	74.8	60.9	11.5	897.9



En la Figura 13 y Figura 14 se muestran respectivamente las página 1 y 2 de la hoja de cálculo elaborada para cada una de las estaciones y se explican los cuadros, tablas y gráficas que las componen.

La numeración se encuentra en la parte superior derecha de la página 1 e indica el número de la estación, el cual corresponde a la numeración asignada en la Tabla 1. En la parte superior izquierda se encuentra la información general de la estación: nombre, código, categoría, latitud, longitud y elevación. Debajo de esta información se muestra el año medio seleccionado para el análisis y una tabla con los datos mensuales de evaporación, precipitación, brillo solar, humedad relativa y temperatura para el año medio indicado. El resto de la página 1 se compone de una tabla en la cual se programaron los cálculos de cada uno de los métodos. La parte derecha de esta muestra los resultados anuales de ETP y la izquierda muestra los valores mensuales.

La página 2 tiene dos tablas y seis gráficas. La primera tabla muestra el resumen de los resultados obtenidos de los cálculos realizados en la página No. 1 y la segunda tabla muestra los valores mensuales y anual de la evaporación real. El resto de la página contiene seis gráficas de las comparaciones entre ETP y ER para cada método. Cada una de las gráficas realizadas expone la relación que existe entre la ETP estimada por la respectiva metodología y la ER registrada en el departamento de Cundinamarca, asumiendo un coeficiente de tanque K igual a 0.7. Para cada caso se presenta la ecuación de regresión y su respectivo coeficiente de determinación (R^2).



Información básica de la estación
 Estación: Universidad Fusagasugá Latitud: 4,3 ° N
 Código: 2119514 Longitud: 74,4° W
 Categoría: CP Elevación: 1720 msnm

Numeración — **No. 1**

Información Base Año Medio: 1998 Año Medio

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	135.3	113.8	105.9	83.3	75.2	94.9	85.2	87.2	88.8	97.9	74.3	83.2	1125.0
Precipitación	mm	17.7	37.0	62.0	75.6	139.2	54.8	59.1	5.8	46.3	188.0	204.5	78.3	968.3
Brillo Solar	hr	218.0	161.9	137.4	107.0	103.6	150.7	116.3	152.0	140.6	159.6	131.5	149.3	144.0
Humedad Relativa	%	57.0	63.0	67.0	75.0	76.0	71.0	69.0	63.0	64.0	71.0	77.0	74.0	68.9
Temperatura	°C	21.4	21.5	21.8	20.8	19.8	18.8	18.5	19.7	19.7	20.6	17.0	15.9	19.6
Radiación Solar	cal/cm²	443.0	422.0	399.0	226.0	225.0	216.0	202.0	219.0	210.0	234.0	215.0	226.0	269.8
Velocidad del viento	m/s													

Información Climatológica

Cálculos

Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	809.9												
	Pm²/(L(t)²)	1.4												
	ETP (mm)													634.4
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	7.0	5.8	4.4	3.6	3.3	5.0	3.8	4.9	4.7	5.1	4.4	4.8	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{tt} (cal/cm²día)	839.5	882.5	914.2	910.8	878.2	854.7	862.5	889.5	905.0	890.5	851.0	825.2	
	R _i (cal/cm²día)	443.0	422.0	399.0	226.0	225.0	216.0	202.0	219.0	210.0	234.0	215.0	226.0	
	ETP (mm)	115.9	102.9	106.4	64.1	62.6	59.2	55.7	61.1	59.0	65.7	56.3	56.8	865.8
Thornthwaite y Wilm (Tabla A.3)	J _i	9.0	9.1	9.3	8.7	8.0	7.4	7.2	8.0	8.0	8.5	6.4	5.8	
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	88.3	81.2	92.5	82.9	77.6	67.7	67.4	76.2	73.4	82.2	53.0	47.5	889.7
García y López	F _t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	
	ETP (mm/día)	4.4	4.1	4.0	3.3	3.0	2.9	2.9	3.5	3.5	3.4	2.2	2.0	
	ETP (mm)	135.6	114.9	123.8	98.7	91.8	87.0	89.9	109.3	104.4	106.2	64.7	61.2	1187.6
Blaney y Criddle (Tabla A.4)	S	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	W (km/h)	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	ETP (mm/día)	Espacio en blanco indica que la metodología no puso ser aplicada												
Hargreaves (Tabla A.6)	H _n (%)	36.8	42.1	45.8	53.5	54.5	49.6	47.6	42.1	43.0	49.6	55.5	52.5	
	F _H	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)	Espacio en blanco indica que la metodología no puso ser aplicada												
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _i	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.3	49.7	50.1	50.8	51.1	51.5	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.3	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
ETP (mm)	165.5	128.1	124.2	93.3	89.1	102.4	99.0	125.3	116.5	113.9	75.5	80.1	1312.7	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _H	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	
	C _t	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	
	C _s	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	433.7	411.8	472.3	455.4	453.7	427.3	445.6	459.6	452.5	460.1	425.5	426.3	
	ETP (mm)	149.2	124.5	123.1	95.4	88.1	101.5	94.2	119.6	115.3	118.1	84.2	88.5	1301.6

Cálculos

Resultado anual para cada método

Resultado mensual para cada método

Figura 13. Explicación de página 1 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CAR (Anexo B.1).



Resumen resultados obtenidos

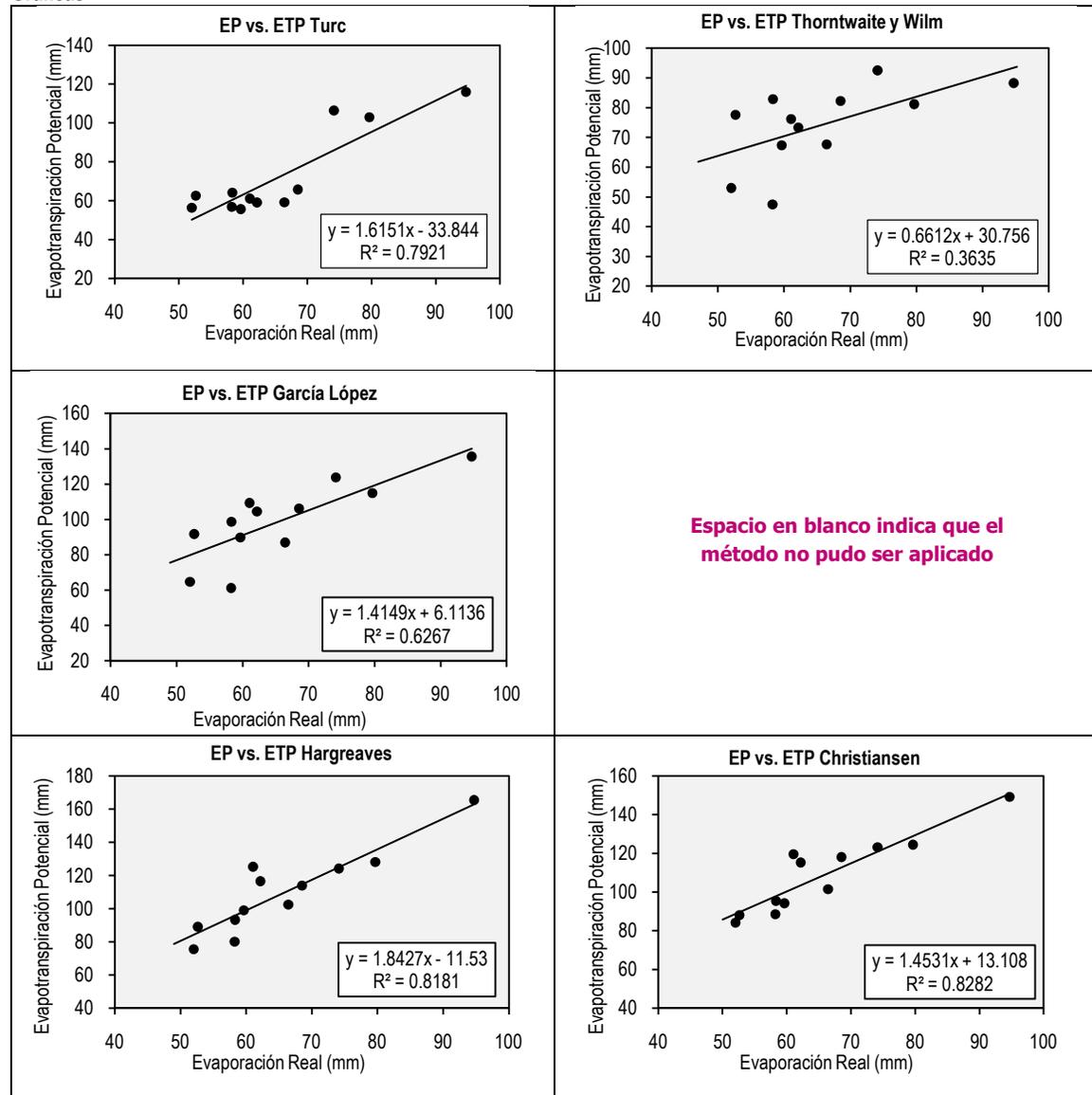
Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													634.4
TURC	mm	115.9	102.9	106.4	64.1	62.6	59.2	55.7	61.1	59.0	65.7	56.3	56.8	865.8
Thornthwaite y Wilm	mm	88.3	81.2	92.5	82.9	77.6	67.7	67.4	76.2	73.4	82.2	53.0	47.5	839.7
García López	mm	135.6	114.9	123.8	98.7	91.8	87.0	89.9	109.3	104.4	106.2	64.7	61.2	1187.6
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm	165.5	128.1	124.2	93.3	89.1	102.4	99.0	125.3	116.5	113.9	75.5	60.1	1312.7
Christiansen	mm	149.2	124.5	123.1	95.4	88.1	101.5	94.2	119.6	115.3	116.1	84.2	88.5	1301.6

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	94.7	79.7	74.1	58.3	52.6	66.4	59.6	61.0	62.2	68.5	52.0	50.2	787.5

Evaporación Real

Gráficas



Gráficas

Figura 14. Explicación de la página 2 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CAR (Anexo B.1).



7.2. VALLE DEL CAUCA

La estimación de la evapotranspiración potencial por medio de las metodologías definidas en el *Capítulo 6 Métodos de estimación de la evapotranspiración*, se realizó para cada una de las estaciones climatológicas operadas por la CVC que fueron empleadas en el presente estudio. Para cada estación se escogió un año medio que contara con información completa de evaporación, precipitación, brillo solar, humedad relativa y temperatura. Dicho año se seleccionó tomando como base los mismos criterios mencionados para el caso de Cundinamarca (numeral 7.1. *Cundinamarca*). De esta manera se seleccionaron los años medios cuyos valores de precipitación mensual se muestran en la Tabla 5 y se comparan con los valores medios mensuales multianuales de cada estación.

Tabla 5. Precipitación total mensual del año medio seleccionado y media mensual multianual para el departamento del Valle del Cauca.

Estación No.	Año	Precipitación total mensual (mm)												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1	Media mensual multianual	64.6	86.5	130.6	172.3	175.1	100.7	78.9	87.2	144.9	163.6	147.4	83.6	1435.5
	Año medio 1974	70.0	136.0	59.0	210.0	139.0	108.0	53.0	137.0	215.0	212.0	212.0	38.0	1589.0
2	Media mensual multianual	138.1	133.0	168.9	210.5	173.7	92.7	52.6	63.5	138.7	214.4	227.2	160.4	1773.7
	Año medio 1978	49.0	12.0	260.0	335.0	315.0	35.0	82.0	27.0	43.0	150.0	180.0	328.0	1816.0
3	Media mensual multianual	78.9	92.2	132.4	146.6	130.3	78.4	52.1	62.9	108.0	164.6	143.8	89.5	1279.6
	Año medio 1986	130.0	109.0	91.0	167.0	147.0	88.0	15.0	72.0	175.0	185.0	224.0	35.0	1438.0
4	Media mensual multianual	75.9	66.9	70.1	63.3	66.4	65.9	80.1	81.8	75.1	65.4	59.7	68.5	839.2
	Año medio 1990	71.0	142.0	116.0	130.0	86.0	46.0	68.0	16.0	62.0	270.0	107.0	142.0	1256.0
5	Media mensual multianual	75.4	102.9	155.5	223.6	180.8	134.4	85.9	88.1	156.4	193.5	176.5	114.3	1687.3
	Año medio 1990	120.0	100.0	160.0	302.0	57.0	76.0	113.0	59.0	85.0	333.0	104.0	168.0	1677.0
6	Media mensual multianual	71.8	72.3	117.8	156.6	148.1	76.9	46.0	59.5	117.0	163.5	151.8	91.9	1273.1
	Año medio 1991	41.0	24.0	218.0	78.0	227.0	52.0	78.0	15.0	171.0	109.0	178.0	84.0	1275.0
7	Media mensual multianual	128.1	146.9	222.3	251.0	195.7	136.6	58.6	55.2	138.8	215.5	206.1	148.5	1903.3
	Año medio 1999	146.0	336.2	323.6	286.3	112.3	179.6	41.7	79.4	309.1	216.8	256.1	204.8	2491.9
8	Media mensual multianual	118.3	121.2	150.6	220.9	216.0	145.2	90.1	100.6	154.0	216.9	184.2	130.3	1848.3
	Año medio 2002	44.0	32.0	235.0	220.0	138.5	75.0	55.0	29.0	111.0	211.0	96.0	193.0	1439.5
9	Media mensual multianual	59.7	57.9	107.6	141.8	114.5	66.9	40.7	41.6	74.9	123.3	118.2	79.1	1026.3
	Año medio 2004	173.0	35.0	27.0	142.0	106.0	36.0	35.0	33.0	72.0	158.0	165.0	48.0	1030.0
10	Media mensual multianual	88.6	85.1	122.7	176.0	118.4	84.2	67.0	70.3	142.4	179.8	162.6	109.7	1406.9
	Año medio 1998	3.0	94.0	139.0	135.0	158.0	93.0	75.0	76.0	224.0	157.0	126.0	114.0	1394.0
11	Media mensual multianual	691.5	343.0	400.6	630.0	1175.0	1136.7	1148.8	1392.4	1508.0	1409.6	1245.4	1045.2	12126.3
	Año medio 2001	761.0	404.0	308.0	688.0	1316.0	888.0	1539.6	1787.0	1491.0	2030.0	1378.0	805.0	13395.6
12	Media mensual multianual	603.3	507.0	541.6	681.4	657.8	520.1	488.1	526.5	668.7	1053.5	963.3	681.5	7892.8
	Año medio 1985	485.0	392.0	558.0	524.0	653.0	416.0	662.0	559.0	894.0	1220.0	768.0	813.0	7944.0



Una vez definida la información climatológica mensual para cada estación, se programó en Excel cada una de las ecuaciones correspondientes a los diferentes métodos aplicados. En el Valle del Cauca se evaluaron las metodologías de Turc anual, Turc, Thornthwaite y Wilm, García y López, Hargreaves y Christiansen. El único método que no se calculó fue el de Blaney y Criddle pues exige registros mensuales de velocidad del viento. Aunque los métodos de Hargreaves y Christiansen también requieren mediciones de velocidad del viento, sus respectivos coeficientes de viento pueden ser asumidos igual a la unidad en caso de no contar con la información.

En la Figura 15 y Figura 16 se muestran las páginas 1 y 2 de la hoja de cálculo elaborada para cada una de las estaciones, en la cual se explican los cuadros, tablas y gráficas que las componen. La estructura general de esta hoja de cálculo es igual que la de la hoja diseñada para las estaciones de Cundinamarca pero con unas ligeras diferencias que se mencionan a continuación.

En la primera página cambia la cantidad de variables climatológicas disponibles, que para las estaciones de la CAR es de siete, pero en la CVC se reduce a cinco. De la misma manera el tamaño del cuadro de cálculos disminuye pues el método de Blaney y Criddle no puede ser aplicado debido a la falta de registros de velocidad del viento.

En la segunda página se grafican los resultados obtenidos por medio de los cinco métodos utilizados en comparación con la ER registrada en el departamento de Cundinamarca con un coeficiente de tanque k igual a 0.7. La última gráfica presenta una comparación entre la variación mensual de la evaporación real y la evapotranspiración potencial estimada para cada una de las cinco metodologías analizadas. Los resultados de los cálculos realizados para el Valle del Cauca se encuentran en el *Anexo B.2*.



Información básica de la estación

Estación: Zaragoza
 Código: 2610000202
 Categoría: CO
 Latitud: 4,43° N
 Longitud: 75,56° W
 Elevación: 925 msnm

Numeración **No. 1**

Información Base Año Medio: 1974 Año Medio

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	120.4	130.6	138.4	136.9	132.0	117.9	134.0	152.4	131.5	127.1	110.3	133.0	1564.5
Precipitación	mm	70.0	136.0	59.0	210.0	139.0	108.0	53.0	137.0	215.0	212.0	212.0	38.0	1500.0
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	84.0	84.0	80.0	81.0	80.0	81.0	77.0	75.0	80.0	81.0	82.0	78.0	80.3
Temperatura	°C	21.8	22.0	21.8	22.4	22.3	22.2	22.3	23.1	21.9	21.5	22.1	22.2	22.1

Información Climatológica

Cálculos

Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	877.8												
	Pm ² /(L(t) ²)	3.3												
	ETP (mm)													777.5
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla B.2) R _{tt} (cal/cm ² día)	838.5	881.8	913.9	911.1	878.8	855.4	863.2	889.9	905.0	890.1	850.1	824.1	
	R _i (cal/cm ² día)													
	ETP (mm)													
Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J _i	9.3	9.4	9.3	9.7	9.6	9.6	9.6	10.1	9.4	9.1	9.5	9.6	
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	84.5	78.7	85.2	90.2	92.6	88.9	92.6	100.4	84.4	82.3	84.9	88.5	1053.0
García y López	F _t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	
	ETP (mm/día)	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.4	3.6	4.0	3.3	3.2	3.3	3.5	
	ETP (mm)	96.4	88.5	102.9	102.9	107.1	101.2	112.1	122.7	100.4	98.7	98.8	109.6	1241.3
Hargreaves (Tabla B.6)	H _n (%)	62.8	62.8	58.6	59.6	58.6	59.6	55.5	53.5	58.6	59.6	60.7	56.5	
	F _H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S													
	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	BS (%)	49.3	49.7	50.0	50.8	51.2	51.5	51.2	51.2	50.4	50.8	49.7	49.3	
	(Tabla B.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	111.9	102.9	127.3	125.1	133.5	126.0	143.8	154.4	124.4	122.2	116.6	133.1	1521.1
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _H	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C _t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	C _s													
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	433.2	411.5	472.2	455.5	454.0	427.7	446.0	459.8	452.5	459.9	425.1	425.8	
	ETP (mm)													

Resultado anual para cada método

Resultado mensual para cada método

Espacio en blanco indica que la metodología no pudo ser aplicada

Cálculos

Figura 15. Explicación de la página 1 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CVC (Anexo B.2).



Resumen resultados obtenidos

Resumen														
Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													777.5
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	84.5	78.7	85.2	90.2	92.6	88.9	92.6	100.4	84.4	82.3	84.9	88.5	1053.0
García López	mm	96.4	88.5	102.9	102.9	107.1	101.2	112.1	122.7	100.4	98.7	98.8	109.6	1241.3
Hargreaves	mm	111.9	102.9	127.3	125.1	133.5	126.0	143.8	154.4	124.4	122.2	116.6	133.1	1521.1
Christiansen	mm													
Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	84.3	91.4	96.9	95.8	92.4	82.5	93.8	106.7	92.1	89.0	77.2	93.1	1095.2

Gráficas

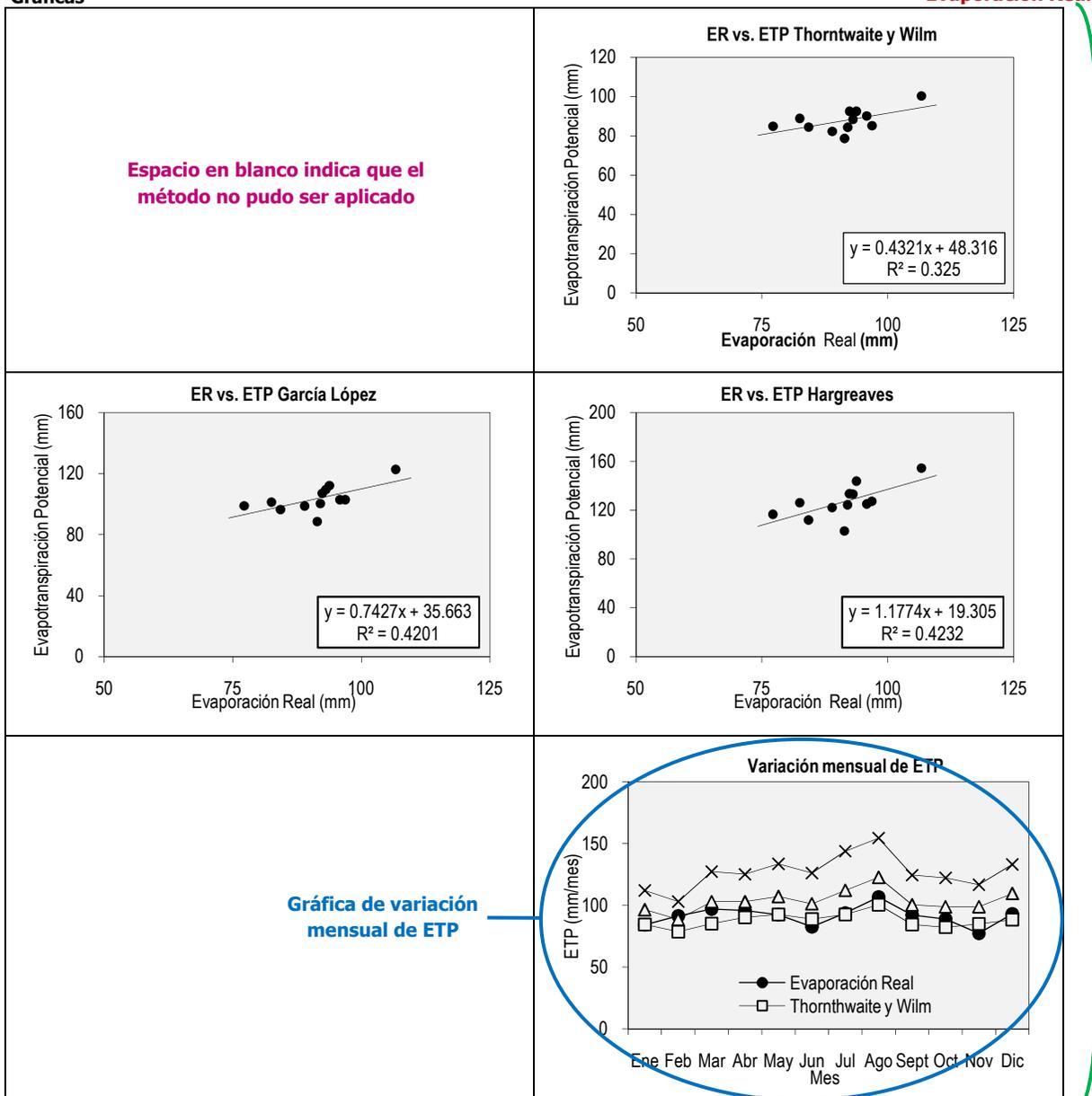


Figura 16. Explicación de la página 2 de la hoja de cálculo empleada en cada estación de la CVC (Anexo B.2).



8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis de resultados se realizaron regresiones lineales simples. En este tipo de regresión existe una sola variable independiente (en este caso la evaporación real) y la relación entre la variable dependiente respecto a la independiente sigue una función lineal de la siguiente forma:

$$Y = B_0 + B_1X \quad \text{Ecuación 35}$$

En la Ecuación 35, Y es la variable dependiente y X es la variable independiente. El término B_0 es la ordenada en el origen e indica el valor de la variable dependiente cuando $X=0$. El término B_1 es el coeficiente de regresión lineal el cual indica el incremento de la variable dependiente por cada unidad de aumento en la variable independiente (Álvarez, 1995). Para el presente estudio la variable independiente es la evaporación real medida en el tanque evaporímetro (con un coeficiente de tanque $k=0.70$) y la variable dependiente es la evapotranspiración potencial estimada por medio de los diferentes métodos. Por lo tanto, la Ecuación 35 se puede escribir de la siguiente forma:

$$ETP = B_0 + B_1ER \quad \text{Ecuación 36}$$

Además de las ecuaciones de regresión, se obtuvieron los respectivos coeficientes de determinación (R^2). El coeficiente de determinación R^2 es la relación que existe entre la suma de cuadrados de la regresión y la suma de cuadrados de Y, como lo indica la Ecuación 37:

$$R^2 = \frac{[(n \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i) - (\sum_{i=1}^n x_i) \cdot (\sum_{i=1}^n y_i)]^2}{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)} \quad \text{Ecuación 37}$$

y_i es el valor simulado y corresponde al valor en Y de cada par de observaciones $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots (x_i, y_i)$. x_i es el valor observado y corresponde al valor en X de cada par de observaciones mencionados anteriormente. El coeficiente de determinación puede interpretarse como un indicador de la proporción en la variabilidad total de la variable dependiente (Y) que se debe al efecto de la variable independiente (X). Cuando R^2 es igual a 1 significa que existe un ajuste lineal perfecto entre las variables, es decir que la variación total de la variable Y está definida por el modelo de regresión. Por otro lado, cuando R^2 toma el



valor de cero indica que el modelo de regresión no explica nada de la variación total de la variable Y (Caballero, 1981).

Algunos autores han propuesto los rangos que se muestran en la Tabla 6 para la interpretación del coeficiente de determinación (R^2). Estos rangos han sido adoptados en el presente estudio para el análisis de resultados.

Tabla 6. Rangos para interpretación del Coeficiente de Determinación (Sagaró & Macías, 2005).

Coeficiente de Determinación (R^2)		Relación entre las variables analizadas
0.00	- 0.06	Nula, escasa o despreciable
0.07	- 0.25	Débil, baja
0.26	- 0.56	Moderada
0.57	- 0.81	Fuerte, alta
0.82	- 1.00	Muy fuerte, muy alta

Considerando lo anterior, en el presente estudio se decidió realizar un análisis detallado de aquellas metodologías que presentan una relación moderada, alta o muy alta entre la ETP y la ER. Según la Tabla 6 el rango de aceptación de R^2 estaría entre 0.26 y 1.00 pero el límite inferior de dicho rango se definió como 0.50 teniendo en cuenta que coeficientes de determinación menores no demuestran un buen ajuste de los datos al modelo de regresión.

8.1. CUNDINAMARCA

8.1.1. Estimación mensual de ETP

En la Tabla 7 se presentan los coeficientes de determinación obtenidos en cada estación para cada uno de los métodos empleados. En esta tabla los valores que son mayores a 0.5 se encuentran subrayados y adicionalmente se enmarca en un cuadro sombreado y se resalta en negrita el coeficiente de determinación más alto para cada estación, con el fin de mostrar el método que genera el mejor R^2 de manera más frecuente. Las celdas vacías de la tabla indican que el método no pudo ser calculado debido a la falta de registros de información climatológica en la respectiva estación y por este motivo no se presenta valor de R^2 .



Según la información de la Tabla 7, los métodos que con mayor periodicidad presentaron coeficientes de determinación buenos, es decir mayores a 0.5, fueron el método de García y López, el de Hargreaves y el método de Christiansen. Entre estos tres métodos generalmente el de Hargreaves y el de Christiansen son los dos que presentan coeficientes de determinación más altos y el método de García y López se presenta como la mejor opción cuando los dos anteriores no pueden ser aplicados debido a la falta de registros de brillo solar. Aunque el método de Turc presentó coeficientes de determinación altos, lo hizo sólo para cinco estaciones de 21 por lo cual se puede concluir que su ajuste no es apropiado para la zona. El método de Blaney y Criddle y el método de Thornthwaite y Wilm muestran un mal comportamiento general, con coeficientes de determinación menores a 0.50 en el 95% de los casos analizados.

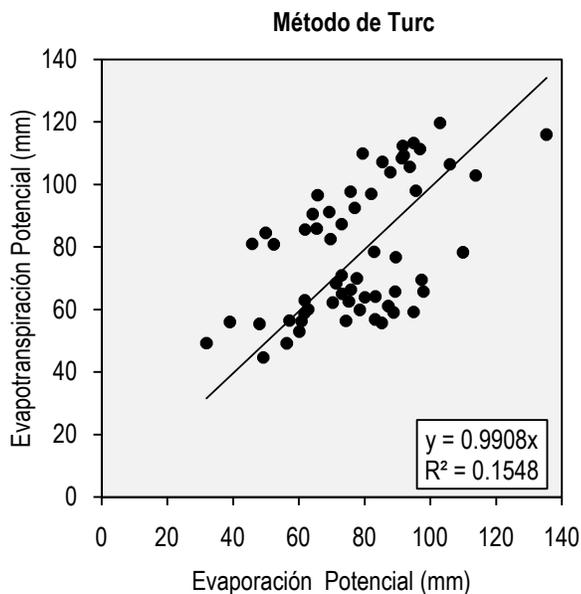
Tabla 7. Coeficientes de determinación de las regresiones entre la EP y la ETP en el departamento de Cundinamarca.

Estación No.	Coeficiente de Determinación (R ²)					
	TURC	Thornthwaite y Wilm	García y López	Blaney y Criddle	Hargreaves	Christiansen
1	<u>0.79</u>	0.36	<u>0.63</u>		<u>0.82</u>	0.83
2		0.12	0.58			
3	0.16	0.00	0.40	0.00	0.61	0.54
4	0.06	0.03		0.38	<u>0.66</u>	0.68
5	<u>0.78</u>	0.09	<u>0.57</u>	0.10	0.87	0.87
6	0.22	0.01	0.02		0.01	0.25
7	0.33	0.22	<u>0.56</u>	0.35	0.74	<u>0.72</u>
8	0.28	0.74	0.29	<u>0.69</u>	0.15	0.24
9	0.00	0.16	0.24	0.08	0.41	0.31
10	0.01	0.03	0.46	0.63	0.63	<u>0.56</u>
11	0.01	0.43	0.72	0.12	<u>0.66</u>	<u>0.62</u>
12		0.29	0.61			
13	0.00	0.41	0.47	0.36	0.41	0.25
14	0.26	0.26	0.45	0.45	0.62	<u>0.61</u>
15	0.14	0.49	0.32		0.18	0.10
16		0.47	0.86			
17	0.72	0.40	0.04	0.03	<u>0.52</u>	<u>0.64</u>
18	0.79	0.42	<u>0.57</u>	0.48	0.46	0.29
19		0.17	0.60			
20	0.20	0.08	0.47	0.09	0.46	0.43
21	<u>0.74</u>	0.43	0.01	0.01	<u>0.61</u>	0.83

Con base en los coeficientes de determinación obtenidos para cada método y en cada estación (Tabla 7), se decidió realizar la comparación entre la ETP y la EP del total de estaciones únicamente con los métodos de Turc, García y López, Hargreaves y Christiansen pues fueron los tres que mejores ajustes mostraron. Para cada metodología se evaluaron los resultados obtenidos en cada una de las 21 estaciones empleadas en el estudio, con el fin de identificar aquellas cuyas condiciones climatológicas hacen que determinada ecuación no funcione de manera óptima y por lo tanto no genere resultados confiables. A continuación se describe el procedimiento desarrollado para cada uno de los métodos de estimación de la ETP con el cual se realizó la selección de estaciones utilizadas y eliminadas en cada caso particular.

8.1.1.1. Método de Turc

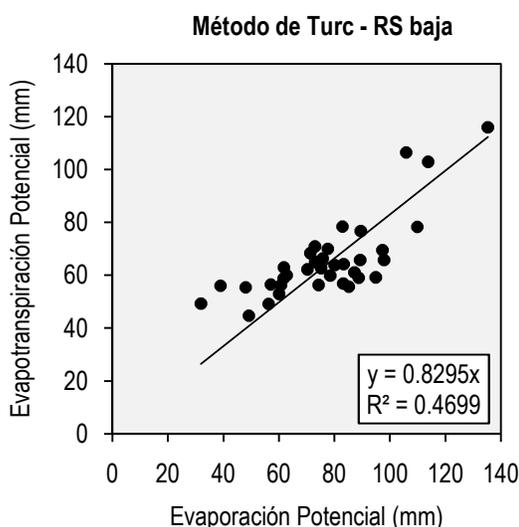
Para evaluar el comportamiento general de la ecuación de Turc, se seleccionaron aquellas estaciones que presentaron un coeficiente de determinación mayor o igual a 0.5 (según Tabla 7). Las estaciones estudiadas son la No. 1, 5, 17, 18 y 21. En la Gráfica 1 se presenta la comparación entre los valores de ETP obtenidos según el método de Turc y la evaporación potencial ocurrida en las cinco estaciones analizadas en el departamento de Cundinamarca.



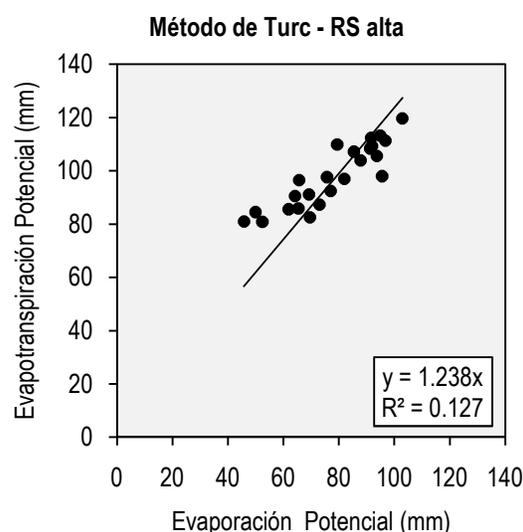
Gráfica 1. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Turc para el departamento de Cundinamarca.

En la Gráfica 1 se observa una alta dispersión que genera un coeficiente de determinación muy bajo ($R^2=0.15$). A pesar de que el método presenta un comportamiento general deficiente, es posible identificar dos tendencias diferentes. La primera tendencia está conformada por los puntos más bajos de la Gráfica 1, que corresponden a las estaciones No. 1, 5 y 18, y se debe a los bajos valores de radiación solar que se registran en dichas estaciones cuyos valores varían entre 260 y 290 cal/cm^2 . Por otro lado, la segunda tendencia se debe a los valores altos de radiación solar (RS) que se presentan en las estaciones No. 17 y 21, los cuales varían entre 434 y 517 cal/cm^2 .

En la Gráfica 2 se presentan los resultados obtenidos por el método de Turc para las estaciones en las cuales los registros de RS se consideran bajos. Para este caso el ajuste general no es bueno, pero mejora con respecto al obtenido del total de estaciones pues el coeficiente de determinación pasa de 0.15 a 0.47 y se puede concluir que la ETP por el método de Turc para condiciones de RS baja es aproximadamente igual a 0.83 veces la evaporación potencial registrada en el departamento de Cundinamarca lo cual indica que en este caso el método subestima la ETP. En la Gráfica 3 se presentan los resultados mensuales de ETP para estaciones con registros de RS altos. Aunque la gráfica muestra una tendencia clara, el coeficiente de determinación es demasiado bajo y, según la clasificación presentada anteriormente por Sagaró & Macías (2005), se puede considerar despreciable.



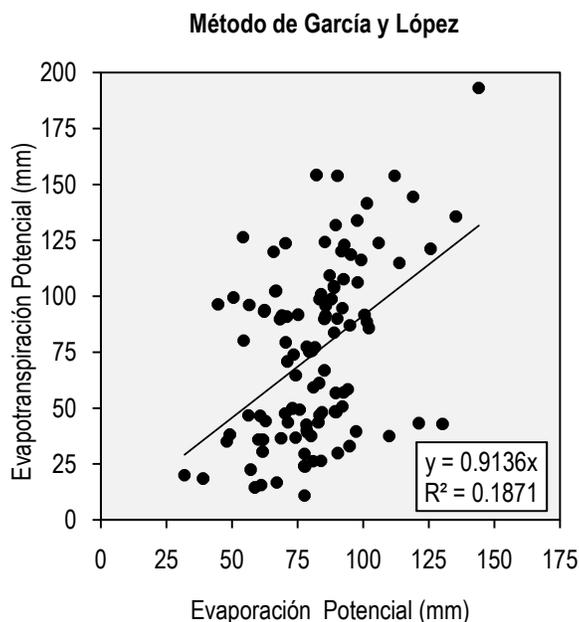
Gráfica 2. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Turc para las estaciones No. 1, 5 y 18 del departamento de Cundinamarca.



Gráfica 3. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Turc para las estaciones No. 17 y 21 del departamento de Cundinamarca.

8.1.1.2. Método de García y López

En la Gráfica 4 se presenta la comparación entre los valores de ETP estimados a partir de la metodología de García y López y la evaporación potencial medida en las estaciones No. 1, 2, 5, 7, 11, 12, 16, 18 y 19 del departamento de Cundinamarca. Como se muestra en la gráfica, los puntos tienen una alta dispersión que no permite un ajuste adecuado, lo cual genera un bajo coeficiente de determinación ($R^2=0.19$).

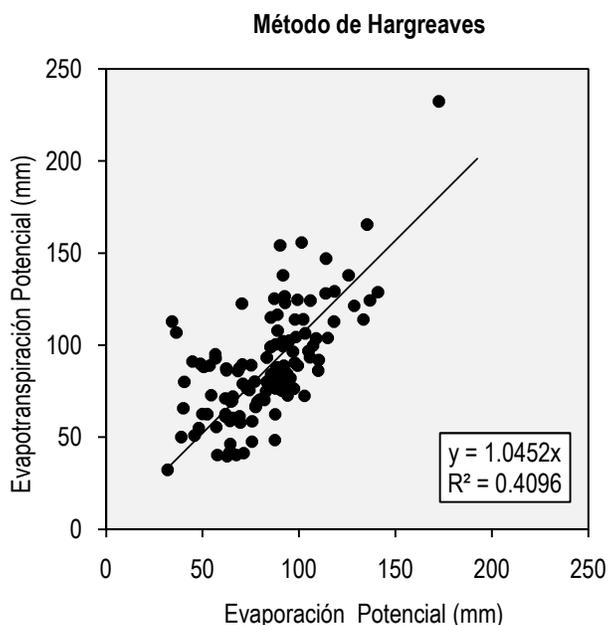


Gráfica 4. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de García y López para el departamento de Cundinamarca.

Aunque no se presentan tendencias claras, es posible dividir la nube de puntos en dos grupos: uno ubicado en la parte inferior de la línea de regresión y otro ubicado en la parte superior de esta. El primer grupo mencionado corresponde a las estaciones No. 5, 16, 18 y 19, cuyas temperaturas se consideran bajas pues toman valores entre 13 °C y 15 °C. En este caso el método tiende a subestimar la ETP con respecto a la EP lo cual se evidencia analizando la ubicación de los puntos en la parte baja de la gráfica. Por otro lado, cuando la temperatura es alta como es el caso de las estaciones No. 1, 2, 7, 11 y 12 las cuales presentan registros de temperatura que varían entre 16 °C y 23 °C, el método de García y López sobrestima la ETP con respecto a la ER en más del 50%. De manera general se concluye que el método no genera un buen ajuste en la zona de estudio.

8.1.1.3. Método de Hargreaves

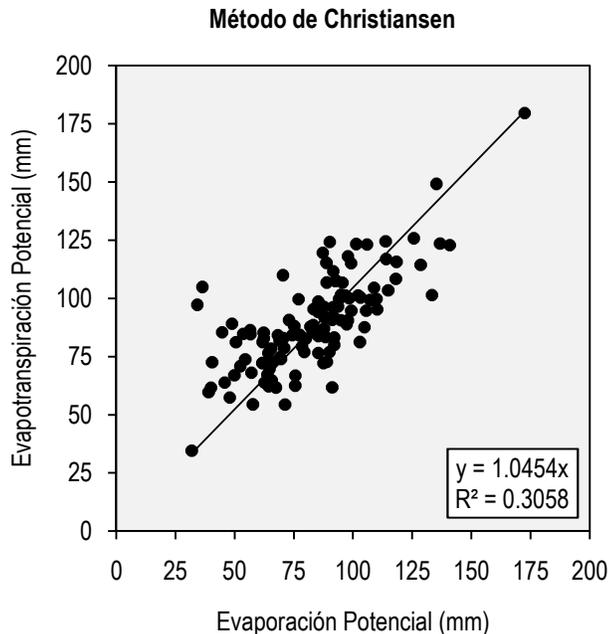
El análisis del comportamiento del método de Hargreaves se realizó para las estaciones No. 1, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 14, 17 y 21 del departamento de Cundinamarca pues fueron las que mejor coeficiente de determinación presentaron. En la Gráfica 5 se presenta la comparación entre la ETP mensual estimada en dichas estaciones por medio del método de Hargreaves y la EP registrada en estas mismas estaciones climatológicas. Como se muestra en la Gráfica 5, existe una dispersión importante entre los puntos analizados lo cual genera un coeficiente de determinación bajo ($R^2=0.41$). Aunque el ajuste a la regresión lineal no es bueno, la gráfica muestra una tendencia general clara, en la cual la ETP crece a una tasa muy similar que la de EP (aproximadamente 1.05 veces más). El método de Hargreaves, a pesar de no presentar un buen ajuste general debido al bajo R^2 que genera, resulta ser uno de los métodos que estima de manera más aproximada la ETP para la mayoría de las estaciones analizadas, según lo indica la Tabla 7. Por esta razón su uso se recomienda en los casos en que se tenga toda la información climatológica disponible.



Gráfica 5. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Hargreaves para el departamento de Cundinamarca.

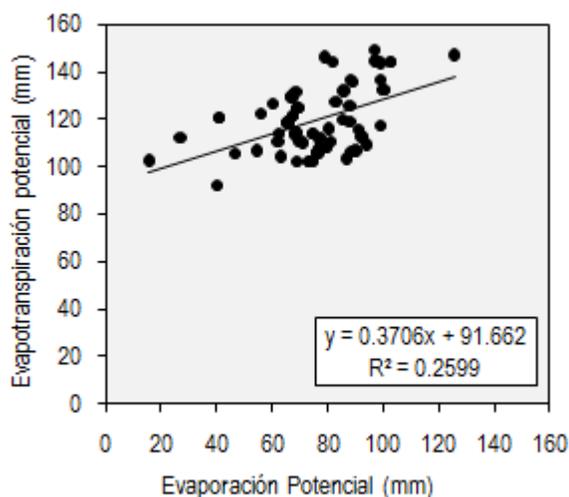
8.1.1.4. Método de Christiansen

Para analizar el método de Christiansen se seleccionaron las estaciones cuyo coeficiente de determinación es mayor o igual a 0.50, como es el caso de las estaciones No. 1, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 14, 17 y 21. En la Gráfica 6 se muestra la relación entre la ETP potencial estimada por medio de la ecuación de Christiansen y la evaporación potencial registrada en Cundinamarca. Como se puede observar, el método de Christiansen evidencia una tendencia general en la cual la ETP es aproximadamente igual a la EP, pero no se genera un buen ajuste pues el coeficiente de determinación es muy bajo ($R^2=0.31$). El método de Hargreaves, al igual que el de Christiansen, se presenta como la mejor opción para la estimación de la ETP en la mayoría de las estaciones de la CAR analizadas. Según la Tabla 7, el método de Christiansen y el método de Hargreaves presentan valores muy cercanos de R^2 y funcionan bien para las mismas estaciones en la mayoría de los casos. Lo anterior permite concluir que cualquiera de estas dos metodologías es recomendable para aplicarse en el departamento de Cundinamarca, siempre que se cuente con la información climatológica necesaria.

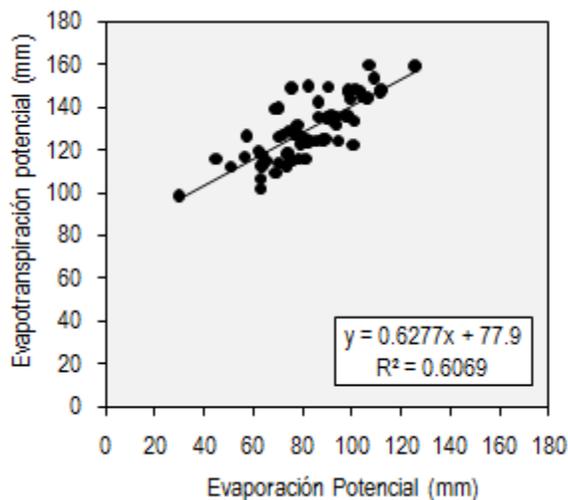


Gráfica 6. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Christiansen para el departamento de Cundinamarca.

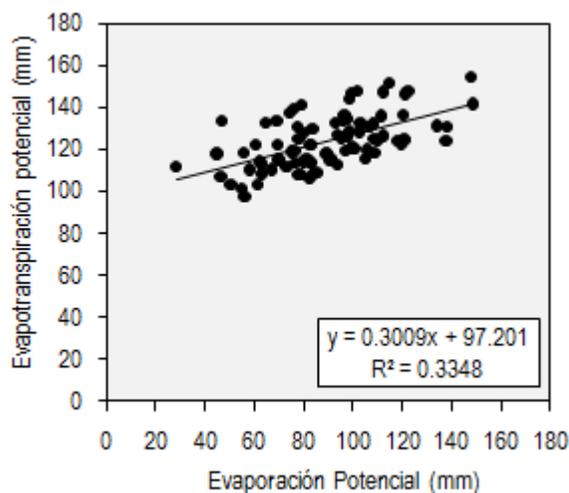
Con el propósito de evaluar el comportamiento de una metodología con base física como el método de Penman-Monteith, se aplicó su ecuación para la estimación mensual de ETP en tres estaciones de Cundinamarca. Los resultados obtenidos se presentan de la Gráfica 7 a la Gráfica 9. Es posible observar que la metodología presenta una tendencia clara, pero su ajuste no es bueno, lo cual se evidencia con los bajos coeficientes de determinación obtenidos ($R^2 \leq 0.6$) y con el término independiente que acompaña la ecuación de regresión.



Gráfica 7. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Penman-Monteith para la estación No. 11 en el departamento de Cundinamarca.



Gráfica 8. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Penman-Monteith para la estación No. 7 en el departamento de Cundinamarca.



Gráfica 9. Resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Penman-Monteith para la estación No. 8 en el departamento de Cundinamarca.



El mal comportamiento de la metodología de Penman-Monteith en el departamento de Cundinamarca puede deberse a que su ecuación requiere una gran cantidad de mediciones diarias en las estaciones climatológicas (como la humedad relativa y la temperatura máximas y mínimas diarias), las cuales fue necesario estimar a partir de la información mensual disponible.

Según el panel de expertos de la FAO (2006), el método combinado de Penman-Monteith se recomienda como el método estandarizado para la estimación de la evapotranspiración de referencia. De acuerdo con lo anterior se espera que este método sea el que mejores resultados presente en la zona de estudio, cuando se tenga completa la información requerida para su estimación. Dado que los resultados obtenidos con la aplicación de este método no fueron los esperados, se decidió realizar el estudio con base en las metodologías empíricas mencionadas anteriormente. Por esta razón el método de Penman-Monteith no se presenta en las hojas de cálculo del Anexo B. *Cálculos*.

Los resultados de las regresiones lineales aplicadas en las comparaciones anteriores entre la ETP mensual estimada por medio de los diferentes métodos seleccionados y la ER, se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8. Resumen de resultados de las regresiones mensuales para mejores métodos en el departamento de Cundinamarca.

Método	K	R ²
Turc (RS baja)	0.83	0.47
Hargreaves	1.05	0.41
Christiansen	1.05	0.31

En el departamento de Cundinamarca ninguna metodología generó un buen ajuste. El método de Hargreaves se destaca como el de mejor coeficiente de determinación respecto a los demás, con un valor de 0.41. Aunque el coeficiente de determinación del método de Christiansen es menor que el de Hargreaves, ambos presentan el mismo coeficiente K, por lo tanto ambos métodos pueden ser empleados cuando se requiera una estimación aproximada de la ETP. Aunque el método de Turc inicialmente no presentó un buen ajuste, cuando se toman valores bajos de radiación (menores a 290 cal/cm²) el método presenta



un buen comportamiento, con un K de 0.83 y un coeficiente de determinación mejor que el de los demás métodos ($R^2=0.47$).

8.1.2. Estimación anual de ETP

Con el fin de evaluar el comportamiento de los métodos de estimación de la ETP seleccionados cuando se requiere un valor anual, se analizó la relación entre la evaporación potencial anual registrada en el departamento de Cundinamarca y la evapotranspiración potencial anual estimada por medio de cada metodología, en todas las estaciones analizadas. El único método que estima la ETP de manera directa en mm/año es el de Turc Anual, el resto de metodologías generan un valor mensual por lo cual fue necesario sumar los valores parciales de cada mes para obtener el resultado total anual.

Para cada uno de los métodos analizados se seleccionaron todas las estaciones en las cuales fue posible la aplicación de cada método en particular. Las gráficas que se presentan a continuación (Gráfica 10 a Gráfica 14) muestran la comparación entre los valores de ETP anual estimada por los métodos de Turc Anual, Turc, Thornthwaite y Wilm, García y López y Blaney y Criddle, y la EP registrada en los tanques evaporímetros de las estaciones climatológicas. De acuerdo con estas gráficas y sus respectivos coeficientes de determinación se puede comprobar que ninguna de las metodologías mencionadas presenta un buen comportamiento al ser aplicadas en la zona de estudio.

Debido a que el método de Turc Anual es el único que realiza la estimación de ETP de manera directa en mm/año, se esperaba que su comportamiento para tal fin fuera bueno. Como se puede observar en la Gráfica 10, la ecuación de Turc Anual presenta un ajuste muy débil (casi despreciable) y en la mayoría de los casos subestima la ETP con respecto a la EP, razón por la cual no se recomienda su aplicación en el departamento de Cundinamarca.

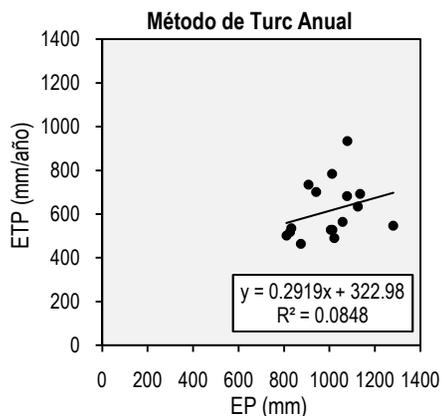
El método de Turc también presenta un ajuste bastante bajo (ver gráfica 11). Por esta razón la ecuación de regresión se expresa en función de un término independiente. El coeficiente de determinación igual a 0.01 demuestra que la metodología no debe ser

utilizada para la estimación anual de la ETP en el departamento de Cundinamarca pues no se ajusta al modelo de regresión.

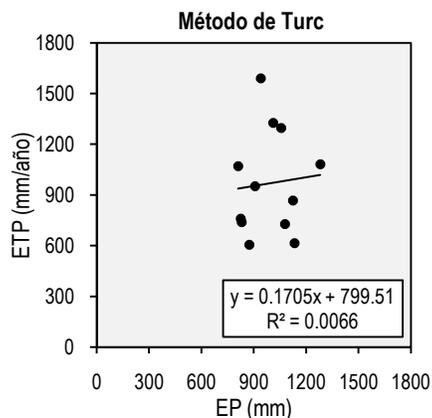
El mal comportamiento del método de Thornthwaite y Wilm se confirma con los resultados anuales que presentan en la Gráfica 12, en la cual el coeficiente de determinación igual a 0.1 demuestra que la relación entre la ETP estimada y la EP medida es muy pobre.

Como se mencionó en el numeral 8.1.1. *Estimación mensual de ETP*, el método de García y López no presenta un buen ajuste en el departamento de Cundinamarca para la estimación mensual. En el caso de la estimación anual, el comportamiento es similar pues la ecuación de regresión, la cual tuvo que ser expresada en función de un término independiente (ver Gráfica 13), demuestra que la relación entre la estimación anual de ET y la EP es casi despreciable, con un R^2 de 0.1.

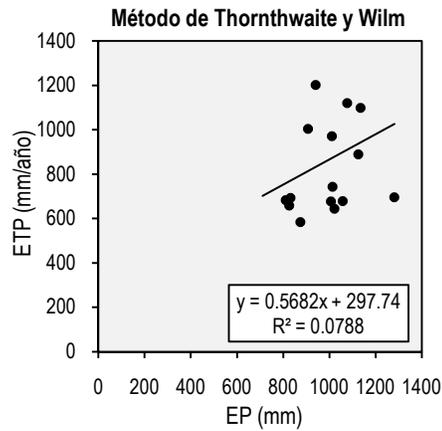
El método de Blaney y Criddle presenta un ajuste muy pobre al modelo de regresión lineal como se muestra en la Gráfica 14. Con lo anterior y con los resultados de la Tabla 7 se confirma que el método no debe ser empleado para la estimación anual ni mensual de ETP en el departamento de Cundinamarca.



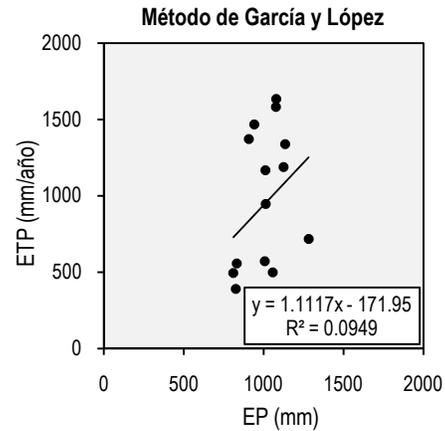
Gráfica 10. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc Anual para Cundinamarca.



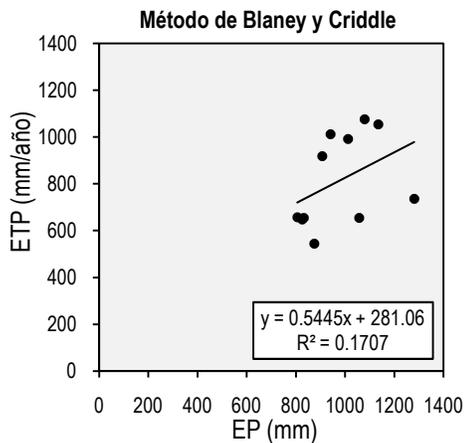
Gráfica 11. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc para Cundinamarca.



Gráfica 12. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Thornthwaite y Wilm para Cundinamarca.



Gráfica 13. Resumen de resultados de ETP anual por el método de García y López para Cundinamarca.



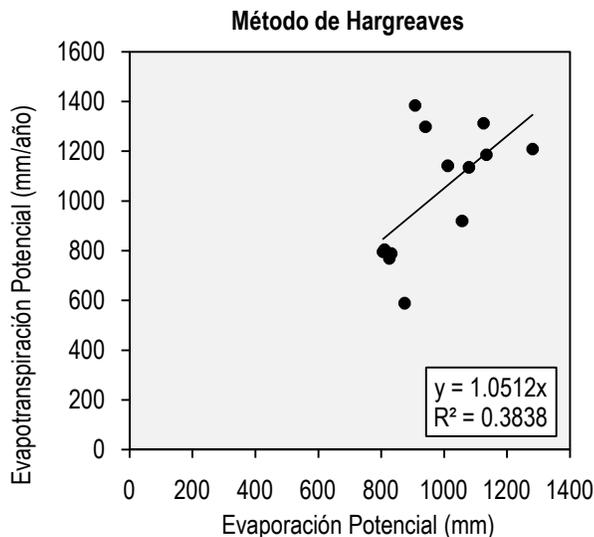
Gráfica 14. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Blaney y Criddle para Cundinamarca.

8.1.2.1. Método de Hargreaves

El método de Hargreaves demostró un buen comportamiento en la estimación mensual de ETP pero, según los resultados de la Gráfica 15, no presenta un ajuste tan bueno cuando se trata de estimar la ETP anual. Aunque es una de las metodologías que mejor coeficiente de determinación presenta, su valor se considera bastante bajo y por lo tanto la relación existente entre las variables analizadas es débil. Por lo anterior el método no se considera recomendable para estimar la ETP anual. Aún así, en caso de ser necesaria una estimación



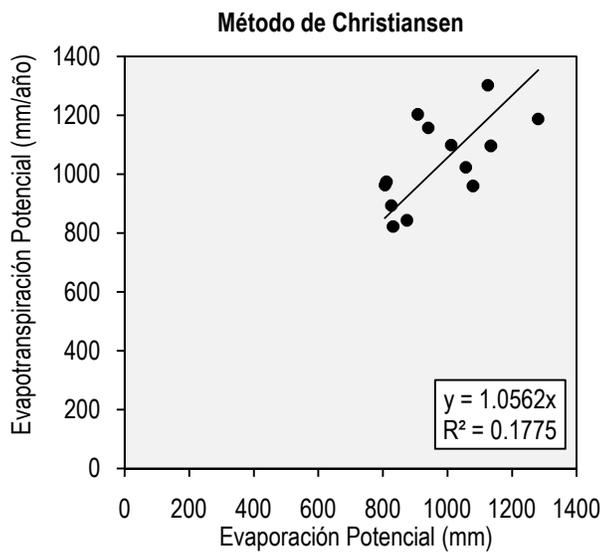
aproximada, la fórmula de Hargreaves es la única que se recomienda, pues es la que mejor comportamiento presenta en relación con las demás.



Gráfica 15. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Hargreaves para Cundinamarca.

8.1.2.2. Método de Christiansen

El método de Christiansen, a pesar de haber presentado un buen comportamiento en la estimación mensual de ETP, no lo hace para el caso anual, en el cual presenta un ajuste muy bajo, con un coeficiente de determinación igual a 0.18. Con base en los resultados obtenidos, los cuales se presentan en la Gráfica 16, se recomienda no utilizar el método de Christiansen cuando se requiera estimar la ETP anual.



Gráfica 16. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Christiansen para Cundinamarca.

Los resultados de las regresiones lineales aplicadas en las comparaciones anteriores entre la ETP anual estimada por medio de los diferentes métodos seleccionados y la EP, se resumen en la Tabla 9.

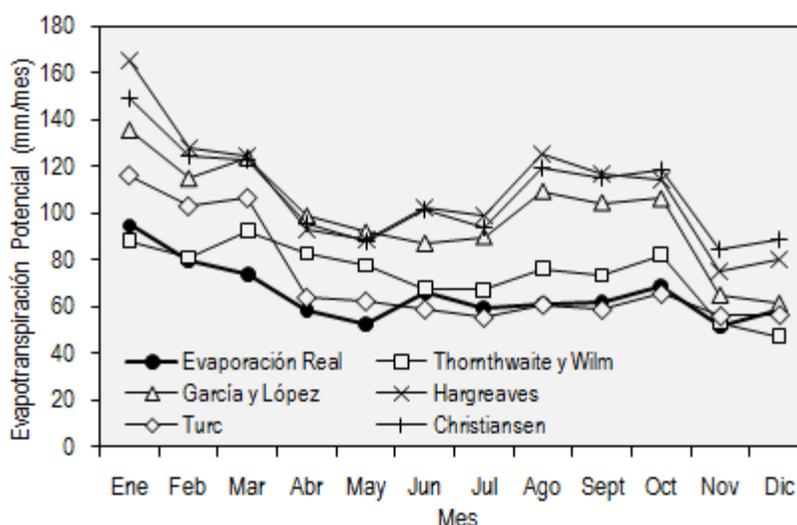
Tabla 9. Resumen de resultados de las regresiones anuales para mejores métodos en el departamento de Cundinamarca.

Método	K	R ²
Hargreaves	1.05	0.38
Christiansen	1.06	0.17

En el departamento de Cundinamarca ninguna metodología generó un ajuste bueno entre la ETP anual y la EP. El método de Hargreaves se destaca como el de mejor coeficiente de determinación respecto a los demás, con un valor de 0.38. Aunque existe una gran diferencia entre el R² obtenido por medio del método de Hargreaves y por el método de Christiansen, el coeficiente K es bastante similar y la estimación de la ETP con ambos coeficientes será igual. Por lo anterior se puede concluir que ambos métodos se recomiendan cuando se trata de obtener una estimación muy aproximada de la ETP anual, la cual se puede considerar igual a la evaporación medida en el tanque Clase A.

8.1.3. Variación mensual de ETP

La variación mensual de la ETP fue estimada para cada estación y se muestra en el *Anexo C. Gráficas de variación mensual de ETP para Cundinamarca*. Cada gráfica cuenta con siete series, de las cuales seis corresponden a la estimación mensual de la ETP por medio de cada uno de los métodos empleados y la otra corresponde a la evaporación real obtenida a partir de las mediciones en el tanque evaporímetro en el departamento de Cundinamarca, asumiendo como coeficiente de tanque $K=0.70$. La Gráfica 17 muestra la variación mensual de la ETP por medio de los seis métodos empleados en Cundinamarca, aplicados en la estación No. 1. La serie más resaltada corresponde a la variación mensual de la evaporación real. Como se puede observar, en este caso todos los métodos sobrestiman la ETP con respecto a la ER. Aún así, se puede confirmar el buen ajuste de los métodos pues presentan una variación paralela y cercana a la variación de la ER.



Gráfica 17. Variación mensual de ETP y ER para la estación No. 1 de Cundinamarca.

Analizando los resultados de las gráficas correspondientes a todas las estaciones empleadas, las cuales se presentan en el *Anexo C. Gráficas de variación mensual de ETP para Cundinamarca*, se puede concluir que la sobrestimación o subestimación de los valores de ETP de los cinco métodos con respecto a la ER está definida por la temperatura y por la radiación solar.



El método de García y López, al igual que los demás, presenta valores de ETP más elevados que los valores de ER en la gran mayoría de casos analizados. Para este método las sobrestimaciones se deben principalmente a las altas temperaturas como las que se presentan en las estaciones No. 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 20 que varían entre 16 y 28 °C. Para temperaturas entre 14 y 15 °C el método presenta un comportamiento muy similar al de la ER y sus valores son muy cercanos, pero en estaciones con temperaturas menores a 14 °C como la No. 5, 16, 17, 19 y 21 se presentan subestimaciones. Una situación parecida se presenta con el método de Blaney y Criddle pues el método genera resultados de ETP muy altos respecto a los de ER cuando tiene temperaturas mayores a 15°C. Cuando la temperatura es inferior, la ETP es similar a la ER.

El método de Turc presenta una mayor influencia de la radiación solar (RS) pues cuando se presentan valores muy altos (superiores a 300 cal/cm²) la fórmula genera resultados de ETP mayores que los valores de ER. Cuando la RS está entre 200 y 300 cal/cm² los valores de ETP y ER suelen ser muy cercanos, mientras que para valores de RS inferiores a 200 cal/cm² (estación No. 10), la gráfica de ETP se sitúa por debajo de la gráfica de ER.

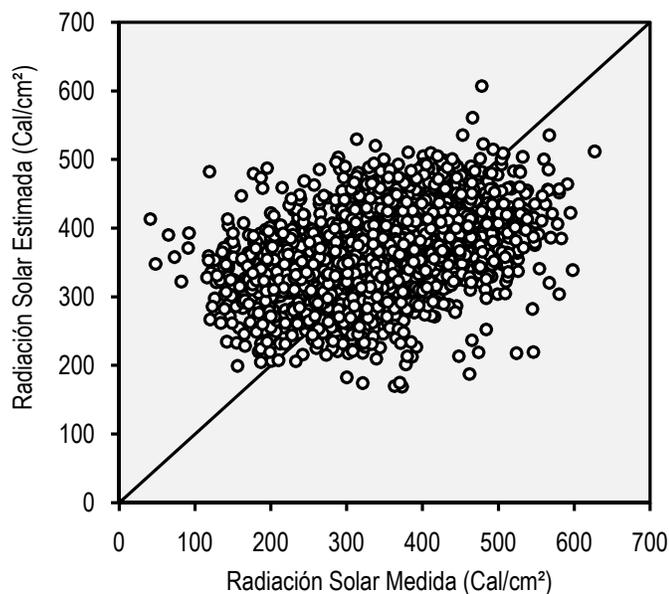
Otro método que depende en gran medida de las variaciones de temperatura es el de Thornthwaite y Wilm. Las gráficas C.1, C.7 a C.14, C.18 y C.20 demuestran que la estimación de la ETP para dichas estaciones por medio del método de Thornthwaite y Wilm genera resultados muy superiores a los valores de ER. Dicho comportamiento se debe a que las estaciones mencionadas tienen registros de temperatura mayores a 15 °C y pueden considerarse como temperaturas altas. Cuando la temperatura está por debajo de 15 °C el método tiende a adoptar valores similares a los de ER, aunque en algunos casos particulares como el de la estación No. 3 se presentan subestimaciones.

Para la mayoría de las estaciones el método de Hargreaves sobrestima la ETP respecto a la ER, excepto en el caso de la estación No. 4. Lo anterior lleva a concluir que este método tiene una gran influencia de la temperatura pues en la estación mencionada es igual a 9 °C y los valores de ETP resultantes son muy similares a los de ER. Igual sucede con el método de Christiansen pero en este caso es la estación No. 8 la que genera resultados de ETP cercanos a los de ER, esta vez debido a la influencia de la RS que para dicha estación presenta un valor muy bajo (170 cal/cm²).

Generalmente los cambios abruptos de evaporación real entre un mes y otro se reflejan en los resultados de ETP para todas las metodologías, como se puede observar en la Gráfica C.14 en la cual la evaporación real registrada en la estación No. 14 cambia de 120.8 mm en Agosto a 23.9 mm en Septiembre. Aunque los métodos no requieren medidas de evaporación para la estimación de la ETP, las demás variables climatológicas incluidas logran describir de manera aproximada el comportamiento de dicho fenómeno. En la estación No. 3 sucede lo contrario pues la caída de evaporación que se registra entre Julio y Agosto no representa la disminución de los valores de ETP para ningún método. Lo anterior se debe a que no se registran variaciones de esta magnitud en ninguna variable climatológica, por lo cual no se encuentra relación entre la ER y la ETP para ese mes.

8.1.4. Comparación entre radiación solar medida y estimada

Dado que en el departamento de Cundinamarca se cuenta con mediciones directas de radiación solar y que esta variable climatológica se encuentra definida por varias ecuaciones para los casos en los que no se conoce (ver Ecuación 9 y Ecuación 34), se decidió comparar los valores registrados en las estaciones del departamento con los valores obtenidos por medio de las fórmulas de estimación mencionadas. En la gráfica Gráfica 18 se puede observar que estas ecuaciones no realizan una buena estimación de la radiación solar.



Gráfica 18. Comparación entre RS medida en Cundinamarca y RS estimada.



8.2. VALLE DEL CAUCA

8.2.1. Estimación mensual de ETP

En la Tabla 10 se presentan los coeficientes de determinación obtenidos en cada estación de la CVC, para cada uno de los métodos empleados. Al igual que la Tabla 7, los valores mayores a 0.5 se presentan subrayados y el coeficiente de determinación más alto de cada estación se encuentra sombreado y en negrita con el propósito de señalar el método que genera dicho R^2 y así identificar el método que con mayor frecuencia obtiene el valor más alto. Las celdas vacías de la tabla indican que el método no pudo ser calculado debido a la falta de registros de información climatológica en la respectiva estación, motivo por el cual no se presenta valor de R^2 .

Los métodos que con mayor frecuencia presentaron un buen ajuste fueron el método de García y López, el de Hargreaves y el método de Christiansen. Entre estas tres metodologías generalmente la de Hargreaves y la de Christiansen son las dos que presentan coeficientes de determinación más altos y con mayor frecuencia mientras que la metodología de García y López solo tiene buenos R^2 en el 58% de las estaciones analizadas. Los métodos de Turc y Thornthwaite y Wilm fueron los que presentaron el peor ajuste al modelo de regresión.

Tabla 10. Coeficientes de determinación de las regresiones entre la ER y la ETP mensual en el departamento del Valle del Cauca.

Estación No.	Coeficiente de Determinación (R^2)				
	TURC	Thornthwaite y Wilm	García y López	Hargreaves	Christiansen
1		0.33	0.42	0.42	
2	<u>0.80</u>	0.16	<u>0.79</u>	0.84	0.90
3		<u>0.61</u>	<u>0.79</u>	0.80	
4		0.21	0.45	0.70	
5	0.44	0.43	<u>0.50</u>	0.59	<u>0.53</u>
6	<u>0.75</u>	<u>0.69</u>	<u>0.65</u>	<u>0.61</u>	0.76
7	0.93	0.30	0.44	<u>0.83</u>	<u>0.89</u>
8	0.45	0.06	0.28	<u>0.65</u>	0.69
9	0.23	<u>0.51</u>	<u>0.72</u>	0.85	0.89
10	<u>0.65</u>	<u>0.59</u>	<u>0.64</u>	0.80	<u>0.73</u>
11	0.45	0.20	0.46	0.60	<u>0.58</u>
12		0.57	<u>0.55</u>	<u>0.50</u>	



Con base en los resultados expuestos en la Tabla 10, se decidió realizar el análisis de los resultados mensuales de ETP para el método de García y López, Thornthwaite y Wilm, Christiansen y para el método de Hargreaves, descartando así el método de Turc. Para cada metodología se evaluaron los resultados obtenidos en las estaciones climatológicas en las cuales dicho método presentó un buen ajuste, con el fin de identificar aquellas que generan resultados confiables al ser aplicada en la zona de estudio.

Las estaciones No. 11 y 12 se encuentran localizadas cerca al Océano Pacífico y al Departamento del Chocó respectivamente, razón por la cual presentan precipitaciones superiores a 7000 mm/año. Ninguna de estas estaciones fue incluida en el análisis ya que en relación con los registros de precipitación de las demás estaciones empleadas, sus valores se consideran demasiado elevados y se alejan del comportamiento típico del resto de las estaciones climatológicas ubicadas en el Departamento del Valle del Cauca.

La metodología de Penman-Monteith no se aplicó debido a la ausencia de registros de velocidad de viento en las estaciones disponibles en el presente estudio.

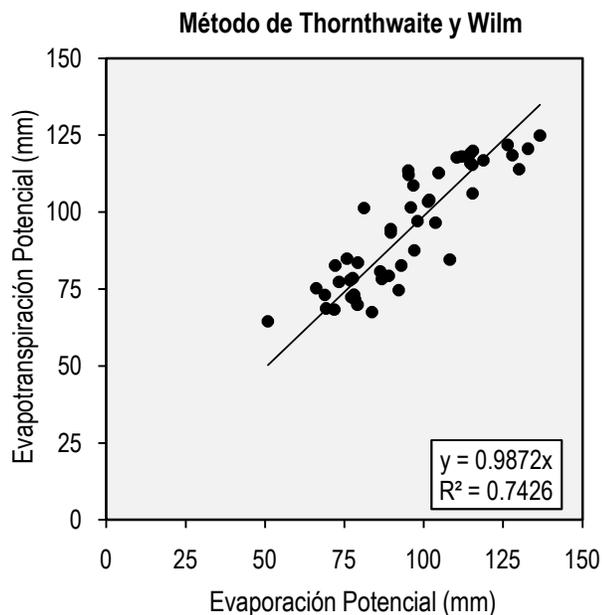
A continuación se describe el procedimiento desarrollado para cada uno de los métodos de estimación de la ETP con el cual se realizó la selección de las estaciones utilizadas y eliminadas en cada caso particular.

8.2.1.1. Método de Thornthwaite y Wilm

De acuerdo con la Tabla 10, las estaciones No. 1, 2, 4, 5, 7, 8 y 11 no deben emplearse en el análisis de resultados de la metodología de Thornthwaite y Wilm pues presentan coeficientes de determinación muy bajos que se deben a los valores mensuales de temperatura de cada estación. Lo anterior se debe a que el método depende únicamente de la temperatura como se explica en el *Capítulo 6 Métodos de estimación de la evapotranspiración*. De esta manera, el análisis del desempeño de la metodología se realizó con base en la información registrada en las estaciones No. 3, 6, 9 y 10.

Después de realizar la comparación entre la ETP estimada con la ecuación de Thornthwaite y Wilm y la evaporación potencial medida en el departamento del Valle del Cauca, se obtuvo un coeficiente de determinación alto, con lo cual se confirma que existe un buen ajuste entre estas dos variables. Como se muestra en la Gráfica 19, la ecuación de

regresión tiene una pendiente de 0.99, lo cual indica que la ETP obtenida por medio de la metodología de Thornthwaite y Wilm es aproximadamente el 99% de la evaporación potencial medida en el departamento del Valle del Cauca.

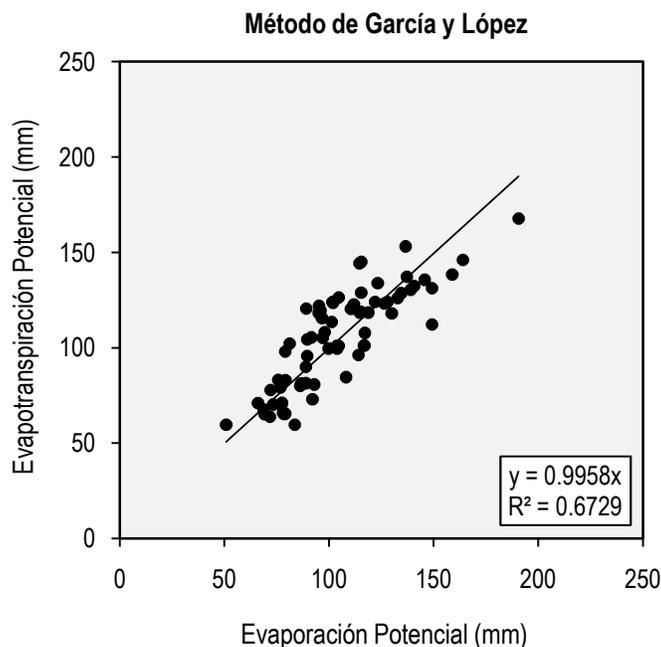


Gráfica 19. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Thornthwaite y Wilm para el Valle del Cauca.

8.2.1.2. Método de García y López

Al analizar los resultados obtenidos de las estimaciones de ETP por medio de la fórmula de García y López, se puede observar que las estaciones No. 1, 4, 7, 8 y 11 presentan coeficientes de determinación bajos, razón por la cual no se incluyen en el presente análisis. De esta manera, el estudio del comportamiento de la ecuación de García y López se realizó con la información disponible de las estaciones No. 2, 3, 5, 6, 9 y 10.

En la Gráfica 20 se presenta la comparación entre los valores de ETP según el método de García y López y la evaporación potencial ocurrida en las seis estaciones estudiadas en el Valle del Cauca. El coeficiente de determinación resultante ($R^2=0.7$) se considera alto, lo cual indica que hay un buen ajuste entre las dos variables analizadas. Según la ecuación de regresión del modelo, la ETP estimada por el método de García y López corresponde al 99.6% de la EP medida en el departamento del Valle del Cauca.

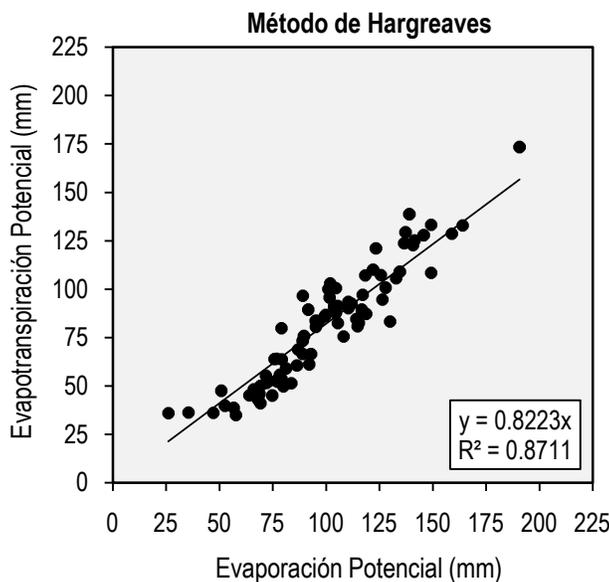


Gráfica 20. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de García y López para el Valle del Cauca.

8.2.1.3. Método de Hargreaves

Para el análisis general de la fórmula de Hargreaves se excluyeron las estaciones No. 1, 3, y 4 pues presentan coeficientes de determinación bajos debido a que el comportamiento de la fórmula es deficiente cuando no se tienen registros de brillo solar. Como se explica en la descripción del método en el Capítulo 6 *Métodos de estimación de la evapotranspiración*, en caso de no tener mediciones directas de esta variable climatológica, el coeficiente de brillo solar se puede tomar como 1. De los resultados obtenidos en las estaciones que sí cuentan con mediciones de brillo solar, se puede observar que este coeficiente generalmente adopta valores entre 0.6 y 0.8, por lo tanto la suposición mencionada no es válida para la región pues genera sobrestimaciones de evapotranspiración del 38% al 62% respecto a la evaporación potencial. El método también permite realizar la misma suposición cuando no se tienen mediciones directas de velocidad del viento, pero en este caso el coeficiente de viento involucrado en la fórmula de Hargreaves generalmente toma valores muy cercanos a la unidad lo que permite concluir que en este caso la suposición sí se considera válida.

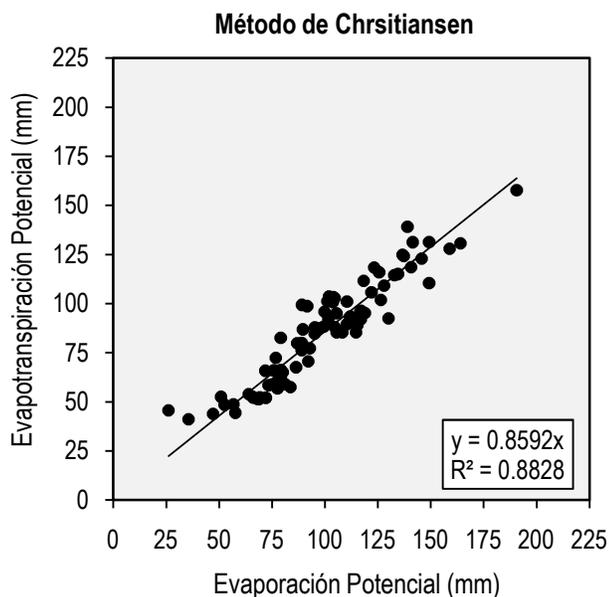
Con base en lo anterior, el análisis del comportamiento de la metodología de Hargreaves se realizó utilizando la información obtenida de las estaciones No. 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. La comparación entre los valores de ETP y la EP registrada (Gráfica 21) presentó un coeficiente de determinación muy alto. La ecuación de regresión que se presenta en la gráfica, muestra que la ETP corresponde aproximadamente al 82% de la evaporación potencial medida en el tanque evaporímetro Clase A.



Gráfica 21. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Hargreaves para el Valle del Cauca.

8.2.1.4. Método de Christiansen

Según la Tabla 10, el método de Christiansen es el que presenta los coeficientes de determinación más altos respecto a las demás metodologías de estimación de ETP. Al igual que el método de Turc, sólo pudo ser aplicado en las estaciones que cuentan con registros de brillo solar, pues es una variable climatológica indispensable en el desarrollo de la ecuación. Por este motivo las estaciones No. 1, 3, y 4 no se tienen en cuenta al realizar la comparación entre la ETP estimada por medio del método de Christiansen y la evaporación potencial medida en el departamento del Valle del Cauca. Por lo tanto las estaciones utilizadas son las No. 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. En la Gráfica 22 se muestra que el ajuste entre estas dos variables es fuerte y presenta un coeficiente de determinación alto. Se puede decir de manera aproximada que la ETP estimada a partir del método de Christiansen es el 86% de la evaporación potencial medida en la zona de estudio.



Gráfica 22. Resumen de resultados mensuales de ETP obtenidos por el método de Christiansen para el Valle del Cauca.

Los resultados de las regresiones lineales aplicadas anteriormente en las comparaciones entre la ETP mensual y la EP se resumen a continuación en la Tabla 11.

Tabla 11. Resumen de resultados de las regresiones mensuales para cada método en el departamento del Valle del Cauca.

Método	K	R ²
Thornthwaite	0.99	0.74
García y López	1.00	0.67
Hargreaves	0.82	0.87
Christiansen	0.86	0.88

Las metodologías que presentaron el mejor ajuste fueron la de Christiansen y la de Hargreaves, con coeficientes de determinación de 0.88 y 0.87 respectivamente. Los métodos de Thornthwaite y de García y López presentan buenos ajustes pero sus respectivos coeficientes K no están de acuerdo con el comportamiento esperado entre las dos variables analizadas (ver numeral 5.3 *Relación entre evaporación y evapotranspiración*). Aún así, estos métodos se presentan como dos buenas alternativas para la estimación mensual de ETP en caso de no tener toda la información climatológica necesaria para aplicar las fórmulas de Christiansen y Hargreaves.



8.2.2. Estimación anual de ETP

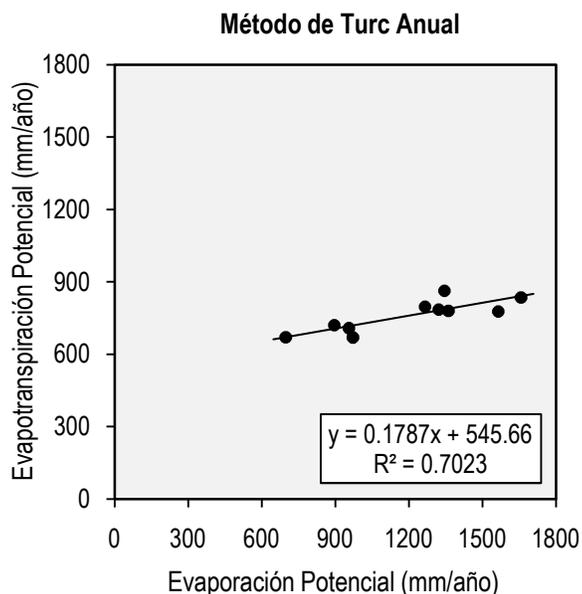
Con el fin de evaluar el comportamiento de los métodos de estimación de la ETP seleccionados cuando se requiere un valor anual, se analizó la relación entre la evaporación potencial anual registrada en el Departamento del Valle del Cauca y la evapotranspiración potencial anual estimada por medio de cada metodología, en todas las estaciones analizadas. El único método que estima la ETP de manera directa en mm/año es el de Turc Anual, el resto de metodologías generan un valor mensual por lo cual fue necesario sumar los valores parciales de cada mes para obtener el resultado total anual.

Para cada uno de los métodos analizados se seleccionaron todas las estaciones en las cuales fue posible la estimación de cada método en particular. Las únicas estaciones excluidas fueron las estaciones No. 11 y No. 12 por motivos justificados anteriormente en este capítulo.

Las gráficas que se presentan a continuación (Gráfica 23 a Gráfica 27) muestran la comparación entre los valores de ETP anual estimada por cada uno de los métodos seleccionados y la EP registrada en los tanques evaporímetros del departamento del Valle del Cauca.

8.2.2.1. *Método de Turc Anual*

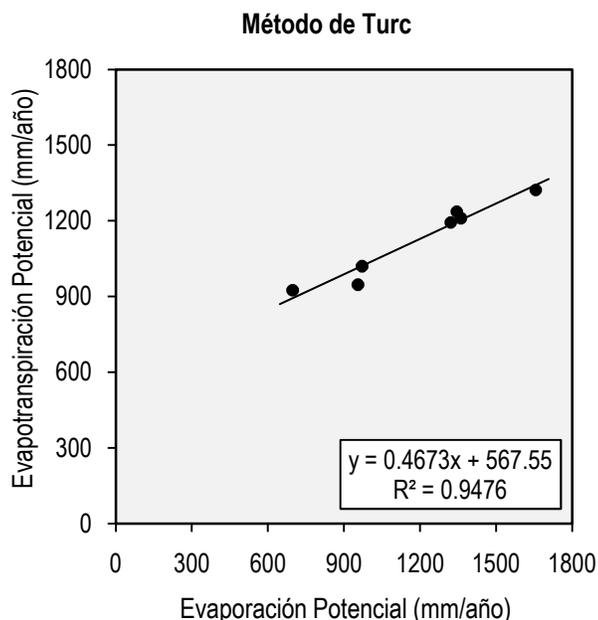
La fórmula anual de Turc involucra la temperatura y la precipitación. Para el análisis se emplearon los resultados de las estaciones No. 1 a la No. 10. En la Gráfica 23 se observa que la relación entre la ETP anual estimada por el método de Turc Anual y la evaporación potencial medida en el departamento del Valle del Cauca, no presenta un buen ajuste, lo cual indica que el método no refleja el comportamiento anual de la ETP que se presenta en la zona de estudio. Por esta razón, la regresión se presenta en función de un término independiente, con un respectivo coeficiente de determinación de alta significancia. Por lo anterior, no se recomienda emplear la metodología de Turc Anual para estimaciones anuales de evapotranspiración potencial en el departamento del Valle del Cauca.



Gráfica 23. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc Anual para el Valle del Cauca.

8.2.2.2. Método de Turc

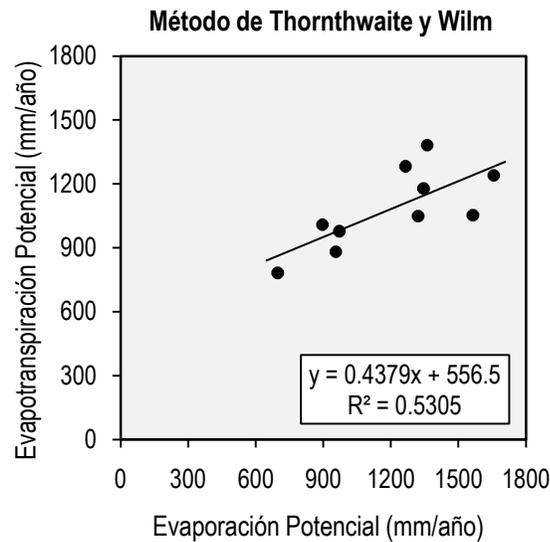
Como se explica en el capítulo 6 *Métodos de estimación de la evapotranspiración*, la metodología mensual de Turc involucra variables climatológicas tales como la temperatura, humedad relativa, brillo solar y radiación global en el suelo. Debido a que las estaciones No. 1, 3 y 4 no cuentan con registros de brillo solar, la ecuación de Turc no pudo ser aplicada, razón por la cual las estaciones mencionadas no se incluyen en el presente análisis. Teniendo en cuenta lo anterior, las siete estaciones utilizadas son: 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. La Gráfica 24 muestra la comparación entre los valores de ETP anual estimada por el método de Turc y la EP registrada en las tanques evaporímetros Clase A. Como se puede observar en la Gráfica 24, este método no refleja de manera correcta el comportamiento anual de la ETP anual, razón por la cual es necesario expresar la ecuación de regresión en función de un término independiente. Por lo anterior no se recomienda la aplicación del método para obtener estimaciones anuales de ETP en el departamento del Valle del Cauca.



Gráfica 24. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Turc para el Valle del Cauca.

8.2.2.3. Método de Thornthwaite y Wilm

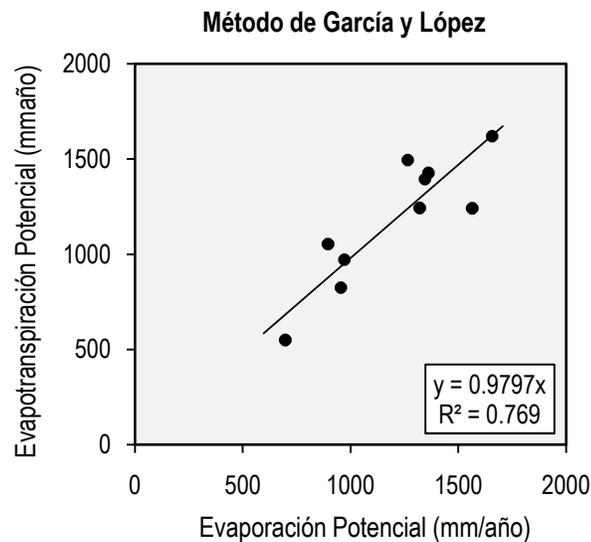
La comparación entre la ETP anual estimada por el método de Thornthwaite y Wilm y la evaporación potencial medida en el departamento del Valle del Cauca, se realizó con base en la información registrada en las estaciones No. 1 a la No. 10. El coeficiente de determinación igual a 0.53 se considera aceptable pero no demuestra un buen ajuste entre las dos variables analizadas, más aún si la ecuación de regresión se determinó en función de un término independiente. Por los motivos expuestos, el método de Thornthwaite y Wilm no debe ser empleado para la estimación anual de ETP en el departamento del Valle del Cauca. En la Gráfica 25 se presenta la comparación entre los resultados anuales de ETP estimados por el método de Thornthwaite y Wilm y la EP anual para cada una de las estaciones del Valle del Cauca analizadas.



Gráfica 25. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Thornthwaite y Wilm para el Valle del Cauca.

8.2.2.4. Método de García y López

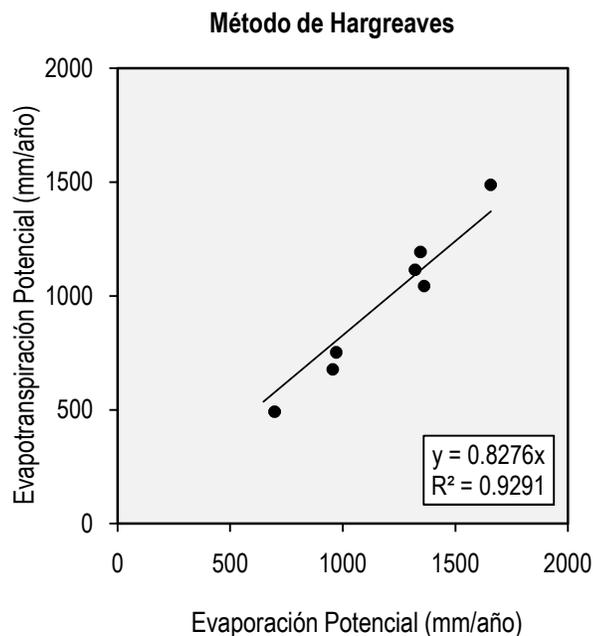
Para la comparación entre la ETP estimada por el método de García y López y la evaporación potencial del departamento del Valle del Cauca, se utilizaron las estaciones No. 1 a la No. 10. Entre las dos variables consideradas existe un buen ajuste debido al alto coeficiente de determinación que generan. La regresión indica que aproximadamente el 98% de la evaporación potencial anual que se registra en el departamento corresponde a la ETP anual estimada por el método de García y López.



Gráfica 26. Resumen de resultados de ETP anual por el método de García y López para el Valle del Cauca.

8.2.2.5. Método de Hargreaves

Para el análisis general de la fórmula de Hargreaves se excluyeron las estaciones No. 1, 3 y 4 pues se observó que el comportamiento de la fórmula es deficiente cuando no se tienen registros de brillo solar. En el procedimiento de cálculo se asumió un coeficiente de brillo solar igual a 1.0 cuando no se disponía de dichas mediciones, pero los resultados indican que en esos casos se presentan sobrestimaciones del 38%, 49% y 62% de la evapotranspiración potencial con respecto a la evaporación potencial. De esta manera, para la comparación entre la ETP anual estimada por el método de Hargreaves y la evaporación potencial del departamento del Valle del Cauca, se emplearon las estaciones No. 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. El coeficiente de determinación obtenido es muy alto, lo que afirma que existe un muy buen ajuste entre las dos variables analizadas. La ecuación de regresión que se muestra en la Gráfica 27 indica que la ETP anual por el método de Hargreaves es aproximadamente igual al 83% de la evaporación potencial anual de la región.

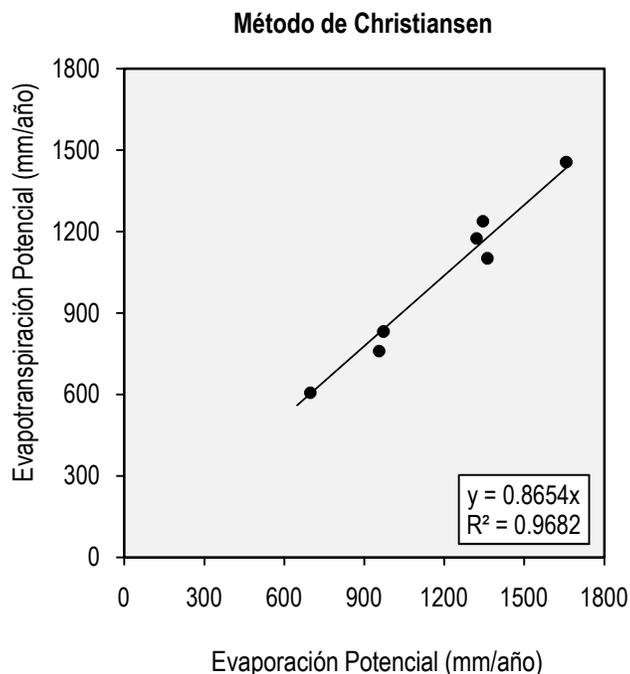


Gráfica 27. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Hargreaves para el Valle del Cauca.



8.2.2.6. Método de Christiansen

La ecuación propuesta por Christiansen sólo puede ser aplicada cuando se tienen datos de temperatura, radiación solar, brillo solar, velocidad del viento y humedad relativa. En estaciones donde no se cuenta con registros de brillo solar, como es el caso de las estaciones No. 1, 3 y 4, la metodología no puede ser aplicada. De esta manera se tienen siete estaciones (2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) para realizar las comparación entre la estimación anual de ETP utilizando el método de Christiansen y la evaporación potencial medida por medio de tanques evaporímetros clase A en el departamento del Valle del cauca. El coeficiente de determinación obtenido al realizar la regresión lineal es muy alto, lo que indica que existe un ajuste muy fuerte entre las dos variables analizadas. La ecuación de regresión que se muestra en la Gráfica 28 indica que la ETP anual estimada por medio del método de Christiansen es aproximadamente el 87% de la evaporación potencial anual que se registra en las estaciones de la zona. Es posible afirmar que entre los métodos evaluados, este es el que presenta un mayor coeficiente de determinación y por lo tanto el que mejor ajuste presenta cuando se trata de estimar un valor anual de ETP.



Gráfica 28. Resumen de resultados de ETP anual por el método de Christiansen para el Valle del Cauca.



Los resultados de las regresiones lineales aplicadas anteriormente en las comparaciones entre la ETP anual estimada por medio de los diferentes métodos seleccionados y la EP, se resumen a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12. Resumen de resultados de las regresiones anuales para los mejores métodos en el departamento del Valle del Cauca.

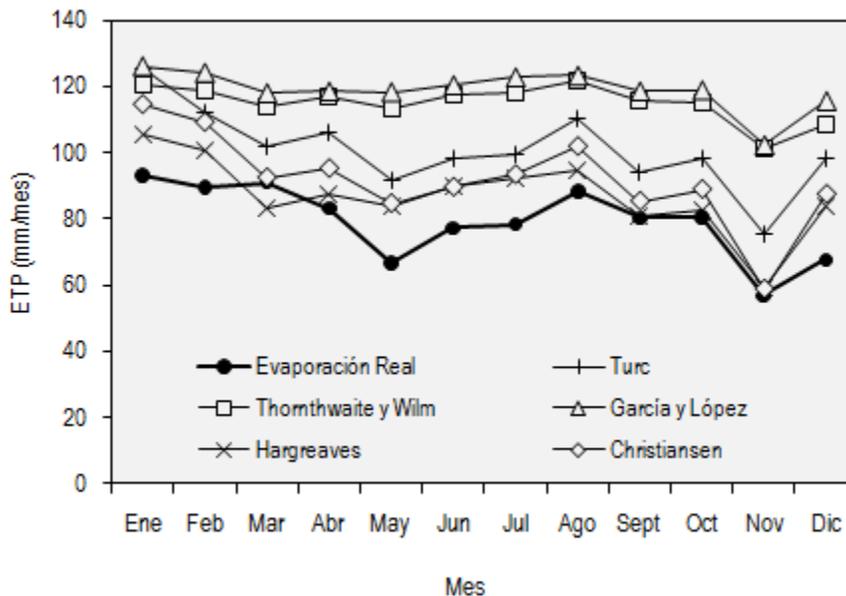
Método	K	R ²
García y López	0.98	0.77
Hargreaves	0.83	0.93
Christiansen	0.87	0.97

Las metodologías que presentaron los mejores ajustes fueron las de Hargreaves y Christiansen con coeficientes de determinación iguales a 0.93 y 0.97, respectivamente. Lo anterior indica que estos dos métodos se ajustan bastante bien a las condiciones climáticas de la zona de estudio y por lo tanto pueden ser aplicadas para la estimación anual de la ETP a partir de mediciones de EP, con coeficientes K de 0.83 ó 0.87. El método de García y López también mostró un buen ajuste pero su aplicación se recomienda sólo cuando los dos métodos mencionados anteriormente no puedan ser utilizados, ya que el coeficiente K resultante no está de acuerdo con la relación esperada entre la ETP y la EP según lo expresado en el Capítulo 5, numeral 5.3 *Relación entre evaporación y evapotranspiración*.

8.2.3. Variación mensual de ETP

La variación mensual de la ETP fue estimada para cada estación y se muestra en la última gráfica la página No. 2 de la hoja de cálculo empleada para el departamento del Valle del Cauca (*Anexo B.2*). Cada gráfica cuenta con seis series. Cinco de ellas corresponden a la estimación mensual de la ETP por medio de cada uno de los métodos empleados, y la otra corresponde a la evaporación real obtenida a partir de las mediciones en el tanque evaporímetro, asumiendo como coeficiente de tanque $K=0.70$. La Gráfica 29 muestra la variación mensual de la ETP por medio de los cinco métodos empleados en el Valle del Cauca, aplicados en la estación No. 6. La serie más resaltada corresponde a la variación mensual de la evaporación real. Como se puede observar, en este caso todos los métodos

sobrestiman la ETP con respecto a la ER. Aún así, se puede confirmar el buen ajuste de los métodos cuando presentan una variación paralela y cercana a la variación de la ER.



Gráfica 29. Variación mensual de ETP y ER para la estación No. 6 del Valle del Cauca.

Del total de estaciones analizadas (Ver Anexo B.2) se puede concluir que la mayoría de los métodos analizados tienden a sobrestimar los resultados de ETP respecto a la ER, excepto en algunos casos donde ambos valores son muy cercanos como sucede con los métodos de Thornthwaite y Wilm, Hargreaves y Christiansen. Ninguno de los métodos mencionados presenta resultados de ETP inferiores a los valores de ER.

El método de Hargreaves presenta valores de ETP mayores que los valores de ER para la mayoría de las estaciones analizadas. Estas sobrestimaciones se deben a las altas temperaturas registradas, las cuales son siempre superiores a 21 °C. Para las estaciones No. 8, 9 y 10 el método presenta valores de ETP similares a los de ER debido a que la temperatura en estos casos es siempre menor a 21 °C.

Otro método que también depende directamente de la temperatura es el método de García y López. A pesar de esto, las variaciones de temperatura registradas entre una estación y



otra no generan cambios significativos que puedan acercar los valores de ETP a los de ER, por lo cual el método siempre presenta sobrestimaciones de ETP con respecto a la ER.

El método de Thornthwaite y Wilm depende únicamente de la temperatura y con base en este valor, sobrestima la ETP en la mayoría de las estaciones analizadas. El único caso en que toma valores cercanos a los de ER es cuando la temperatura se encuentra entre 21 °C y 24 °C, como sucede con las estaciones No. 1, 2 y 5.

El comportamiento del método de Christiansen se encuentra influenciado por múltiples variables entre las cuales se pueden destacar la temperatura y el brillo solar como las más importantes para el caso del Valle del Cauca. El método adopta valores similares a los de ER cuando el brillo solar y la temperatura son bajos como el caso de las estaciones No. 8, 9 y 10 en las cuales el BS es inferior a 106 horas y la temperatura es inferior a 21.1 °C. Lo contrario sucede cuando dichas variables climáticas superan los valores mencionados pues los resultados de ETP estimados superan la ER registrada en el departamento.

EL método de Turc genera sobrestimaciones de ETP con respecto a la ER en la mayoría de las estaciones analizadas excepto en la estación No. 2 en la cual el resultado del método parece acercarse al comportamiento de la ER del departamento. Lo anterior se debe a que esta es la estación con la humedad relativa más baja (71.4%). Se observa entonces que cuando la HR supera dicho valor, los resultados de ETP se alejan de la ER, tomando valores superiores a estos.



9. CONCLUSIONES

Generales

- Las fórmulas estudiadas tienden a sobrestimar los valores de evapotranspiración potencial con respecto a los de evaporación real medidos en el tanque Clase A.
- Las ecuaciones que involucran la mayor cantidad de variables climatológicas tales como radiación solar, insolación, temperatura, velocidad del viento y humedad relativa generalmente presentan un mejor comportamiento según lo demuestran las fórmulas de Hargreaves y Christiansen. Resultados similares reportaron Castro y Guzmán (1985) quienes encontraron que estas son las fórmulas de mejor comportamiento en Colombia.
- Cuando no se tienen mediciones de todas las variables climatológicas requeridas en la aplicación de los métodos de Hargreaves o Christiansen, se recomienda utilizar una ecuación más sencilla como la de García y López, la cual demostró un buen comportamiento en la zona de estudio e involucra únicamente registros de temperatura y la humedad relativa.
- Cuando se presentan precipitaciones muy altas (>5000 mm/año) los métodos empíricos analizados en el estudio presentan ajustes muy bajos por lo cual es apropiado analizar el comportamiento de otras metodologías, bajo las condiciones mencionadas.

Departamento de Cundinamarca

- En el departamento de Cundinamarca, las ecuaciones de Thornthwaite y Wilm, Blaney y Criddle y Turc produjeron valores aceptables de evapotranspiración potencial únicamente en una, dos y cinco estaciones respectivamente, lo cual demuestra que su comportamiento en la región es bastante pobre. Por otro lado, los métodos de Hargreaves y Christiansen fueron los que presentaron mejores ajustes en la mayor cantidad de estaciones del departamento.



Departamento del Valle del Cauca

- Las ecuaciones de Hargreaves y Christiansen fueron las que mejor comportamiento presentaron en el departamento del Valle del Cauca, demostrando su potencial en la estimación mensual y anual de la evapotranspiración potencial cuando se dispone de los datos climatológicos necesarios. La ecuación de García y López también demostró un buen desempeño por lo cual se puede considerar como una herramienta aceptable cuando no se cuenta con los datos climatológicos suficientes para aplicar métodos que requieran gran cantidad de información climatológica. El método de Thornthwaite sólo obtuvo un buen ajuste en la estimación mensual de ETP y los métodos de Turc y el de Blaney y Criddle presentaron el peor comportamiento en la zona de estudio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos para estimaciones mensuales de evapotranspiración potencial se recomienda utilizar el método de Christiansen con un coeficiente K igual a 0.86 ($R^2=0.88$) y el método de Hargreaves con un coeficiente K igual a 0.82 ($R^2=0.87$).
- Dentro de las metodologías que requieren poca información climatológica para la estimación de la evapotranspiración potencial, se destaca el comportamiento del método de García y López, el cual describe de manera adecuada las tendencias mensuales y anuales, mientras que otras metodologías de este tipo como la de Thornthwaite y Wilm sólo presenta buen comportamiento para estimaciones mensuales de ETP.
- Los métodos de Christiansen y Hargreaves presentan comportamientos y valores del coeficiente K similares cuando se realizan estimaciones tanto anuales como mensuales de ETP.



10. RECOMENDACIONES

- En el departamento de Cundinamarca ninguna de las ecuaciones estudiadas produce ajustes aceptables por lo cual se recomienda realizar las estimaciones de evapotranspiración a partir de interpolaciones de las mediciones del tanque evaporímetro Clase A, asumiendo un coeficiente K igual a uno (1.0).
- Debido a la incertidumbre que genera los resultados obtenidos, es necesaria la instrumentación de las cuencas hidrográficas del país mediante equipos que registren con precisión, de manera continua y con mayor frecuencia, una mayor cantidad de variables climatológicas que las que se miden en la actualidad, entre las cuales es importante mencionar la velocidad del viento, brillo solar y radiación solar. De la misma manera se recomienda la medición directa de la evapotranspiración mediante lisímetros, con el propósito de aplicar sus registros en futuros estudios de similar enfoque, para que sean realizados con base en las mediciones de lisímetro en vez de mediciones de tanque evaporímetro clase A.
- Según la literatura, cuando se desea estimar la ETP por medio de la fórmula de Hargreaves y no se tienen mediciones de brillo solar o velocidad del viento, sus respectivos coeficientes pueden ser asumidos como 1.0. Esta suposición es válida para el segundo caso pues generalmente cuando se tienen mediciones de velocidad del viento su coeficiente toma valores muy cercanos a la unidad. En el caso del brillo solar no se recomienda utilizar la suposición planteada pues cuando se tienen mediciones de brillo solar, dicho coeficiente generalmente adopta valores menores a la unidad, entre 0.6 y 0.9. Por lo tanto asumir el coeficiente de brillo solar como 1.0 puede generar sobrestimaciones de evapotranspiración potencial. Con el desarrollo del presente estudio se observó que estas recomendaciones también pueden ser aplicadas para el método de Christiansen.
- El método de García y López está definido matemáticamente para temperaturas superiores a 10 °C. Sin embargo, con base en lo definido en el presente estudio, no se recomienda su aplicación cuando se tienen temperaturas inferiores a 15 °C pues no genera resultados confiables.



11. REFERENCIAS

- Alkaeed, O., Flores, C., Jinno, K., & Tsutsumi, A. (2006). Comparison of several Reference evapotranspiration methods for Itoshima Peninsula Area. (K. University, Ed.) *Memoirs of the Faculty of Engineering*, 66 (1).
- Allen, R., & Pruitt, W. (1986). Rational use of the FAO Blaney-Criddle formula. *Journal of Irrigation and Drainage Engineers, ASCE*, 112 (IR2), 139-155.
- Álvarez, R. (1995). *Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Bañuelos, F., Ángeles, C., Serrano, J., & Muciño, D. (2008). Análisis y validación de la metodología usada para la obtención de perfiles de velocidad de viento. *Reunión de verano, RVP - AI'2008*. Acapulco: 6 al 12 de Julio del 2008.
- Blaney, H., Criddle, W., Rich, L., & otros. (1952). Consumptive use of water. *Transactions American Society of Civil Engineering*, 117, 948-967.
- Burbano, S., Burbano, E., & Gracia, C. (2006). *Física General* (32 ed.). Madrid, España: Editorial Tébar.
- Caballero, W. (1981). *Introducción a la estadística* (1a. ed.). San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA.
- CAR. (2006). Mapa de Oficinas Provinciales CAR. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Castro, M., & Guzmán, O. (1985). *Estudio comparativo de fórmulas de evapotranspiración potencial en Colombia*. Bogotá: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT).
- Chávarri, E. (2004). *Hidrología Aplicada*. Lima, Perú: Universidad Agraria La Molina.
- Chiappe, R. (1998). Técnicas de evaluación de Evapotranspiración Potencial y Balance Hídrico. En MEIACOL, *Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia* (CD-ROM 1.0 ed., págs. 324-348). Ministerio del Medio Ambiente de Colombia.
- Christiansen, J. (1966). Estimating pan evaporation and evapotranspiration from climatic data. *Irrigation and Drainage Special Conference*, (págs. pp. 193-231). Las Vegas, NV, USA.
- Cundinamarca. (2010). *Gobernación de Cundinamarca*. Recuperado el 05 de 05 de 2010, de <http://www1.cundinamarca.gov.co/gobernacion/Departamento/Datosgenerales.aspx>



- CVC. (2006). *Grupo de Recursos Hídrico: Distribución y análisis espacial de las variables climatológicas*. Recuperado el 10 de 05 de 2010, de Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca: <http://www.cvc.gov.co/vsm38cvc/>
- Domingo, F., Villagarcía, L., & Were, A. (2002). ¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración?: estado actual y evolución. *Ecosistemas*, 12(1).
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements. *FAO Irrig. and Drain. Paper No. 24, 2nd ed.*, 156 pp.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma, Italia: Estudio FAO Riego y Drenaje 56.
- FAO. (1986). *Irrigation Water Management. Training Manual No.3 - Irrigation Water Needs*. Recuperado el 15 de 05 de 2010, de FAO Corporate Document Repository: <http://www.fao.org/docrep/s2022e/s2022e07.htm>
- FAO. (1976). *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma, Italia: Estudio FAO Riego y Drenaje 24.
- García, J., & López, J. (1970). Fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial adaptada al trópico (15°N-15°S). *Agronomía Tropical*, 20(5), 335-345.
- Hargreaves, G. (1956). Irrigation water requirements based on climatic data. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, Proceeding Paper 1105 1-10.
- IGAC. (2006). Cuencas Hidrográficas Cundinamarca. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Gobernación de Cundinamarca, 2005.
- INAMHI. (2006). *Diccionario*. Recuperado el 03 de 10 de 2009, de Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología: <http://www.inamhi.gov.ec/educativa/diccionario/letraE.htm>
- Jaramillo, A. (2006). Evapotranspiración de referencia en la región Andina de Colombia. *Cenicafé*, 57(4), 288-298.
- Jensen, M. (1974). Consumptive use of water and irrigation water requirements. *Report of the Committee of Irrigation Water Requirements*. Irrigation and Drainage Division, ASCE.
- Lu, J. S. (2005). A comparison of six potential evapotranspiration methods for regional use in the southeastern United States. *Journal of the American Water Resources Association*, Paper No. 03175, 621-633.
- Maderey, L. (2005). *Principios de Hidrogeografía: estudio del ciclo hidrológico*. México: Serie Textos Universitarios, UNAM.
- Martelo, M. (1989). Selección de la fórmula de evapotranspiración mejor adaptada al área de Guanare-Masparro. *Revista Facultad de Agronomía - UCV*, 15(3), 185-206.



Martínez, R., Boueri, M., & Escalona, P. (2005). Correlación entre la evaporación en tina y la evaporación calculada en cinco estaciones climatológicas. *Bioagro* , 17(2), 79-83.

Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Penman, H. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London* , 120-146.

Poveda, G., Cuartas, L., Barco, O., & Mesa, O. (1998). Estimación de la evapotranspiración en Colombia. En S. C. Ingenieros (Ed.), *Memorias XIII Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología*, (págs. 729-738).

Róvira, A. (1976). Selección de fórmula para estimar evapotranspiración potencial en Chillán-Chile. *Notas geográficas* , 7, 31-44.

Sagaró, N., & Macías, M. (2005). *Correlación y regresión*. Recuperado el 17 de 05 de 2010, de Publicaciones Científicas:
<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEFkIVFAlpSZMdFoNu.php>

Sánchez, F. (2004). *El ciclo hidrológico*. Salamanca: Departamento de Geología. Universidad de Salamanca.

Silva M., G. (1998). *Hidrología básica*. Bogotá: Publicaciones Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional.

Thornthwaite, C. (1948). An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review* , 38(1), 55-94.

Thornthwaite, C., Wilm, H., & otros. (1944). Report of the Committee on transpiration and evaporation. *Transactions American Geophysical Union* , 25, 683-693.

Turc, L. (1961). Evaluation of irrigation water requirements, potential evapotranspiration: A simple climatic formula evolved up to date. *Ann. Agron.* , 12, 13-49.

Turc, L. (1954). Le bilan d'eau des sols. Relation entre la précipitation, l'évaporation et l'écoulement. *Ann. Agron.* , 5, 491-569.

Valle del Cauca. (2010a). *Información General*. Recuperado el 05 de 05 de 2010, de Gobernación del Valle del Cauca: <http://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones.php?id=279>

Valle del Cauca. (2010b). *Mapa Político*. Recuperado el 16 de 05 de 2010, de Gobernación del Valle del Cauca: <http://www.valledelcauca.gov.co/imagen.php?id=280>



ANEXOS



ANEXO A. TABLAS



Tabla A. 1. Factor P en la fórmula de Blaney y Criddle.

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
10	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
20	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25
30	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
40	0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
50	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18
60	0.15	0.20	0.26	0.32	0.38	0.41	0.40	0.34	0.28	0.22	0.17	0.13

Tabla A. 2. Coeficientes de corrección a y b para la fórmula de Blaney y Criddle.

Is	W (km/h)	HR<20		20≤HR≤50		HR>50	
		a	b	a	b	a	b
Is<0.6	W > 18	-1.60	1.40	-1.70	1.25	-1.65	0.98
	W ≥ 7	-1.80	1.28	-1.85	1.15	-1.55	0.88
	W < 7	-2.00	1.15	-2.00	1.05	-1.45	0.8
0.6≤Is≤0.8	W > 18	-1.80	1.73	-2.10	1.52	-1.70	1.16
	W ≥ 7	-2.05	1.55	-2.15	1.38	-1.75	1.06
	W < 7	-2.30	1.35	-2.20	1.20	-1.80	0.97
Is>0.8	W > 18	-2.00	2.06	-2.55	1.82	-1.70	1.31
	W ≥ 7	-2.30	1.82	-2.50	1.61	-1.95	1.22
	W < 7	-2.60	1.55	-2.40	1.37	-2.15	1.14

Tabla A. 3. Número de horas de brillo solar (N).

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
5	11.8	11.9	12	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8
10	11.6	11.8	12	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	12.0	12.3	11.6	10.9	10.6
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8



Tabla A. 4. Radiación extraterrestre tomada en la parte superior de la atmósfera (cal/cm²día).

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0	885	915	925	900	850	820	830	870	905	910	890	875
10	780	840	900	925	915	900	905	915	905	865	800	760
20	660	750	850	920	960	965	960	935	875	785	685	630
30	520	630	775	895	975	1000	990	925	820	685	560	490
40	380	505	675	845	965	1020	985	895	740	565	415	335
50	225	360	555	750	930	1010	970	830	640	435	265	190
60	90	215	425	670	890	1000	945	770	510	285	120	60
70	0	70	275	565	855	1025	945	685	385	145	15	0
80	0	0	125	480	890	1075	995	660	255	25	0	0
90	0	0	40	470	900	1085	1010	670	170	0	0	0

Tabla A. 5. Coeficiente C₁ para la fórmula de Hargreaves.

BS (%)	40	50	60	70	80	90
C ₁	12.5	13.3	14.0	15.0	16.1	17.4

Tabla A. 6. Porcentaje de horas diurnas (P) para la fórmula de Hargreaves.

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.88
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66
25	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42
30	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
35	7.05	6.88	8.35	8.83	9.76	9.77	9.93	9.37	8.36	7.87	6.97	6.86
40	6.76	6.72	8.33	8.95	10.20	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	6.52
50	5.98	6.30	8.24	9.24	10.68	10.91	10.99	10.00	8.46	7.45	6.10	5.65
60	4.67	5.65	8.08	9.65	11.74	12.39	12.31	10.70	8.57	6.98	5.04	4.22

Tabla A. 7. Factores de corrección K_i para la fórmula de Thornthwaite y Wilm.

Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
5	1.02	0.93	1.03	1.02	1.06	1.03	1.06	1.05	1.01	1.03	0.99	1.02
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.05	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
15	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.95	0.97



ANEXO B. CÁLCULOS



ANEXO B.1. CUNDINAMARCA

Estación: Universidad Fusagasugá
 Código: 2119514
 Categoría: CP

Latitud: 4,3 ° N
 Longitud: 74,4° W
 Elevación: 1720 msnm

No. 1

Información Base Año Medio: 1998

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	135.3	113.8	105.9	83.3	75.2	94.9	85.2	87.2	88.8	97.9	74.3	83.2	1125.0
Precipitación	mm	17.7	37.0	62.0	75.6	139.2	54.8	59.1	5.8	46.3	188.0	204.5	78.3	968.3
Brillo Solar	hr	218.0	161.9	137.4	107.0	103.6	150.7	116.3	152.0	140.6	159.6	131.5	149.3	144.0
Humedad Relativa	%	57.0	63.0	67.0	75.0	76.0	71.0	69.0	63.0	64.0	71.0	77.0	74.0	68.9
Temperatura	°C	21.4	21.5	21.8	20.8	19.8	18.8	18.5	19.7	19.7	20.6	17.0	15.9	19.6
Radiación Solar	cal/cm ²	443.0	422.0	399.0	226.0	225.0	216.0	202.0	219.0	210.0	234.0	215.0	226.0	269.8
Velocidad del viento	m/s													

Cálculos

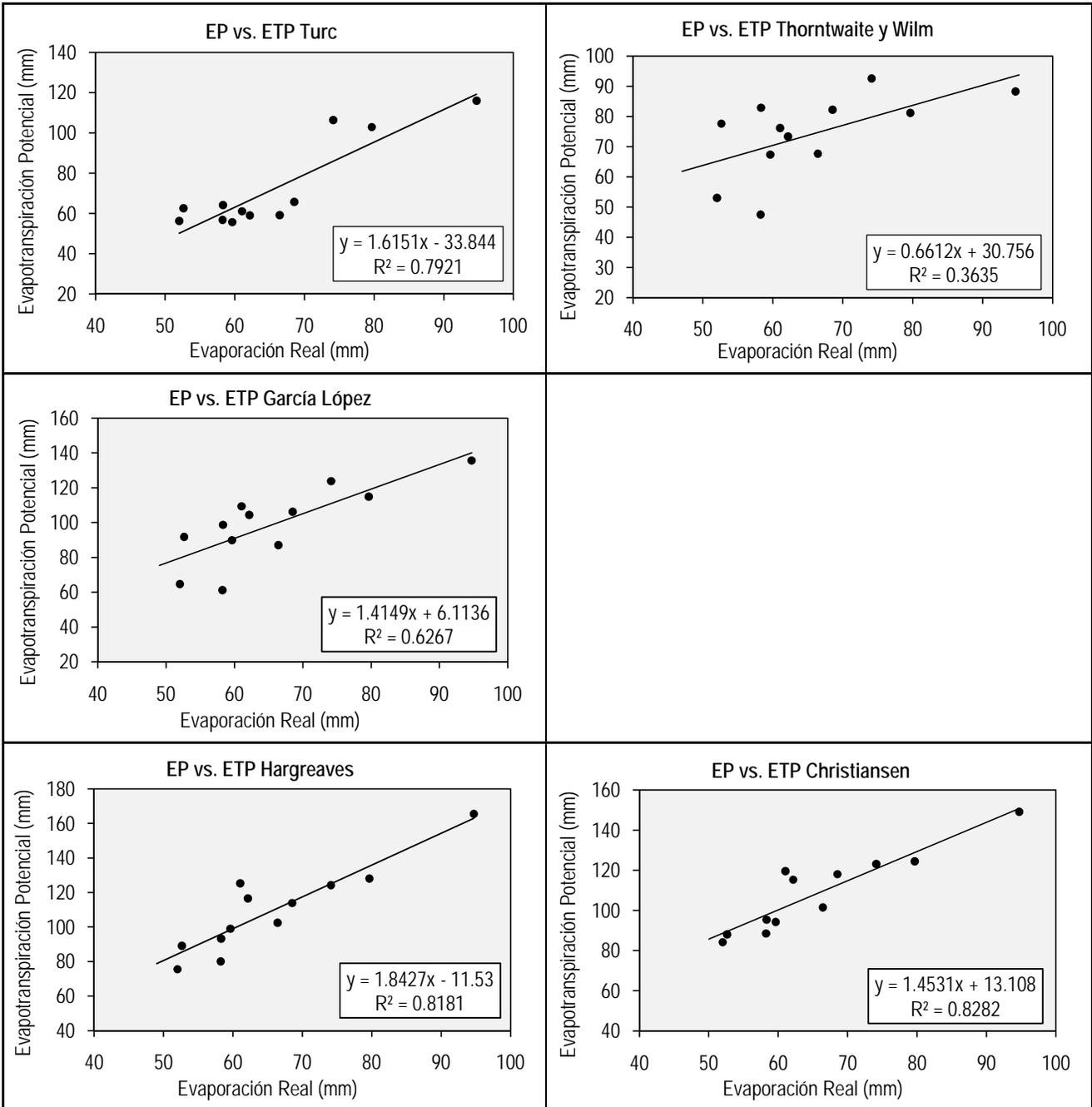
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	809.9												634.4
	Pm ² /(L(t) ²)	1.4												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	865.8
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	7.0	5.8	4.4	3.6	3.3	5.0	3.8	4.9	4.7	5.1	4.4	4.8	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti} (cal/cm ² día)	839.5	882.5	914.2	910.8	878.2	854.7	862.5	889.5	905.0	890.5	851.0	825.2	
	R _l (cal/cm ² día)	443.0	422.0	399.0	226.0	225.0	216.0	202.0	219.0	210.0	234.0	215.0	226.0	
	ETP (mm)	115.9	102.9	106.4	64.1	62.6	59.2	55.7	61.1	59.0	65.7	56.3	56.8	
Thornthwaite y Wilm	J _i	9.0	9.1	9.3	8.7	8.0	7.4	7.2	8.0	8.0	8.5	6.4	5.8	889.7
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	88.3	81.2	92.5	82.9	77.6	67.7	67.4	76.2	73.4	82.2	53.0	47.5	
García y López	F _t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	1187.6
	ETP (mm/día)	4.4	4.1	4.0	3.3	3.0	2.9	2.9	3.5	3.5	3.4	2.2	2.0	
	ETP (mm)	135.6	114.9	123.8	98.7	91.8	87.0	89.9	109.3	104.4	106.2	64.7	61.2	
Blaney y Criddle	S	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	(Tabla A.4) W (km/h)													
	(Tabla A.5) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	(Tabla A.5) a													
	(Tabla A.5) b													
	ETP (mm/día)													
	ETP (mm)													
Hargreaves	H _n (%)	36.8	42.1	45.8	53.5	54.5	49.6	47.6	42.1	43.0	49.6	55.5	52.5	1312.7
	(Tabla A.6) F _H	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	V _{w2m} (km/día)													
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _i	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.3	49.7	50.1	50.8	51.1	51.5	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.3	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	165.5	128.1	124.2	93.3	89.1	102.4	99.0	125.3	116.5	113.9	75.5	80.1	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1301.6
	C _H	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	
	C _t	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	
	C _S	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	433.7	411.8	472.3	455.4	453.7	427.3	445.6	459.6	452.5	460.1	425.5	426.3	
	ETP (mm)	149.2	124.5	123.1	95.4	88.1	101.5	94.2	119.6	115.3	118.1	84.2	88.5	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													634.4
TURC	mm	115.9	102.9	106.4	64.1	62.6	59.2	55.7	61.1	59.0	65.7	56.3	56.8	865.8
Thornthwaite y Wilm	mm	88.3	81.2	92.5	82.9	77.6	67.7	67.4	76.2	73.4	82.2	53.0	47.5	889.7
García López	mm	135.6	114.9	123.8	98.7	91.8	87.0	89.9	109.3	104.4	106.2	64.7	61.2	1187.6
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm	165.5	128.1	124.2	93.3	89.1	102.4	99.0	125.3	116.5	113.9	75.5	80.1	1312.7
Christiansen	mm	149.2	124.5	123.1	95.4	88.1	101.5	94.2	119.6	115.3	118.1	84.2	88.5	1301.6

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	94.7	79.7	74.1	58.3	52.6	66.4	59.6	61.0	62.2	68.5	52.0	58.2	787.5

Gráficas



Estación: La Ramada
 Código: 2120516
 Categoría: CP

Latitud: 4,7° N
 Longitud: 74,2° W
 Elevación: 2545 msnm

No. 2

Información Base Año Medio: 1997

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	85.2	81.6	88.9	71.1	70.5	73.5	79.5	102.1	80.5	101.4	78.5	100.5	1013.3
Precipitación	mm	72.3	22.8	56.9	64.4	43.7	92.1	20.5	8.3	42.7	47.9	54.8	1.2	527.6
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	64.0	54.0	58.0	64.0	61.0	62.0	58.0	51.0	57.0	58.0	66.0	57.0	59.2
Temperatura	°C	15.3	16.1	16.4	16.0	16.3	16.1	15.5	15.8	15.7	16.9	17.0	17.1	16.2
Radiación Solar	cal/cm ²	430.0	449.0	480.0	388.0	385.0	391.0	408.0	502.0	413.0	466.0	405.0	417.0	427.8
Velocidad del viento	m/s													

Cálculos

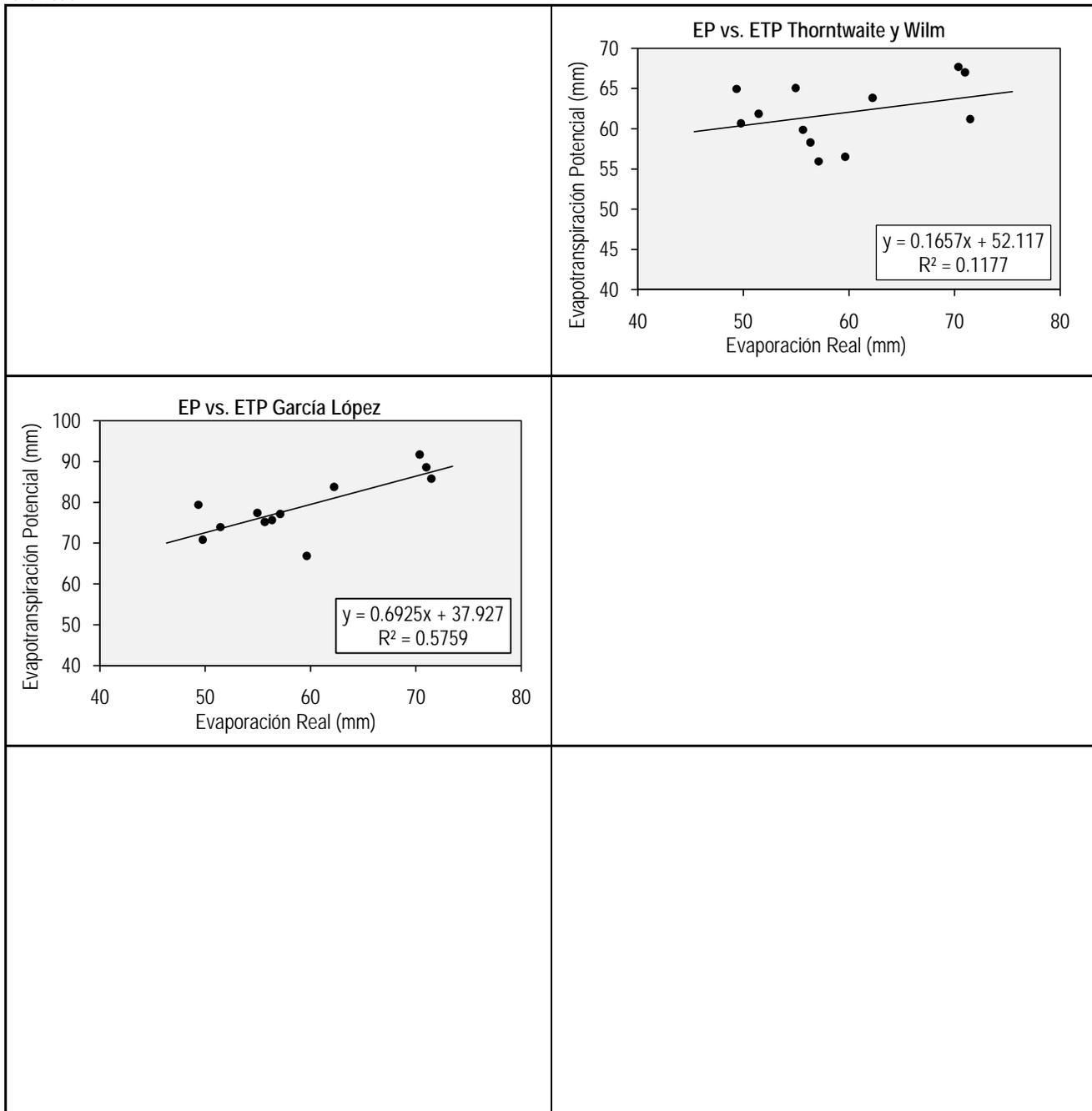
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	717.7												527.6
	Pm ² /(L(t) ²)	0.5												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	835.5	879.6	913.2	911.8	880.7	857.7	865.4	891.2	905.0	888.8	847.6	820.8	
	R _i (cal/cm ² día)	430.0	449.0	480.0	388.0	385.0	391.0	408.0	502.0	413.0	466.0	405.0	417.0	
ETP (mm)														
Thornthwaite y Wilm	J _i	5.4	5.9	6.0	5.8	6.0	5.9	5.5	5.7	5.7	6.3	6.4	6.4	743.0
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	56.5	55.9	63.8	60.7	64.9	61.9	59.9	61.2	58.3	67.0	65.1	67.7	
García y López	F _t	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	946.3
	ETP (mm/día)	2.2	2.8	2.7	2.4	2.6	2.5	2.4	2.8	2.5	2.9	2.6	3.0	
	ETP (mm)	66.9	77.1	83.8	70.9	79.4	73.9	75.2	85.8	75.7	88.6	77.4	91.7	
Blaney y Criddle	S													
	(Tabla A.4) W (km/h)													
	(Tabla A.5) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	(Tabla A.5) a													
	(Tabla A.5) b													
ETP (mm/día)														
ETP (mm)														
Hargreaves	H _n (%)	43.0	34.3	37.7	43.0	40.3	41.2	37.7	31.8	36.8	37.7	44.8	36.8	
	F _H	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	
	(Tabla A.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	v _{w2m} (km/día)													
	C _w													
	C _i													
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	BS (%)	49.2	49.6	50.0	50.8	51.2	51.6	51.2	51.2	50.4	50.8	49.6	49.2	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
ETP (mm)														
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _H	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _t	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	C _S													
	C _e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R _{xt} (mm/mes)	431.7	410.5	471.8	455.9	455.0	428.9	447.1	460.5	452.5	459.2	423.8	424.1	
	ETP (mm)													

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													527.6
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	56.5	55.9	63.8	60.7	64.9	61.9	59.9	61.2	58.3	67.0	65.1	67.7	743.0
García López	mm	66.9	77.1	83.8	70.9	79.4	73.9	75.2	85.8	75.7	88.6	77.4	91.7	946.3
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm													
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	59.6	57.1	62.2	49.8	49.4	51.5	55.7	71.5	56.4	71.0	55.0	70.4	709.3

Gráficas



Estación: Checua
 Código: 2120540
 Categoría: CP

Latitud: 5,1 ° N
 Longitud: 73,9° W
 Elevación: 2580 msnm

No. 3

Información Base Año Medio: 1995

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	136.8	140.9	108.9	107.3	105.6	91.2	88.4	48.9	99.3	110.2	128.6	114.9	1281.0
Precipitación	mm	3.9	50.1	53.8	47.2	54.3	33.8	39.7	97.5	20.0	49.6	36.4	60.1	546.4
Brillo Solar	hr	210.6	189.0	131.0	126.9	130.8	40.3	94.3	120.6	123.8	130.0	177.4	182.3	138.1
Humedad Relativa	%	58.0	53.0	63.0	66.0	66.0	66.0	64.0	67.0	66.0	66.0	58.0	66.0	63.3
Temperatura	°C	14.2	15.3	15.1	15.7	13.9	14.3	13.6	14.4	13.9	14.2	15.4	14.7	14.6
Radiación Solar	cal/cm ²	409.0	465.0	372.0	385.0	378.0	386.0	428.0	405.0	379.0	411.0	447.0	460.0	410.4
Velocidad del viento	m/s	2.5	2.4	2.2	2.1	2.3	2.4	2.5	1.9	2.4	2.2	2.2	2.0	2.3

Cálculos

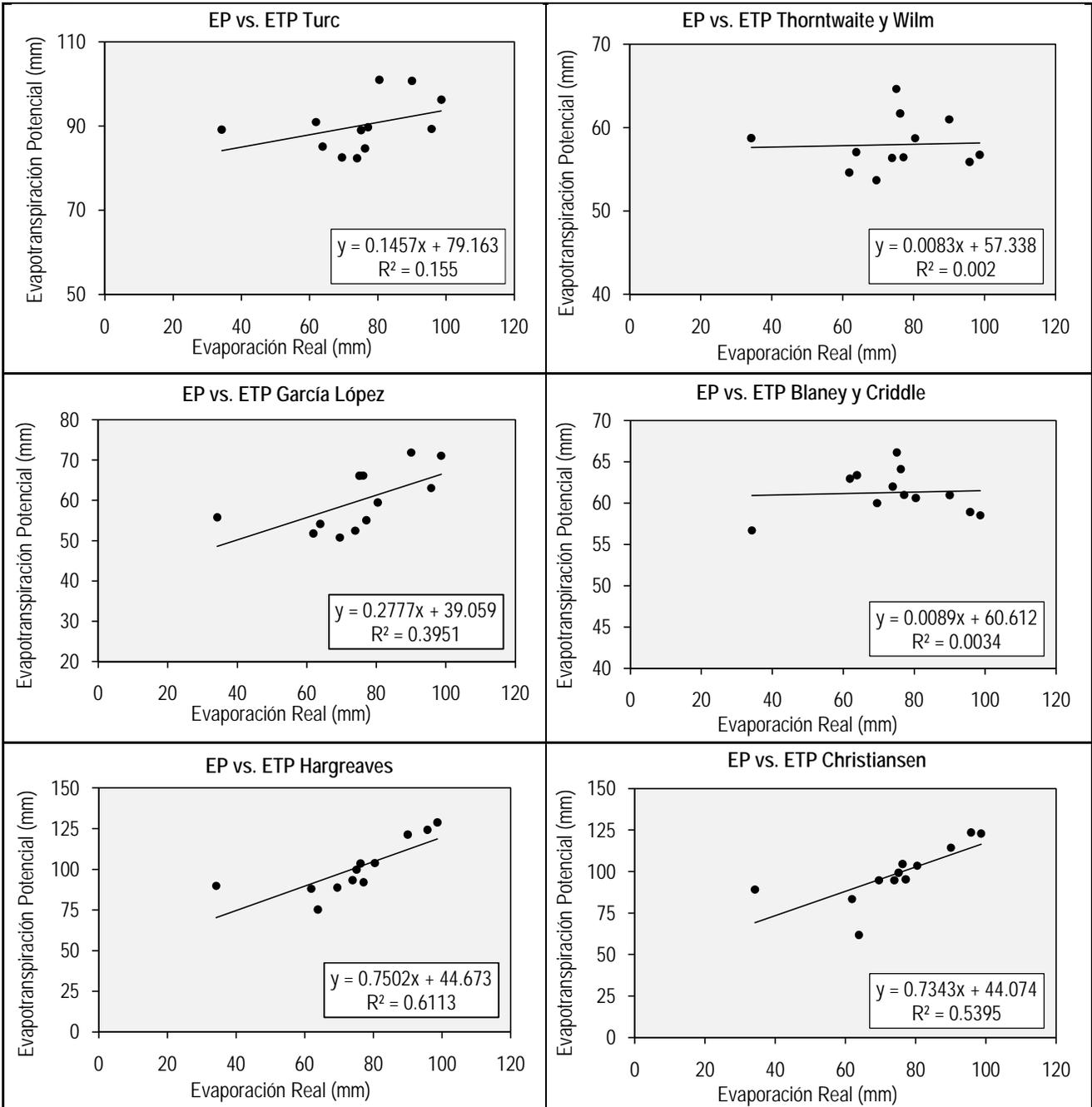
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	674.6												546.4
	Pm ² /(L(t) ²)	0.7												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1080.6
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	6.8	6.8	4.2	4.2	4.2	1.3	3.0	3.9	4.1	4.2	5.9	5.9	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti} (cal/cm ² día)	831.3	876.6	912.2	912.8	883.3	860.9	868.4	893.0	905.0	887.0	844.0	816.2	
	R _i (cal/cm ² día)	409.0	465.0	372.0	385.0	378.0	386.0	428.0	405.0	379.0	411.0	447.0	460.0	
ETP (mm)	89.3	96.2	84.7	89.0	82.3	85.1	90.9	89.1	82.5	89.7	100.7	101.0		
Thornthwaite y Wilm	J _i	4.9	5.4	5.3	5.7	4.7	4.9	4.5	5.0	4.7	4.9	5.5	5.1	695.5
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	55.9	56.7	61.7	64.6	56.4	57.0	54.6	58.7	53.7	56.4	61.0	58.7	
García y López	F _t	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	717.7
	ETP (mm/día)	2.0	2.5	2.1	2.2	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	2.4	1.9	
	ETP (mm)	63.1	71.1	66.1	66.1	52.5	54.1	51.8	55.8	50.8	55.1	71.9	59.5	
Blaney y Criddle	S	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	735.3
	(Tabla A.4) W (km/h)	9.0	8.6	7.9	7.6	8.3	8.6	9.0	6.8	8.6	7.9	7.9	7.2	
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	
	(Tabla A.5) a	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	
	(Tabla A.5) b	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.80	0.88	0.88	0.88	0.88	
	ETP (mm/día)	1.9	2.1	2.1	2.2	2.0	2.1	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	
ETP (mm)	58.9	58.5	64.1	66.1	62.0	63.4	63.0	56.7	60.0	61.0	61.0	60.6		
Hargreaves	H _n (%)	37.7	33.4	42.1	44.8	44.8	44.8	43.0	45.8	44.8	44.8	37.7	44.8	1208.8
	(Tabla A.6) F _H	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)	1/1.6	164.8	151.0	144.2	157.9	164.8	171.6	130.4	164.8	151.0	151.0	137.3	
	C _w	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	
	C ₁	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	BS (%)	49.1	49.6	50.0	50.8	51.3	51.7	51.3	51.3	50.4	50.8	49.6	49.1	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	124.2	128.8	103.6	99.8	93.4	75.2	88.0	89.8	88.8	92.0	121.3	103.8	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1187.4
	C _H	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _t	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	
	C _S	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	
	C _e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R _{xt} (mm/mes)	429.5	409.1	471.3	456.4	456.4	430.5	448.7	461.4	452.5	458.3	422.0	421.7	
	ETP (mm)	123.6	122.9	104.6	99.3	94.7	61.8	83.4	89.1	94.7	95.3	114.4	103.5	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													546.4
TURC	mm	89.3	96.2	84.7	89.0	82.3	85.1	90.9	89.1	82.5	89.7	100.7	101.0	1080.6
Thornthwaite y Wilm	mm	55.9	56.7	61.7	64.6	56.4	57.0	54.6	58.7	53.7	56.4	61.0	58.7	695.5
García López	mm	63.1	71.1	66.1	66.1	52.5	54.1	51.8	55.8	50.8	55.1	71.9	59.5	717.7
Blaney y Criddle	mm	58.9	58.5	64.1	66.1	62.0	63.4	63.0	56.7	60.0	61.0	61.0	60.6	735.3
Hargreaves	mm	124.2	128.8	103.6	99.8	93.4	75.2	88.0	89.8	88.8	92.0	121.3	103.8	1208.8
Christiansen	mm	123.6	122.9	104.6	99.3	94.7	61.8	83.4	89.1	94.7	95.3	114.4	103.5	1187.4

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	95.8	98.6	76.2	75.1	73.9	63.8	61.9	34.2	69.5	77.1	90.0	80.4	896.7

Gráficas



Estación: Represa del Neusa
 Código: 2120541
 Categoría: AUT

Latitud: 5,2 ° N
 Longitud: 74,0° W
 Elevación: 3100 msnm

No. 4

Información Base Año Medio: 1995

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	87.7	94.1	87.5	64.4	71.3	57.7	64.4	67.5	62.7	63.8	75.6	77.5	874.2
Precipitación	mm	19.0	46.3	75.8	106.9	92.6	48.0	64.1	171.4	63.6	93.6	57.2	56.0	894.5
Brillo Solar	hr	219.5	201.2	114.1	102.1	69.7	86.1	113.2	110.8	113.8	145.7	102.8	172.2	129.3
Humedad Relativa	%	73.0	63.0	76.0	81.0	80.0	82.0	80.0	82.0	82.0	83.0	80.0	76.0	78.2
Temperatura	°C	8.5	9.3	8.9	9.2	9.1	9.1	9.1	8.5	8.5	8.5	10.3	11.0	9.2
Radiación Solar	cal/cm ²	312.0	291.0	264.0	292.0	246.0	258.0	247.0	247.0	223.0	326.5	328.9	363.8	283.3
Velocidad del viento	m/s	2.8	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.4	2.3	2.5	2.2	2.3	2.2	2.4

Cálculos

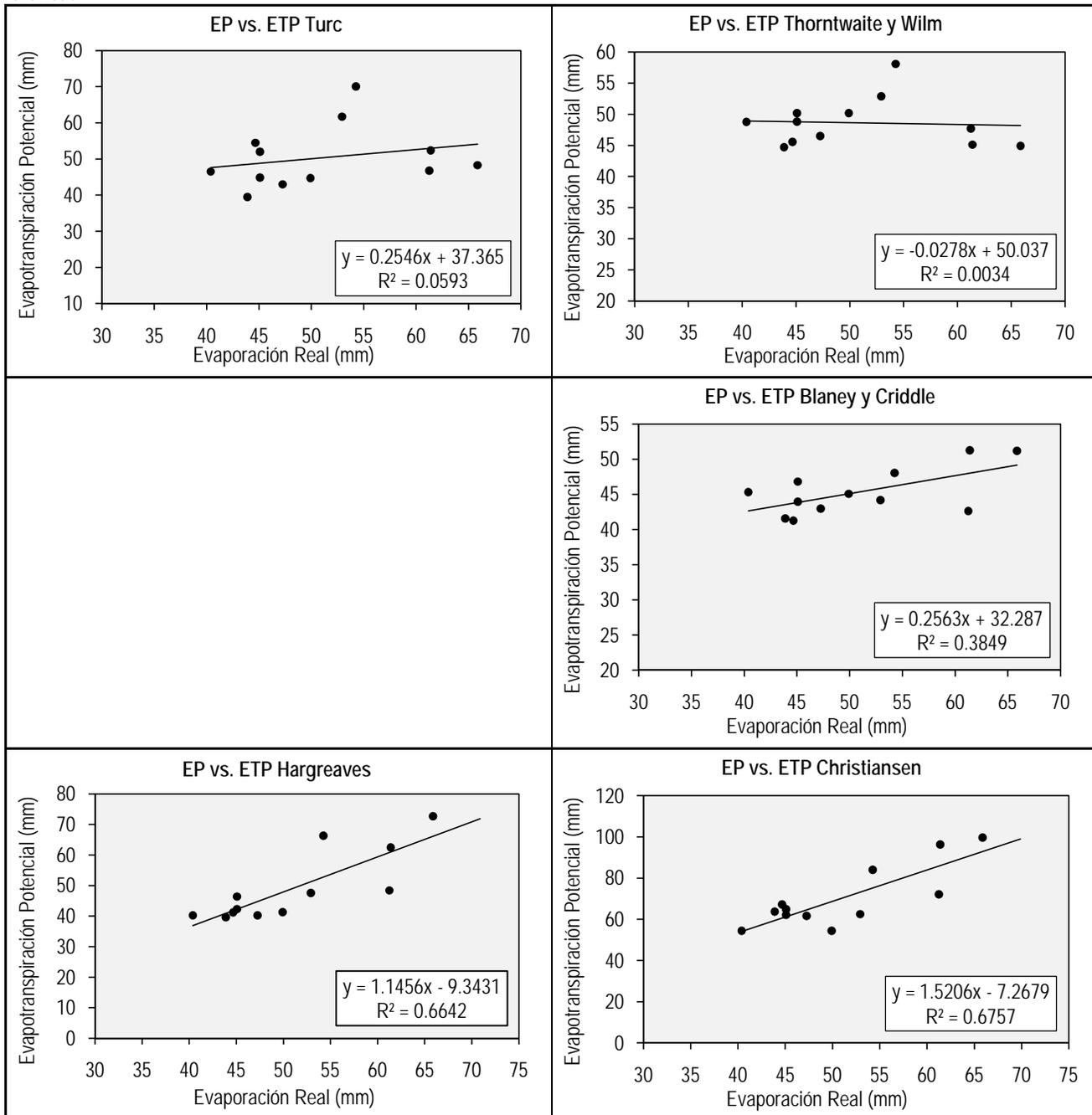
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	533.4												464.2		
	Pm ² /(L(t) ²)	2.8														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	604.2		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	7.1	7.2	3.7	3.4	2.2	2.9	3.7	3.6	3.8	4.7	3.4	5.6			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{ft}	830.9	876.4	912.1	912.9	883.5	861.2	868.6	893.2	905.0	886.8	843.7	815.8			
	R _i (cal/cm ² día)	312.0	291.0	264.0	292.0	246.0	258.0	247.0	247.0	223.0	326.5	328.9	363.8			
	ETP (mm)	52.4	48.3	46.8	52.0	44.7	46.5	44.9	43.0	39.5	54.5	61.7	70.0			
Thornthwaite y Wilm	J _i	2.2	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.2	2.2	2.2	3.0	3.3	583.4		
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	45.1	44.9	47.7	48.8	50.2	48.8	50.2	46.5	44.7	45.6	52.9	58.1			
García y López	F _t	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	10.8		
	ETP (mm/día)	0.4														
	ETP (mm)	19.7														
Blaney y Criddle	S	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	544.3	
	(Tabla A.4) W (km/h)	10.1	8.5	8.3	7.9	8.3	8.6	8.6	8.3	9.0	7.9	8.3	7.9			
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26			
	(Tabla A.5) a	-1.75	-1.75	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55			
	(Tabla A.5) b	1.06	1.06	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88			
	ETP (mm/día)	1.7	1.8	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5			
	ETP (mm)	51.3	51.2	42.6	44.0	45.1	45.3	46.8	43.0	41.6	41.3	44.2	48.0			
Hargreaves	H _n (%)	51.5	42.1	54.5	59.6	58.6	60.7	58.6	60.7	60.7	61.8	58.6	54.5	588.9		
	(Tabla A.6) F _H	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	W _{2m} (km/día)	192.2	161.3	157.9	151.0	157.9	164.8	164.8	157.9	171.6	151.0	157.9	151.0			
	C _w	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
	C ₁	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8			
	C _A	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
	BS (%)	49.1	49.6	50.0	50.8	51.3	51.7	51.3	51.3	50.4	50.8	49.5	49.1			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2			
	ETP (mm)	62.5	72.7	48.4	42.3	41.3	40.3	46.4	40.3	39.6	41.2	47.6	66.3			
	Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	843.3
		C _H	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		0.9	
C _t		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
C _S		0.9	0.9	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8			
C _e		1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
R _{xt} (mm/mes)		429.3	409.0	471.3	456.4	456.5	430.6	448.8	461.5	452.5	458.2	421.8	421.5			
ETP (mm)		96.4	99.7	72.2	62.1	54.4	54.4	64.9	61.7	63.8	67.2	62.5	84.1			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													464.2
TURC	mm	52.4	48.3	46.8	52.0	44.7	46.5	44.9	43.0	39.5	54.5	61.7	70.0	604.2
Thornthwaite y Wilm	mm	45.1	44.9	47.7	48.8	50.2	48.8	50.2	46.5	44.7	45.6	52.9	58.1	583.4
García López	mm										10.8	19.7		
Blaney y Criddle	mm	51.3	51.2	42.6	44.0	45.1	45.3	46.8	43.0	41.6	41.3	44.2	48.0	544.3
Hargreaves	mm	62.5	72.7	48.4	42.3	41.3	40.3	46.4	40.3	39.6	41.2	47.6	66.3	588.9
Christiansen	mm	96.4	99.7	72.2	62.1	54.4	54.4	64.9	61.7	63.8	67.2	62.5	84.1	843.3

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	61.4	65.9	61.3	45.1	49.9	40.4	45.1	47.3	43.9	44.7	52.9	54.3	611.9

Gráficas



Estación: La Iberia
 Código: 2120548
 Categoría: CP

Latitud: 5,0 ° N
 Longitud: 73,7° W
 Elevación: 2760 msnm

No. 5

Información Base Año Medio: 1998

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	109.9	97.3	82.9	78.5	48.0	31.9	39.0	57.1	77.6	80.1	61.8	61.7	825.8
Precipitación	mm	4.1	12.0	52.8	69.6	147.6	112.8	152.6	52.8	60.7	46.5	81.2	59.5	852.2
Brillo Solar	hr	201.2	154.5	121.3	115.6	70.8	65.9	96.5	113.6	150.3	142.8	153.4	156.6	128.5
Humedad Relativa	%	72.0	74.0	75.0	78.0	83.0	84.0	83.0	81.0	78.0	78.0	76.0	83.0	78.8
Temperatura	°C	12.8	13.8	13.9	14.0	13.8	12.0	11.6	11.9	12.6	13.5	13.2	13.2	13.0
Radiación Solar	cal/cm ²	375.0	342.0	354.2	260.0	239.0	227.0	271.0	269.0	333.0	287.0	286.0	264.0	292.3
Velocidad del viento	m/s	2.1	2.1	2.0	2.1	1.9	0.0	2.1	2.0	2.1	1.9	1.8	1.8	1.8

Cálculos

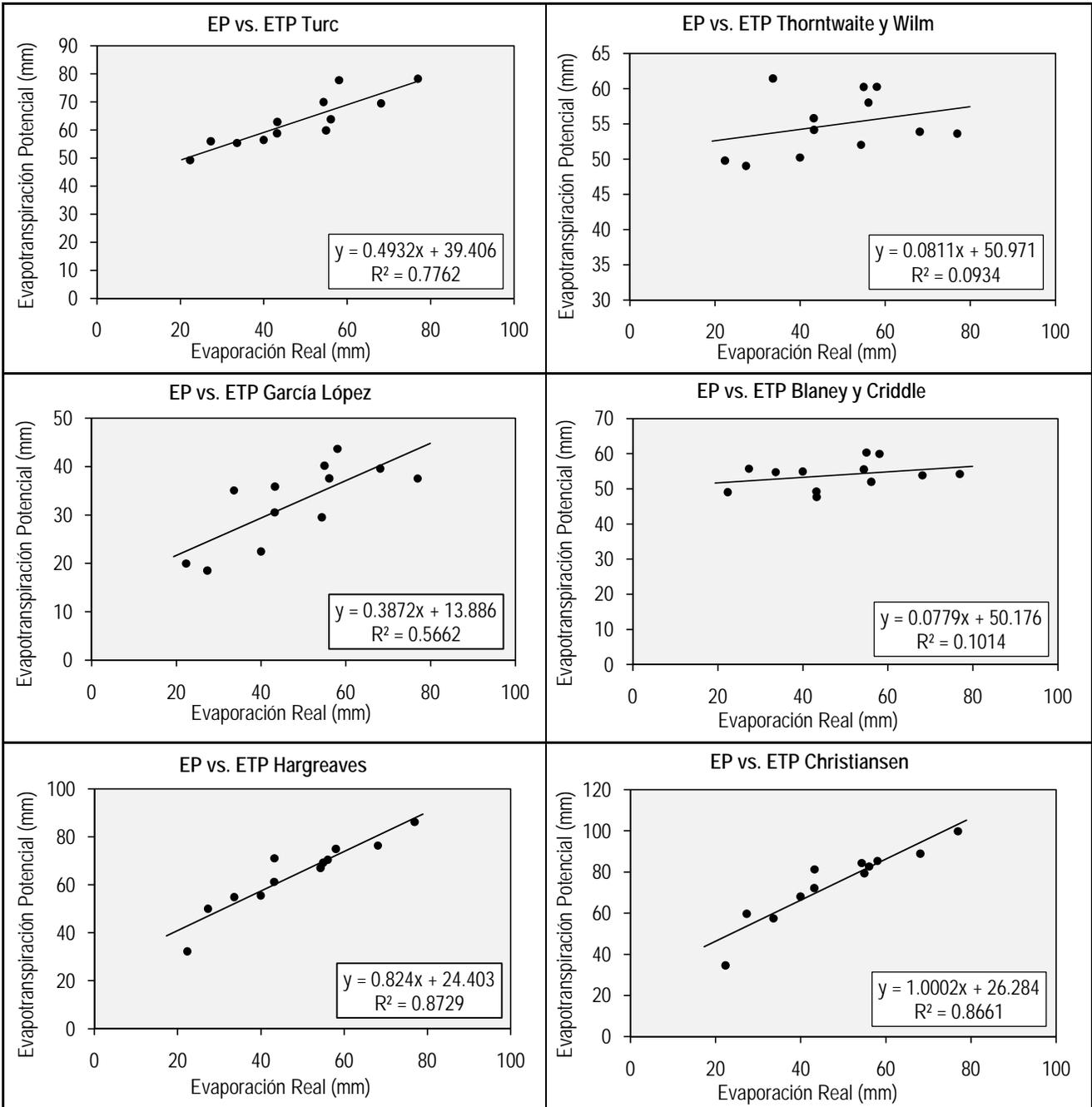
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	634.1												518.0		
	Pm ² /(L(t) ²)	1.8														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	758.0		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	6.5	5.5	3.9	3.9	2.3	2.2	3.1	3.7	5.0	4.6	5.1	5.1			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{ti}	832.2	877.3	912.4	912.6	882.7	860.3	867.8	892.7	905.0	887.4	844.7	817.1			
	R _i (cal/cm ² día)	375.0	342.0	354.2	260.0	239.0	227.0	271.0	269.0	333.0	287.0	286.0	264.0			
	ETP (mm)	78.3	69.5	77.8	59.9	55.4	49.2	56.0	56.4	69.9	63.9	62.9	58.8			
Thornthwaite y Wilm	J _i	4.2	4.7	4.7	4.8	4.7	3.8	3.6	3.7	4.1	4.5	4.3	4.3	658.5		
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	53.6	53.9	60.3	60.2	61.5	49.8	49.0	50.2	52.0	58.0	54.2	55.8			
García y López	F _t	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	390.5		
	ETP (mm/día)	1.2	1.4	1.4	1.3	1.1	0.7	0.6	0.7	1.0	1.2	1.2	1.0			
	ETP (mm)	37.5	39.6	43.7	40.2	35.1	20.0	18.5	22.5	29.5	37.6	35.9	30.5			
Blaney y Criddle	S	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	647.1		
	(Tabla A.4) W (km/h)	7.5	7.6	7.2	7.6	6.8	0.0	7.6	7.2	7.6	6.8	6.5	6.5			
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26			
	(Tabla A.5) a	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.45	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.45	-1.45			
	(Tabla A.5) b	0.88	0.88	0.88	0.88	0.80	0.80	0.88	0.88	0.88	0.80	0.80	0.80			
	ETP (mm/día)	1.7	1.9	1.9	2.0	1.8	1.6	1.8	1.8	1.9	1.7	1.6	1.6			
	ETP (mm)	54.2	53.8	60.0	60.3	54.7	49.1	55.7	54.9	55.5	52.0	47.7	49.2			
Hargreaves	H _n (%)	50.5	52.5	53.5	56.5	61.8	62.8	61.8	59.6	56.5	56.5	54.5	61.8	769.2		
	(Tabla A.6) F _H	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	W _{2m} (km/día)	142.9	144.2	137.3	144.2	130.4	0.0	144.2	137.3	144.2	130.4	123.6	123.6			
	C _w	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	0.8	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0			
	C ₁	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2			
	BS (%)	49.2	49.6	50.0	50.8	51.3	51.7	51.3	51.3	50.4	50.8	49.6	49.2			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2			
	ETP (mm)	86.2	76.3	74.9	69.2	54.9	32.3	50.1	55.5	67.0	70.5	71.0	61.2			
	Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9		0.9	893.6
		C _H	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9		0.8	
C _t		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8			
C _S		0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7			
C _e		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2			
R _{xt} (mm/mes)		429.9	409.4	471.4	456.3	456.1	430.1	448.3	461.2	452.5	458.5	422.4	422.2			
ETP (mm)		99.8	88.9	85.4	79.3	57.4	34.6	59.7	68.1	84.3	82.7	81.3	72.1			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													518.0
TURC	mm	78.3	69.5	77.8	59.9	55.4	49.2	56.0	56.4	69.9	63.9	62.9	58.8	758.0
Thornthwaite y Wilm	mm	53.6	53.9	60.3	60.2	61.5	49.8	49.0	50.2	52.0	58.0	54.2	55.8	658.5
García López	mm	37.5	39.6	43.7	40.2	35.1	20.0	18.5	22.5	29.5	37.6	35.9	30.5	390.5
Blaney y Criddle	mm	54.2	53.8	60.0	60.3	54.7	49.1	55.7	54.9	55.5	52.0	47.7	49.2	647.1
Hargreaves	mm	86.2	76.3	74.9	69.2	54.9	32.3	50.1	55.5	67.0	70.5	71.0	61.2	769.2
Christiansen	mm	99.8	88.9	85.4	79.3	57.4	34.6	59.7	68.1	84.3	82.7	81.3	72.1	893.6

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	76.9	68.1	58.0	55.0	33.6	22.3	27.3	40.0	54.3	56.1	43.3	43.2	578.1

Gráficas



Estación: Tisquesusa
 Código: 2120631
 Categoría: AUT

Latitud: 4,8 ° N
 Longitud: 74,3° W
 Elevación: 2570 msnm

No. 6

Información Base Año Medio: 1993

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	77.7	70.3	63.4	56.7	67.8	52.3	66.6	70.1	70.2	71.0	56.1	88.3	810.5
Precipitación	mm	43.6	27.2	100.3	86.2	118.0	33.5	19.5	25.6	55.3	46.0	135.2	41.0	731.4
Brillo Solar	hr	172.6	154.7	125.9	87.0	93.8	85.9	129.3	140.9	128.4	118.6	114.3	186.8	128.2
Humedad Relativa	%	73.0	73.0	76.0	80.0	81.0	76.0	75.0	71.0	79.7	81.3	80.9	85.7	77.7
Temperatura	°C	13.8	14.1	14.2	15.3	13.1	14.0	15.0	14.0	12.8	13.4	13.8	14.7	14.0
Radiación Solar	cal/cm ²	392.0	481.0	406.0	395.0	383.0	389.0	411.0	430.0	396.0	417.0	408.0	469.0	414.8
Velocidad del viento	m/s													

Cálculos

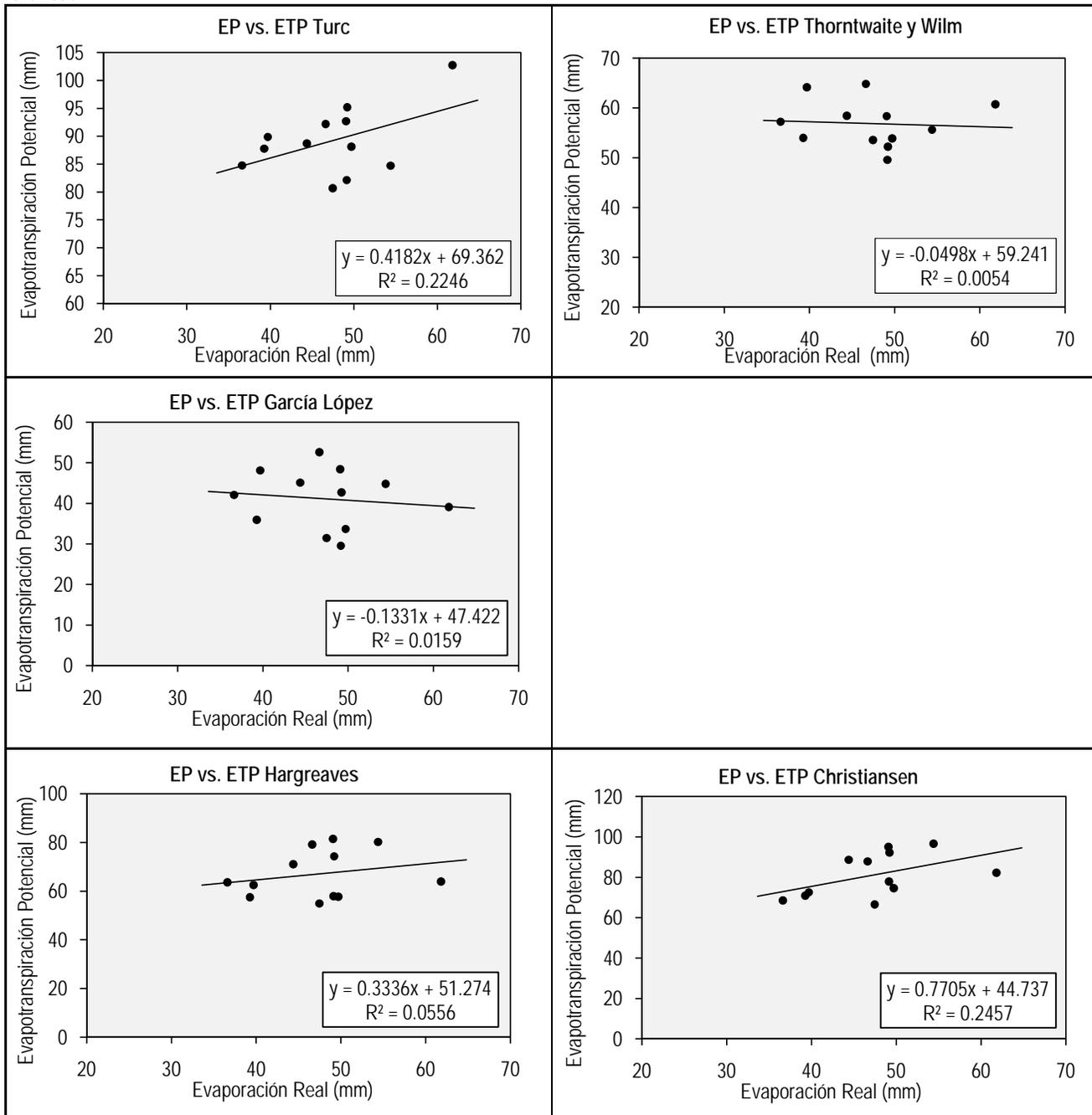
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	660.2												501.5
	Pm ² /(L(t) ²)	1.2												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1069.6
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	5.6	5.5	4.1	2.9	3.0	2.9	4.2	4.5	4.3	3.8	3.8	6.0	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	834.4	878.9	913.0	912.0	881.3	858.5	866.1	891.7	905.0	888.3	846.7	819.6	
	R _i (cal/cm ² día)	392.0	481.0	406.0	395.0	383.0	389.0	411.0	430.0	396.0	417.0	408.0	469.0	
	ETP (mm)	84.7	95.2	88.7	89.9	80.7	84.8	92.2	92.7	82.1	88.1	87.8	102.8	
Thorntwaite y Wilm	J _i	4.7	4.8	4.9	5.4	4.3	4.8	5.3	4.8	4.2	4.4	4.7	5.1	682.7
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	55.6	52.2	58.4	64.1	53.6	57.2	64.8	58.4	49.6	53.9	54.0	60.7	
García y López	F _t	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	493.6
	ETP (mm/día)	1.4	1.5	1.5	1.6	1.0	1.4	1.7	1.6	1.0	1.1	1.2	1.3	
	ETP (mm)	44.8	42.7	45.1	48.1	31.5	42.1	52.6	48.4	29.5	33.7	35.9	39.1	
Blaney y Criddle	S	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	
	(Tabla A.4) W (km/h)													
	(Tabla A.5) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	(Tabla A.5) a													
	(Tabla A.5) b													
Hargreaves	H _n (%)	51.5	51.5	54.5	58.6	59.6	54.5	53.5	49.6	58.3	59.9	59.5	64.7	804.5
	F _H	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	(Tabla A.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)													
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C ₁	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	BS (%)	49.2	49.6	50.0	50.8	51.2	51.6	51.2	51.2	50.4	50.8	49.6	49.2	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	80.2	74.3	71.1	62.5	54.9	63.6	79.1	81.5	58.0	57.8	57.5	64.0	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	974.0
	C _H	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	
	C _t	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C _S	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	
	C _e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R _{xt} (mm/mes)	431.1	410.1	471.7	456.0	455.3	429.3	447.5	460.7	452.5	459.0	423.3	423.5	
	ETP (mm)	96.6	92.3	88.7	72.6	66.6	68.6	87.9	95.1	77.9	74.6	70.9	82.2	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													501.5
TURC	mm	84.7	95.2	88.7	89.9	80.7	84.8	92.2	92.7	82.1	88.1	87.8	102.8	1069.6
Thornthwaite y Wilm	mm	55.6	52.2	58.4	64.1	53.6	57.2	64.8	58.4	49.6	53.9	54.0	60.7	682.7
García López	mm	44.8	42.7	45.1	48.1	31.5	42.1	52.6	48.4	29.5	33.7	35.9	39.1	493.6
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm	80.2	74.3	71.1	62.5	54.9	63.6	79.1	81.5	58.0	57.8	57.5	64.0	804.5
Christiansen	mm	96.6	92.3	88.7	72.6	66.6	68.6	87.9	95.1	77.9	74.6	70.9	82.2	974.0

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	54.4	49.2	44.4	39.7	47.5	36.6	46.6	49.1	49.1	49.7	39.3	61.8	567.4

Gráficas



Estación: La Mesa
 Código: 2120639
 Categoría: CP

Latitud: 4,6 ° N
 Longitud: 74,4° W
 Elevación: 1300 msnm

No. 7

Información Base Año Medio: 1994

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	92.8	69.0	62.3	44.7	56.6	92.5	91.7	101.4	90.2	70.4	50.6	85.4	907.6
Precipitación	mm	101.5	120.7	191.6	232.6	124.9	23.2	21.8	56.0	45.3	180.1	204.2	35.0	1336.9
Brillo Solar	hr	179.3	126.2	127.9	123.9	136.8	193.1	174.0	169.2	152.3	162.0	136.1	156.8	153.1
Humedad Relativa	%	71.0	75.0	78.0	76.0	76.0	67.0	61.0	56.0	58.0	70.0	79.0	73.0	70.0
Temperatura	°C	22.4	20.7	20.3	20.7	20.3	20.5	20.5	21.8	23.7	22.3	21.6	22.9	21.5
Radiación Solar	cal/cm ²	349.1	318.0	317.0	274.0	307.0	318.0	327.0	352.0	302.0	321.0	0.0	286.0	289.3
Velocidad del viento	m/s	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.3	1.4	1.4

Cálculos

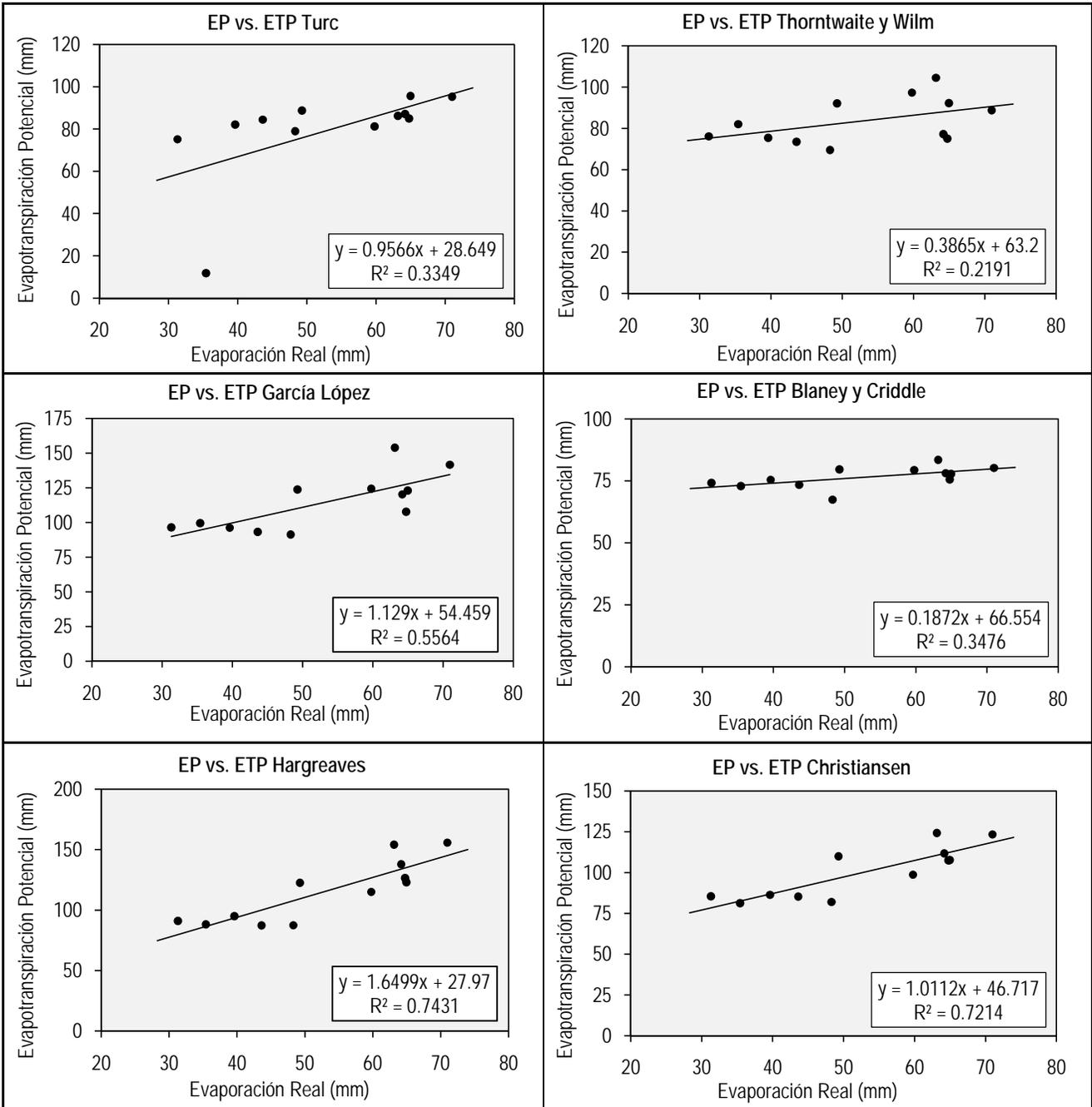
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	859.9												734.1		
	Pm ² /(L(t) ²)	2.4														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	951.5		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	5.8	4.5	4.1	4.1	4.4	6.4	5.6	5.5	5.1	5.2	4.5	5.1			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{ft}	836.4	880.3	913.4	911.6	880.1	857.1	864.8	890.9	905.0	889.2	848.3	821.7			
	R _i (cal/cm ² día)	349.1	318.0	317.0	274.0	307.0	318.0	327.0	352.0	302.0	321.0	0.0	286.0			
	ETP (mm)	95.6	78.9	84.4	75.1	82.1	85.0	87.1	95.3	86.2	88.7	11.8	81.2			
Thorntwaite y Wilm (Tabla A.3)	J _i	9.7	8.6	8.3	8.6	8.3	8.5	8.5	9.3	10.5	9.6	9.2	10.0	1004.0		
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	92.3	69.5	73.5	76.1	75.5	75.1	77.3	88.8	104.5	92.1	82.1	97.3			
García y López	F _t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	1370.8		
	ETP (mm/día)	4.0	3.3	3.0	3.2	3.1	3.6	3.9	4.6	5.1	4.0	3.3	4.0			
	ETP (mm)	123.0	91.3	93.2	96.4	96.1	107.7	120.2	141.5	153.8	123.7	99.4	124.3			
Blaney y Criddle (Tabla A.4)	S	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	917.6		
	W (km/h)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.4	5.8	5.8	5.4	4.7	5.0			
	P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27			
	(Tabla A.5) a	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45			
	(Tabla A.5) b	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80			
	ETP (mm/día)	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5	2.6	2.8	2.6	2.4	2.6			
	ETP (mm)	77.8	67.4	73.4	74.2	75.4	75.6	78.1	80.2	83.5	79.7	72.9	79.4			
Hargreaves (Tabla A.6)	H _n (%)	49.6	53.5	56.5	54.5	54.5	45.8	40.3	35.9	37.7	48.6	57.6	51.5	1383.8		
	F _H	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	W _{2m} (km/día)	96.1	96.1	96.1	96.1	96.1	96.1	103.0	109.8	109.8	103.0	89.2	96.1			
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	C ₁	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
	BS (%)	49.3	49.6	50.0	50.8	51.2	51.6	51.2	51.2	50.4	50.8	49.6	49.3			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2			
	ETP (mm)	123.0	87.4	87.3	91.1	95.0	126.5	137.9	155.7	154.1	122.5	88.2	115.0			
	Christiansen	C _w	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		0.9	1203.1
		C _H	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8		0.9	
C _t		1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
C _S		0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7			
C _e		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
R _{xt} (mm/mes)		432.1	410.8	471.9	455.8	454.7	428.5	446.8	460.3	452.5	459.4	424.2	424.6			
ETP (mm)		107.7	81.9	85.3	85.4	86.3	107.4	111.7	123.3	124.2	109.9	81.2	98.6			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													734.1
TURC	mm	95.6	78.9	84.4	75.1	82.1	85.0	87.1	95.3	86.2	88.7	11.8	81.2	951.5
Thornthwaite y Wilm	mm	92.3	69.5	73.5	76.1	75.5	75.1	77.3	88.8	104.5	92.1	82.1	97.3	1004.0
García López	mm	123.0	91.3	93.2	96.4	96.1	107.7	120.2	141.5	153.8	123.7	99.4	124.3	1370.8
Blaney y Criddle	mm	77.8	67.4	73.4	74.2	75.4	75.6	78.1	80.2	83.5	79.7	72.9	79.4	917.6
Hargreaves	mm	123.0	87.4	87.3	91.1	95.0	126.5	137.9	155.7	154.1	122.5	88.2	115.0	1383.8
Christiansen	mm	107.7	81.9	85.3	85.4	86.3	107.4	111.7	123.3	124.2	109.9	81.2	98.6	1203.1

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	65.0	48.3	43.6	31.3	39.6	64.8	64.2	71.0	63.1	49.3	35.4	59.8	635.3

Gráficas



Estación: Esc Samper Madrid
 Código: 2120641
 Categoría: CP

Latitud: 4,5 ° N
 Longitud: 74,6° W
 Elevación: 550 msnm

No. 8

Información Base Año Medio: 2001

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	78.8	85.5	90.8	93.8	86.1	99.4	111.3	115.6	102.1	88.9	68.0	58.6	1078.9
Precipitación	mm	53.0	81.0	141.9	68.3	49.2	43.4	37.3	1.1	61.4	188.2	53.6	155.8	934.2
Brillo Solar	hr	170.6	130.8	95.8	103.0	70.9	113.2	141.2	150.5	131.1	150.2	125.0	137.4	126.6
Humedad Relativa	%	83.0	84.0	87.0	86.0	85.0	83.0	77.0	72.0	80.0	62.0	58.0	96.0	79.4
Temperatura	°C	24.4	23.5	26.1	26.4	26.2	26.3	28.1	27.4	27.3	25.3	25.3	22.0	25.7
Radiación Solar	cal/cm ²	216.0	202.0	204.0	191.0	189.0	189.0	206.0	174.0	191.0	194.0	184.0	157.0	191.4
Velocidad del viento	m/s	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0

Cálculos

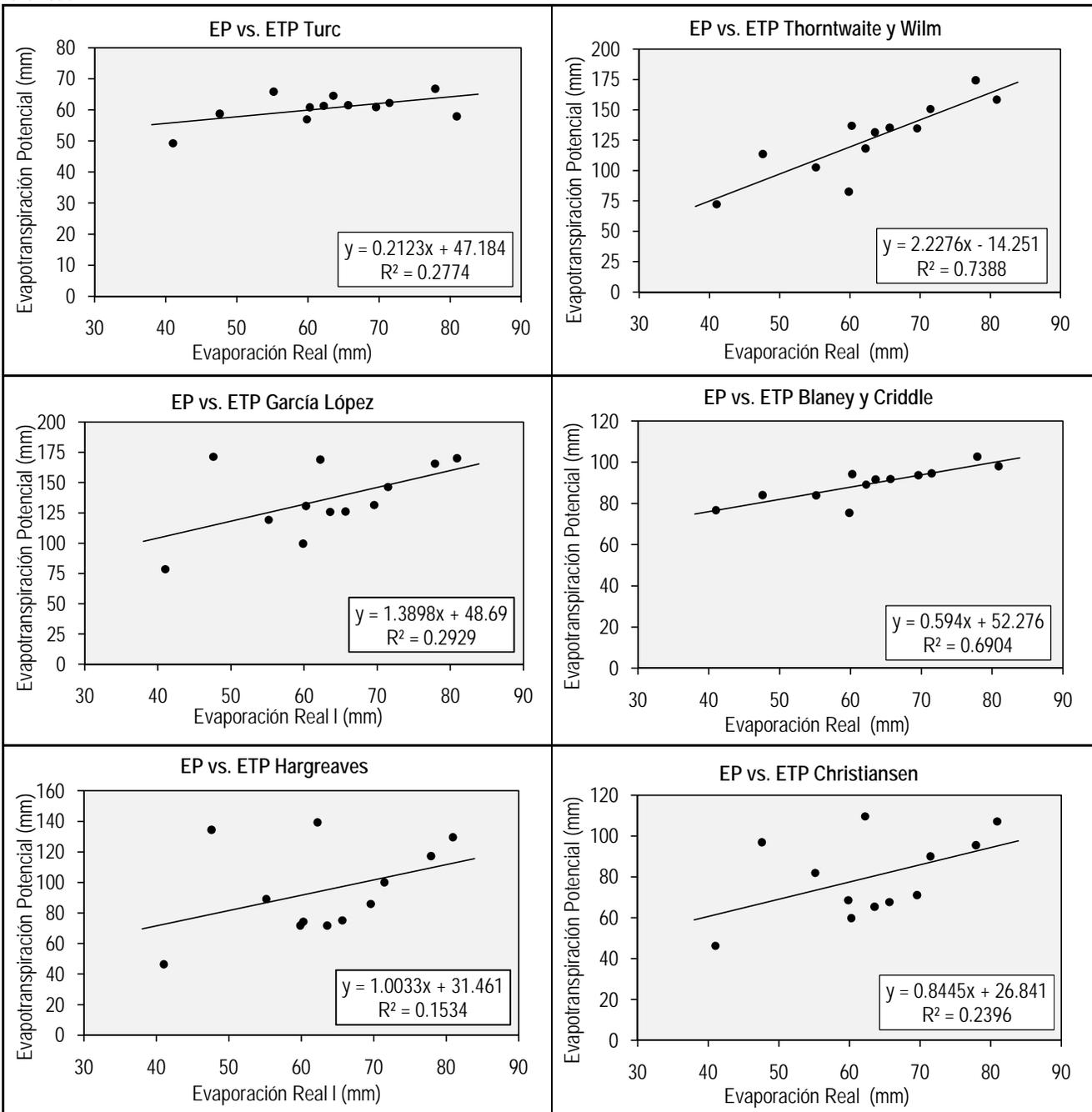
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	975.2												934.2		
	Pm ² /(L(t) ²)	0.9														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	726.6		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	5.5	4.7	3.1	3.4	2.3	3.8	4.6	4.9	4.4	4.8	4.2	4.4			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{it}	837.6	881.1	913.7	911.3	879.4	856.1	863.9	890.3	905.0	889.7	849.4	823.1			
	R _i (cal/cm ² día)	216.0	202.0	204.0	191.0	189.0	189.0	206.0	174.0	191.0	194.0	184.0	157.0			
	ETP (mm)	65.8	56.9	64.5	61.5	60.8	60.9	66.8	57.9	62.2	61.3	58.8	49.2			
Thornthwaite y Wilm	J _i	11.0	10.4	12.2	12.4	12.3	12.3	13.6	13.1	13.1	11.6	11.6	9.4	1511.3		
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	102.6	82.7	131.6	135.3	136.9	134.7	174.4	158.4	150.6	118.2	113.7	72.2			
García y López	F _i	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	1633.9		
	ETP (mm/día)	3.8	3.6	4.1	4.2	4.2	4.4	5.3	5.5	4.9	5.5	5.7	2.5			
	ETP (mm)	119.2	99.6	125.8	126.1	130.8	131.4	165.6	170.2	146.4	169.1	171.3	78.4			
Blaney y Criddle	S	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	1075.9		
	W (km/h)	3.6	3.6	3.2	3.2	3.6	3.6	3.8	4.1	4.1	4.0	3.8	3.6			
	(Tabla A.4) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27			
	(Tabla A.5) a	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45			
	(Tabla A.5) b	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80			
	ETP (mm/día)	2.7	2.7	3.0	3.1	3.0	3.1	3.3	3.2	3.2	2.9	2.8	2.5			
	ETP (mm)	83.9	75.4	91.6	91.8	94.2	93.7	102.7	98.1	94.6	89.1	84.1	76.7			
Hargreaves	H _n (%)	61.8	62.8	66.1	65.0	63.9	61.8	55.5	50.5	58.6	41.2	37.7	76.3	1135.3		
	F _H	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.6	0.2			
	(Tabla A.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	w _{2m} (km/día)	68.7	68.7	61.8	61.8	68.7	68.7	73.0	78.0	77.2	76.9	73.2	69.4			
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	C _i	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
	C _A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	BS (%)	49.3	49.7	50.0	50.8	51.2	51.5	51.2	51.2	50.4	50.8	49.7	49.3			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2			
	ETP (mm)	89.1	71.8	71.7	75.2	74.3	85.9	117.2	129.6	100.1	139.4	134.5	46.4			
	Christiansen	C _w	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8		0.8	959.9
		C _H	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	1.0	1.0		0.5	
C _t		1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1			
C _S		0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
C _e		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
R _{xt} (mm/mes)		432.7	411.2	472.1	455.6	454.3	428.1	446.3	460.0	452.5	459.7	424.7	425.2			
ETP (mm)		81.9	68.6	65.4	67.7	59.8	71.1	95.5	107.1	90.0	109.6	96.9	46.2			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													934.2
TURC	mm	65.8	56.9	64.5	61.5	60.8	60.9	66.8	57.9	62.2	61.3	58.8	49.2	726.6
Thorntwaite y Wilm	mm	102.6	82.7	131.6	135.3	136.9	134.7	174.4	158.4	150.6	118.2	113.7	72.2	1511.3
García López	mm	119.2	99.6	125.8	126.1	130.8	131.4	165.6	170.2	146.4	169.1	171.3	78.4	1633.9
Blaney y Criddle	mm	83.9	75.4	91.6	91.8	94.2	93.7	102.7	98.1	94.6	89.1	84.1	76.7	1075.9
Hargreaves	mm	89.1	71.8	71.7	75.2	74.3	85.9	117.2	129.6	100.1	139.4	134.5	46.4	1135.3
Christiansen	mm	81.9	68.6	65.4	67.7	59.8	71.1	95.5	107.1	90.0	109.6	96.9	46.2	959.9

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	55.2	59.9	63.6	65.7	60.3	69.6	77.9	80.9	71.5	62.2	47.6	41.0	755.2

Gráficas



Estación: Argelia
 Código: 2120644
 Categoría: CP

Latitud: 4,3 ° N
 Longitud: 74,7° W
 Elevación: 320 msnm

No. 9

Información Base Año Medio: 1996

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	140.4	87.1	96.0	18.3	34.9	104.0	79.0	9.9	41.1	33.3	28.8	43.6	716.3
Precipitación	mm	44.0	54.8	94.4	108.8	121.0	141.8	28.6	75.6	125.5	153.7	43.0	81.0	1072.2
Brillo Solar	hr	200.3	159.8	144.9	105.1	221.7	185.5	186.6	181.0	32.6	63.6	170.5	182.2	152.8
Humedad Relativa	%	61.3	62.4	63.5	79.0	75.0	77.0	69.0	68.0	65.0	73.0	74.0	71.0	69.8
Temperatura	°C	29.4	29.6	28.8	26.0	26.8	26.7	27.2	27.9	30.5	27.6	26.1	26.1	27.7
Radiación Solar	cal/cm ²	350.0	340.2	353.2	344.3	313.0	298.0	313.0	330.0	380.0	368.0	339.0	329.0	338.1
Velocidad del viento	m/s	2.7	2.9	2.4	2.2	2.3	2.0	2.3	2.4	2.6	2.2	2.1	2.1	2.4

Cálculos

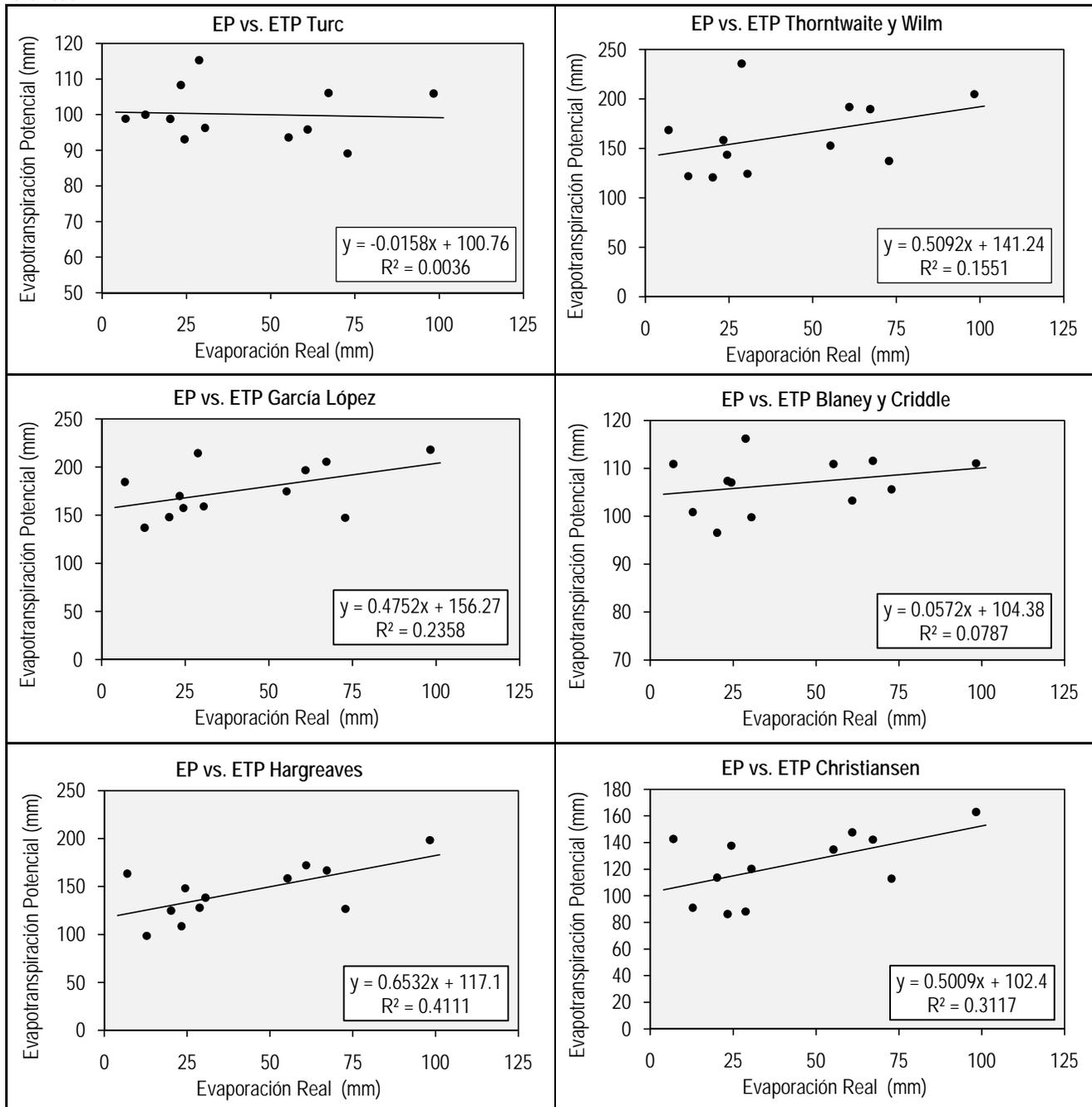
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	1031.6												761.9		
	Pm ² /(L(t) ²)	1.1														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1201.2		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	6.5	5.7	4.7	3.5	7.2	6.2	6.0	5.8	1.1	2.1	5.7	5.9			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{ti}	839.7	882.6	914.2	910.8	878.1	854.5	862.4	889.4	905.0	890.6	851.2	825.4			
	R _i (cal/cm ² día)	350.0	340.2	353.2	344.3	313.0	298.0	313.0	330.0	380.0	368.0	339.0	329.0			
	ETP (mm)	106.0	95.8	106.1	100.0	93.1	89.1	93.6	98.9	115.3	108.3	98.8	96.3			
Thornthwaite y Wilm	J _i	14.6	14.8	14.2	12.1	12.7	12.6	13.0	13.5	15.5	13.3	12.2	12.2	1950.2		
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	204.9	191.9	189.8	121.9	143.6	137.4	152.8	168.6	235.7	158.5	120.7	124.4			
García y López	F _t	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	2113.6		
	ETP (mm/día)	7.0	7.0	6.6	4.6	5.1	4.9	5.6	6.0	7.2	5.5	4.9	5.1			
	ETP (mm)	218.2	196.8	205.6	137.0	157.6	147.4	174.8	184.6	214.5	170.0	148.0	159.2			
Blaney y Criddle	S	0.5	0.5	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5	0.5	0.1	0.2	0.5	0.5	1281.2		
	(Tabla A.4) W (km/h)	9.7	10.4	8.6	7.9	8.3	7.2	8.3	8.6	9.4	7.9	7.6	7.6			
	(Tabla A.5) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27			
	(Tabla A.5) a	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55			
	(Tabla A.5) b	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88			
	ETP (mm/día)	3.6	3.7	3.6	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	3.9	3.5	3.2	3.2			
	ETP (mm)	111.0	103.3	111.6	100.9	107.1	105.6	110.9	110.9	116.2	107.4	96.6	99.8			
Hargreaves	H _n (%)	40.6	41.5	42.5	57.6	53.5	55.5	47.6	46.7	43.9	51.5	52.5	49.6	1732.8		
	(Tabla A.6) F _H	0.6	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	w _{2m} (km/día)	185.4	199.1	164.8	151.0	157.9	137.3	157.9	164.8	178.5	151.0	144.2	144.2			
	C _w	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
	C _i	0.8	0.8	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.6	0.8	0.8			
	C _A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	BS (%)	49.3	49.7	50.1	50.8	51.1	51.5	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.3			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2			
	ETP (mm)	198.4	172.2	166.8	98.6	148.2	126.7	158.6	163.5	127.8	108.7	124.9	138.4			
	Christiansen	C _w	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1480.0
		C _H	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9		0.9	
C _t		1.4	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2			
C _S		0.8	0.8	0.7	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.4	0.5	0.8	0.8			
C _e		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
R _{xt} (mm/mes)		433.8	411.9	472.3	455.4	453.7	427.3	445.6	459.5	452.5	460.1	425.6	426.4			
ETP (mm)		162.9	147.7	142.2	91.1	137.6	112.8	134.7	142.7	88.2	86.2	113.6	120.2			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													761.9
TURC	mm	106.0	95.8	106.1	100.0	93.1	89.1	93.6	98.9	115.3	108.3	98.8	96.3	1201.2
Thornthwaite y Wilm	mm	204.9	191.9	189.8	121.9	143.6	137.4	152.8	168.6	235.7	158.5	120.7	124.4	1950.2
García López	mm	218.2	196.8	205.6	137.0	157.6	147.4	174.8	184.6	214.5	170.0	148.0	159.2	2113.6
Blaney y Criddle	mm	111.0	103.3	111.6	100.9	107.1	105.6	110.9	110.9	116.2	107.4	96.6	99.8	1281.2
Hargreaves	mm	198.4	172.2	166.8	98.6	148.2	126.7	158.6	163.5	127.8	108.7	124.9	138.4	1732.8
Christiansen	mm	162.9	147.7	142.2	91.1	137.6	112.8	134.7	142.7	88.2	86.2	113.6	120.2	1480.0

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	98.3	60.9	67.2	12.8	24.4	72.8	55.3	6.9	28.8	23.3	20.2	30.5	501.4

Gráficas



Estación: Mesitas
 Código: 2120646
 Categoría: CP

Latitud: 4,6 ° N
 Longitud: 74,4° W
 Elevación: 1100 msnm

No. 10

Información Base Año Medio: 2001

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	118.1	56.7	85.4	91.6	88.9	104.9	133.4	118.4	103.2	98.4	70.6	64.8	1134.4
Precipitación	mm	38.1	58.0	162.1	21.9	178.0	52.2	50.0	33.7	88.7	164.7	48.4	146.0	1041.8
Brillo Solar	hr	161.7	95.7	76.8	115.8	71.3	121.0	131.2	138.5	122.4	133.0	116.9	146.9	119.3
Humedad Relativa	%	75.0	74.0	79.0	75.0	78.0	79.0	76.0	71.0	75.0	77.0	80.0	93.0	77.7
Temperatura	°C	21.6	22.3	21.4	22.2	21.9	22.3	23.4	23.6	22.9	22.6	22.8	24.6	22.6
Radiación Solar	cal/cm ²	199.0	196.0	203.0	221.0	194.0	138.0	148.0	132.0	134.0	144.0	133.0	137.0	164.9
Velocidad del viento	m/s	2.6	2.2	2.1	2.2	2.0	2.3	2.3	2.4	2.2	2.2	1.9	1.9	2.2

Cálculos

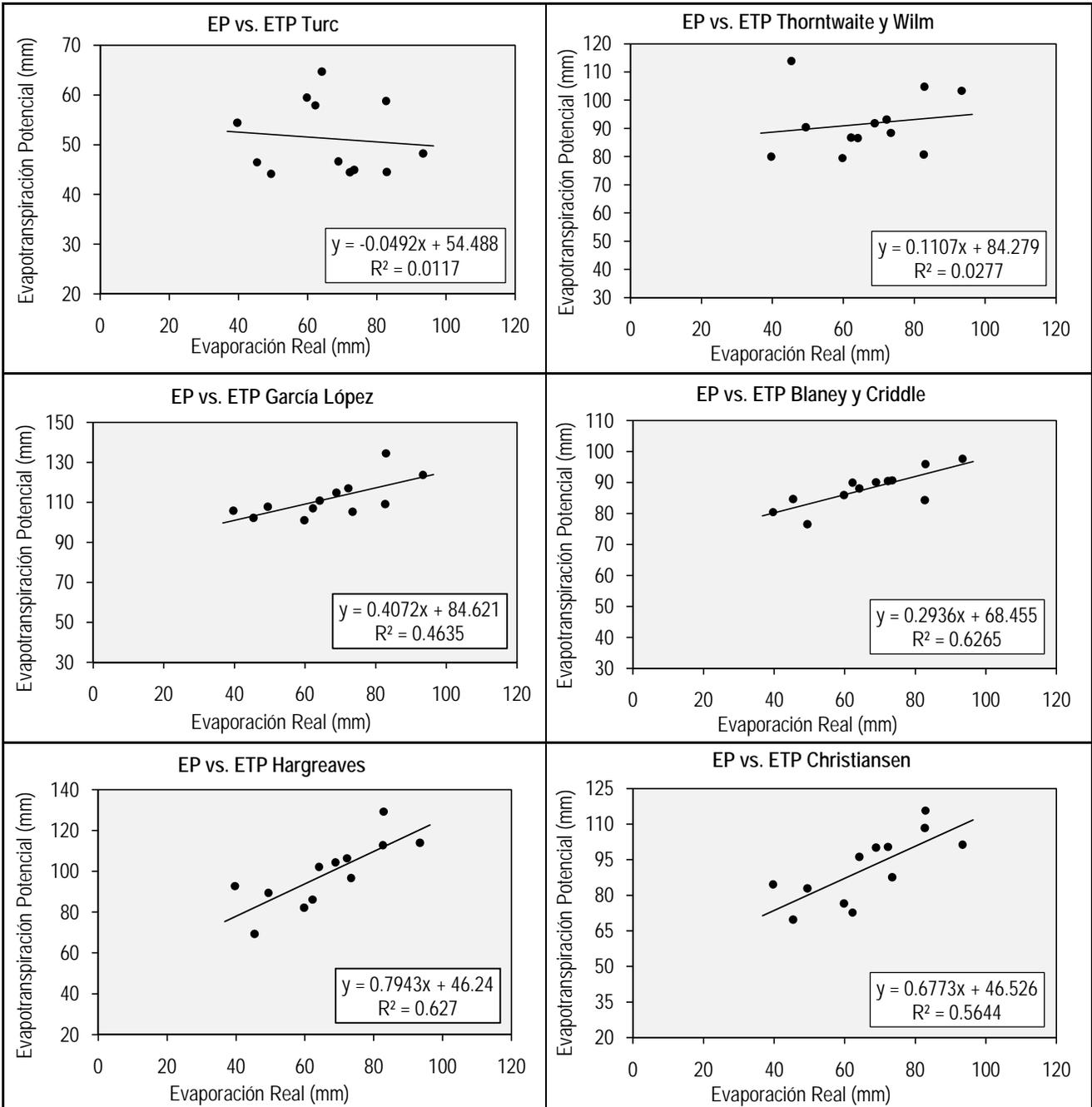
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	891.4												692.1		
	Pm ² /(L(t) ²)	1.4														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	614.8		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	5.2	3.4	2.5	3.9	2.3	4.0	4.2	4.5	4.1	4.3	3.9	4.7			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{ft}	836.9	880.6	913.5	911.5	879.8	856.7	864.4	890.6	905.0	889.4	848.8	822.3			
	R _i (cal/cm ² día)	199.0	196.0	203.0	221.0	194.0	138.0	148.0	132.0	134.0	144.0	133.0	137.0			
	ETP (mm)	58.8	54.4	59.5	64.7	57.9	45.0	48.3	44.5	44.5	46.6	44.2	46.5			
Thorntwaite y Wilm (Tabla A.3)	J _i	9.2	9.6	9.0	9.6	9.4	9.6	10.3	10.5	10.0	9.8	9.9	11.2	1099.3		
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	80.7	80.0	79.5	86.6	86.7	88.4	103.3	104.8	93.1	91.8	90.4	113.9			
García y López	F _t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1338.8		
	ETP (mm/día)	3.5	3.8	3.3	3.7	3.4	3.5	4.0	4.3	3.9	3.7	3.6	3.3			
	ETP (mm)	109.1	105.8	101.0	110.8	106.9	105.3	123.7	134.5	117.0	114.8	107.8	102.2			
Blaney y Criddle (Tabla A.4)	S	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	1054.6		
	W (km/h)	9.4	7.9	7.6	7.9	7.2	8.3	8.3	8.6	7.9	7.9	6.8	6.8			
	P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27			
	(Tabla A.5) a	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.45			
	(Tabla A.5) b	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.80	0.80			
	ETP (mm/día)	2.7	2.9	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.0	2.9	2.6	2.7			
	ETP (mm)	84.3	80.4	85.9	88.1	89.9	90.7	97.6	95.9	90.5	90.1	76.5	84.7			
Hargreaves (Tabla A.6)	H _n (%)	53.5	52.5	57.6	53.5	56.5	57.6	54.5	49.6	53.5	55.5	58.6	72.8	1185.6		
	F _H	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	W _{2m} (km/día)	178.5	151.0	144.2	151.0	137.3	157.9	157.9	164.8	151.0	151.0	130.4	130.4			
	C _w	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0			
	C ₁	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
	BS (%)	49.3	49.7	50.0	50.8	51.2	51.6	51.2	51.2	50.4	50.8	49.7	49.3			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2			
	ETP (mm)	112.8	92.8	82.2	102.2	86.2	96.7	113.9	129.2	106.4	104.4	89.5	69.3			
	Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1096.2
		C _H	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8		0.6	
C _t		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2			
C _S		0.8	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
C _e		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1			
R _{xt} (mm/mes)		432.4	411.0	472.0	455.7	454.6	428.3	446.6	460.2	452.5	459.5	424.4	424.9			
ETP (mm)		108.4	84.6	76.5	96.2	72.7	87.6	101.4	115.7	100.4	100.1	82.9	69.8			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													692.1
TURC	mm	58.8	54.4	59.5	64.7	57.9	45.0	48.3	44.5	44.5	46.6	44.2	46.5	614.8
Thornthwaite y Wilm	mm	80.7	80.0	79.5	86.6	86.7	88.4	103.3	104.8	93.1	91.8	90.4	113.9	1099.3
García López	mm	109.1	105.8	101.0	110.8	106.9	105.3	123.7	134.5	117.0	114.8	107.8	102.2	1338.8
Blaney y Criddle	mm	84.3	80.4	85.9	88.1	89.9	90.7	97.6	95.9	90.5	90.1	76.5	84.7	1054.6
Hargreaves	mm	112.8	92.8	82.2	102.2	86.2	96.7	113.9	129.2	106.4	104.4	89.5	69.3	1185.6
Christiansen	mm	108.4	84.6	76.5	96.2	72.7	87.6	101.4	115.7	100.4	100.1	82.9	69.8	1096.2

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	82.7	39.7	59.8	64.1	62.2	73.4	93.4	82.9	72.2	68.9	49.4	45.4	794.1

Gráficas



Estación: La Esperanza
 Código: 2120647
 Categoría: CP

Latitud: 4,7 ° N
 Longitud: 74,3° W
 Elevación: 1240 msnm

No. 11

Información Base Año Medio: 1995

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	125.7	99.2	92.1	70.9	62.4	90.1	87.9	85.7	88.9	85.6	54.5	68.3	1011.3
Precipitación	mm	17.5	85.1	248.8	289.3	221.3	88.3	55.4	154.2	137.5	209.4	184.0	250.5	1941.3
Brillo Solar	hr	190.2	147.2	100.7	107.6	123.0	120.3	131.5	154.1	151.9	129.3	131.0	145.4	136.0
Humedad Relativa	%	68.0	67.0	82.0	83.0	82.0	82.0	76.0	78.0	75.0	82.0	85.0	82.0	78.5
Temperatura	°C	21.7	22.3	21.2	21.3	21.1	21.0	20.6	20.6	21.4	20.8	20.3	20.6	21.1
Radiación Solar	cal/cm ²	463.0	418.0	340.0	425.0	441.0	292.5	554.0	340.2	517.0	452.0	454.0	414.0	425.9
Velocidad del viento	m/s	2.4	2.5	2.0	2.0	2.0	1.9	2.1	2.0	2.2	2.0	1.9	2.1	2.1

Cálculos

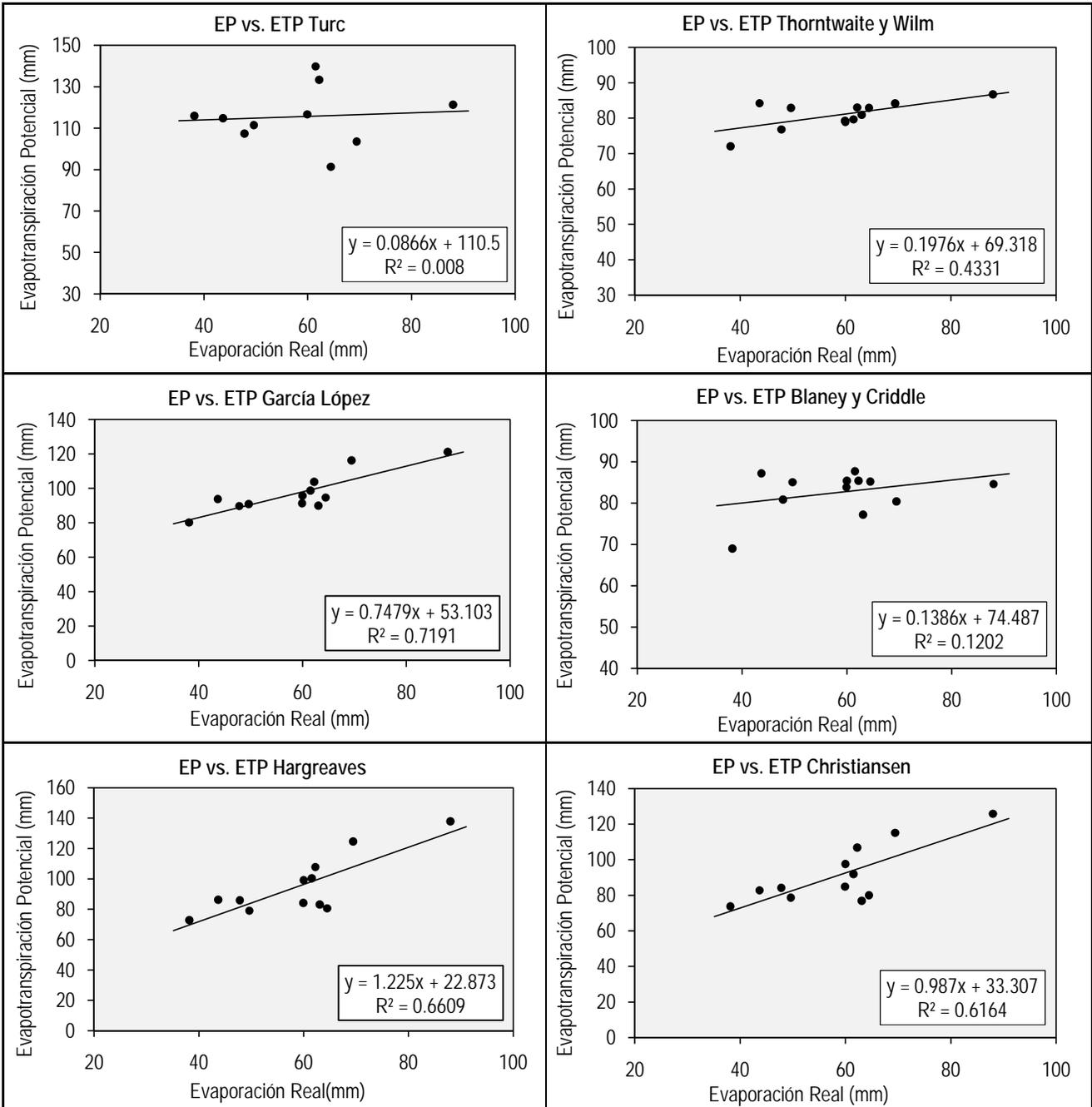
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	849.1												784.3
	Pm ² /(L(t) ²)	5.2												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1325.9
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	6.1	5.3	3.2	3.6	4.0	4.0	4.2	5.0	5.1	4.2	4.4	4.7	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	835.7	879.8	913.3	911.8	880.6	857.6	865.3	891.2	905.0	888.9	847.7	821.0	
	R _i (cal/cm ² día)	463.0	418.0	340.0	425.0	441.0	292.5	554.0	340.2	517.0	452.0	454.0	414.0	
	ETP (mm)	121.3	103.5	91.4	111.5	114.8	79.9	139.8	90.3	133.3	116.7	115.9	107.4	
Thorntwaite y Wilm (Tabla A.3)	J _i	9.2	9.6	8.9	9.0	8.8	8.8	8.5	8.5	9.0	8.7	8.3	8.5	971.7
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	86.7	84.2	82.9	82.9	84.2	80.9	79.7	78.9	83.0	79.3	72.1	76.8	
García y López	F _t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1166.7
	ETP (mm/día)	3.9	4.2	3.1	3.0	3.0	3.0	3.2	3.1	3.5	2.9	2.7	2.9	
	ETP (mm)	121.2	116.3	94.7	90.9	93.9	90.0	98.7	95.7	103.9	91.4	80.2	89.8	
Blaney y Criddle (Tabla A.4)	S	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	992.0
	W (km/h)	8.6	9.0	7.2	7.2	7.2	6.8	7.6	7.2	7.9	7.2	6.8	7.6	
	P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	(Tabla A.5) a	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.55	
	(Tabla A.5) b	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.80	0.88	0.88	0.88	0.88	0.80	0.88	
	ETP (mm/día)	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8	2.6	2.8	2.8	2.8	2.7	2.3	2.6	
	ETP (mm)	84.6	80.4	85.2	85.1	87.2	77.2	87.7	85.4	85.4	83.8	69.0	80.9	
Hargreaves (Tabla A.6)	H _n (%)	46.7	45.8	60.7	61.8	60.7	60.7	54.5	56.5	53.5	60.7	63.9	60.7	1141.7
	F _H	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)	164.8	171.6	137.3	137.3	137.3	130.4	144.2	137.3	151.0	137.3	130.4	144.2	
	C _w	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	
	C _i	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.2	49.6	50.0	50.8	51.2	51.6	51.2	51.2	50.4	50.8	49.6	49.2	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	137.9	124.6	80.6	79.0	86.3	83.1	100.4	99.2	107.8	84.1	72.8	85.9	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1098.4
	C _H	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	
	C _t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	
	C _S	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	431.8	410.6	471.8	455.9	455.0	428.8	447.0	460.4	452.5	459.2	423.9	424.2	
	ETP (mm)	125.8	115.1	80.0	78.7	82.8	76.9	91.9	97.6	106.8	84.8	73.8	84.2	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													784.3
TURC	mm	121.3	103.5	91.4	111.5	114.8	79.9	139.8	90.3	133.3	116.7	115.9	107.4	1325.9
Thornthwaite y Wilm	mm	86.7	84.2	82.9	82.9	84.2	80.9	79.7	78.9	83.0	79.3	72.1	76.8	971.7
García López	mm	121.2	116.3	94.7	90.9	93.9	90.0	98.7	95.7	103.9	91.4	80.2	89.8	1166.7
Blaney y Criddle	mm	84.6	80.4	85.2	85.1	87.2	77.2	87.7	85.4	85.4	83.8	69.0	80.9	992.0
Hargreaves	mm	137.9	124.6	80.6	79.0	86.3	83.1	100.4	99.2	107.8	84.1	72.8	85.9	1141.7
Christiansen	mm	125.8	115.1	80.0	78.7	82.8	76.9	91.9	97.6	106.8	84.8	73.8	84.2	1098.4

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	88.0	69.4	64.5	49.6	43.7	63.1	61.5	60.0	62.2	59.9	38.2	47.8	707.9

Gráficas



Estación: El Placer
 Código: 2123502
 Categoría: CP

Latitud: 4,7° N
 Longitud: 74,8° W
 Elevación: 1000 msnm

No. 12

Información Base Año Medio: 2001

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	95.3	65.9	54.2	97.7	89.5	119.0	112.0	144.0	82.2	83.9	66.5	66.8	1077.0
Precipitación	mm	8.1	146.8	212.4	38.1	94.6	52.6	21.6	17.8	80.3	142.1	68.2	118.8	1001.4
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	69.0	72.0	75.0	71.0	73.0	61.0	59.0	48.0	59.0	67.0	72.0	77.0	66.9
Temperatura	°C	21.6	23.6	23.5	24.0	23.7	23.3	23.4	25.0	23.9	19.4	20.7	21.2	22.8
Radiación Solar	cal/cm ²													
Velocidad del viento	m/s													

Cálculos

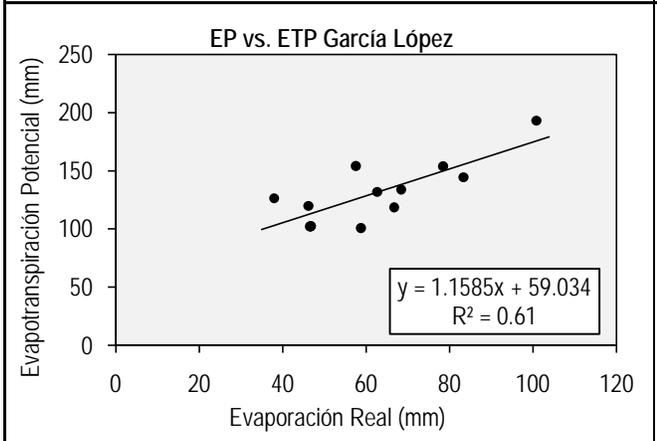
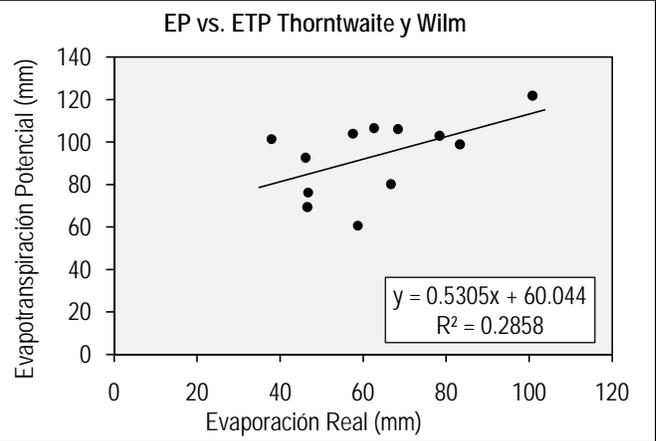
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	895.3												682.8
	Pm ² /(L(t) ²)	1.3												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{it}	836.0	880.0	913.3	911.7	880.3	857.3	865.0	891.0	905.0	889.0	848.0	821.3	
	R _i (cal/cm ² día)													
	ETP (mm)													
Thorntwaite y Wilm	J _i	9.2	10.5	10.4	10.7	10.5	10.3	10.3	11.4	10.7	7.8	8.6	8.9	1120.4
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	80.1	92.6	101.4	106.1	106.5	98.9	102.9	121.8	103.9	60.6	69.4	76.2	
García y López	F _t	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	1581.8
	ETP (mm/día)	3.8	4.3	4.1	4.5	4.3	4.8	5.0	6.2	5.1	3.3	3.4	3.3	
	ETP (mm)	118.7	119.8	126.4	133.9	131.8	144.4	153.9	193.2	154.2	100.9	102.2	102.4	
Blaney y Criddle	S													
	(Tabla A.4) W (km/h)													
	(Tabla A.5) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	(Tabla A.5) a													
	(Tabla A.5) b													
	ETP (mm/día)													
	ETP (mm)													
Hargreaves	H _n (%)	47.6	50.5	53.5	49.6	51.5	40.3	38.5	29.4	38.5	45.8	50.5	55.5	
	F _H	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	
	(Tabla A.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)													
	C _w													
	C _i													
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.3	49.6	50.0	50.8	51.2	51.6	51.2	51.2	50.4	50.8	49.6	49.3	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.2	
	ETP (mm)													
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _H	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	
	C _t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	
	C _S													
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	431.9	410.7	471.9	455.8	454.8	428.7	446.9	460.4	452.5	459.3	424.0	424.4	
	ETP (mm)													

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													682.8
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	80.1	92.6	101.4	106.1	106.5	98.9	102.9	121.8	103.9	60.6	69.4	76.2	1120.4
García López	mm	118.7	119.8	126.4	133.9	131.8	144.4	153.9	193.2	154.2	100.9	102.2	102.4	1581.8
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm													
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	66.7	46.1	37.9	68.4	62.7	83.3	78.4	100.8	57.5	58.7	46.6	46.8	753.9

Gráficas



Estación: Esc Vocacional Pacho
 Código: 2306507
 Categoría: CP

Latitud: 5,2 ° N
 Longitud: 74,2° W
 Elevación: 1940 msnm

No. 13

Información Base Año Medio: 1993

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	89.8	73.3	90.0	75.7	70.5	83.8	83.9	90.5	67.4	78.6	50.1	67.5	921.1
Precipitación	mm	109.0	147.0	133.1	60.0	151.0	48.4	10.0	40.1	201.0	101.1	230.4	173.5	1404.5
Brillo Solar	hr	170.7	160.0	131.1	88.2	74.7	38.0	108.6	156.6	143.2	145.7	114.8	184.8	126.4
Humedad Relativa	%	81.0	82.0	78.0	85.0	83.0	72.0	72.0	68.0	80.0	79.0	84.0	81.0	78.8
Temperatura	°C	17.9	17.8	17.9	18.2	18.1	19.4	18.0	19.4	17.5	18.3	17.3	17.2	18.1
Radiación Solar	cal/cm ²													
Velocidad del viento	m/s	1.8	1.8	1.8	1.5	1.6	1.9	1.9	2.3	1.8	1.8	1.5	1.8	1.8

Cálculos

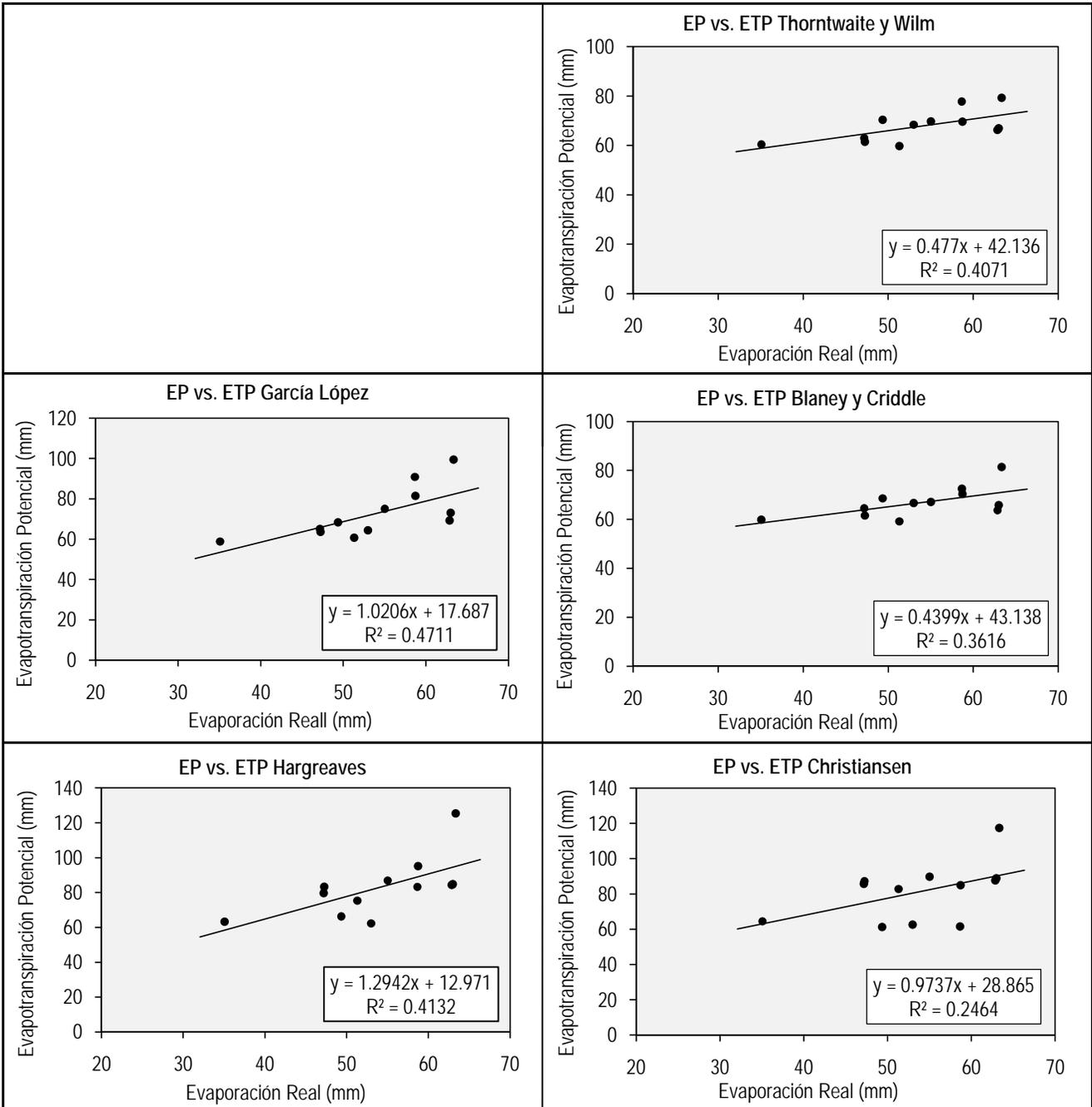
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	768.4												682.0
	Pm ² /(L(t) ²)	3.3												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	5.5	5.7	4.2	2.9	2.4	1.3	3.5	5.1	4.8	4.7	3.8	6.0	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	830.8	876.3	912.1	912.9	883.6	861.3	868.8	893.3	905.0	886.8	843.5	815.6	
	R _i (cal/cm ² día)													
ETP (mm)														
Thorntwaite y Wilm (Tabla A.3)	J _i	6.9	6.8	6.9	7.1	7.0	7.8	7.0	7.8	6.7	7.1	6.5	6.5	813.2
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	66.3	59.8	67.0	68.4	70.4	77.8	69.7	79.3	63.0	69.7	60.4	61.5	
García y López	F _t	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	870.3
	ETP (mm/día)	2.2	2.2	2.4	2.1	2.2	3.0	2.6	3.2	2.2	2.4	2.0	2.1	
	ETP (mm)	69.3	60.7	73.1	64.4	68.3	90.9	81.5	99.5	65.1	75.1	58.8	63.7	
Blaney y Criddle (Tabla A.4)	S	0.5	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	801.3
	W (km/h)	6.5	6.5	6.5	5.4	5.8	6.8	6.8	8.3	6.5	6.5	5.4	6.5	
	P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	
	(Tabla A.5) a	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.55	-1.45	-1.45	-1.45	
	(Tabla A.5) b	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.88	0.80	0.80	0.80	0.80	
	ETP (mm/día)	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.4	2.3	2.6	2.2	2.2	2.0	2.0	
ETP (mm)	63.7	59.2	65.8	66.7	68.6	72.5	70.4	81.4	64.5	67.1	59.9	61.5		
Hargreaves (Tabla A.6)	H _n (%)	59.6	60.7	56.5	63.9	61.8	50.5	50.5	46.7	58.6	57.6	62.8	59.6	990.1
	F _H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)	123.6	123.6	123.6	103.0	109.8	130.4	130.4	157.9	123.6	123.6	103.0	123.6	
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C ₁	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.1	49.6	50.0	50.8	51.3	51.7	51.3	51.3	50.4	50.8	49.5	49.1	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	84.4	75.3	84.8	62.3	66.3	83.2	95.2	125.4	79.7	86.9	63.3	83.3	
Christiansen	C _w	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	974.2
	C _H	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C _t	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	
	C _S	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	
	C _e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R _{xt} (mm/mes)	429.2	408.9	471.2	456.5	456.5	430.7	448.9	461.5	452.5	458.2	421.8	421.4	
	ETP (mm)	87.6	82.8	88.9	62.6	61.2	61.5	85.0	117.4	85.7	89.8	64.5	87.2	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													682.0
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	66.3	59.8	67.0	68.4	70.4	77.8	69.7	79.3	63.0	69.7	60.4	61.5	813.2
García López	mm	69.3	60.7	73.1	64.4	68.3	90.9	81.5	99.5	65.1	75.1	58.8	63.7	870.3
Blaney y Criddle	mm	63.7	59.2	65.8	66.7	68.6	72.5	70.4	81.4	64.5	67.1	59.9	61.5	801.3
Hargreaves	mm	84.4	75.3	84.8	62.3	66.3	83.2	95.2	125.4	79.7	86.9	63.3	83.3	990.1
Christiansen	mm	87.6	82.8	88.9	62.6	61.2	61.5	85.0	117.4	85.7	89.8	64.5	87.2	974.2

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	62.9	51.3	63.0	53.0	49.4	58.7	58.7	63.4	47.2	55.0	35.1	47.3	644.8

Gráficas



Estación: Guaduas
 Código: 2306517
 Categoría: CP

Latitud: 4,1 ° N
 Longitud: 74,6° W
 Elevación: 1000 msnm

No. 14

Información Base Año Medio: 2001

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	97.8	92.1	65.7	40.5	91.7	102.2	114.0	172.5	34.2	36.4	53.6	40.0	940.7
Precipitación	mm	61.4	47.2	212.2	26.7	176.3	46.9	7.6	59.9	137.9	44.7	104.8	108.4	1034.0
Brillo Solar	hr	165.0	108.4	108.9	76.7	155.9	163.9	154.3	224.6	105.4	179.2	144.0	107.3	141.1
Humedad Relativa	%	82.0	77.0	86.0	81.0	78.0	77.0	64.0	54.0	73.0	77.0	83.0	91.0	76.9
Temperatura	°C	21.3	22.7	22.0	22.8	21.8	23.9	24.0	28.2	25.4	21.9	23.7	24.3	23.5
Radiación Solar	cal/cm ²	569.0	526.0	487.0	545.0	364	546.0	533.0	566.0	484.0	490.0	441.0	403.0	496.2
Velocidad del viento	m/s	2.0	1.9	1.6	1.9	1.5	1.8	1.8	2.1	1.7	1.7	1.6	1.6	1.8

Cálculos

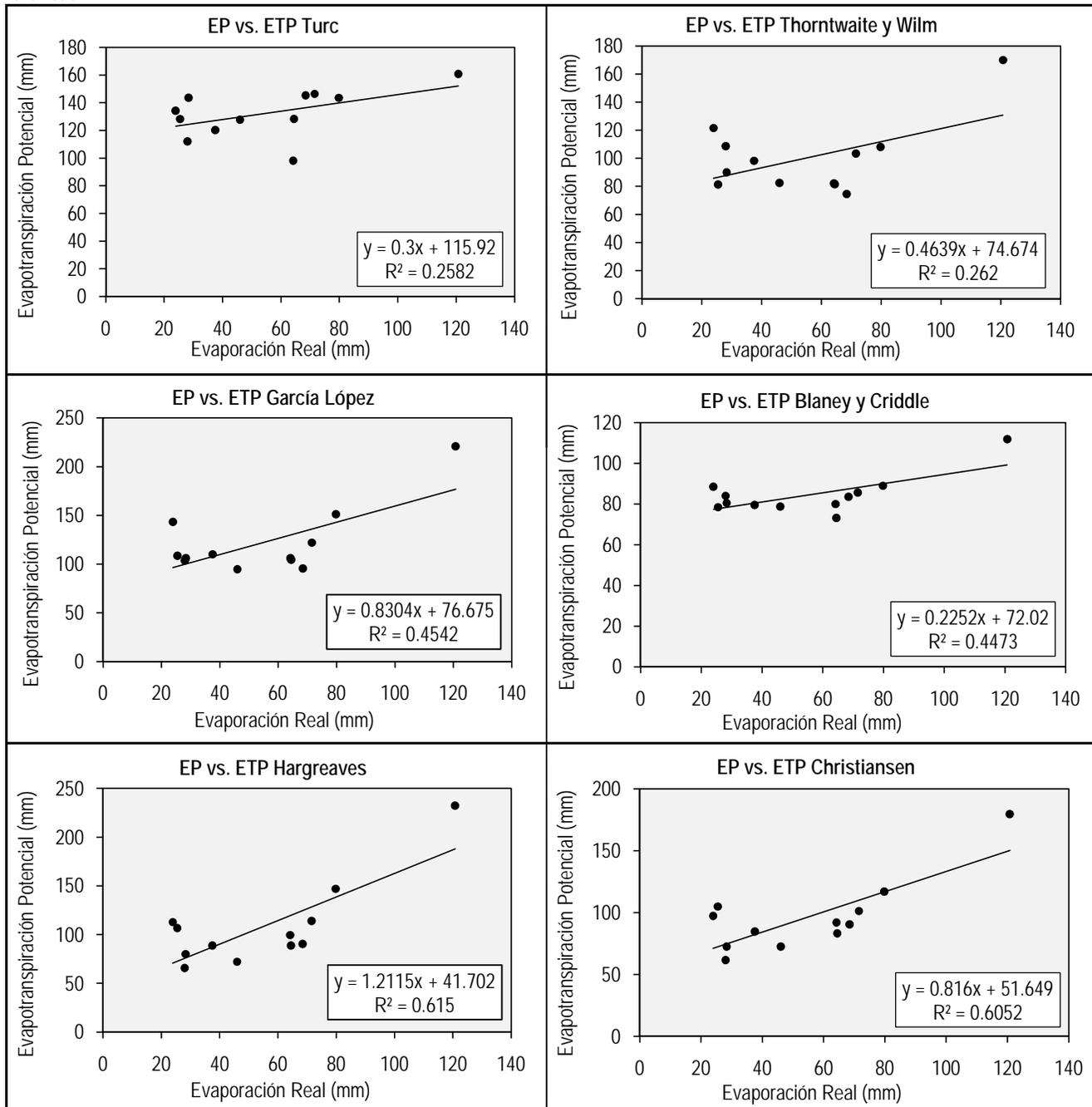
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	915.0												700.8
	Pm ² /(L(t) ²)	1.3												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1588.5
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	5.3	3.9	3.5	2.6	5.0	5.5	5.0	7.2	3.5	5.8	4.8	3.5	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.9	11.9	12.0	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.9	
	(Tabla A.2) R _{it}	842.5	884.6	914.9	910.1	876.3	852.4	860.4	888.2	905.0	891.8	853.6	828.4	
	R _i (cal/cm ² día)	569.0	526.0	487.0	545.0	364.0	546.0	533.0	566.0	484.0	490.0	441.0	403.0	
	ETP (mm)	145.3	128.3	127.7	143.6	98.1	146.4	143.5	160.8	134.3	128.2	120.3	112.0	
Thornthwaite y Wilm	J _i	9.0	9.9	9.4	9.9	9.3	10.7	10.7	13.7	11.7	9.4	10.5	11.0	1201.6
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	74.6	81.4	82.4	90.0	82.2	103.4	108.1	170.0	121.5	81.3	98.1	108.6	
García y López	F _t	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	1466.9
	ETP (mm/día)	3.1	3.7	3.1	3.5	3.4	4.1	4.9	7.1	4.8	3.5	3.7	3.3	
	ETP (mm)	95.5	104.4	94.8	106.1	106.1	122.0	151.3	220.9	143.4	108.6	110.1	103.8	
Blaney y Criddle	S	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3	0.5	0.4	0.3	1012.5
	(Tabla A.4) W (km/h)	7.2	6.8	5.8	6.8	5.4	6.5	6.5	7.6	6.1	6.1	5.8	5.8	
	(Tabla A.5) P	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
	(Tabla A.5) a	-1.55	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.55	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	
	(Tabla A.5) b	0.88	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.88	0.80	0.80	0.80	0.80	
	ETP (mm/día)	2.7	2.6	2.5	2.7	2.6	2.9	2.9	3.6	2.9	2.5	2.6	2.7	
	ETP (mm)	83.6	73.1	78.7	80.5	79.9	85.6	88.9	111.8	88.5	78.4	79.5	84.0	
Hargreaves	H _n (%)	60.7	55.5	65.0	59.6	56.5	55.5	43.0	34.3	51.5	55.5	61.8	70.5	1298.2
	(Tabla A.6) F _H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	
	P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	w _{2m} (km/día)	137.3	130.4	109.8	130.4	103.0	123.6	123.6	144.2	116.7	116.7	109.8	109.8	
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _i	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.6	
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.4	49.7	50.1	50.8	51.1	51.4	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.4	
	(Tabla A.7) C ₁	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.3	
	ETP (mm)	90.4	88.9	72.1	80.0	99.5	114.0	147.0	232.3	112.8	106.8	88.8	65.7	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1157.1
	C _H	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.6	
	C _t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	
	C _S	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.9	0.6	0.8	0.7	0.6	
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	435.3	412.8	472.7	455.1	452.8	426.2	444.5	458.9	452.5	460.8	426.8	428.0	
	ETP (mm)	90.5	83.2	72.5	72.6	91.9	101.3	116.9	179.6	97.3	104.9	84.8	61.6	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													700.8
TURC	mm	145.3	128.3	127.7	143.6	98.1	146.4	143.5	160.8	134.3	128.2	120.3	112.0	1588.5
Thornthwaite y Wilm	mm	74.6	81.4	82.4	90.0	82.2	103.4	108.1	170.0	121.5	81.3	98.1	108.6	1201.6
García López	mm	95.5	104.4	94.8	106.1	106.1	122.0	151.3	220.9	143.4	108.6	110.1	103.8	1466.9
Blaney y Criddle	mm	83.6	73.1	78.7	80.5	79.9	85.6	88.9	111.8	88.5	78.4	79.5	84.0	1012.5
Hargreaves	mm	90.4	88.9	72.1	80.0	99.5	114.0	147.0	232.3	112.8	106.8	88.8	65.7	1298.2
Christiansen	mm	90.5	83.2	72.5	72.6	91.9	101.3	116.9	179.6	97.3	104.9	84.8	61.6	1157.1

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	68.5	64.5	46.0	28.4	64.2	71.5	79.8	120.8	23.9	25.5	37.5	28.0	658.5

Gráficas



Estación: Simijaca
 Código: 2401513
 Categoría: CP

Latitud: 5,5 ° N
 Longitud: 73,9° W
 Elevación: 2572 msnm

No. 15

Información Base Año Medio: 1994

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	88.9	53.0	60.1	37.3	74.9	73.9	69.1	65.2	65.4	49.6	63.7	80.9	782.0
Precipitación	mm	35.2	61.0	70.9	178.2	41.3	61.6	35.3	35.5	65.4	181.1	197.9	72.4	1035.8
Brillo Solar	hr	214.4	160.3	176.6	137.8	147.4	203.6	183.4	185.5	182.4	191.6	161.2	130.8	172.9
Humedad Relativa	%	72.0	71.0	77.0	78.0	68.0	57.0	60.0	54.0	54.0	66.7	73.4	71.2	66.9
Temperatura	°C	13.8	13.0	13.0	10.8	14.4	13.9	12.9	13.7	13.6	13.9	13.7	13.7	13.4
Radiación Solar	cal/cm ²	388.0	352.0	401.0	358.0	344.0	370.0	320.0	379.0	388.0	390.0	324.0	357.0	364.3
Velocidad del viento	m/s													

Cálculos

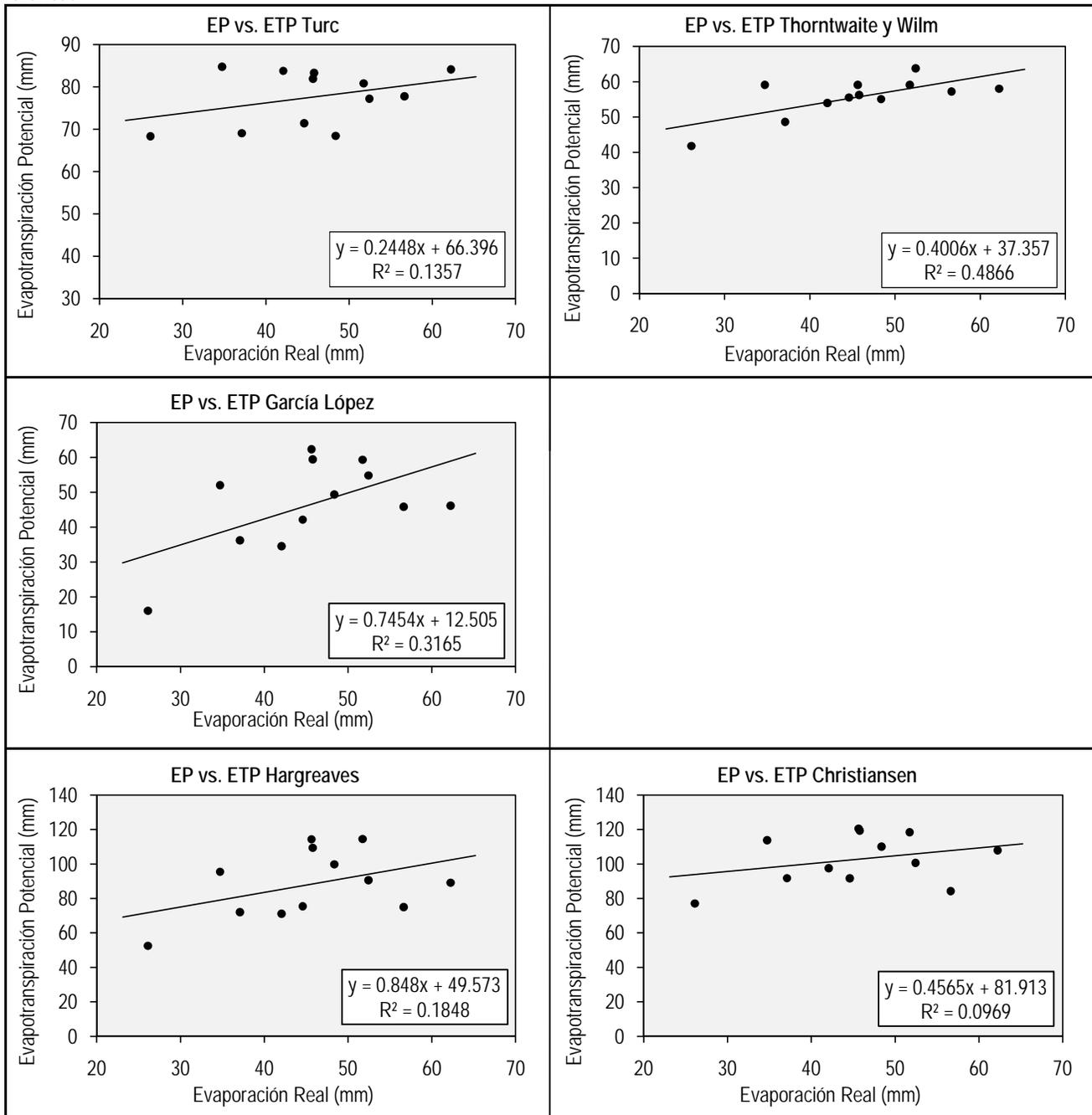
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	643.3												554.2
	Pm ² /(L(t) ²)	2.6												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	930.8
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	6.9	5.7	5.7	4.6	4.8	6.8	5.9	6.0	6.1	6.2	5.4	4.2	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	827.3	873.8	911.3	913.8	885.8	864.0	871.3	894.8	905.0	885.3	840.5	811.8	
	R _i (cal/cm ² día)	388.0	352.0	401.0	358.0	344.0	370.0	320.0	379.0	388.0	390.0	324.0	357.0	
	ETP (mm)	84.1	69.1	83.8	68.3	77.2	80.8	68.4	81.9	83.3	84.7	71.4	77.8	
Thorntwaite y Wilm	J _i	4.7	4.2	4.2	3.2	5.0	4.7	4.2	4.6	4.5	4.7	4.6	4.6	667.6
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	58.0	48.6	54.0	41.8	63.8	59.1	55.1	59.1	56.3	59.1	55.5	57.2	
García y López	F _t	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	558.1
	ETP (mm/día)	1.5	1.3	1.1	0.5	1.8	2.0	1.6	2.0	2.0	1.7	1.4	1.5	
	ETP (mm)	46.1	36.2	34.6	16.0	54.8	59.3	49.4	62.3	59.4	52.0	42.1	45.8	
Blaney y Criddle	S	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	
	(Tabla A.4) W (km/h)													
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	
	(Tabla A.5) a													
	(Tabla A.5) b													
Hargreaves	H _n (%)	50.5	49.6	55.5	56.5	46.7	36.8	39.4	34.3	34.3	45.5	51.9	49.8	1059.1
	F _H	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	
	(Tabla A.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.0	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)													
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _i	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	BS (%)	49.1	49.5	50.0	50.9	51.4	51.8	51.4	51.3	50.4	50.7	49.5	49.0	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.2	
	ETP (mm)	89.1	72.1	71.1	52.5	90.6	114.4	99.8	114.3	109.3	95.4	75.4	74.9	
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1232.9
	C _H	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	
	C _t	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C _S	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	
	C _e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R _{xt} (mm/mes)	427.4	407.8	470.8	456.9	457.6	432.0	450.1	462.3	452.5	457.4	420.3	419.4	
	ETP (mm)	107.9	91.7	97.6	77.1	100.6	118.4	110.0	120.5	119.4	113.8	91.6	84.3	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													554.2
TURC	mm	84.1	69.1	83.8	68.3	77.2	80.8	68.4	81.9	83.3	84.7	71.4	77.8	930.8
Thornthwaite y Wilm	mm	58.0	48.6	54.0	41.8	63.8	59.1	55.1	59.1	56.3	59.1	55.5	57.2	667.6
García López	mm	46.1	36.2	34.6	16.0	54.8	59.3	49.4	62.3	59.4	52.0	42.1	45.8	558.1
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm	89.1	72.1	71.1	52.5	90.6	114.4	99.8	114.3	109.3	95.4	75.4	74.9	1059.1
Christiansen	mm	107.9	91.7	97.6	77.1	100.6	118.4	110.0	120.5	119.4	113.8	91.6	84.3	1232.9

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	62.2	37.1	42.1	26.1	52.4	51.7	48.4	45.6	45.8	34.7	44.6	56.6	547.4

Gráficas



Estación: Carrizal
 Código: 2401515
 Categoría: CP

Latitud: 5,2 ° N
 Longitud: 73,8° W
 Elevación: 2880 msnm

No. 16

Información Base

Año Medio: 1981

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	130.2	90.3	121.2	77.5	83.9	67.1	77.6	58.7	61.1	80.9	94.8	77.8	1021.1
Precipitación	mm	2.6	21.4	8.8	133.2	146.0	42.5	26.4	69.9	39.6	101.5	125.8	48.3	766.0
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	67.0	76.0	72.0	85.0	85.0	87.0	86.0	86.0	85.0	81.0	80.0	82.0	81.0
Temperatura	°C	12.9	12.7	13.5	12.7	12.9	11.9	10.9	11.4	11.5	12.4	13.3	12.2	12.4
Radiación Solar	cal/cm ²													
Velocidad del viento	m/s													

Cálculos

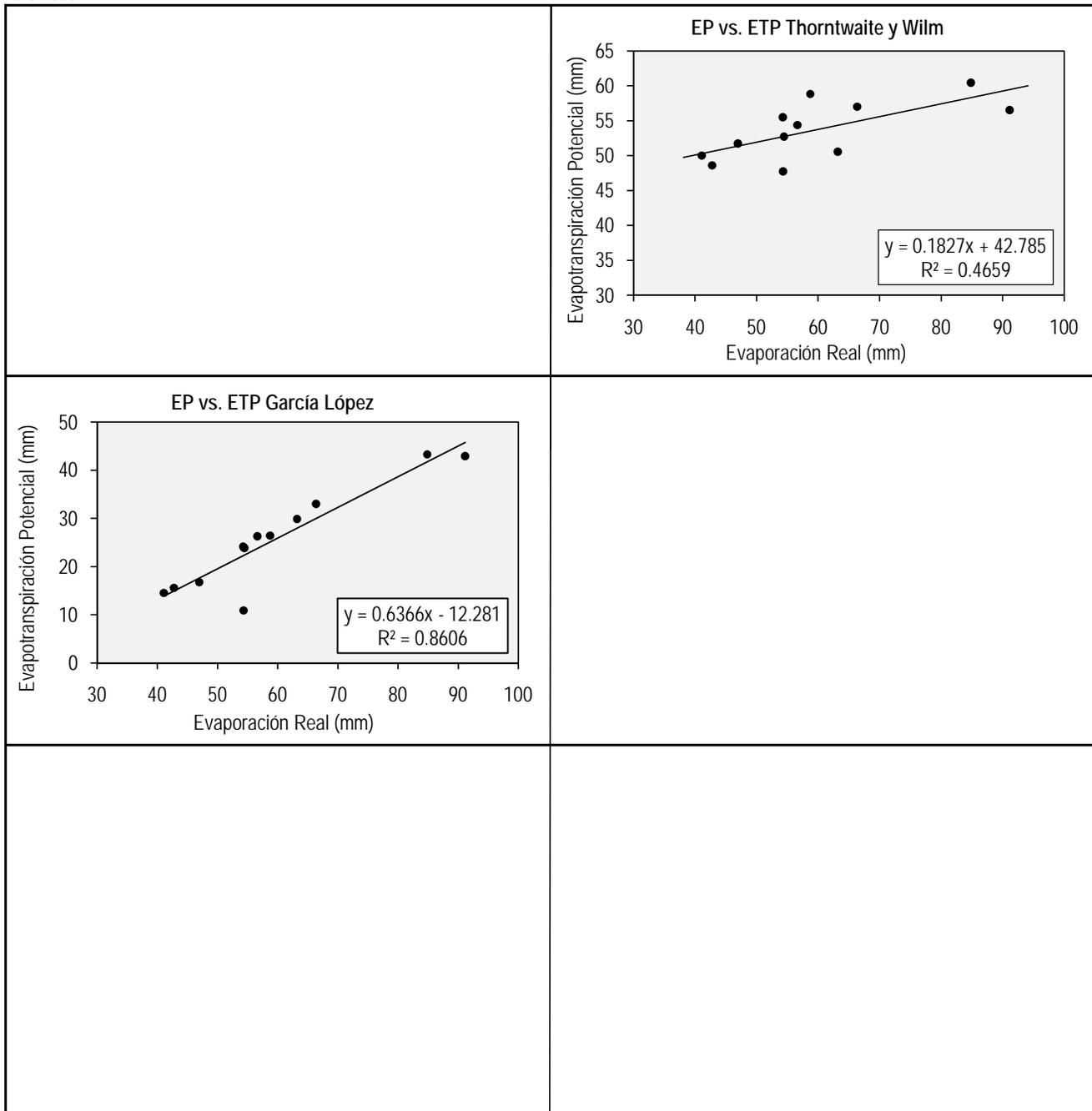
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	616.6												490.0
	Pm ² /(L(t) ²)	1.5												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	830.4	876.0	912.0	913.0	883.8	861.6	869.0	893.4	905.0	886.6	843.2	815.2	
	R _i (cal/cm ² día)													
	ETP (mm)													
Thorntwaite y Wilm	J _i	4.2	4.1	4.5	4.1	4.2	3.7	3.3	3.5	3.5	4.0	4.4	3.9	644.0
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	56.5	50.5	60.4	55.5	58.8	51.7	47.8	50.0	48.6	54.4	57.0	52.7	
García y López	F _t	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	307.7
	ETP (mm/día)	1.4	1.1	1.4	0.8	0.9	0.6	0.4	0.5	0.5	0.8	1.1	0.8	
	ETP (mm)	42.9	29.9	43.3	24.1	26.4	16.8	10.9	14.5	15.6	26.3	33.0	23.9	
Blaney y Criddle	S													
	(Tabla A.4) W (km/h)													
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	
	(Tabla A.5) a													
	(Tabla A.5) b													
	ETP (mm/día)													
	ETP (mm)													
Hargreaves	H _n (%)	45.8	54.5	50.5	63.9	63.9	66.1	65.0	65.0	63.9	59.6	58.6	60.7	
	F _H	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	(Tabla A.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	v _{w2m} (km/día)													
	C _w													
	C _i													
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	BS (%)	49.1	49.6	50.0	50.9	51.3	51.7	51.3	51.3	50.4	50.8	49.5	49.1	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)													
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _H	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	
	C _t	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	
	C _S													
	C _e	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
	R _{xt} (mm/mes)	429.0	408.8	471.2	456.5	456.6	430.8	449.0	461.6	452.5	458.1	421.6	421.2	
	ETP (mm)													

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													490.0
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	56.5	50.5	60.4	55.5	58.8	51.7	47.8	50.0	48.6	54.4	57.0	52.7	644.0
García López	mm	42.9	29.9	43.3	24.1	26.4	16.8	10.9	14.5	15.6	26.3	33.0	23.9	307.7
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm													
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	91.1	63.2	84.8	54.3	58.7	47.0	54.3	41.1	42.8	56.6	66.4	54.5	714.8

Gráficas



Estación: Esclusa Tolón
 Código: 2401518
 Categoría: AUT

Latitud: 5,6 ° N
 Longitud: 73,8° W
 Elevación: 2545 msnm

No. 17

Información Base Año Medio: 1993

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	96.8	94.9	91.3	79.4	65.7	85.4	91.9	93.7	87.8	91.6	75.7	102.9	1057.1
Precipitación	mm	60.7	58.6	105.8	94.0	196.8	13.0	32.8	29.4	51.1	142.0	158.0	111.5	1053.7
Brillo Solar	hr	219.0	188.8	167.8	129.2	113.2	145.8	169.9	176.7	156.0	179.3	150.6	225.4	168.5
Humedad Relativa	%	68.0	73.0	75.0	77.0	83.0	73.0	72.0	72.0	74.0	75.0	84.0	82.0	75.7
Temperatura	°C	13.7	13.7	13.5	14.4	14.5	14.0	13.1	13.2	13.7	13.9	14.2	14.2	13.8
Radiación Solar	cal/cm ²	533.0	591.0	522.0	511.0	441.0	505.0	536.0	514.0	494.0	534.0	452.0	565.0	516.5
Velocidad del viento	m/s	1.5	1.6	1.6	1.4	1.4	1.8	1.9	1.9	1.6	1.6	1.4	1.2	1.6

Cálculos

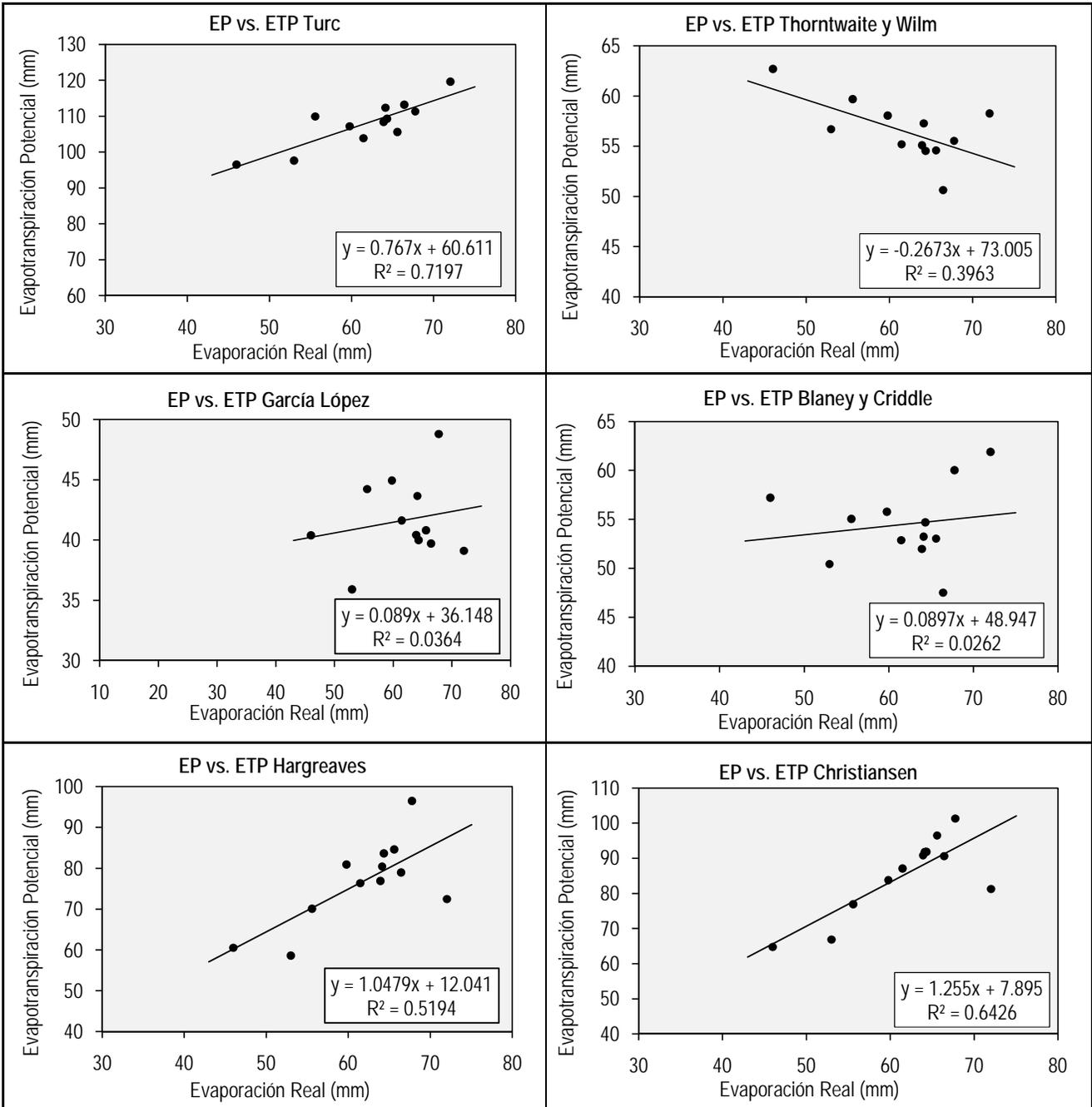
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	655.6												564.6
	Pm ² /(L(t) ²)	2.6												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1294.9
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	7.1	6.7	5.4	4.3	3.7	4.9	5.5	5.7	5.2	5.8	5.0	7.3	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ft}	826.0	872.9	911.0	914.0	886.5	864.9	872.1	895.3	905.0	884.7	839.5	810.4	
	R _i (cal/cm ² día)	533.0	591.0	522.0	511.0	441.0	505.0	536.0	514.0	494.0	534.0	452.0	565.0	
	ETP (mm)	111.3	113.2	108.4	109.9	96.5	107.2	109.3	105.6	103.9	112.4	97.6	119.6	
Thorntwaite y Wilm	J _i	4.6	4.6	4.5	5.0	5.0	4.8	4.3	4.3	4.6	4.7	4.9	4.9	678.3
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	55.5	50.6	55.1	59.7	62.7	58.1	54.5	54.6	55.2	57.3	56.7	58.3	
García y López	F _t	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	499.6
	ETP (mm/día)	1.6	1.4	1.3	1.5	1.3	1.5	1.3	1.3	1.4	1.4	1.2	1.3	
	ETP (mm)	48.8	39.7	40.4	44.2	40.4	44.9	40.0	40.8	41.6	43.7	35.9	39.1	
Blaney y Criddle	S	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	653.7
	(Tabla A.4) W (km/h)	5.4	5.8	5.8	5.0	5.0	6.5	6.8	6.8	5.8	5.8	4.9	4.3	
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	
	(Tabla A.5) a	-1.80	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.80	
	(Tabla A.5) b	0.97	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.97	
	ETP (mm/día)	1.9	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	2.0	
	ETP (mm)	60.0	47.5	52.0	55.0	57.2	55.8	54.7	53.0	52.9	53.2	50.4	61.9	
Hargreaves	H _n (%)	46.7	51.5	53.5	55.5	61.8	51.5	50.5	50.5	52.5	53.5	62.8	60.7	919.9
	(Tabla A.6) F _H	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.0	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)	103.0	109.8	109.8	96.1	96.1	123.6	130.4	130.4	109.8	109.8	92.7	82.4	
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C ₁	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	BS (%)	49.1	49.5	50.0	50.9	51.4	51.8	51.4	51.3	50.4	50.6	49.4	49.0	
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.2	
	ETP (mm)	96.5	79.0	76.9	70.1	60.5	80.9	83.6	84.6	76.4	80.4	58.6	72.5	
Christiansen	C _w	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1023.4
	C _H	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	
	C _t	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C _S	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.9	
	C _e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R _{xt} (mm/mes)	426.8	407.3	470.7	457.0	458.0	432.5	450.6	462.6	452.5	457.1	419.7	418.7	
	ETP (mm)	101.3	90.6	90.8	76.9	64.7	83.8	91.8	96.5	87.1	91.8	66.9	81.2	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													564.6
TURC	mm	111.3	113.2	108.4	109.9	96.5	107.2	109.3	105.6	103.9	112.4	97.6	119.6	1294.9
Thornthwaite y Wilm	mm	55.5	50.6	55.1	59.7	62.7	58.1	54.5	54.6	55.2	57.3	56.7	58.3	678.3
García López	mm	48.8	39.7	40.4	44.2	40.4	44.9	40.0	40.8	41.6	43.7	35.9	39.1	499.6
Blaney y Criddle	mm	60.0	47.5	52.0	55.0	57.2	55.8	54.7	53.0	52.9	53.2	50.4	61.9	653.7
Hargreaves	mm	96.5	79.0	76.9	70.1	60.5	80.9	83.6	84.6	76.4	80.4	58.6	72.5	919.9
Christiansen	mm	101.3	90.6	90.8	76.9	64.7	83.8	91.8	96.5	87.1	91.8	66.9	81.2	1023.4

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	67.8	66.4	63.9	55.6	46.0	59.8	64.3	65.6	61.5	64.1	53.0	72.0	740.0

Gráficas



Estación: Novilleros
 Código: 2401519
 Categoría: CP

Latitud: 5,3 ° N
 Longitud: 73,8° W
 Elevación: 2550 msnm

No. 18

Información Base Año Medio: 1996

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	60.1	49.2	71.3	89.5	73.0	70.3	73.1	75.8	89.3	62.8	60.8	56.3	831.5
Precipitación	mm	24.3	31.5	136.8	78.6	83.3	117.5	47.4	28.7	26.1	140.3	54.8	73.8	843.1
Brillo Solar	hr	137.9	117.6	139.0	136.7	116.4	87.1	135.5	141.0	122.6	132.0	134.6	69.7	122.5
Humedad Relativa	%	69.0	67.8	71.5	74.0	79.0	79.0	77.0	75.0	75.0	80.0	77.0	76.0	75.0
Temperatura	°C	12.3	12.9	13.5	15.6	15.2	15.1	14.9	14.6	14.7	14.6	14.7	14.4	14.4
Radiación Solar	cal/cm ²	244.0	211.0	311.0	326.0	302.0	260.0	276.0	286.0	282.0	254.0	234.0	201.0	265.6
Velocidad del viento	m/s	1.8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.3	1.3	1.3	1.4

Cálculos

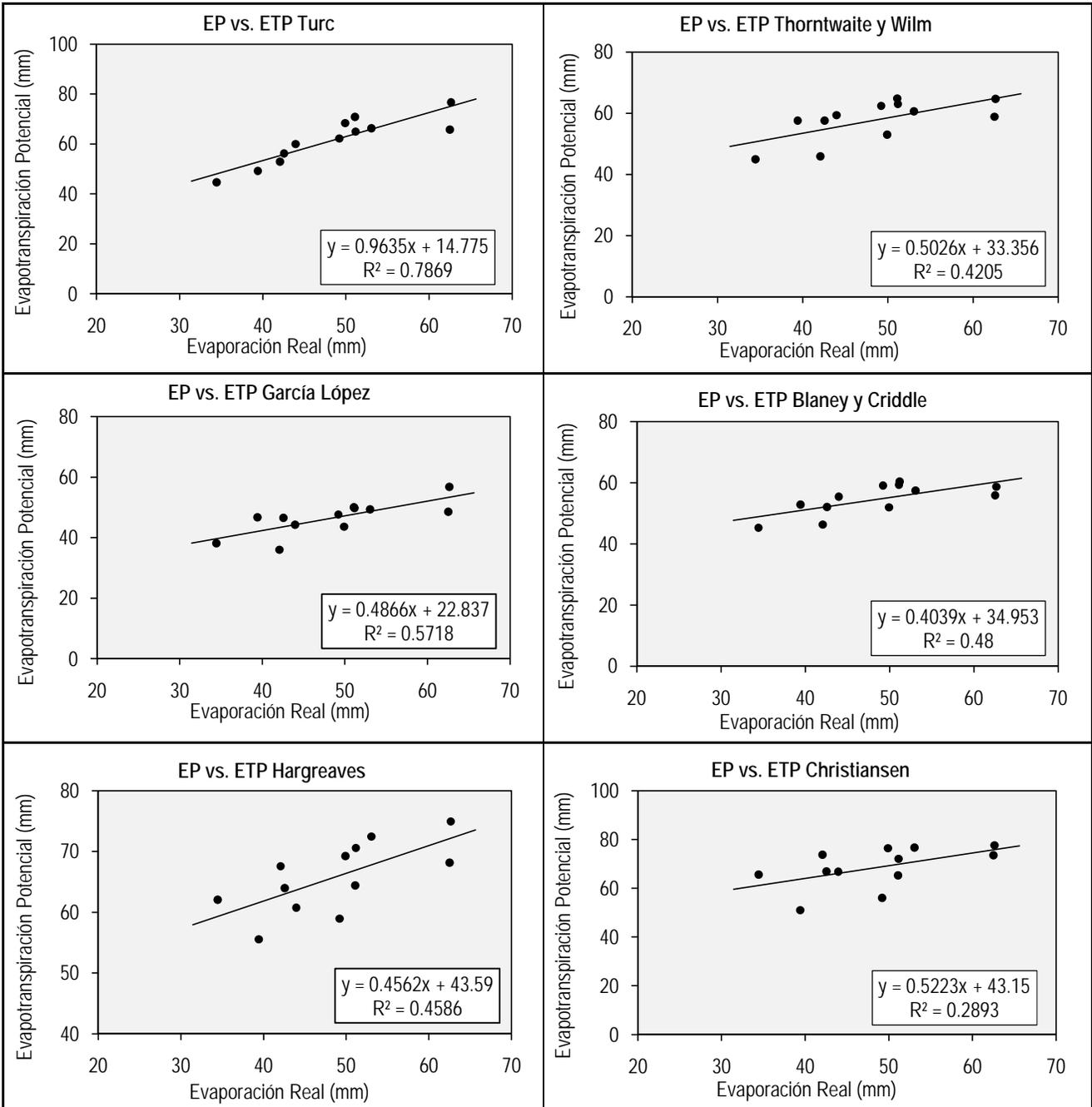
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	669.6												534.8
	Pm ² /(L(t) ²)	1.6												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	738.1
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	4.4	4.2	4.5	4.6	3.8	2.9	4.4	4.5	4.1	4.3	4.5	2.2	
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla A.2) R _{ti}	829.0	875.0	911.7	913.3	884.7	862.7	870.0	894.0	905.0	886.0	842.0	813.7	
	R _i (cal/cm ² día)	244.0	211.0	311.0	326.0	302.0	260.0	276.0	286.0	282.0	254.0	234.0	201.0	
	ETP (mm)	52.9	44.7	68.3	76.7	70.9	62.2	65.0	66.3	65.7	60.0	56.2	49.2	
Thorntwaite y Wilm	J _i	3.9	4.2	4.5	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	692.8
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	45.9	44.9	53.0	64.7	64.8	62.4	63.0	60.6	58.9	59.4	57.6	57.6	
García y López	F _t	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	557.3
	ETP (mm/día)	1.2	1.4	1.4	1.9	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.6	1.5	
	ETP (mm)	36.0	38.1	43.6	56.8	50.0	47.6	49.7	49.4	48.6	44.2	46.6	46.7	
Blaney y Criddle	S	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	654.5
	(Tabla A.4) W (km/h)	6.5	4.7	4.7	4.7	4.7	5.0	5.4	5.4	5.8	4.7	4.7	4.7	
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	
	(Tabla A.5) a	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	
	(Tabla A.5) b	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
	ETP (mm/día)	1.5	1.6	1.7	2.0	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	
	ETP (mm)	46.3	45.3	51.9	58.7	59.3	59.1	60.4	57.4	55.9	55.4	52.0	52.8	
Hargreaves	H _n (%)	47.6	46.5	50.0	52.5	57.6	57.6	55.5	53.5	53.5	58.6	55.5	54.5	788.6
	(Tabla A.6) F _H	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	W _{2m} (km/día)	124.7	89.2	89.2	89.2	89.2	96.1	103.0	103.0	109.8	89.2	89.2	89.2	
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C ₁	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	
	C _A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	(Tabla A.7) BS (%)	49.1	49.6	50.0	50.9	51.3	51.8	51.3	51.3	50.4	50.7	49.5	49.1	
	C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
	ETP (mm)	67.6	62.1	69.2	74.9	64.4	58.9	70.6	72.5	68.2	60.7	64.0	55.5	
Christiansen	C _w	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	821.8
	C _H	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	
	C _t	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C _S	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	
	C _e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R _{xt} (mm/mes)	428.3	408.3	471.0	456.7	457.1	431.3	449.5	461.9	452.5	457.8	421.0	420.4	
	ETP (mm)	73.8	65.6	76.4	77.6	65.3	56.0	72.1	76.7	73.5	66.8	66.9	51.0	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													534.8
TURC	mm	52.9	44.7	68.3	76.7	70.9	62.2	65.0	66.3	65.7	60.0	56.2	49.2	738.1
Thornthwaite y Wilm	mm	45.9	44.9	53.0	64.7	64.8	62.4	63.0	60.6	58.9	59.4	57.6	57.6	692.8
García López	mm	36.0	38.1	43.6	56.8	50.0	47.6	49.7	49.4	48.6	44.2	46.6	46.7	557.3
Blaney y Criddle	mm	46.3	45.3	51.9	58.7	59.3	59.1	60.4	57.4	55.9	55.4	52.0	52.8	654.5
Hargreaves	mm	67.6	62.1	69.2	74.9	64.4	58.9	70.6	72.5	68.2	60.7	64.0	55.5	788.6
Christiansen	mm	73.8	65.6	76.4	77.6	65.3	56.0	72.1	76.7	73.5	66.8	66.9	51.0	821.8

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	42.1	34.4	49.9	62.7	51.1	49.2	51.2	53.1	62.5	44.0	42.6	39.4	582.1

Gráficas

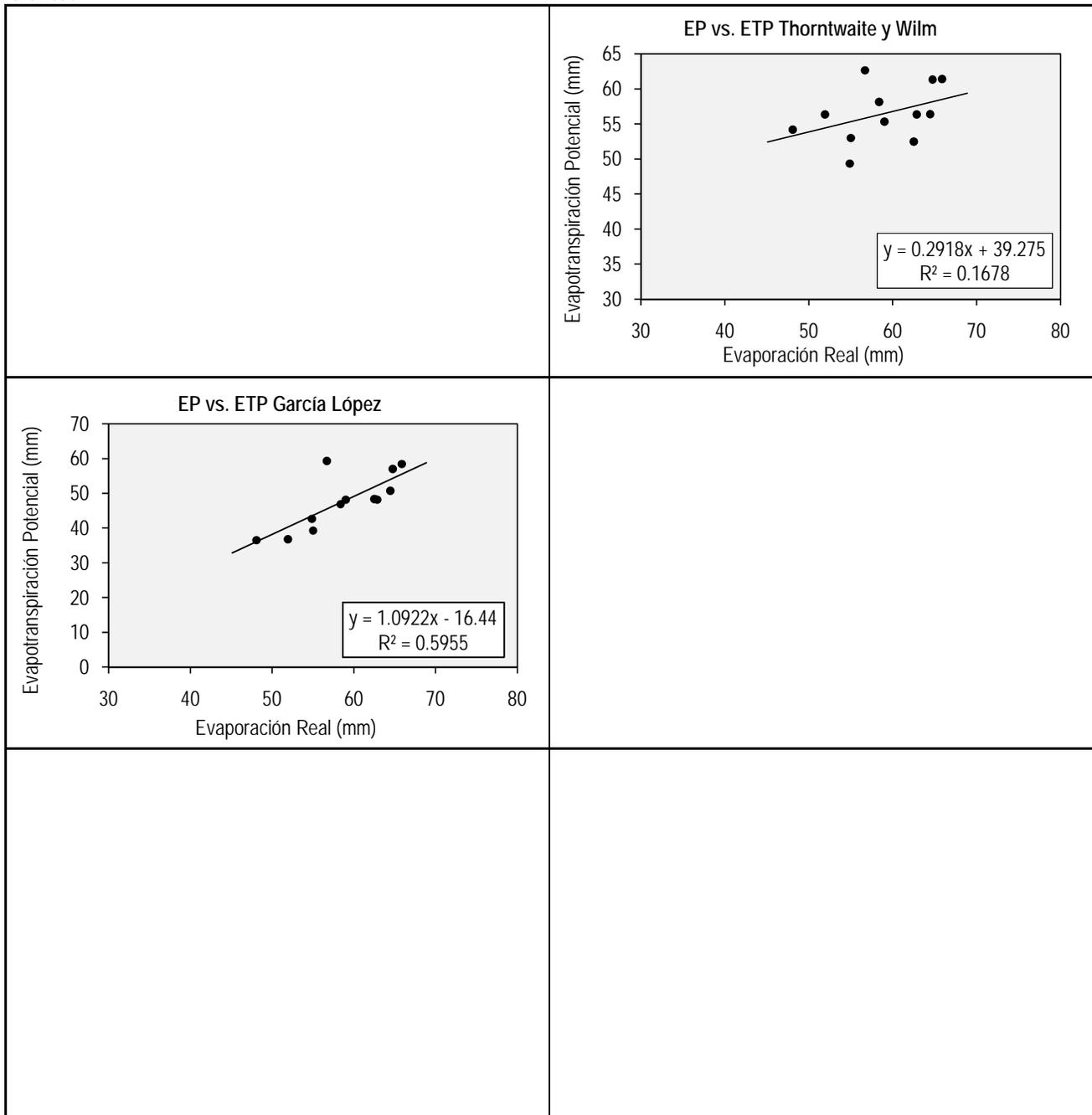


Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													527.8
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	52.5	49.3	56.4	54.2	56.3	58.1	56.3	53.0	55.3	62.6	61.3	61.4	676.9
García López	mm	48.4	42.6	50.7	36.5	36.8	46.8	48.1	39.3	48.2	59.3	57.0	58.4	572.2
Blaney y Criddle	mm													
Hargreaves	mm													
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	62.5	54.9	64.5	48.1	51.9	58.4	62.9	55.0	59.0	56.7	64.8	65.9	704.5

Gráficas



Estación: San Miguel de Sema
 Código: 2401531
 Categoría: CP

Latitud: 5,5 ° N
 Longitud: 43,7° W
 Elevación: 2600 msnm

No. 20

Información Base Año Medio: 1999

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	60.4	36.1	61.3	62.8	31.4	39.7	39.8	45.2	24.9	44.9	44.8	52.4	543.7
Precipitación	mm	106.6	246.4	169.1	149.9	130.3	93.9	31.4	53.7	241.4	202.1	151.7	158.3	1734.8
Brillo Solar	hr	182.0	107.0	168.9	144.8	181.3	140.0	49.6	154.4	125.6	148.7	125.1	121.8	137.4
Humedad Relativa	%	69.3	84.0	82.0	79.0	82.0	85.0	81.0	84.0	87.0	87.0	88.0	86.0	82.9
Temperatura	°C	14.3	16.1	15.9	17.3	16.1	15.6	15.7	15.6	14.9	15.5	16.7	17.4	15.9
Radiación Solar	cal/cm ²	415.0	378.0	463.0	487.0	497.0	399.0	392.0	391.0	353.0	452.0	382.0	393.0	416.8
Velocidad del viento	m/s	1.9	1.7	1.9	2.0	1.5	1.3	1.6	1.5	1.0	1.1	1.0	2.0	1.5

Cálculos

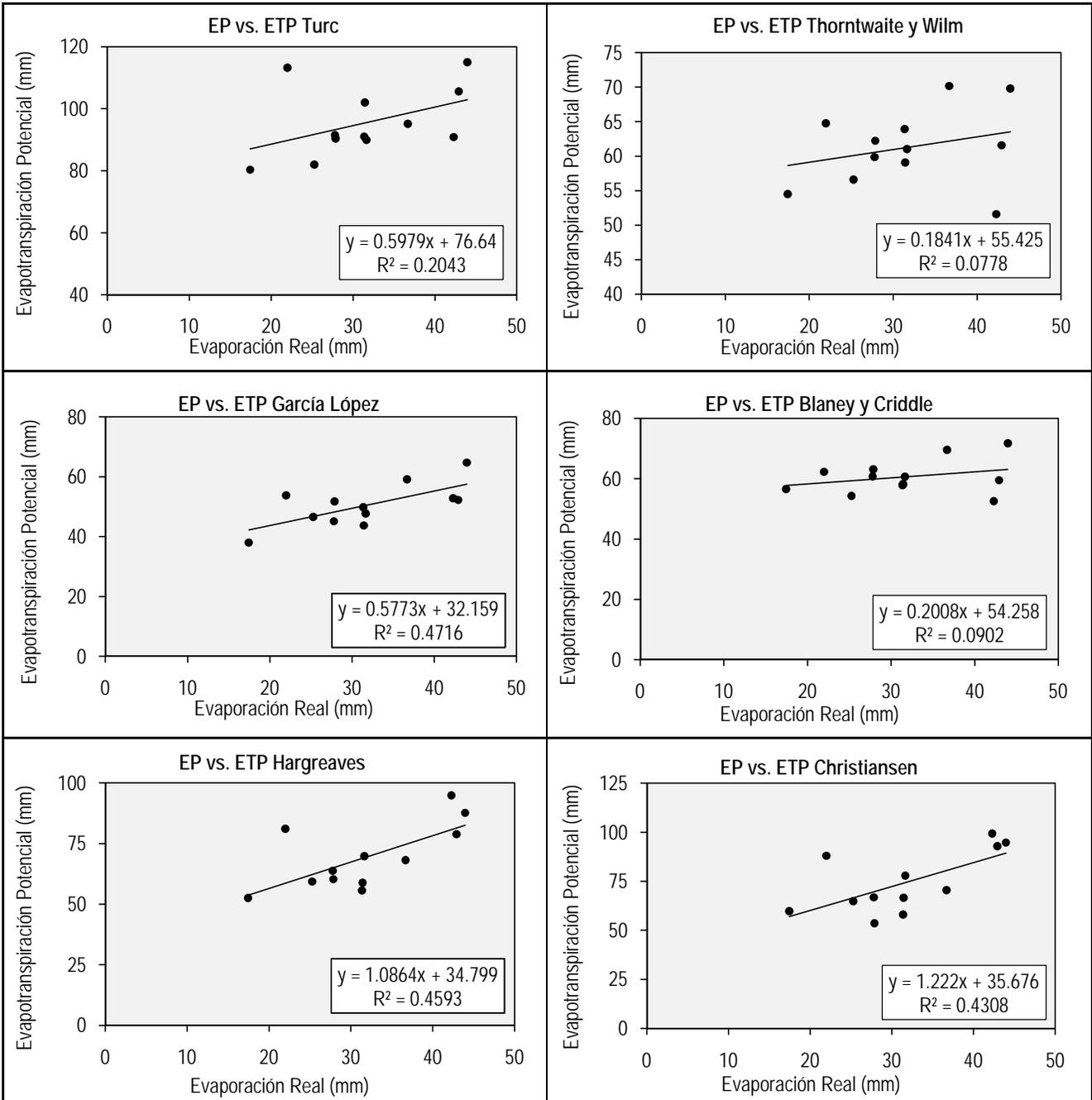
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	710.9												662.6		
	Pm ² /(L(t) ²)	6.0														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1147.2		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	5.9	3.8	5.4	4.8	5.8	4.7	1.6	5.0	4.2	4.8	4.2	3.9			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{fit}	827.1	873.6	911.2	913.8	885.9	864.1	871.4	894.8	905.0	885.2	840.4	811.6			
	R _i (cal/cm ² día)	415.0	378.0	463.0	487.0	497.0	399.0	392.0	391.0	353.0	452.0	382.0	393.0			
	ETP (mm)	90.9	82.0	105.6	115.0	113.3	91.6	90.4	89.9	80.3	102.0	91.0	95.2			
Thornthwaite y Wilm	J _i	4.9	5.9	5.8	6.5	5.9	5.6	5.7	5.6	5.2	5.5	6.2	6.6	735.2		
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	51.6	56.6	61.6	69.8	64.8	59.9	62.2	61.0	54.5	59.1	63.9	70.2			
García y López	F _t	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	605.6		
	ETP (mm/día)	1.7	1.7	1.7	2.2	1.7	1.5	1.7	1.5	1.3	1.4	1.7	1.9			
	ETP (mm)	52.9	46.6	52.3	64.7	53.8	45.1	51.8	47.7	38.0	43.7	49.8	59.1			
Blaney y Criddle	S	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	727.5		
	(Tabla A.4) W (km/h)	6.8	6.1	6.8	7.2	5.4	4.7	5.8	5.4	3.6	4.0	3.6	7.2			
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26			
	(Tabla A.5) a	-1.45	-1.45	-1.45	-1.55	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.55			
	(Tabla A.5) b	0.80	0.80	0.80	0.88	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.88			
	ETP (mm/día)	1.7	1.9	1.9	2.4	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	2.2			
	ETP (mm)	52.6	54.3	59.5	71.8	62.3	60.8	63.1	60.7	56.6	58.3	57.9	69.6			
Hargreaves	H _n (%)	48.0	62.8	60.7	57.6	60.7	63.9	59.6	62.8	66.1	66.1	67.2	65.0	831.1		
	(Tabla A.6) F _H	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.0	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	w _{2m} (km/día)	130.4	116.7	130.4	137.3	103.0	89.2	109.8	103.0	68.7	75.5	68.7	136.7			
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	C _i	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
	C _A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2			
	BS (%)	49.1	49.5	50.0	50.9	51.4	51.8	51.4	51.3	50.4	50.7	49.5	49.0			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.2			
	ETP (mm)	94.9	59.3	78.9	87.7	81.1	63.8	60.3	69.8	52.5	58.9	55.7	68.2			
	Christiansen	C _w	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8		1.0	893.2
		C _H	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7		0.7	
C _t		0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9			
C _S		0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7			
C _e		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2			
R _{xt} (mm/mes)		427.3	407.7	470.8	456.9	457.7	432.1	450.2	462.3	452.5	457.3	420.2	419.3			
ETP (mm)		99.4	64.9	92.9	94.7	88.0	66.8	53.6	77.9	59.8	66.6	58.1	70.5			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													662.6
TURC	mm	90.9	82.0	105.6	115.0	113.3	91.6	90.4	89.9	80.3	102.0	91.0	95.2	1147.2
Thornthwaite y Wilm	mm	51.6	56.6	61.6	69.8	64.8	59.9	62.2	61.0	54.5	59.1	63.9	70.2	735.2
García López	mm	52.9	46.6	52.3	64.7	53.8	45.1	51.8	47.7	38.0	43.7	49.8	59.1	605.6
Blaney y Criddle	mm	52.6	54.3	59.5	71.8	62.3	60.8	63.1	60.7	56.6	58.3	57.9	69.6	727.5
Hargreaves	mm	94.9	59.3	78.9	87.7	81.1	63.8	60.3	69.8	52.5	58.9	55.7	68.2	831.1
Christiansen	mm	99.4	64.9	92.9	94.7	88.0	66.8	53.6	77.9	59.8	66.6	58.1	70.5	893.2

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	42.3	25.3	42.9	44.0	22.0	27.8	27.9	31.6	17.4	31.4	31.4	36.7	380.6

Gráficas



Estación: El Olarte
 Código: 3509504
 Categoría: CP

Latitud: 5,5 ° N
 Longitud: 72,9° W
 Elevación: 3030 msnm

No. 21

Información Base Año Medio: 1991

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	95.6	77.0	82.0	69.2	65.4	49.9	52.4	45.8	69.6	64.2	61.9	73.0	806.0
Precipitación	mm	3.7	8.6	93.9	83.1	107.3	98.9	117.7	149.6	87.9	74.8	60.9	11.5	897.9
Brillo Solar	hr	252.6	191.1	146.7	129.2	126.9	107.8	115.5	111.7	132.5	147.1	130.8	199.3	149.3
Humedad Relativa	%	73.0	75.0	79.0	80.0	79.0	79.0	81.0	88.0	83.0	82.0	80.0	78.0	79.8
Temperatura	°C	10.9	13.1	13.1	12.7	13.5	13.1	12.9	12.9	12.7	12.0	13.2	12.8	12.7
Radiación Solar	cal/cm ²	532.0	486.0	470.0	447.0	403.0	403.0	387.0	388.0	400.0	459.0	407.0	424.0	433.8
Velocidad del viento	m/s	2.3	2.4	2.1	1.7	1.9	1.7	2.0	2.3	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0

Cálculos

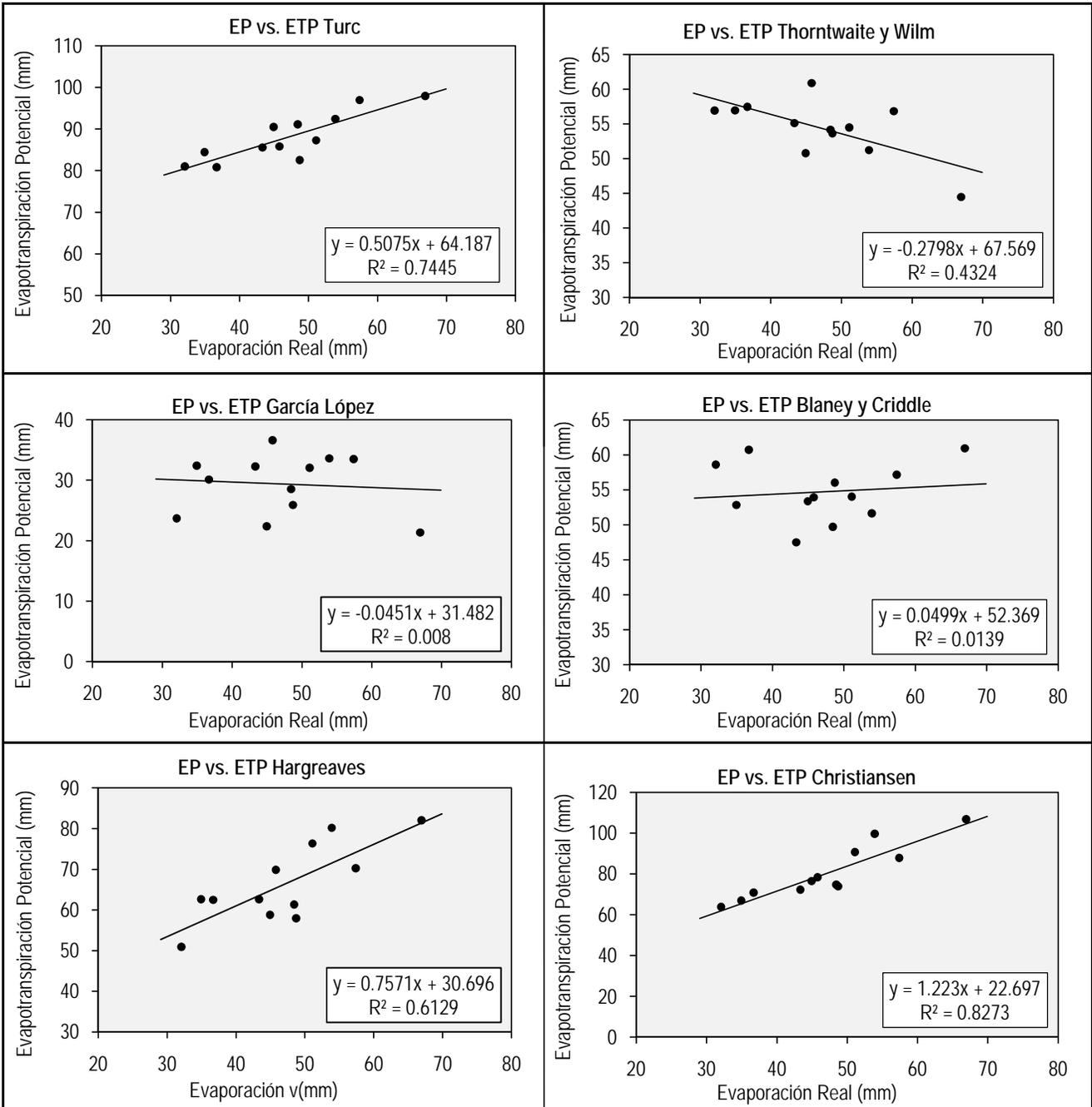
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual		
TURC Anual	L (t)	626.7												522.5		
	Pm ² /(L(t) ²)	2.1														
	ETP (mm)															
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1056.6		
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4			
	n (hr/día)	8.1	6.8	4.7	4.3	4.1	3.6	3.7	3.6	4.4	4.7	4.4	6.4			
	(Tabla A.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8			
	(Tabla A.2) R _{ti}	827.4	873.9	911.3	913.7	885.6	863.9	871.1	894.7	905.0	885.3	840.7	811.9			
	R _i (cal/cm ² día)	532.0	486.0	470.0	447.0	403.0	403.0	387.0	388.0	400.0	459.0	407.0	424.0			
	ETP (mm)	98.0	92.5	97.0	91.1	85.8	84.5	80.8	81.0	82.5	90.5	85.6	87.3			
Thorntwaite y Wilm	J _i	3.3	4.3	4.3	4.1	4.5	4.3	4.2	4.2	4.1	3.8	4.3	4.2	653.0		
	(Tabla A.3) K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			
	ETP (mm)	44.5	51.2	56.8	54.2	60.9	57.0	57.5	56.9	53.6	50.8	55.1	54.5			
García y López	F _t	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	352.4		
	ETP (mm/día)	0.7	1.2	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	0.8	0.9	0.7	1.1	1.0			
	ETP (mm)	21.3	33.6	33.5	28.5	36.6	32.4	30.1	23.7	25.9	22.4	32.3	32.1			
Blaney y Criddle	S	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	656.6		
	(Tabla A.4) W (km/h)	8.3	8.6	7.6	6.1	6.8	6.1	7.2	8.3	7.2	7.2	6.5	7.2			
	(Tabla A.5) P	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26			
	(Tabla A.5) a	-1.75	-1.55	-1.55	-1.45	-1.45	-1.45	-1.55	-1.55	-1.55	-1.55	-1.45	-1.55			
	(Tabla A.5) b	1.06	0.88	0.88	0.80	0.80	0.80	0.88	0.88	0.88	0.88	0.80	0.88			
	ETP (mm/día)	2.0	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0	1.9	1.9	1.7	1.6	1.7			
	ETP (mm)	60.9	51.6	57.2	49.7	53.9	52.8	60.7	58.6	56.0	53.4	47.5	54.0			
Hargreaves	H _n (%)	51.5	53.5	57.6	58.6	57.6	57.6	59.6	67.2	61.8	60.7	58.6	56.5	795.5		
	(Tabla A.6) F _H	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4			
	P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.7	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3			
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			
	W _{2m} (km/día)	157.9	164.8	144.2	116.7	130.4	116.7	137.3	157.9	137.3	137.3	123.6	137.3			
	C _w	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0			
	C ₁	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8			
	C _A	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
	BS (%)	49.1	49.5	50.0	50.9	51.4	51.8	51.4	51.3	50.4	50.7	49.5	49.0			
	(Tabla A.7) C ₁	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.2			
	ETP (mm)	82.1	80.2	70.3	61.4	69.9	62.6	62.5	50.9	58.0	58.8	62.6	76.4			
	Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9		1.0	962.4
		C _H	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8		0.8	
C _t		0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8			
C _S		0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8			
C _e		1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
R _{xt} (mm/mes)		427.5	407.8	470.8	456.9	457.6	431.9	450.1	462.2	452.5	457.4	420.3	419.5			
ETP (mm)		106.8	99.7	87.9	74.7	78.4	67.0	70.9	63.8	73.9	76.5	72.3	90.7			

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													522.5
TURC	mm	98.0	92.5	97.0	91.1	85.8	84.5	80.8	81.0	82.5	90.5	85.6	87.3	1056.6
Thornthwaite y Wilm	mm	44.5	51.2	56.8	54.2	60.9	57.0	57.5	56.9	53.6	50.8	55.1	54.5	653.0
García López	mm	21.3	33.6	33.5	28.5	36.6	32.4	30.1	23.7	25.9	22.4	32.3	32.1	352.4
Blaney y Criddle	mm	60.9	51.6	57.2	49.7	53.9	52.8	60.7	58.6	56.0	53.4	47.5	54.0	656.6
Hargreaves	mm	82.1	80.2	70.3	61.4	69.9	62.6	62.5	50.9	58.0	58.8	62.6	76.4	795.5
Christiansen	mm	106.8	99.7	87.9	74.7	78.4	67.0	70.9	63.8	73.9	76.5	72.3	90.7	962.4

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	66.9	53.9	57.4	48.4	45.8	34.9	36.7	32.1	48.7	44.9	43.3	51.1	564.2

Gráficas





ANEXO B.2.

VALLE DEL CAUCA

Estación: Zaragoza
 Código: 2610000202
 Categoría: CO

Latitud: 4,43 ° N
 Longitud: 75,56° W
 Elevación: 925 msnm

No. 1

Información Base		Año Medio: 1974												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	120.4	130.6	138.4	136.9	132.0	117.9	134.0	152.4	131.5	127.1	110.3	133.0	1564.5
Precipitación	mm	70.0	136.0	59.0	210.0	139.0	108.0	53.0	137.0	215.0	212.0	212.0	38.0	1589.0
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	84.0	84.0	80.0	81.0	80.0	81.0	77.0	75.0	80.0	81.0	82.0	78.0	80.3
Temperatura	°C	21.8	22.0	21.8	22.4	22.3	22.2	22.3	23.1	21.9	21.5	22.1	22.2	22.1

Cálculos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Método														

TURC Anual	L (t)	877.8												777.5
	$Pm^2/(L(t)^2)$	3.3												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	838.5	881.8	913.9	911.1	878.8	855.4	863.2	889.9	905.0	890.1	850.1	824.1	
	R_i (cal/cm ² día)													
	ETP (mm)													

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	9.3	9.4	9.3	9.7	9.6	9.6	9.6	10.1	9.4	9.1	9.5	9.6	1053.0
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	84.5	78.7	85.2	90.2	92.6	88.9	92.6	100.4	84.4	82.3	84.9	88.5	

García y López	F_t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	1241.3
	ETP (mm/día)	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.4	3.6	4.0	3.3	3.2	3.3	3.5	
	ETP (mm)	96.4	88.5	102.9	102.9	107.1	101.2	112.1	122.7	100.4	98.7	98.8	109.6	

Hargreaves	H_n (%)	62.8	62.8	58.6	59.6	58.6	59.6	55.5	53.5	58.6	59.6	60.7	56.5	1521.1
	F_H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	(Tabla B.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S													
	C_l	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	BS (%)	49.3	49.7	50.0	50.8	51.2	51.5	51.2	51.2	50.4	50.8	49.7	49.3	
	(Tabla B.7) C_1	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	
	ETP (mm)	111.9	102.9	127.3	125.1	133.5	126.0	143.8	154.4	124.4	122.2	116.6	133.1	

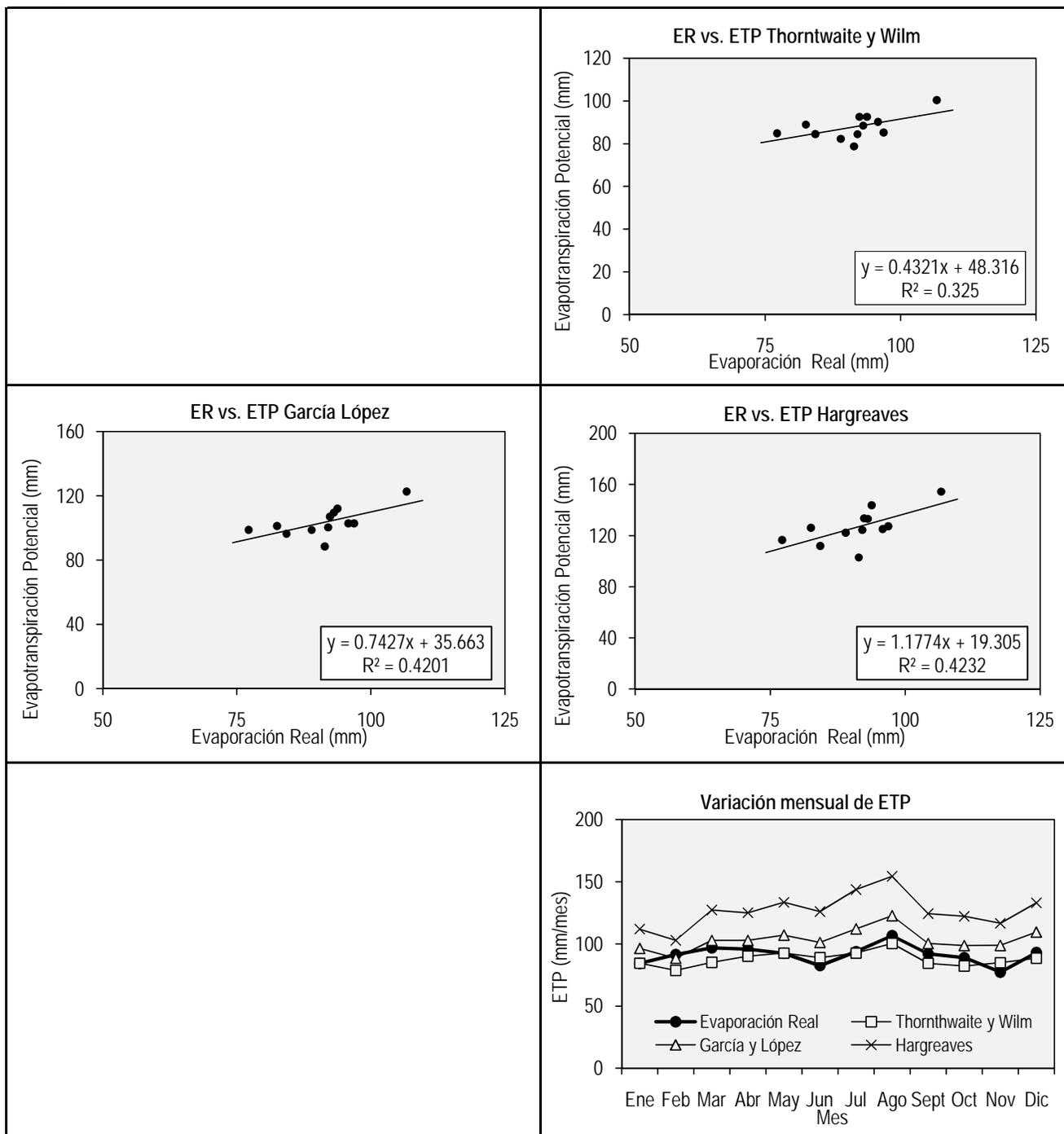
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_H	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C_t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	C_s													
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	433.2	411.5	472.2	455.5	454.0	427.7	446.0	459.8	452.5	459.9	425.1	425.8	
	ETP (mm)													

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													777.5
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	84.5	78.7	85.2	90.2	92.6	88.9	92.6	100.4	84.4	82.3	84.9	88.5	1053.0
García López	mm	96.4	88.5	102.9	102.9	107.1	101.2	112.1	122.7	100.4	98.7	98.8	109.6	1241.3
Hargreaves	mm	111.9	102.9	127.3	125.1	133.5	126.0	143.8	154.4	124.4	122.2	116.6	133.1	1521.1
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	84.3	91.4	96.9	95.8	92.4	82.5	93.8	106.7	92.1	89.0	77.2	93.1	1095.2

Gráficas



Estación: Ciat Quilichao
 Código: 2611800201
 Categoría: CO

Latitud: 3,03 ° N
 Longitud: 76,30° W
 Elevación: 990 msnm

No. 2

Información Base		Año Medio: 1978												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	149.2	140.7	134.5	89.1	101.9	122.0	145.7	190.6	158.9	164.0	123.3	137.2	1657.1
Precipitación	mm	49.0	12.0	260.0	335.0	315.0	35.0	82.0	27.0	43.0	150.0	180.0	328.0	1816.0
Brillo Solar	hr	200.8	146.6	145.5	120.9	144.9	154.2	181.4	214.9	163.2	165.7	159.6	178.8	164.7
Humedad Relativa	%	69.0	66.0	76.0	78.0	79.0	76.0	73.0	61.0	69.0	69.0	71.0	70.0	71.4
Temperatura	°C	22.9	23.9	23.9	23.9	24.0	23.9	24.1	25.0	24.1	24.4	24.0	23.7	24.0

Cálculos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Método														

TURC Anual	L (t)	928.4												835.4
	$Pm^2/(L(t)^2)$	3.8												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1322.4
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	6.5	5.2	4.7	4.0	4.7	5.1	5.9	6.9	5.4	5.3	5.3	5.8	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R_{it} (cal/cm ² día)	853.2	892.3	917.4	907.6	869.7	844.2	852.7	883.6	905.0	896.4	862.7	840.2	
	R_i (cal/cm ² día)	441.1	402.4	386.9	349.8	362.8	371.0	406.6	469.8	415.2	405.6	392.8	403.3	
	ETP (mm)	118.7	102.8	107.4	98.3	101.6	103.5	112.6	130.0	114.7	112.9	109.0	111.0	

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	10.0	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.8	11.4	10.8	11.0	10.7	10.5	1239.4
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	90.5	93.3	103.9	101.5	106.4	102.1	107.8	119.5	103.4	109.9	101.0	100.2	

García y López	F_t	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1619.5
	ETP (mm/día)	4.2	4.7	4.1	4.0	4.0	4.1	4.4	5.4	4.6	4.7	4.5	4.4	
	ETP (mm)	131.2	132.4	128.6	120.6	123.6	124.1	135.6	167.7	138.4	146.0	133.9	137.3	

Hargreaves	H_n (%)	47.6	44.8	54.5	56.5	57.6	54.5	51.5	40.3	47.6	47.6	49.6	48.6	1488.0
	F_H	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.3	8.6	8.6	8.2	8.5	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	
	C_l	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	
	C_A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	BS (%)	49.7	49.9	50.2	50.7	50.9	51.2	50.9	50.9	50.4	50.7	49.9	49.7	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	
ETP (mm)	133.3	122.7	109.0	96.6	103.0	110.0	127.9	173.4	128.6	133.0	121.1	129.4		

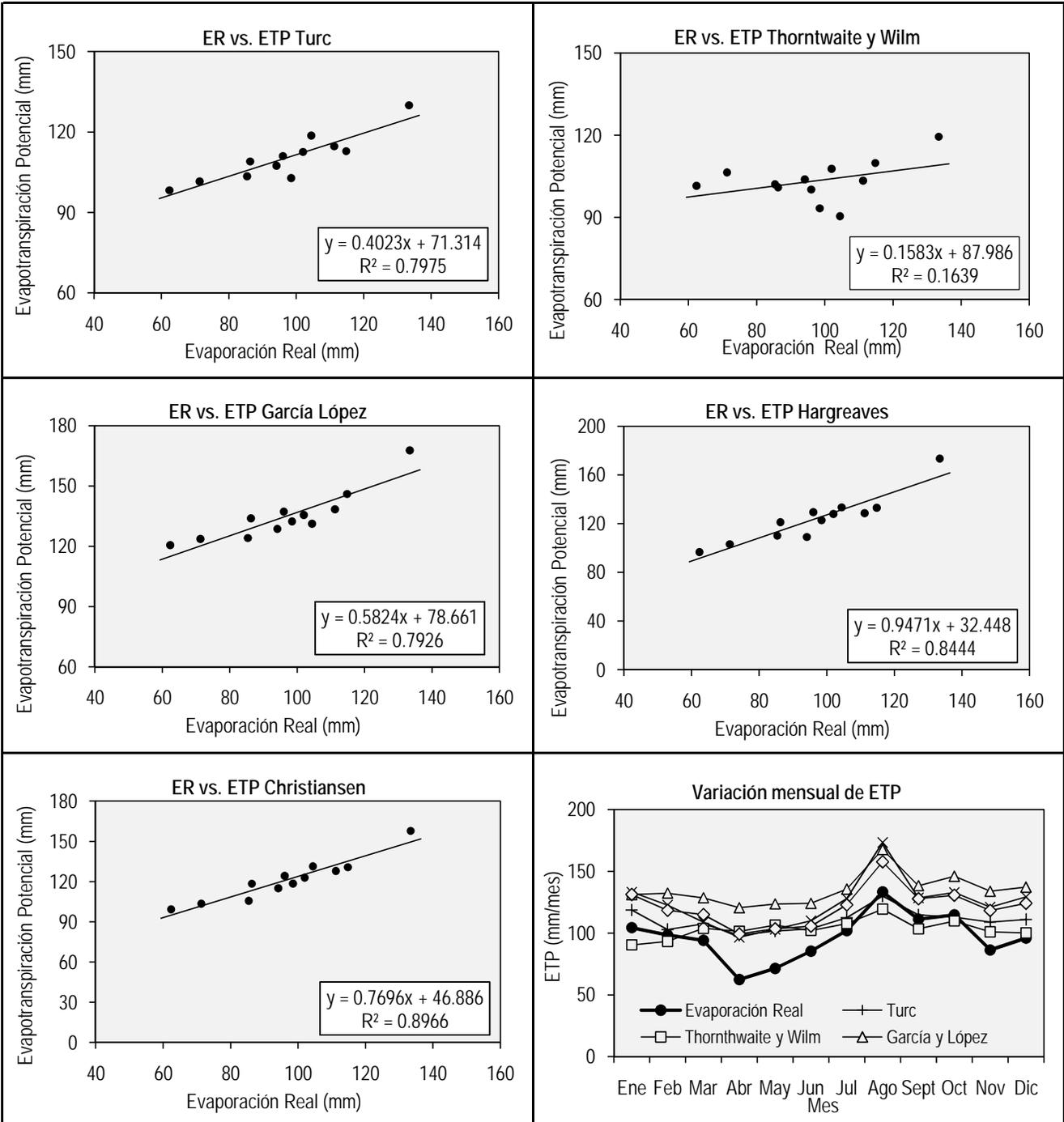
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1455.3
	C_H	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	
	C_t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	
	C_S	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	440.8	416.4	474.0	453.8	449.3	422.1	440.6	456.5	452.5	463.1	431.4	434.1	
	ETP (mm)	131.3	118.5	115.0	99.3	103.5	105.7	122.9	157.8	127.9	130.7	118.4	124.2	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													835.4
TURC	mm	118.7	102.8	107.4	98.3	101.6	103.5	112.6	130.0	114.7	112.9	109.0	111.0	1322.4
Thorntwaite y Wilm	mm	90.5	93.3	103.9	101.5	106.4	102.1	107.8	119.5	103.4	109.9	101.0	100.2	1239.4
García López	mm	131.2	132.4	128.6	120.6	123.6	124.1	135.6	167.7	138.4	146.0	133.9	137.3	1619.5
Hargreaves	mm	133.3	122.7	109.0	96.6	103.0	110.0	127.9	173.4	128.6	133.0	121.1	129.4	1488.0
Christiansen	mm	131.3	118.5	115.0	99.3	103.5	105.7	122.9	157.8	127.9	130.7	118.4	124.2	1455.3

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	104.4	98.5	94.1	62.4	71.3	85.4	102.0	133.4	111.2	114.8	86.3	96.0	1160.0

Gráficas



Estación: Acueducto
 Código: 2614100202
 Categoría: CO

Latitud: 4,04 ° N
 Longitud: 76,11° W
 Elevación: 1014 msnm

No. 3

Información Base		Año Medio: 1986												
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	101.7	97.0	115.4	101.3	104.7	95.9	115.5	136.6	114.6	89.6	98.0	95.2	1265.5
Precipitación	mm	130.0	109.0	91.0	167.0	147.0	88.0	15.0	72.0	175.0	185.0	224.0	35.0	1438.0
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	79.3	80.5	77.1	82.9	79.9	78.6	72.6	70.5	72.0	86.4	84.5	83.1	79.0
Temperatura	°C	24.1	23.5	24.2	24.1	24.5	23.9	25.0	25.4	25.3	23.3	23.8	24.7	24.3

Cálculos		Año Medio: 1986												
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual

TURC Anual	L (t)	937.5												797.3
	$Pm^2/(L(t)^2)$	2.4												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	11.9	12.0	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.9	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	842.6	884.7	914.9	910.1	876.3	852.3	860.3	888.2	905.0	891.8	853.6	828.5	
	R_i (cal/cm ² día)													
	ETP (mm)													

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	10.8	10.4	10.9	10.8	11.1	10.7	11.4	11.7	11.6	10.3	10.6	11.2	1282.6
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	103.9	87.6	106.1	103.3	112.7	101.5	119.9	124.9	118.9	94.5	97.1	112.0	

García y López	F_t	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1494.6
	ETP (mm/día)	4.0	3.8	4.2	3.8	4.1	4.0	4.7	4.9	4.8	3.4	3.6	3.9	
	ETP (mm)	124.0	105.3	128.9	113.5	126.3	119.5	145.0	153.1	144.3	104.4	108.2	122.0	

Hargreaves	H_n (%)	57.9	59.1	55.6	61.6	58.5	57.2	51.1	49.1	50.5	65.4	63.4	61.9	1741.2
	F_H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S													
	C_l	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.4	49.7	50.1	50.8	51.1	51.4	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.4	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	
	ETP (mm)	141.8	122.1	152.8	128.8	148.0	145.0	178.3	187.3	173.1	114.5	118.3	131.3	

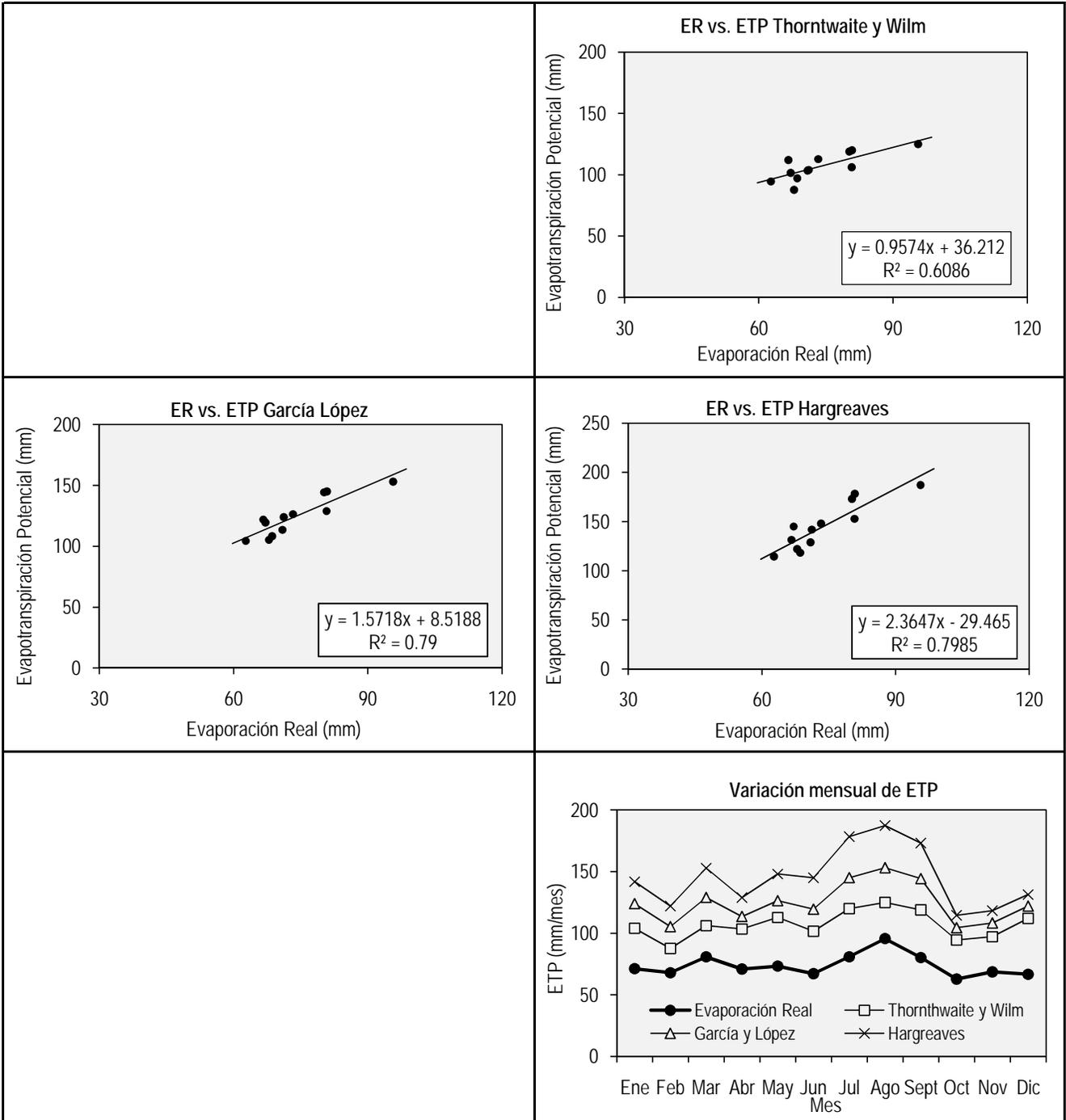
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_H	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.8	
	C_t	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	
	C_S													
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	435.3	412.9	472.7	455.1	452.7	426.2	444.5	458.9	452.5	460.8	426.8	428.1	
	ETP (mm)													

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													797.3
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	103.9	87.6	106.1	103.3	112.7	101.5	119.9	124.9	118.9	94.5	97.1	112.0	1282.6
García López	mm	124.0	105.3	128.9	113.5	126.3	119.5	145.0	153.1	144.3	104.4	108.2	122.0	1494.6
Hargreaves	mm	141.8	122.1	152.8	128.8	148.0	145.0	178.3	187.3	173.1	114.5	118.3	131.3	1741.2
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	71.2	67.9	80.8	70.9	73.3	67.1	80.9	95.6	80.2	62.7	68.6	66.6	885.9

Gráficas



Estación: Monteloro
 Código: 2614100203
 Categoría: CO

Latitud: 3,58 ° N
 Longitud: 76,03° W
 Elevación: 1861 msnm

No. 4

Información Base		Año Medio: 1990												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	67.2	46.0	73.4	79.4	77.8	72.1	78.9	92.1	85.2	80.9	73.0	69.8	895.8
Precipitación	mm	71.0	142.0	116.0	130.0	86.0	46.0	68.0	16.0	62.0	270.0	107.0	142.0	1256.0
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	87.0	89.0	88.0	87.0	90.0	90.0	89.0	84.0	82.0	87.0	81.0	85.0	86.6
Temperatura	°C	20.9	20.0	22.1	22.1	23.1	23.6	23.1	22.8	21.4	19.1	19.8	19.4	21.5

Cálculos		Año Medio: 1990												Media Anual
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	

TURC Anual	L (t)	859.3												720.8
	$Pm^2/(L(t)^2)$	2.1												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	847.4	888.2	916.1	909.0	873.3	848.6	856.9	886.1	905.0	893.9	857.8	833.8	
	R_i (cal/cm ² día)													
	ETP (mm)													

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	8.7	8.2	9.5	9.5	10.1	10.5	10.1	9.9	9.0	7.6	8.0	7.8	1008.7
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	78.5	64.2	90.4	89.0	102.6	104.9	102.6	98.7	81.8	63.6	66.9	65.6	

García y López	F_t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	1053.5
	ETP (mm/día)	2.7	2.4	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.4	3.1	2.3	2.7	2.4	
	ETP (mm)	84.6	67.5	92.3	90.9	96.5	97.1	98.3	104.5	93.2	70.8	81.9	75.8	

Hargreaves	H_n (%)	66.1	68.3	67.2	66.1	69.4	69.4	68.3	62.8	60.7	66.1	59.6	63.9	1336.1
	F_H	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S													
	C_l	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.5	49.8	50.1	50.7	51.0	51.3	51.0	51.0	50.4	50.7	49.8	49.5	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.3	
	ETP (mm)	107.3	87.2	111.6	112.8	111.0	110.2	115.2	132.4	125.7	99.6	117.4	105.8	

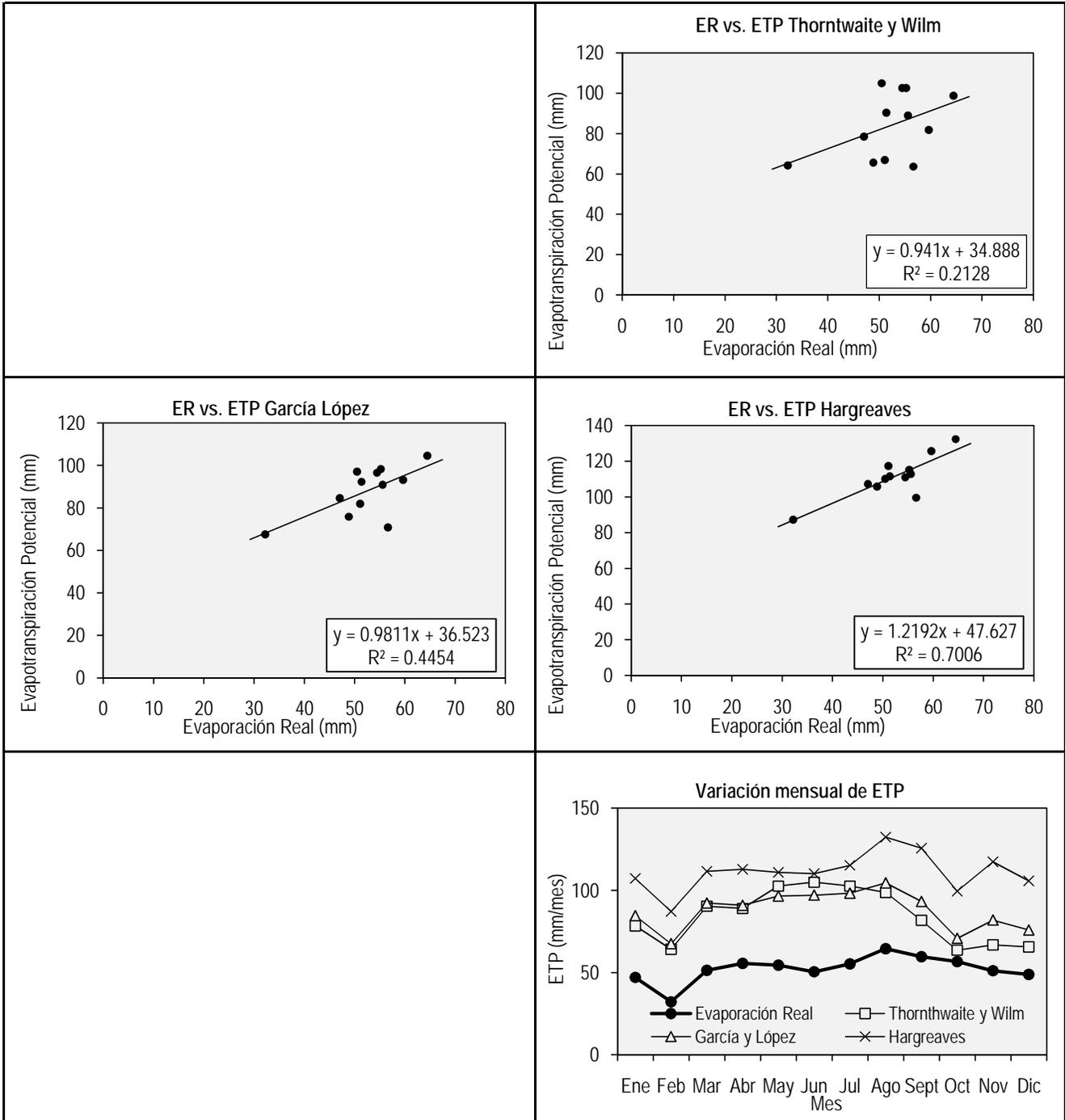
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_H	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	
	C_t	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
	C_s													
	C_e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R_{xt} (mm/mes)	437.8	414.5	473.3	454.5	451.2	424.3	442.7	457.8	452.5	461.8	428.9	430.8	
	ETP (mm)													

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													720.8
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	78.5	64.2	90.4	89.0	102.6	104.9	102.6	98.7	81.8	63.6	66.9	65.6	1008.7
García López	mm	84.6	67.5	92.3	90.9	96.5	97.1	98.3	104.5	93.2	70.8	81.9	75.8	1053.5
Hargreaves	mm	107.3	87.2	111.6	112.8	111.0	110.2	115.2	132.4	125.7	99.6	117.4	105.8	1336.1
Christiansen	mm													

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	47.0	32.2	51.4	55.6	54.5	50.5	55.2	64.5	59.6	56.6	51.1	48.9	627.1

Gráficas



Estación: Miravalles
 Código: 2614900201
 Categoría: CO

Latitud: 4,31 ° N
 Longitud: 75,55° W
 Elevación: 1230 msnm

No. 5

Información Base		Año Medio: 1990												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	79.1	89.0	91.6	99.8	104.6	117.1	149.2	139.0	103.9	114.1	116.7	116.9	1321.0
Precipitación	mm	120.0	100.0	160.0	302.0	57.0	76.0	113.0	59.0	85.0	333.0	104.0	168.0	1677.0
Brillo Solar	hr	116.0	112.1	132.7	138.8	112.9	141.8	174.0	207.1	164.4	132.8	151.1	145.4	144.1
Humedad Relativa	%	82.0	83.0	81.0	82.0	79.0	79.0	78.0	70.0	82.0	81.0	81.0	81.0	79.9
Temperatura	°C	21.6	22.0	22.3	22.2	21.4	22.6	22.5	23.0	22.2	21.2	22.2	21.8	22.1

Cálculos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
----------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-------------

TURC Anual	L (t)	876.5												785.2
	$Pm^2/(L(t)^2)$	3.7												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1193.7
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	3.7	4.0	4.3	4.6	3.6	4.7	5.6	6.7	5.5	4.3	5.0	4.7	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.8	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	839.7	882.7	914.2	910.8	878.0	854.5	862.3	889.4	905.0	890.6	851.2	825.4	
	R_i (cal/cm ² día)	315.7	342.6	366.5	378.3	319.6	356.4	399.7	460.3	417.0	354.4	376.1	351.3	
	ETP (mm)	86.3	86.4	99.6	102.2	86.9	97.7	107.9	123.5	111.5	94.7	101.7	95.1	

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	9.2	9.4	9.6	9.6	9.0	9.8	9.7	10.1	9.6	8.9	9.6	9.3	1049.0
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	82.7	78.9	90.4	88.3	83.5	93.1	94.8	99.4	87.5	79.6	86.0	84.7	

García y López	F_t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	1242.9
	ETP (mm/día)	3.2	3.2	3.4	3.3	3.3	3.6	3.6	4.2	3.3	3.1	3.4	3.3	
	ETP (mm)	98.0	90.0	105.4	99.6	101.0	107.8	112.2	130.5	99.6	96.2	101.2	101.2	

Hargreaves	H_n (%)	60.7	61.8	59.6	60.7	57.6	57.6	56.5	48.6	60.7	59.6	59.6	59.6	1115.2
	F_H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	(Tabla B.6) P	8.3	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	
	C_l	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.3	49.7	50.1	50.8	51.1	51.5	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.3	
	(Tabla B.7) C_1	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.2	
ETP (mm)	79.9	73.3	89.4	86.7	87.8	97.1	108.4	138.8	91.3	84.6	89.5	88.4		

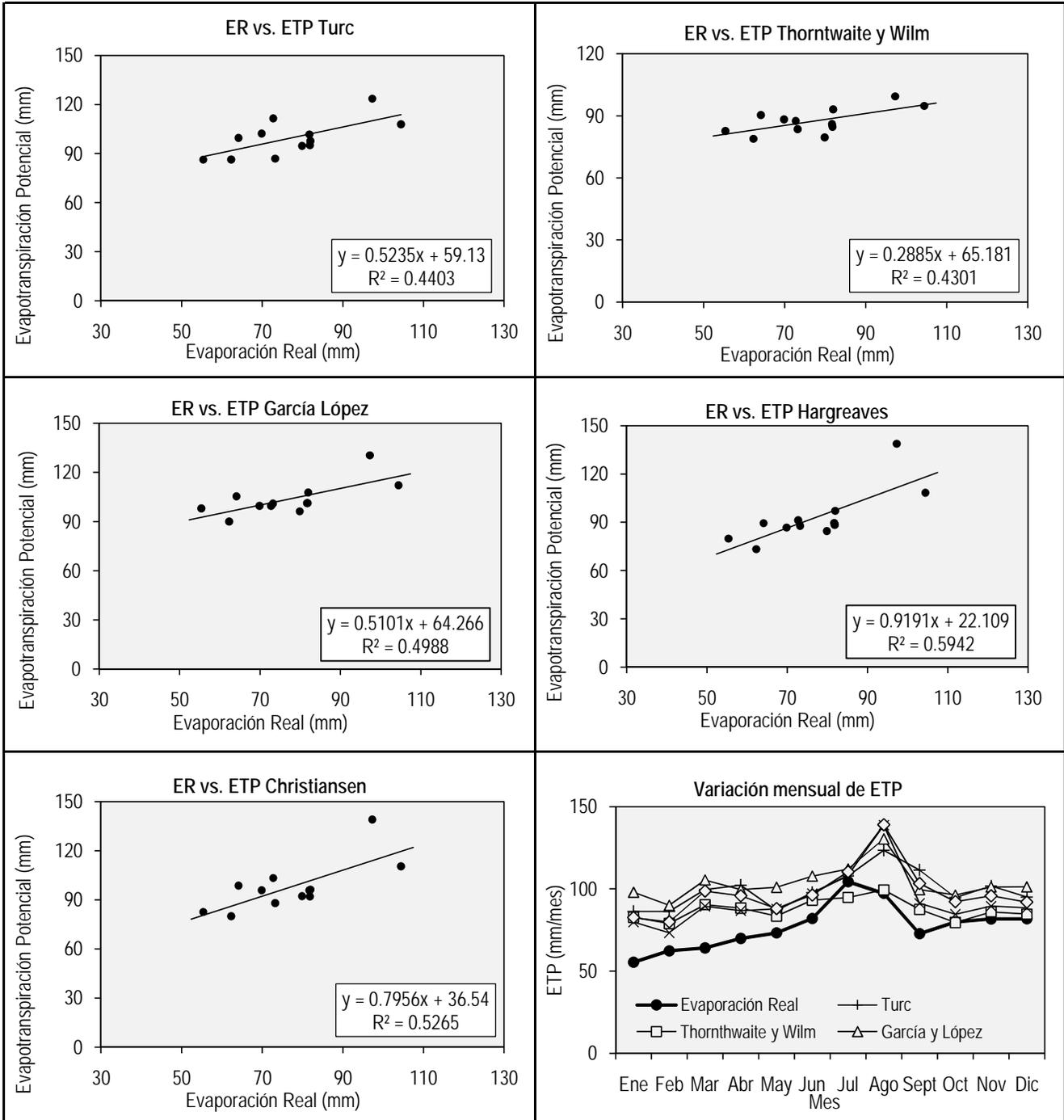
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1174.2
	C_H	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C_t	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	C_S	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	433.9	411.9	472.3	455.4	453.6	427.2	445.5	459.5	452.5	460.1	425.6	426.5	
	ETP (mm)	82.6	80.0	98.7	95.8	88.0	96.3	110.4	139.1	103.3	92.2	95.8	92.0	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													785.2
TURC	mm	86.3	86.4	99.6	102.2	86.9	97.7	107.9	123.5	111.5	94.7	101.7	95.1	1193.7
Thornthwaite y Wilm	mm	82.7	78.9	90.4	88.3	83.5	93.1	94.8	99.4	87.5	79.6	86.0	84.7	1049.0
García López	mm	98.0	90.0	105.4	99.6	101.0	107.8	112.2	130.5	99.6	96.2	101.2	101.2	1242.9
Hargreaves	mm	79.9	73.3	89.4	86.7	87.8	97.1	108.4	138.8	91.3	84.6	89.5	88.4	1115.2
Christiansen	mm	82.6	80.0	98.7	95.8	88.0	96.3	110.4	139.1	103.3	92.2	95.8	92.0	1174.2

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	55.4	62.3	64.1	69.9	73.2	82.0	104.4	97.3	72.7	79.9	81.7	81.8	924.7

Gráficas



Estación: Garzoneró
 Código: 2620000202
 Categoría: CO

Latitud: 4,01 ° N
 Longitud: 76,19° W
 Elevación: 942 msnm

No. 6

Información Base		Año Medio: 1991												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	132.8	127.9	130.0	118.8	95.1	110.4	111.9	126.4	114.7	115.3	81.2	96.7	1361.2
Precipitación	mm	41.0	24.0	218.0	78.0	227.0	52.0	78.0	15.0	171.0	109.0	178.0	84.0	1275.0
Brillo Solar	hr	208.1	163.1	127.1	135.0	112.4	131.8	137.0	158.8	105.5	124.0	68.7	141.1	134.4
Humedad Relativa	%	84.0	81.0	86.0	85.0	85.0	84.0	84.0	85.0	85.0	86.0	90.0	86.0	85.1
Temperatura	°C	25.4	26.0	24.9	25.2	24.7	25.2	25.0	25.3	25.2	25.0	24.3	24.6	25.1

Cálculos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
----------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-------------

TURC Anual	L (t)	958.1												780.1
	$Pm^2/(L(t)^2)$	1.8												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1210.7
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	6.7	5.8	4.1	4.5	3.6	4.4	4.4	5.1	3.5	4.0	2.3	4.6	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	11.9	12.0	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.9	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	842.9	884.9	915.0	910.0	876.1	852.1	860.1	888.0	905.0	892.0	853.9	828.9	
	R_i (cal/cm ² día)	447.5	427.0	358.2	372.3	318.3	341.4	347.0	389.9	326.0	342.2	255.2	346.4	
	ETP (mm)	125.1	111.9	101.9	105.9	91.7	98.2	99.3	110.5	94.3	98.0	75.5	98.5	

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	11.7	12.1	11.4	11.6	11.2	11.6	11.4	11.6	11.6	11.4	11.0	11.2	1382.1
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	120.6	118.4	113.9	116.8	113.5	117.7	118.1	121.8	115.9	115.4	101.3	108.6	

García y López	F_t	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1426.6
	ETP (mm/día)	4.1	4.4	3.8	3.9	3.8	4.0	4.0	4.0	3.9	3.8	3.4	3.7	
	ETP (mm)	126.1	124.1	118.0	118.5	118.3	120.4	122.7	123.3	118.5	118.8	102.2	115.6	

Hargreaves	H_n (%)	62.8	59.6	65.0	63.9	63.9	62.8	62.8	63.9	63.9	65.0	69.4	65.0	1043.8
	F_H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.6	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	
	C_l	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	
	C_A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	BS (%)	49.4	49.7	50.1	50.8	51.1	51.4	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.4	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.3	
ETP (mm)	105.6	100.8	83.3	87.2	83.7	90.1	92.5	94.6	80.8	82.6	59.0	83.6		

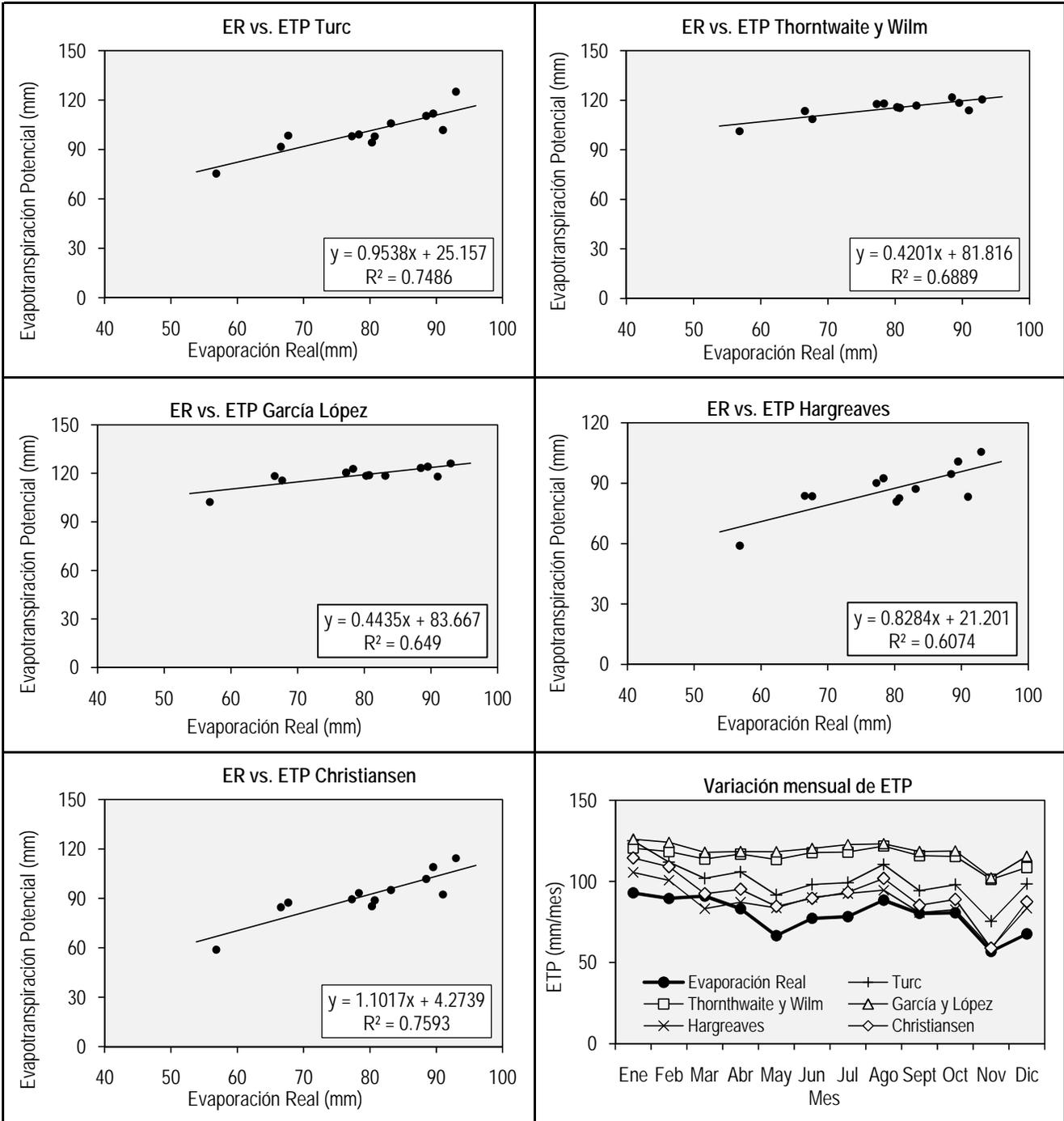
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1101.1
	C_H	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	
	C_t	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	C_S	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.5	0.7	
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	435.5	413.0	472.7	455.0	452.6	426.0	444.4	458.8	452.5	460.8	427.0	428.3	
	ETP (mm)	114.4	109.1	92.4	95.2	84.6	89.6	93.4	101.8	85.3	88.9	58.9	87.5	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													780.1
TURC	mm	125.1	111.9	101.9	105.9	91.7	98.2	99.3	110.5	94.3	98.0	75.5	98.5	1210.7
Thornthwaite y Wilm	mm	120.6	118.4	113.9	116.8	113.5	117.7	118.1	121.8	115.9	115.4	101.3	108.6	1382.1
García López	mm	126.1	124.1	118.0	118.5	118.3	120.4	122.7	123.3	118.5	118.8	102.2	115.6	1426.6
Hargreaves	mm	105.6	100.8	83.3	87.2	83.7	90.1	92.5	94.6	80.8	82.6	59.0	83.6	1043.8
Christiansen	mm	114.4	109.1	92.4	95.2	84.6	89.6	93.4	101.8	85.3	88.9	58.9	87.5	1101.1

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	93.0	89.5	91.0	83.2	66.6	77.3	78.3	88.5	80.3	80.7	56.8	67.7	952.8

Gráficas



Estación: La Novillera
 Código: 2621900201
 Categoría: CO

Latitud: 3,11 ° N
 Longitud: 76,02° W
 Elevación: 1080 msnm

No. 7

Información Base		Año Medio: 1999												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	104.5	95.2	125.6	101.1	118.3	101.6	136.6	141.5	105.4	110.4	99.4	105.5	1345.1
Precipitación	mm	146.0	336.2	323.6	286.3	112.3	179.6	41.7	79.4	309.1	216.8	256.1	204.8	2491.9
Brillo Solar	hr	143.8	124.6	154.9	117.6	177.5	128.3	208.0	211.4	116.7	143.9	117.5	126.3	147.5
Humedad Relativa	%	80.3	81.6	77.7	76.7	79.2	78.8	77.0	76.5	78.7	80.8	80.7	83.0	79.3
Temperatura	°C	24.6	22.8	23.8	24.0	23.2	23.3	23.9	23.9	23.1	23.0	23.1	22.6	23.4

Cálculos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
----------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-------------

TURC Anual	L (t)	913.5												862.8
	$Pm^2/(L(t)^2)$	7.4												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1236.6
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	4.6	4.5	5.0	3.9	5.7	4.3	6.7	6.8	3.9	4.6	3.9	4.1	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	852.3	891.7	917.2	907.8	870.2	844.9	853.3	884.0	905.0	896.0	862.0	839.2	
	R_i (cal/cm ² día)	359.2	365.9	401.2	344.8	409.4	334.4	444.0	464.9	343.3	373.3	330.0	329.0	
	ETP (mm)	101.7	92.8	110.7	97.2	111.6	93.5	121.4	126.5	95.4	102.5	92.1	91.1	

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	11.2	9.9	10.6	10.7	10.2	10.3	10.7	10.7	10.1	10.1	10.1	9.8	1178.7
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	113.0	82.8	103.6	104.2	98.1	96.4	106.7	106.1	93.0	94.0	91.8	88.9	

García y López	F_t	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1394.5
	ETP (mm/día)	4.1	3.5	4.0	4.1	3.7	3.8	4.1	4.1	3.7	3.6	3.6	3.4	
	ETP (mm)	126.5	98.1	124.2	123.7	116.2	114.0	126.4	127.3	112.5	111.7	109.1	104.6	

Hargreaves	H_n (%)	58.9	60.3	56.2	55.2	57.8	57.4	55.5	55.0	57.3	59.4	59.3	61.8	1193.4
	F_H	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.3	8.6	8.6	8.2	8.5	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.3	0.5	0.6	0.3	0.4	0.3	0.3	
	C_l	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.6	49.9	50.2	50.7	50.9	51.2	50.9	50.9	50.4	50.7	49.9	49.6	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	
ETP (mm)	100.5	80.6	107.3	100.0	107.1	95.7	123.7	125.2	91.3	93.4	86.0	82.5		

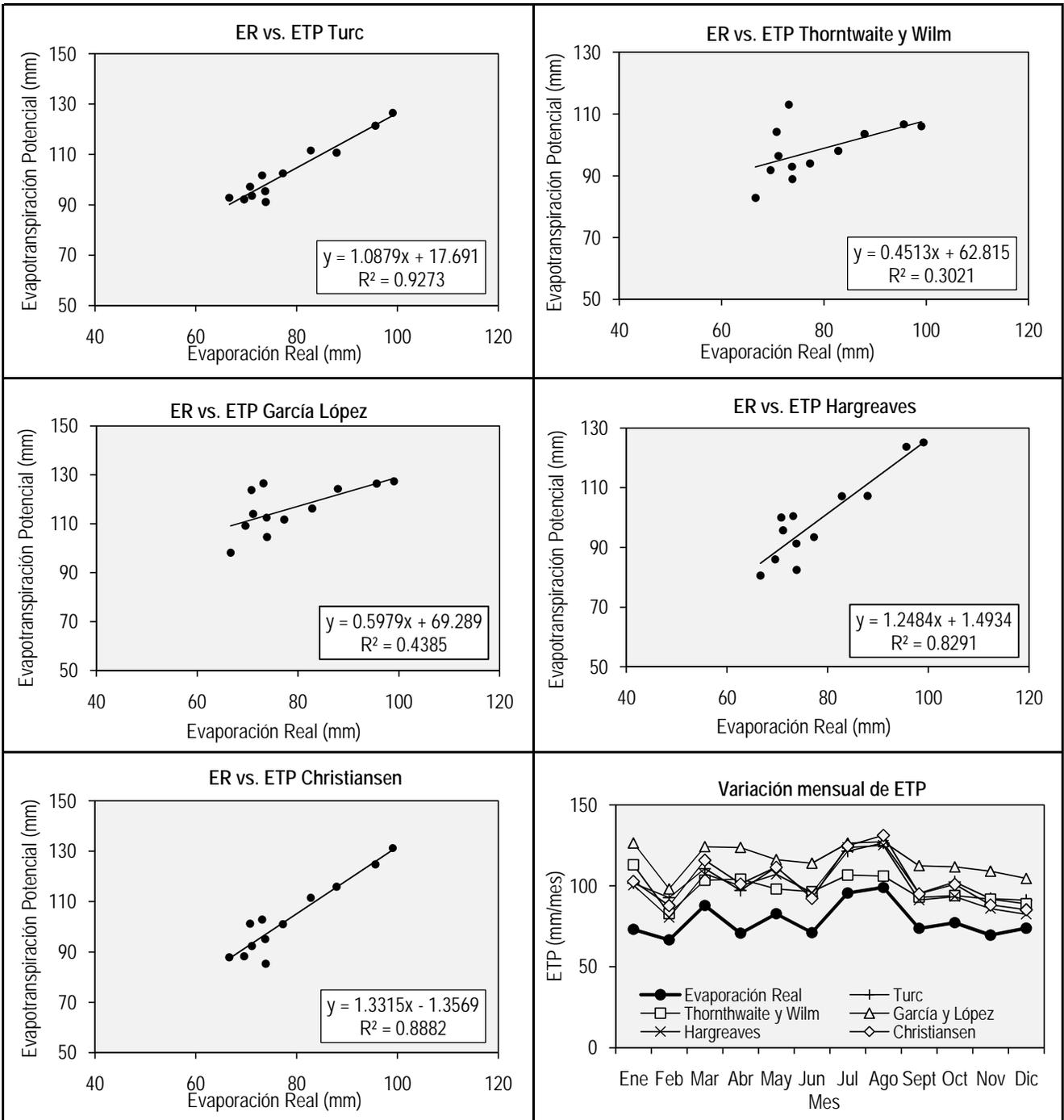
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1237.4
	C_H	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	
	C_t	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	C_S	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	440.4	416.1	473.9	453.9	449.6	422.4	440.9	456.7	452.5	462.9	431.0	433.6	
	ETP (mm)	102.8	87.8	115.9	101.2	111.6	92.3	124.8	131.3	95.1	101.0	88.2	85.3	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													862.8
TURC	mm	101.7	92.8	110.7	97.2	111.6	93.5	121.4	126.5	95.4	102.5	92.1	91.1	1236.6
Thornthwaite y Wilm	mm	113.0	82.8	103.6	104.2	98.1	96.4	106.7	106.1	93.0	94.0	91.8	88.9	1178.7
García López	mm	126.5	98.1	124.2	123.7	116.2	114.0	126.4	127.3	112.5	111.7	109.1	104.6	1394.5
Hargreaves	mm	100.5	80.6	107.3	100.0	107.1	95.7	123.7	125.2	91.3	93.4	86.0	82.5	1193.4
Christiansen	mm	102.8	87.8	115.9	101.2	111.6	92.3	124.8	131.3	95.1	101.0	88.2	85.3	1237.4

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	73.2	66.6	87.9	70.8	82.8	71.1	95.6	99.1	73.8	77.3	69.6	73.9	941.6

Gráficas



Estación: La Teresita
 Código: 2622400201
 Categoría: CO

Latitud: 3,27 ° N
 Longitud: 76,40° W
 Elevación: 1950 msnm

No. 8

Información Base

Año Medio: 2002

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	64.0	57.7	56.7	26.1	52.6	65.8	68.1	80.0	74.8	69.2	47.1	35.5	697.6
Precipitación	mm	44.0	32.0	235.0	220.0	138.5	75.0	55.0	29.0	111.0	211.0	96.0	193.0	1439.5
Brillo Solar	hr	100.4	92.2	84.4	92.5	110.9	102.7	117.3	171.0	124.2	102.9	85.2	69.5	104.4
Humedad Relativa	%	93.4	97.0	96.0	97.3	97.6	93.3	96.2	95.5	94.3	95.0	96.3	96.3	95.7
Temperatura	°C	17.4	17.5	17.3	17.1	17.8	17.4	17.6	17.6	17.2	16.7	16.9	17.3	17.3

Cálculos

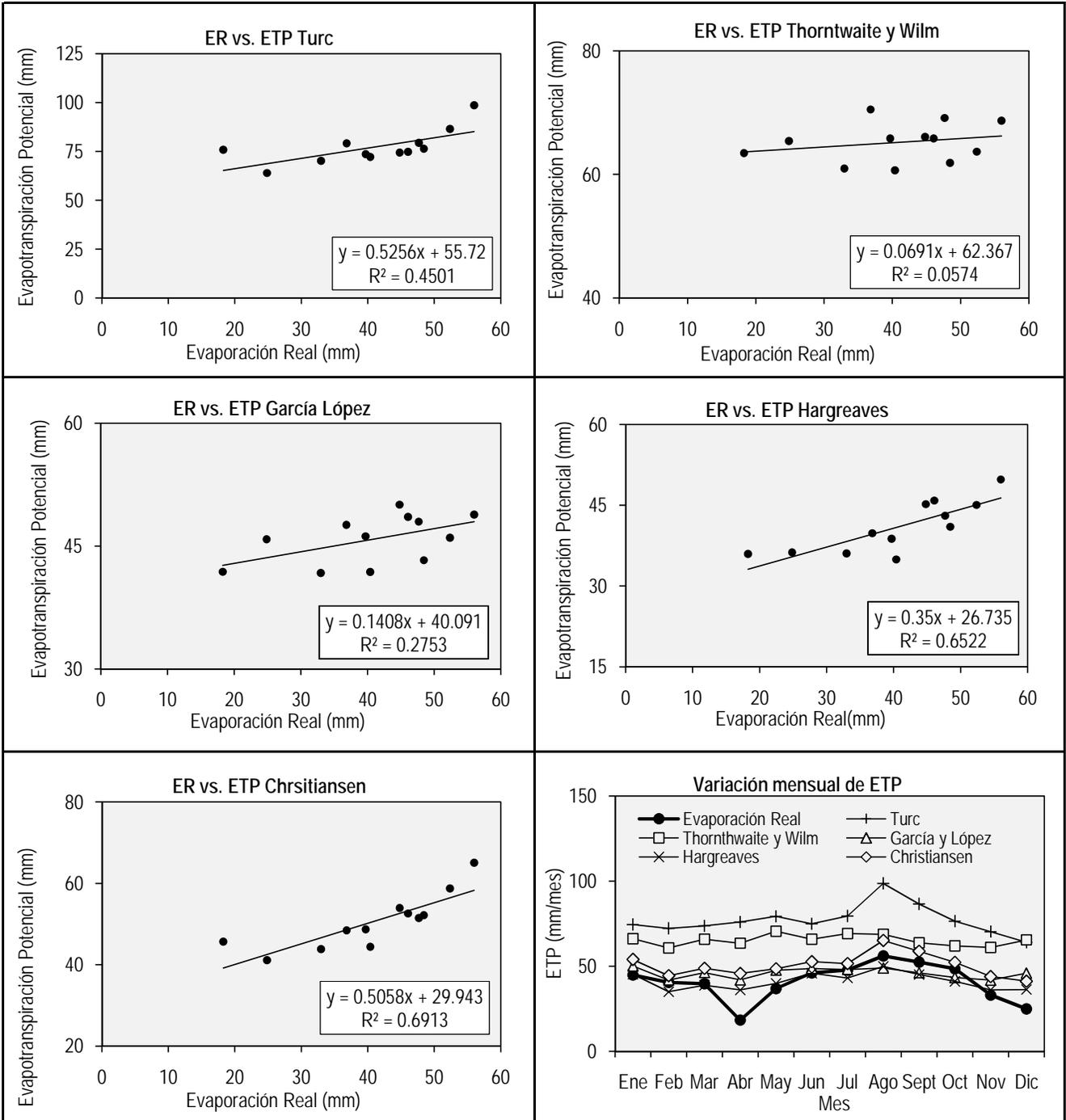
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	747.9												670.8
	$Pm^2/(L(t)^2)$	3.7												
	ETP (mm)													
TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	925.3
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	3.2	3.3	2.7	3.1	3.6	3.4	3.8	5.5	4.1	3.3	2.8	2.2	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	850.7	890.5	916.8	908.2	871.3	846.2	854.5	884.7	905.0	895.3	860.6	837.4	
	R_i (cal/cm ² día)	296.6	312.2	293.6	306.2	314.8	298.4	317.7	406.6	354.9	312.6	281.5	248.5	
	ETP (mm)	74.5	72.2	73.6	75.9	79.2	74.8	79.4	98.6	86.5	76.4	70.2	64.0	
Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	6.6	6.7	6.5	6.4	6.8	6.6	6.7	6.7	6.5	6.2	6.3	6.5	782.2
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	66.1	60.7	65.8	63.4	70.5	65.8	69.1	68.7	63.7	61.9	61.0	65.4	
García y López	F_t	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	549.9
	ETP (mm/día)	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	
	ETP (mm)	50.1	41.8	46.2	41.9	47.6	48.6	48.0	48.9	46.0	43.3	41.7	45.8	
Hargreaves	H_n (%)	73.3	77.4	76.3	77.8	78.1	73.1	76.5	75.7	74.3	75.1	76.6	76.6	491.7
	F_H	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.3	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	
	C_l	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.6	49.9	50.1	50.7	51.0	51.2	51.0	51.0	50.4	50.7	49.9	49.6	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	
	ETP (mm)	45.2	34.9	38.8	36.0	39.8	45.9	43.0	49.8	45.0	41.0	36.1	36.2	
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	606.3
	C_H	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	
	C_t	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	C_S	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	
	C_e	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	R_{xt} (mm/mes)	439.5	415.6	473.7	454.1	450.1	423.1	441.5	457.1	452.5	462.6	430.3	432.7	
	ETP (mm)	53.9	44.4	48.7	45.7	48.4	52.6	51.5	65.1	58.8	52.2	43.8	41.1	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													670.8
TURC	mm	74.5	72.2	73.6	75.9	79.2	74.8	79.4	98.6	86.5	76.4	70.2	64.0	925.3
Thornthwaite y Wilm	mm	66.1	60.7	65.8	63.4	70.5	65.8	69.1	68.7	63.7	61.9	61.0	65.4	782.2
García López	mm	50.1	41.8	46.2	41.9	47.6	48.6	48.0	48.9	46.0	43.3	41.7	45.8	549.9
Hargreaves	mm	45.2	34.9	38.8	36.0	39.8	45.9	43.0	49.8	45.0	41.0	36.1	36.2	491.7
Christiansen	mm	53.9	44.4	48.7	45.7	48.4	52.6	51.5	65.1	58.8	52.2	43.8	41.1	606.3

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	44.8	40.4	39.7	18.3	36.8	46.1	47.7	56.0	52.4	48.4	33.0	24.9	488.3

Gráficas



Estación: La Buitrera
 Código: 2622600201
 Categoría: CO

Latitud: 3,34 ° N
 Longitud: 76,32° W
 Elevación: 1500 msnm

No. 9

Información Base

Año Medio: 2004

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	76.8	86.8	89.6	86.3	72.1	75.8	79.2	103.7	89.0	77.2	68.8	66.1	971.4
Precipitación	mm	173.0	35.0	27.0	142.0	106.0	36.0	35.0	33.0	72.0	158.0	165.0	48.0	1030.0
Brillo Solar	hr	126.7	130.9	124.0	93.1	59.8	101.5	96.8	165.6	115.5	95.0	84.5	83.4	106.4
Humedad Relativa	%	89.5	87.0	86.9	89.2	91.9	89.1	89.0	84.6	87.8	92.2	94.3	93.6	89.6
Temperatura	°C	20.7	21.6	22.3	21.1	21.0	21.5	21.1	22.5	21.0	20.0	20.4	20.4	21.1

Cálculos

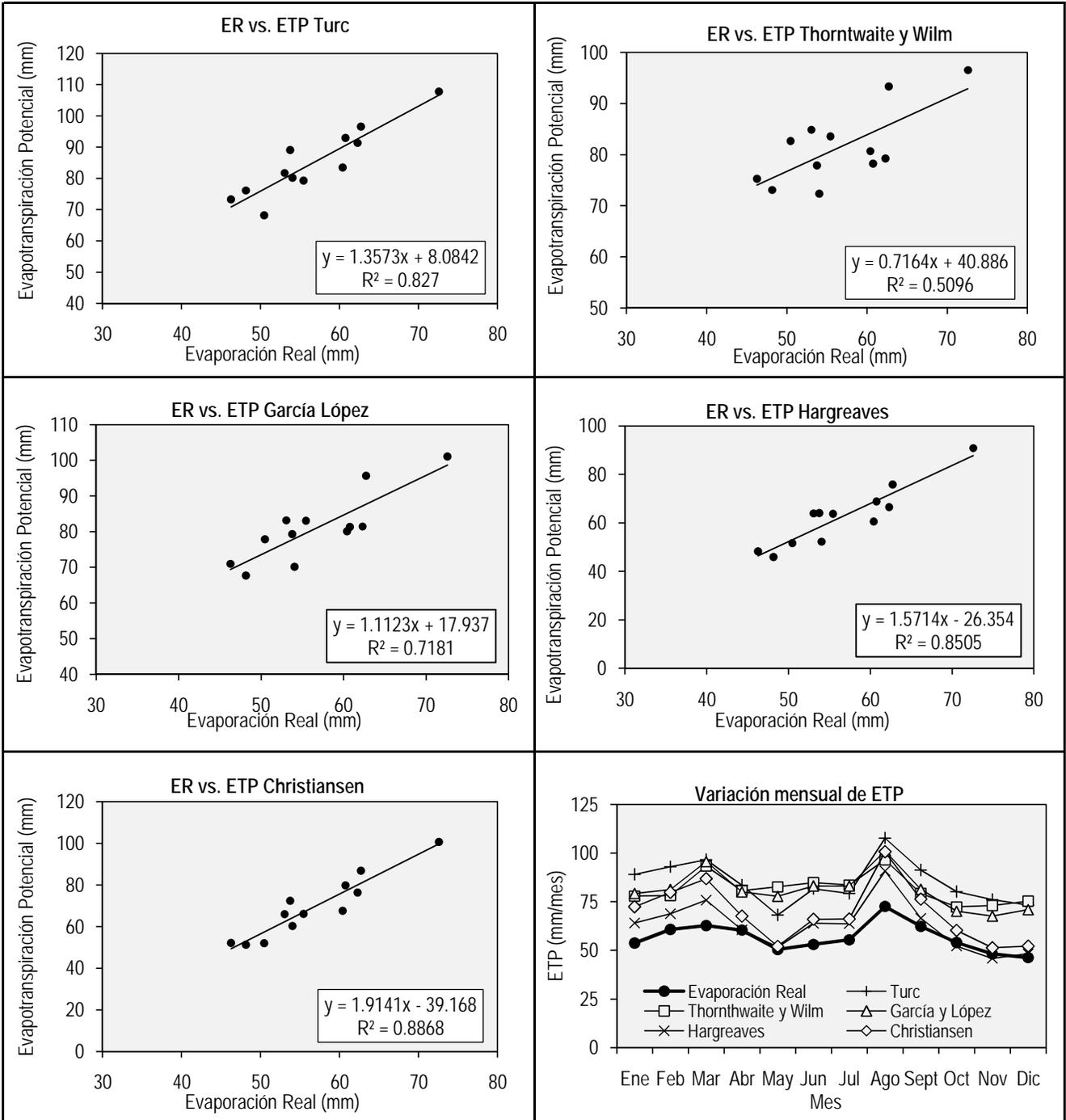
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (t)	850.7												669.6
	$Pm^2/(L(t)^2)$	1.5												
	ETP (mm)													
TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1020.0
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	4.1	4.7	4.0	3.1	1.9	3.4	3.1	5.3	3.9	3.1	2.8	2.7	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R_{tt} (cal/cm ² día)	849.9	890.0	916.7	908.4	871.7	846.7	855.1	885.0	905.0	895.0	859.9	836.6	
	R_i (cal/cm ² día)	334.0	375.8	353.9	307.2	242.1	296.8	289.2	398.9	341.4	300.9	280.3	267.9	
	ETP (mm)	89.1	93.0	96.6	83.5	68.2	81.7	79.3	107.7	91.3	80.2	76.1	73.3	
Thorntwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	8.6	9.2	9.6	8.8	8.8	9.1	8.8	9.7	8.8	8.2	8.4	8.4	977.8
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	77.9	78.2	93.3	80.7	82.7	84.9	83.6	96.5	79.3	72.3	73.1	75.3	
García y López	F_t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	971.6
	ETP (mm/día)	2.6	2.9	3.1	2.7	2.5	2.8	2.7	3.3	2.7	2.3	2.3	2.3	
	ETP (mm)	79.3	81.3	95.6	80.1	77.8	83.1	83.0	101.1	81.4	70.2	67.7	71.0	
Hargreaves	H_n (%)	68.8	66.1	66.0	68.5	71.5	68.4	68.3	63.5	67.0	71.9	74.3	73.5	752.3
	F_H	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.3	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	
	C_l	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.6	49.9	50.1	50.7	51.0	51.3	51.0	51.0	50.4	50.7	49.9	49.6	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	
	ETP (mm)	64.1	68.8	75.8	60.6	51.7	63.9	63.7	90.8	66.5	52.2	45.9	48.3	
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	831.5
	C_H	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	
	C_t	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_S	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	439.1	415.3	473.6	454.2	450.4	423.4	441.8	457.3	452.5	462.4	430.0	432.2	
	ETP (mm)	72.4	79.8	86.8	67.6	52.0	66.0	66.1	100.7	76.3	60.3	51.3	52.2	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													669.6
TURC	mm	89.1	93.0	96.6	83.5	68.2	81.7	79.3	107.7	91.3	80.2	76.1	73.3	1020.0
Thornthwaite y Wilm	mm	77.9	78.2	93.3	80.7	82.7	84.9	83.6	96.5	79.3	72.3	73.1	75.3	977.8
García López	mm	79.3	81.3	95.6	80.1	77.8	83.1	83.0	101.1	81.4	70.2	67.7	71.0	971.6
Hargreaves	mm	64.1	68.8	75.8	60.6	51.7	63.9	63.7	90.8	66.5	52.2	45.9	48.3	752.3
Christiansen	mm	72.4	79.8	86.8	67.6	52.0	66.0	66.1	100.7	76.3	60.3	51.3	52.2	831.5

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	53.8	60.8	62.7	60.4	50.5	53.1	55.4	72.6	62.3	54.0	48.2	46.3	680.0

Gráficas



Estación: Bosque Yotoco
 Código: 2623300201
 Categoría: CO

Latitud: 3,53 ° N
 Longitud: 76,26° W
 Elevación: 1700 msnm

No. 10

Información Base		Año Medio: 1998												Media Anual
Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Evaporación	mm	108.2	92.1	92.9	73.3	77.6	78.0	83.7	78.3	71.8	79.1	50.9	69.2	955.1
Precipitación	mm	3.0	94.0	139.0	135.0	158.0	93.0	75.0	76.0	224.0	157.0	126.0	114.0	1394.0
Brillo Solar	hr	149.9	109.2	109.9	75.6	75.4	93.4	101.3	108.6	105.3	91.6	74.5	65.2	96.7
Humedad Relativa	%	87.0	88.0	88.0	91.0	91.0	91.0	92.0	91.0	90.0	90.4	91.0	90.0	90.0
Temperatura	°C	20.9	20.6	20.6	20.1	19.9	19.5	18.5	19.1	19.0	19.0	18.6	18.9	19.6

Cálculos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
----------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-------------

TURC Anual	L (t)	808.1												708.1
	$Pm^2/(L(t)^2)$	3.0												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	946.8
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	4.8	3.9	3.5	2.5	2.4	3.1	3.3	3.5	3.5	3.0	2.5	2.1	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R_{it} (cal/cm ² día)	847.9	888.5	916.2	908.8	872.9	848.2	856.5	885.9	905.0	894.1	858.2	834.4	
	R_i (cal/cm ² día)	366.5	339.6	332.3	280.3	264.7	285.7	295.9	316.6	325.7	295.5	265.0	241.7	
	ETP (mm)	97.0	83.4	88.5	75.6	71.8	75.9	76.4	82.1	84.0	77.2	69.7	65.1	

Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	8.7	8.5	8.5	8.2	8.1	7.9	7.2	7.6	7.5	7.5	7.3	7.5	881.6
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	84.6	74.7	82.7	77.4	78.5	73.2	67.5	71.6	68.4	69.9	64.5	68.7	

García y López	F_t	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	824.9
	ETP (mm/día)	2.7	2.6	2.6	2.3	2.3	2.2	1.9	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	
	ETP (mm)	84.6	73.0	80.8	70.3	71.2	66.0	59.6	65.3	63.8	65.4	59.7	65.2	

Hargreaves	H_n (%)	66.1	67.2	67.2	70.5	70.5	70.5	71.7	70.5	69.4	69.8	70.5	69.4	677.4
	F_H	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	
	C_l	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
	C_A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	BS (%)	49.5	49.8	50.1	50.7	51.0	51.3	51.0	51.0	50.4	50.7	49.8	49.5	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	
ETP (mm)	75.5	61.2	66.5	52.6	53.8	54.0	51.4	55.8	55.4	53.7	47.5	50.0		

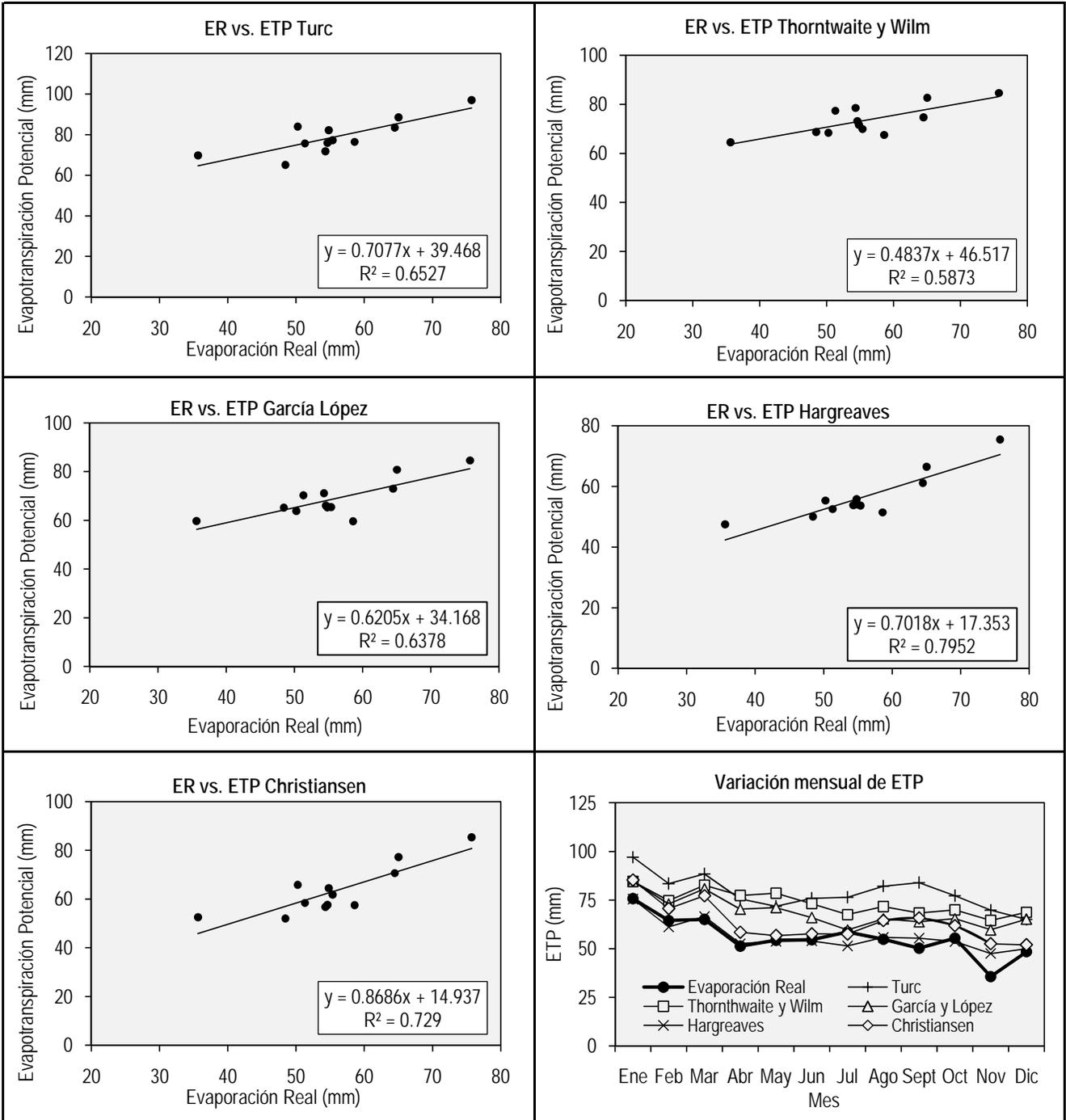
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	760.0
	C_H	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
	C_t	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_S	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	
	C_e	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	R_{xt} (mm/mes)	438.1	414.6	473.4	454.4	451.0	424.1	442.5	457.7	452.5	462.0	429.1	431.1	
	ETP (mm)	85.3	70.6	77.2	58.4	56.8	57.6	57.5	64.4	65.8	61.8	52.5	52.0	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													708.1
TURC	mm	97.0	83.4	88.5	75.6	71.8	75.9	76.4	82.1	84.0	77.2	69.7	65.1	946.8
Thornthwaite y Wilm	mm	84.6	74.7	82.7	77.4	78.5	73.2	67.5	71.6	68.4	69.9	64.5	68.7	881.6
García López	mm	84.6	73.0	80.8	70.3	71.2	66.0	59.6	65.3	63.8	65.4	59.7	65.2	824.9
Hargreaves	mm	75.5	61.2	66.5	52.6	53.8	54.0	51.4	55.8	55.4	53.7	47.5	50.0	677.4
Christiansen	mm	85.3	70.6	77.2	58.4	56.8	57.6	57.5	64.4	65.8	61.8	52.5	52.0	760.0

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	75.7	64.5	65.0	51.3	54.3	54.6	58.6	54.8	50.3	55.4	35.6	48.4	668.6

Gráficas



Estación: Bahía Málaga
 Código: 5300000203
 Categoría: CO

Latitud: 4,03 ° N
 Longitud: 77,19° W
 Elevación: 50 msnm

No. 11

Información Base Año Medio: 2001

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	61.3	66.7	81.5	48.1	39.7	43.7	22.6	20.2	41.3	23.7	30.0	20.0	498.8
Precipitación	mm	761	404	308	688	1316	888	1540	1787	1491	2030	1378	805	13395.6
Brillo Solar	hr	137.8	120.8	113.0	113.9	76.5	66.5	110.4	82.9	90.3	80.9	60.3	82.0	94.6
Humedad Relativa	%	87.9	85.7	84.4	86.4	90.4	89.0	89.5	90.9	87.6	89.5	91.9	89.9	88.6
Temperatura	°C	26.0	26.7	26.6	27.0	25.7	26.1	25.6	25.9	26.3	26.1	25.5	26.0	26.1

Cálculos

Método	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-------------

TURC Anual	L (t)	987.3												984.8
	$Pm^2/(L(t)^2)$	184.1												
	ETP (mm)													

TURC	C_i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1053.3
	K_i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)	4.4	4.3	3.6	3.8	2.5	2.2	3.6	2.7	3.0	2.6	2.0	2.6	
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	11.9	12.0	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.1	12.2	11.9	11.9	
	(Tabla B.2) R_{it} (cal/cm ² día)	842.7	884.8	914.9	910.1	876.2	852.2	860.2	888.1	905.0	891.9	853.7	828.7	
	R_i (cal/cm ² día)	347.5	357.5	336.7	339.7	267.1	248.3	309.8	280.0	302.5	279.0	242.8	263.8	
	ETP (mm)	100.8	96.5	98.9	100.2	80.1	75.8	90.7	83.6	89.8	83.6	73.7	79.6	

Thorntwaite y Wilm (Tabla B.3)	J_i	12.1	12.6	12.6	12.8	11.9	12.2	11.9	12.1	12.3	12.2	11.8	12.1	1559.7
	K_i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	128.1	128.2	140.1	145.8	126.7	130.1	124.9	129.3	131.6	130.9	115.9	128.1	

García y López	F_i	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	1444.0
	ETP (mm/día)	4.0	4.3	4.4	4.3	3.7	3.9	3.8	3.7	4.1	3.9	3.6	3.8	
	ETP (mm)	123.1	120.5	135.4	130.1	115.6	117.7	116.6	116.1	122.0	120.5	107.4	118.9	

Hargreaves	H_n (%)	67.1	64.7	63.3	65.4	69.8	68.3	68.8	70.4	66.7	68.8	71.5	69.3	807.5
	F_H	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.3	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	C_i	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
	C_A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	BS (%)	49.4	49.7	50.1	50.8	51.1	51.4	51.1	51.1	50.4	50.8	49.7	49.4	
	(Tabla B.7) C_1	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.4	13.3	13.3	
ETP (mm)	75.5	74.9	82.6	77.9	60.9	62.0	68.3	60.9	68.4	63.2	51.5	61.4		

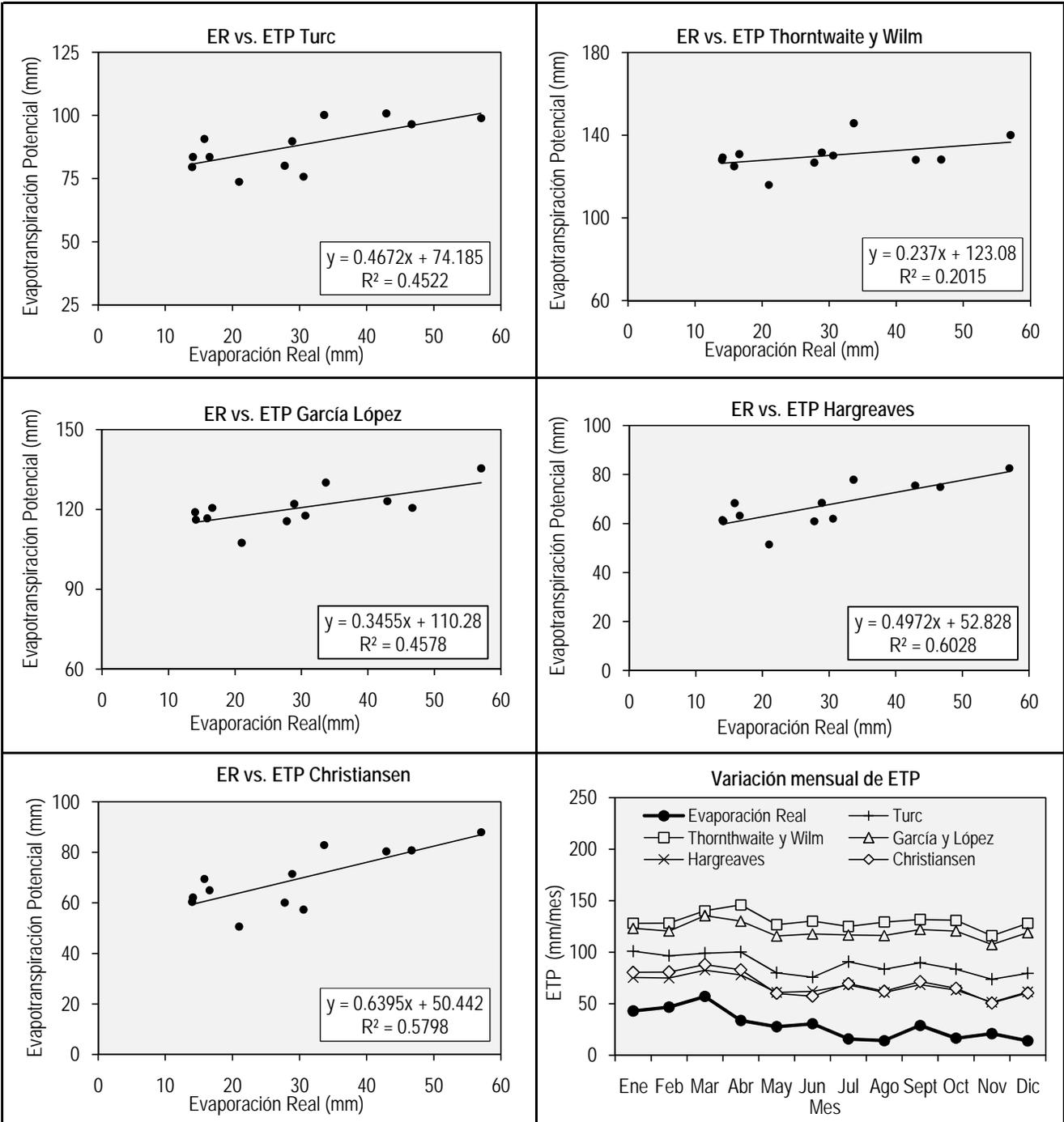
Christiansen	C_w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	828.6
	C_H	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	
	C_t	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	C_S	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	
	C_e	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	R_{xt} (mm/mes)	435.4	412.9	472.7	455.0	452.7	426.1	444.4	458.9	452.5	460.8	426.9	428.1	
	ETP (mm)	80.4	80.8	88.0	82.9	60.1	57.3	69.5	62.1	71.5	65.0	50.6	60.4	

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													984.8
TURC	mm	100.8	96.5	98.9	100.2	80.1	75.8	90.7	83.6	89.8	83.6	73.7	79.6	1053.3
Thornthwaite y Wilm	mm	128.1	128.2	140.1	145.8	126.7	130.1	124.9	129.3	131.6	130.9	115.9	128.1	1559.7
García López	mm	123.1	120.5	135.4	130.1	115.6	117.7	116.6	116.1	122.0	120.5	107.4	118.9	1444.0
Hargreaves	mm	75.5	74.9	82.6	77.9	60.9	62.0	68.3	60.9	68.4	63.2	51.5	61.4	807.5
Christiansen	mm	80.4	80.8	88.0	82.9	60.1	57.3	69.5	62.1	71.5	65.0	50.6	60.4	828.6

Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	42.9	46.7	57.1	33.7	27.8	30.6	15.8	14.1	28.9	16.6	21.0	14.0	349.1

Gráficas



Estación: El Tabano
 Código: 5421240201
 Categoría: CO

Latitud: 3,57 ° N
 Longitud: 76,42° W
 Elevación: 380 msnm

No. 12

Información Base Año Medio: 1985

Variable	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación	mm	37.4	43.8	66.9	73.7	66.9	57.7	87.2	68.4	81.3	66.2	58.0	62.0	769.5
Precipitación	mm	485.0	392.0	558.0	524.0	653.0	416.0	662.0	559.0	894.0	1220.0	768.0	813.0	7944.0
Brillo Solar	hr													
Humedad Relativa	%	89.0	87.0	88.0	87.0	87.0	90.0	87.0	88.0	88.0	89.0	88.0	90.0	88.2
Temperatura	°C	23.2	24.3	24.4	24.6	24.6	24.2	24.3	24.2	24.2	24.0	23.9	24.2	24.2

Cálculos

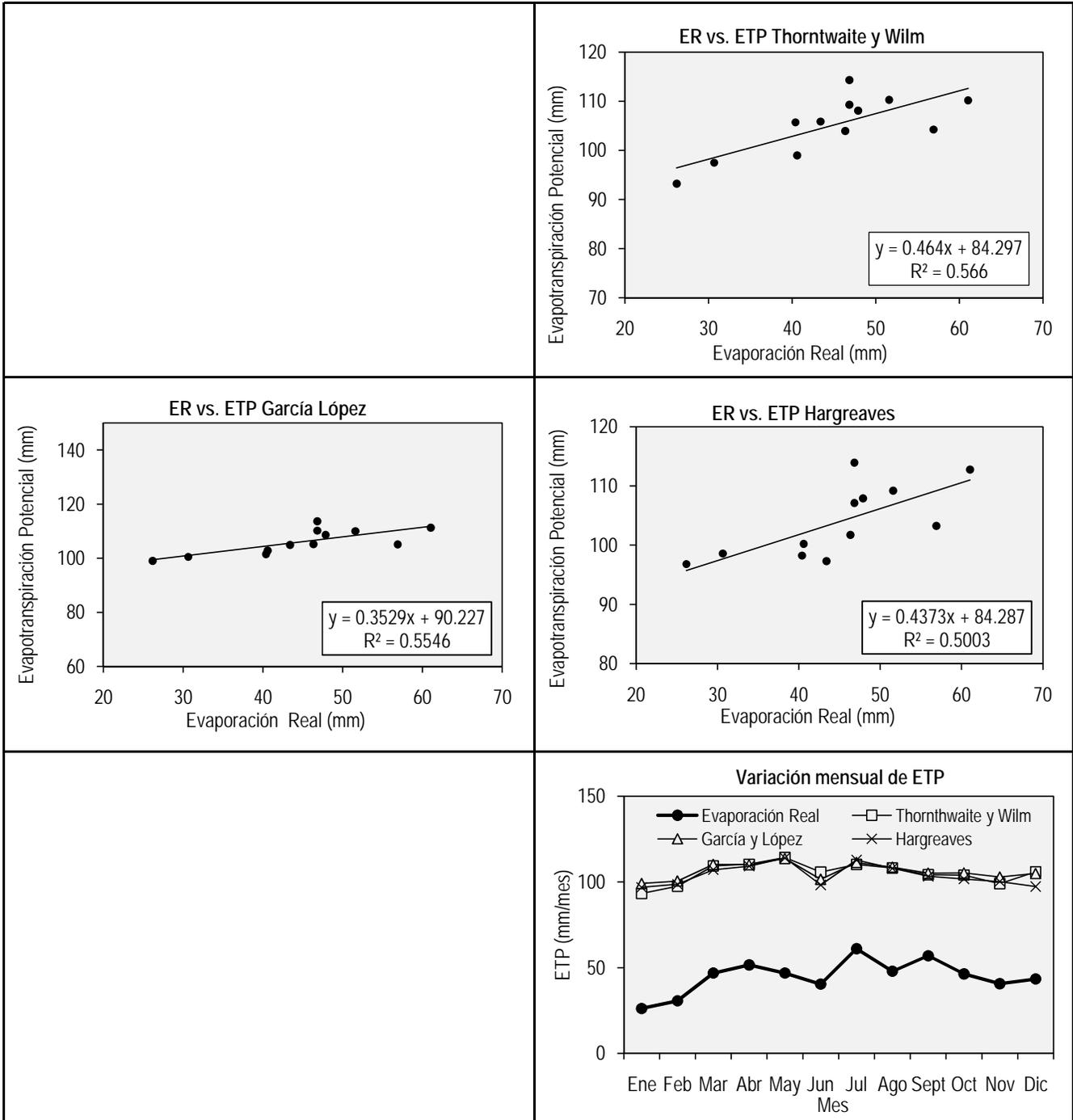
Método		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	L (l)	933.6												927.8
	Pm ² /(L(t) ²)	72.4												
	ETP (mm)													
TURC	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	K _i	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	n (hr/día)													
	(Tabla B.1) N (hr/día)	11.9	12.0	12.0	12.2	12.2	12.3	12.2	12.2	12.1	12.2	12.0	11.9	
	(Tabla B.2) R _{it} (cal/cm ² día)	847.5	888.2	916.1	908.9	873.2	848.6	856.8	886.1	905.0	893.9	857.9	833.9	
	R _i (cal/cm ² día)													
ETP (mm)														
Thornthwaite y Wilm (Tabla B.3)	J _i	10.2	11.0	11.0	11.2	11.2	10.9	11.0	10.9	10.9	10.7	10.7	10.9	1261.5
	K _i	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	ETP (mm)	93.2	97.5	109.3	110.3	114.3	105.7	110.2	108.1	104.2	104.0	99.0	105.9	
García y López	F _i	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1272.8
	ETP (mm/día)	3.2	3.6	3.6	3.7	3.7	3.4	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	
	ETP (mm)	99.0	100.5	110.2	110.0	113.7	101.5	111.3	108.6	105.1	105.2	102.8	104.9	
Hargreaves	H _n (%)	68.3	66.1	67.2	66.1	66.1	69.4	66.1	67.2	67.2	68.3	67.2	69.4	1247.0
	F _H	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	(Tabla B.6) P	8.4	7.6	8.5	8.3	8.6	8.4	8.6	8.6	8.2	8.4	8.1	8.4	
	D	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	S													
	C _i	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _A	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	BS (%)	49.5	49.8	50.1	50.7	51.0	51.3	51.0	51.0	50.4	50.7	49.8	49.5	
	(Tabla B.7) C ₁	13.3	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3	13.3	13.3	
ETP (mm)	96.8	98.6	107.1	109.2	113.9	98.2	112.8	107.9	103.2	101.7	100.2	97.3		
Christiansen	C _w	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	C _H	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	
	C _i	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	
	C _S													
	C _e	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	R _{xt} (mm/mes)	437.9	414.5	473.3	454.5	451.2	424.3	442.7	457.8	452.5	461.9	428.9	430.9	
ETP (mm)														

Resumen

Método	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
TURC Anual	mm													927.8
TURC	mm													
Thornthwaite y Wilm	mm	93.2	97.5	109.3	110.3	114.3	105.7	110.2	108.1	104.2	104.0	99.0	105.9	1261.5
García López	mm	99.0	100.5	110.2	110.0	113.7	101.5	111.3	108.6	105.1	105.2	102.8	104.9	1272.8
Hargreaves	mm	96.8	98.6	107.1	109.2	113.9	98.2	112.8	107.9	103.2	101.7	100.2	97.3	1247.0
Christiansen	mm													

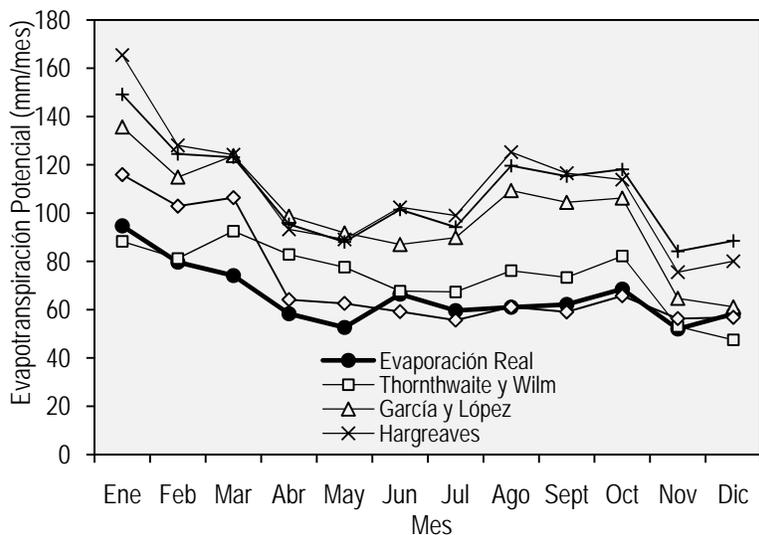
Parámetro	Un.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media Anual
Evaporación Real	mm	26.2	30.7	46.8	51.6	46.8	40.4	61.0	47.9	56.9	46.3	40.6	43.4	538.7

Gráficas

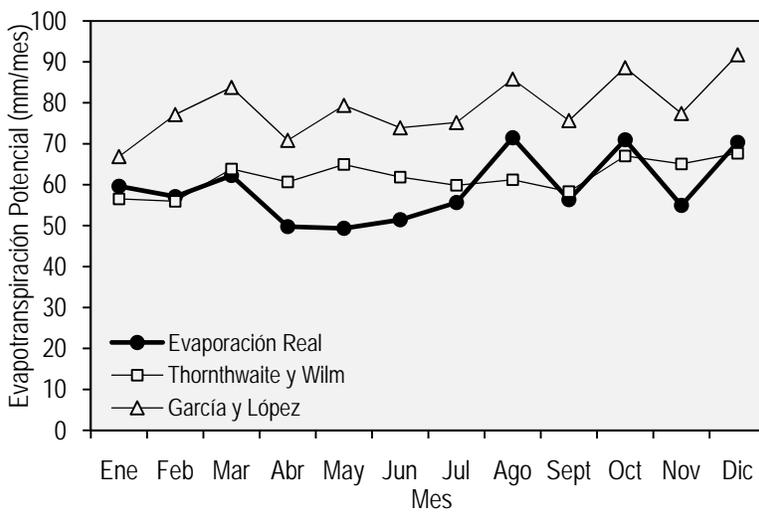




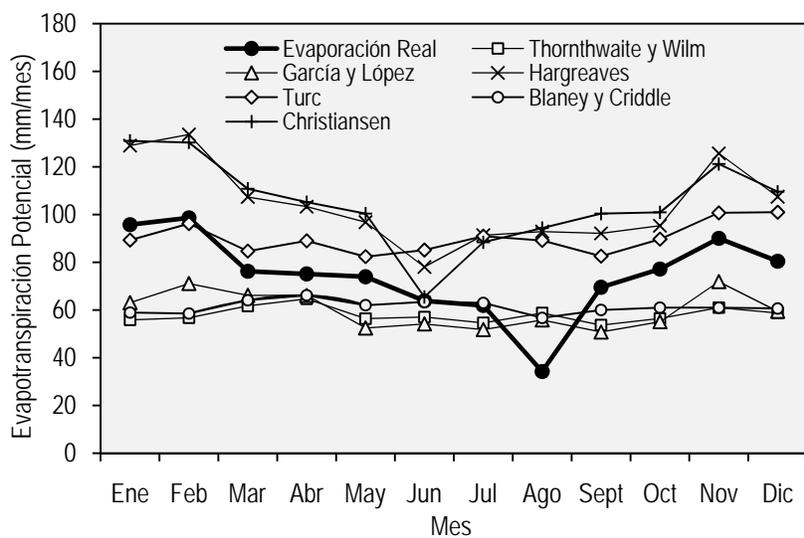
**ANEXO C.
GRÁFICAS DE VARIACIÓN MENSUAL DE ETP PARA
CUNDINAMARCA**



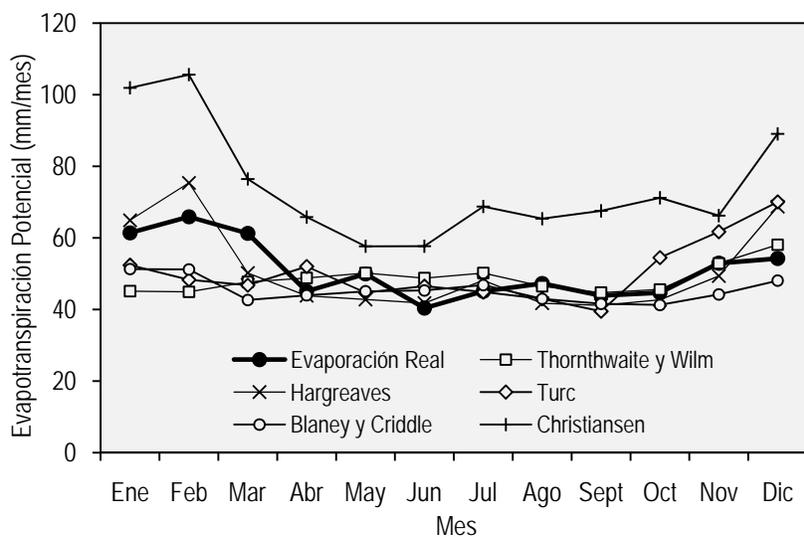
Gráfica C. 1. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 1.



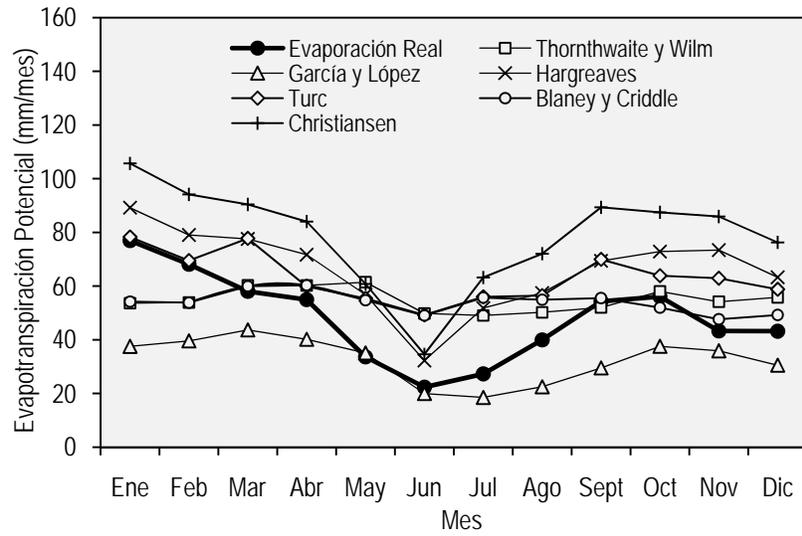
Gráfica C. 2. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 2.



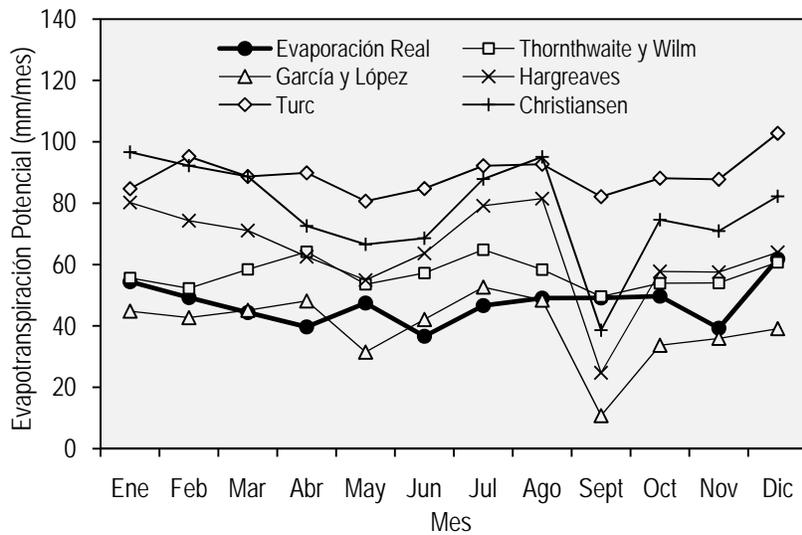
Gráfica C. 3. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 3.



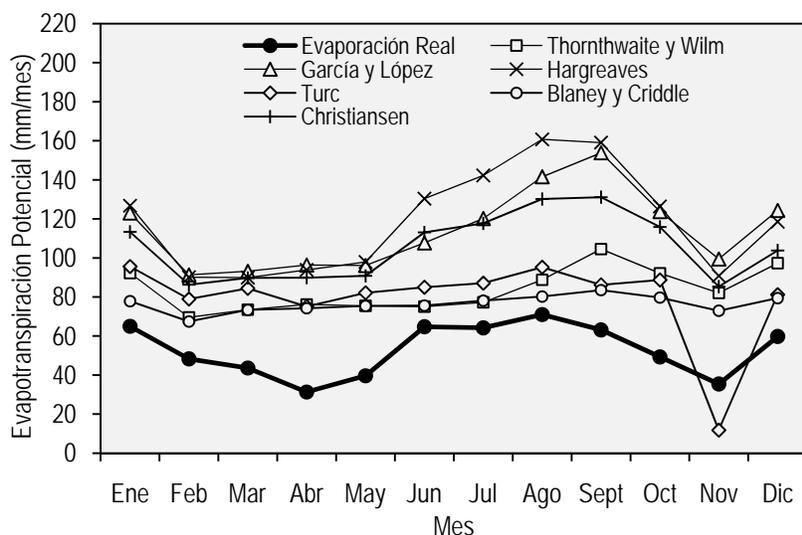
Gráfica C. 4. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 4.



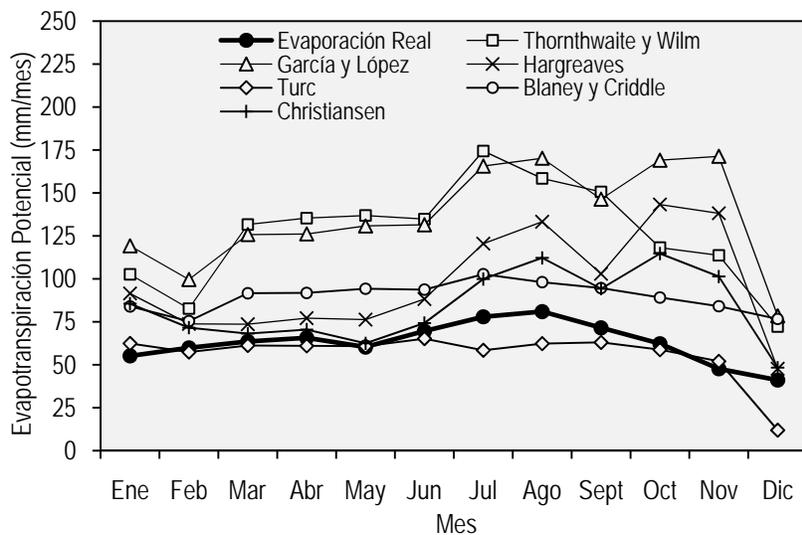
Gráfica C. 5. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 5.



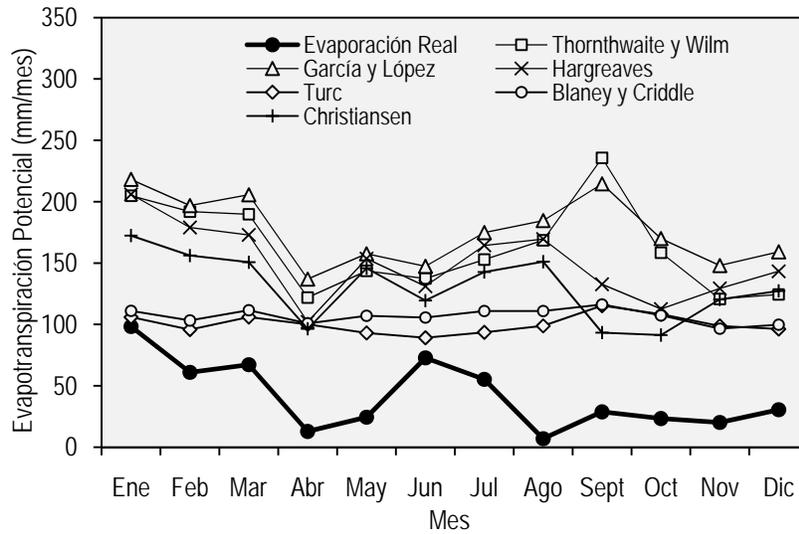
Gráfica C. 6. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 6.



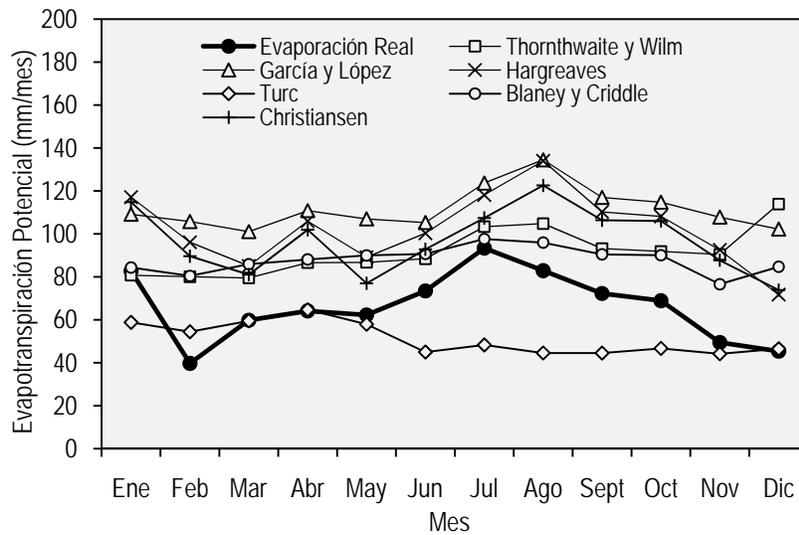
Gráfica C. 7. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 7.



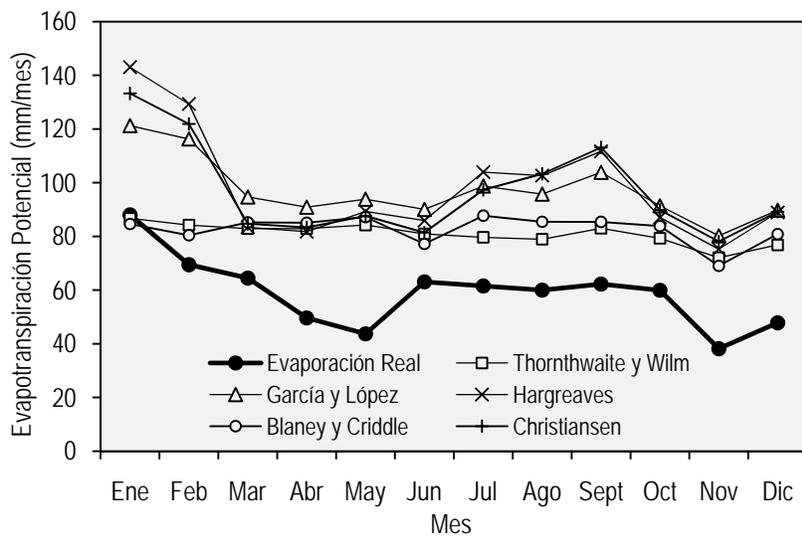
Gráfica C. 8. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 8.



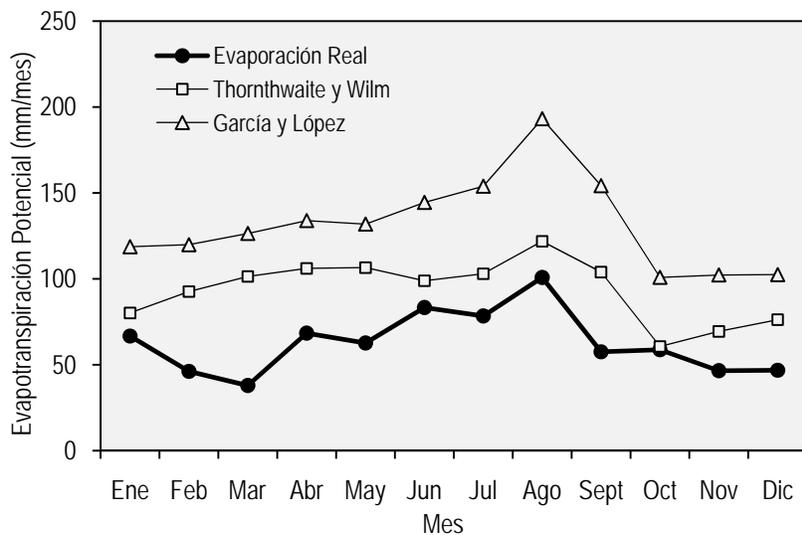
Gráfica C. 9. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 9.



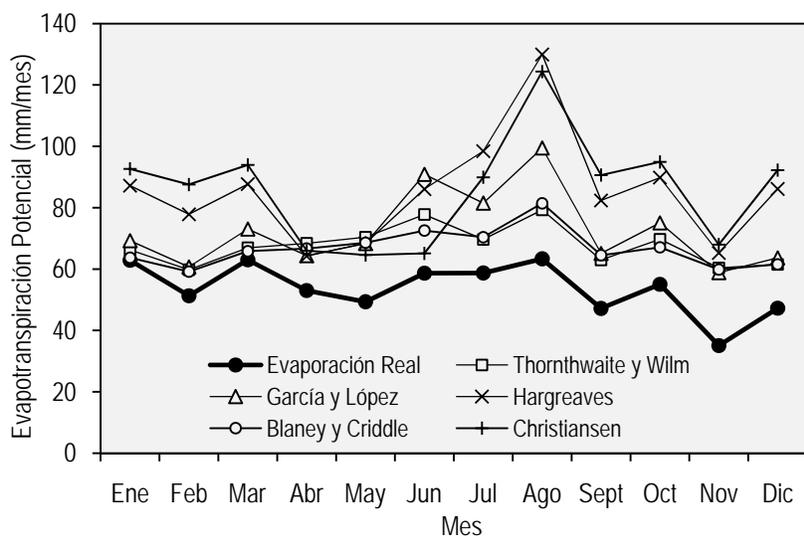
Gráfica C. 10. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 10.



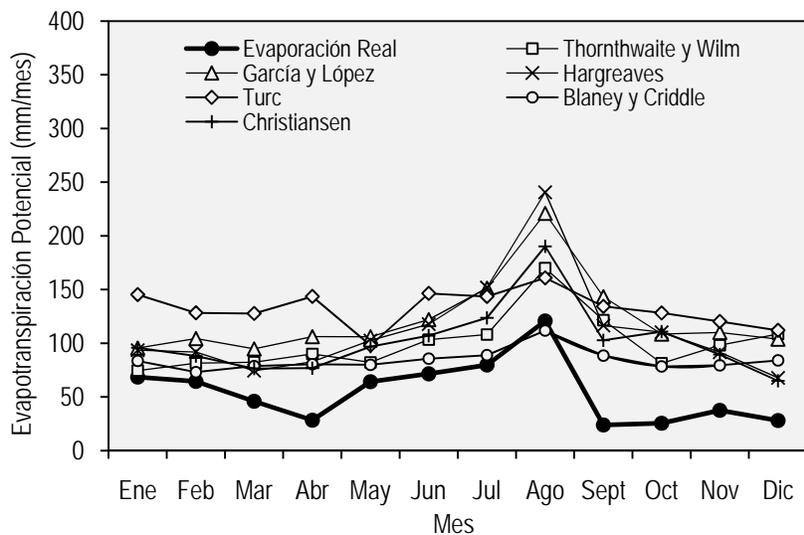
Gráfica C. 11. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 11.



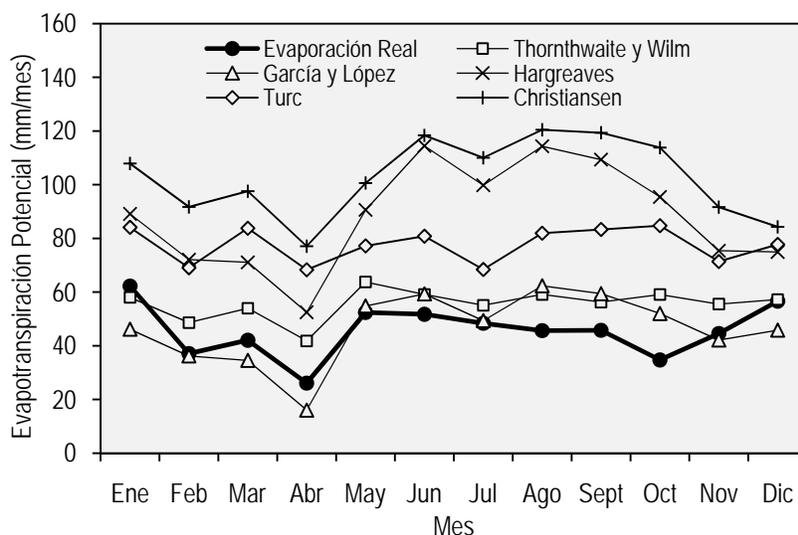
Gráfica C. 12. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 12.



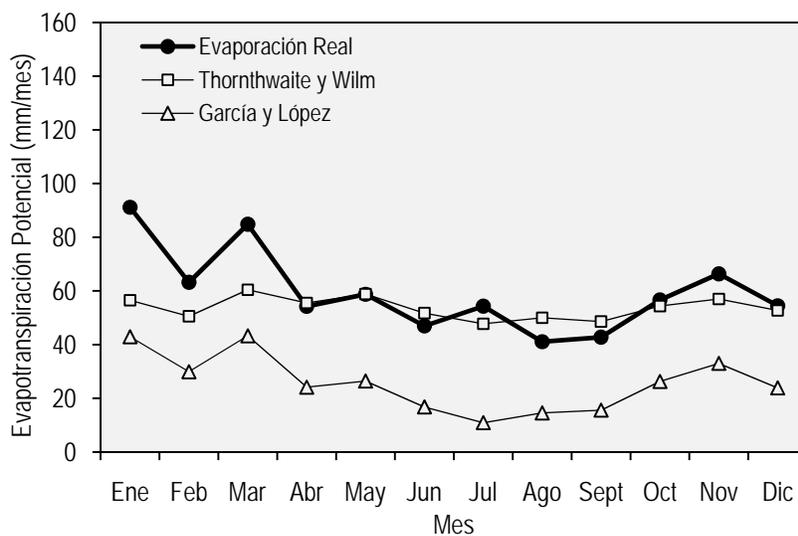
Gráfica C. 13. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 13.



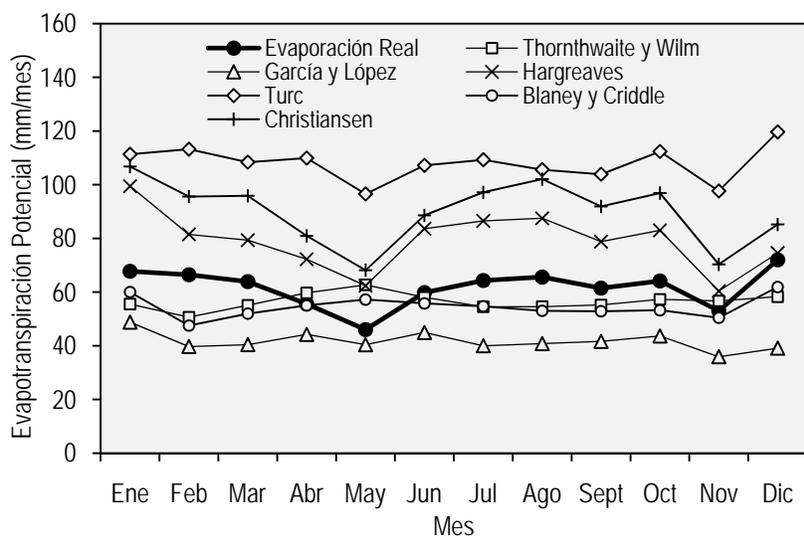
Gráfica C. 14. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 14.



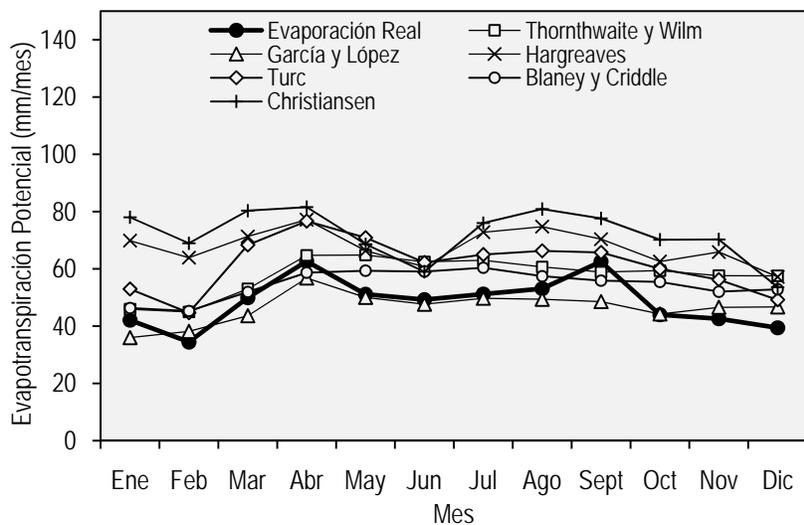
Gráfica C. 15. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 15.



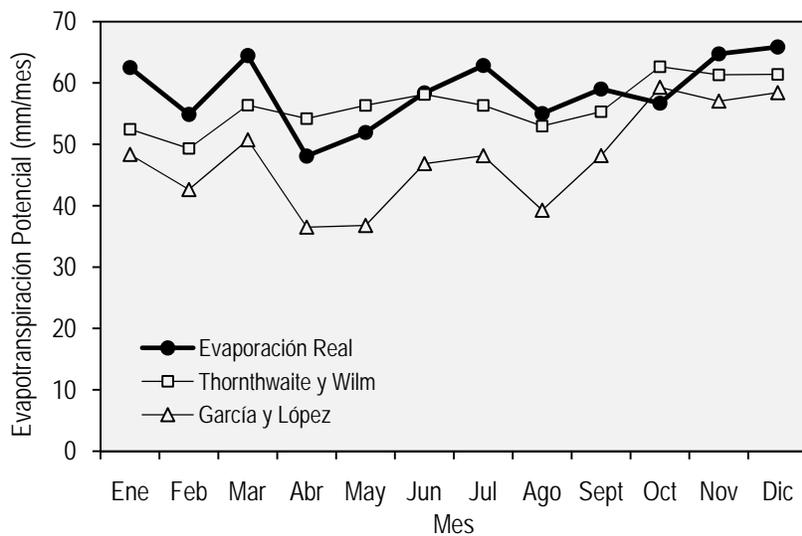
Gráfica C. 16. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 16.



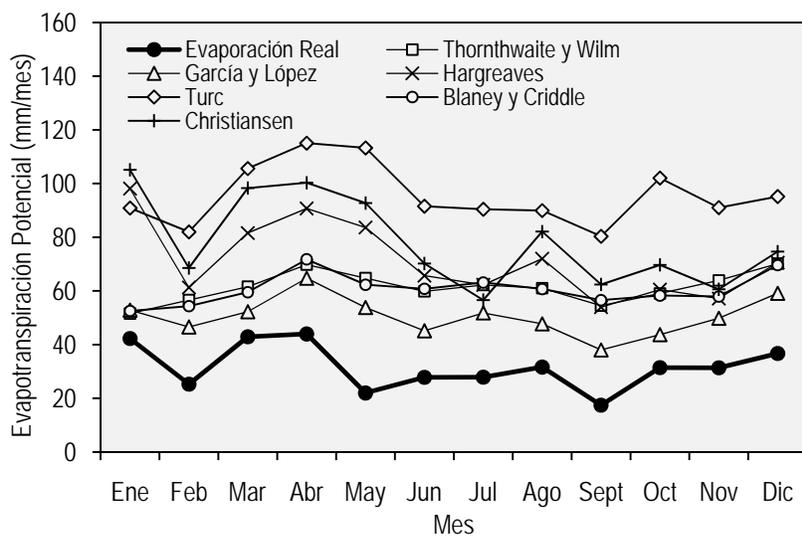
Gráfica C. 17. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 17.



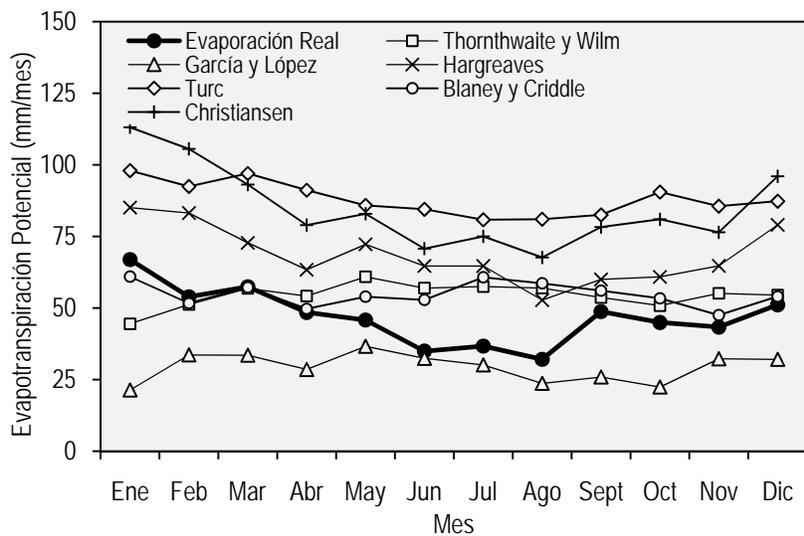
Gráfica C. 18. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 18.



Gráfica C. 19. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 19.



Gráfica C. 20. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 20.



Gráfica C. 21. Variación mensual de ETP y ER en la estación No. 21.