

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA EVAPORACION CALCULADA POR VARIAS FORMULAS
Y LA EVAPORACION MEDIDA EN ALGUNAS REGIONES DE COLOMBIA**

POR

TITO JAIME COLINCE HENAVLIES

**Tesis de grado presentada como requi-
sito parcial para optar el título de**

INGENIERO AGRONOMO

**Presidente de tesis del II de Agosto
de 1966, según el Reglamento General
LUCIO LEONARDA BUXBANO I.A., N. Sc.**

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

PASTO - COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

No. 1.975

Volumen 1.975

PASTO - COLOMBIA

Facultad

1.975

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

" Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de su autor "

Art. 1º del acuerdo No 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO	
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS	
PASTO - COLOMBIA	
No. <u>18603</u>	Fj <u>1</u>
Valor <u>\$ 800</u>	Vol. _____
Fecha <u>14-22-75</u>	Don. <u>X</u>
Fact. _____	Canje _____
Librería _____	Criop. _____

557.576
C 736
81.1

14-00000

ARRANGELIMIENTOS

CON MUCHO CARINO A :

MIS PADRES M. y A. M. y B.

Y A MIS HERMANOS

MIS HERMANAS M. y A. M. y B.

MIS HERMANOS M. y A. M. y B.

MIS HERMANAS M. y A. M. y B.

MIS **MI PADRE** M. y A. M. y B.

MIS **MI MADRE**

MIS **MI ESPOSA**

MIS **MIS HIJOS**

MIS **MIS HERMANOS**

MIS **MIS FAMILIARES**

MIS **MIS AMIGOS** - REVERENDOS DE LA COMUNIDAD

MIS **MIS AMIGOS** REVERENDOS

Y A MIS PADRES M. y A. M. y B.

Y A MIS HERMANOS

Y A MIS HERMANAS

- IV -

7-00028

AGRADECIMIENTOS A :

- LUCIO LEGARDA B. I. A., M. Sc.**
por su acertada dirección
- ANTONIO ARIAS H. I. A., M. Sc.**
- JOAQUIN CAMBOA. I. A., M. Sc.**
- HERNAN BURBANO. I. A., M. Sc.**
- FREDY CORAL QUINTERO. I. A., M. Sc.**
- LUCY AGUILERA R.**
- UNIVERSIDAD DE NARIÑO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
UNIVERSIDAD DEL VALLE - DIVISION DE INGENIERIA
CENTRO DE CALCULO ELECTRONICO
- Todas las personas que en una u otra
forma colaboraron en el desarrollo
del presente estudio.

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Definición de términos.....	3
2.1.1 Evaporación	3
2.1.2 Transpiración	3
2.1.3 Evaporación potencial	3
2.1.4 Uso consuntivo	3
2.1.5 Evapotranspiración actual o real	4
2.2 Relación entre la evapotranspiración y la evaporación	4
2.3 Evaporación de la superficie del suelo	4
2.4 Evaporación de la vegetación	5
2.5 Importancia de la evaporación	5
2.6 Factores que influyen en el proceso de la evaporación	5
2.6.1 Temperatura	5
2.6.2 Humedad relativa	6
2.6.3 Radiación solar	6
2.6.4 Precipitación	6
2.6.5 Viento	7
2.6.6 Brillo solar	7
2.6.7 Presión de vapor	7
2.6.8 Latitud	7
2.6.9 Altitud	8
2.7 Métodos directos para medir la evaporación	8
2.7.1 Tanque de evaporación	8
2.7.2 Evaporímetro de Piche	9
2.8 Métodos indirectos para estimar la evaporación	9
2.8.1 Métodos basados en la transferencia del vapor	9
2.8.1.1 Ecuación de Dalton	9
2.8.1.2 Fórmula de Moyer	10
2.8.1.3 Método de Horton	10
2.8.2 Métodos teóricos basados en el balance hídrico	11

	Pag.
2.8.3 Métodos teóricos basados en el balance de energía ..	11
IV. RESULTADOS 2.8.3.1 Método de Panun ..	12
4.1 2.8.4 Métodos empíricos basados en datos meteorológicos ..	13
4.2 Métodos 2.8.4.1 Método de Blaney-Morin ..	13
4.3 Métodos 2.8.4.2 Método de Thornthwaite ..	13
4.4 Métodos 2.8.4.3 Método de Blaney-Criddle ..	14
4.5 Métodos 2.8.4.4 Método de Ivanov ..	14
4.6 Métodos 2.8.4.5 Método de Papadakis ..	14
4.7 Métodos 2.8.4.6 Método de Hargreaves ..	15
2.8.4.7 Método de Holdridge ..	15
V. CONCLUSIONES ..	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS ..	16
3.1 Procedimientos ..	16
3.2 Estaciones estudiadas ..	16
VI. 3.3 Métodos ..	17
3.3.1 Método de Blaney-Morin ..	17
VII. 3.3.2 Método de Thornthwaite ..	18
3.3.3 Método de Papadakis ..	18
3.3.4 Método de Blaney-Criddle ..	18
3.3.5 Método de Ivanov ..	19
3.3.6 Método de Hargreaves ..	19
3.3.7 Método de Holdridge ..	20
3.4 Variables consideradas ..	20
3.4.1 Temperatura ..	20
3.4.2 Humedad relativa ..	20
3.4.3 Evaporación ..	21
3.4.4 Precipitación ..	21
3.5 Análisis estadísticos ..	21
3.5.1 Coeficiente de correlación ..	21
3.5.2 Desviación estándar de las diferencias ..	21
3.5.3 Coeficiente de variación ..	23
3.6 Procesamiento de datos ..	24

	Pag.
IV RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1 Método de Blaney-Griddle	25
4.2 Método de Blaney-Morin	26
4.3 Método de Hargreaves	27
4.4 Método de Holdridge	28
4.5 Método de Ivanov	29
4.6 Método de Papadakis	30
4.7 Método de Thornthwaite	31
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
VI RESUMEN	86
SUNMARY	87
VII BIBLIOGRAFIA	88
VIII APENDICE	93

TABLAS

Pág.

TABLA I	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Pasto (Huila), para 5 años (mm/año)	40
TABLA II	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Palmira (Valle del Cauca), para 5 años (mm/año)	43
TABLA III	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Bello (Antioquia), para 2 años (mm/año)	46
TABLA IV	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Riosucro (Antioquia), para 2 años (mm/año)	47
TABLA V	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Duitama (Boyacá), para 4 años (mm/año)	48
TABLA VI	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Cúcuta (Cúcuta), para 2 años (mm/año)	50
TABLA VII	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Nequimé (Ordaz), para 6 años (mm/año)	51
TABLA VIII	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por varios métodos en Guadalupe (Huila), para 1 año (mm/año)	54
TABLA IX	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Pasto (Huila), para 5 años (mm/año)	55
TABLA X	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Palmira (Valle del Cauca), para 5 años (mm/año)	58

TABLA XI	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Bello (Antioquia), para 2 años (mm/mes)	61
TABLA XII	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Rionegro (Antioquia), para 2 años (mm/mes) ...	62
TABLA XIII	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Duitama (Boyacá), para 4 años (mm/mes) ———	63
TABLA XIV	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Cereté (Córdoba), para 2 años (mm/mes)	65
TABLA XV	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Mosquera (Cundinamarca), para 6 años (mm/mes).	66
TABLA XVI	Comparación entre la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada-correcta por varios métodos en Consacá (Nariño), para 1 año (mm/mes)	69
TABLA XVII	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Pasto	70
TABLA XVIII	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Palmira	71
TABLA XIX	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Bello	72
TABLA XX	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Rionegro	73
TABLA XXI	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Duitama	74
TABLA XXII	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Cereté	75
TABLA XXIII	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Mosquera	76

TABLA XXIV	Desviación, correlación, factores de corrección y desviación ajustada, para Consacá	77
TABLA XXV	Variancias sin corregir obtenidas para los distintos métodos en las estaciones estudiadas	78
TABLA XXVI	Variancias corregidas obtenidas para los distintos métodos en las estaciones estudiadas	79
TABLA XXVII	Valores de F y niveles de significancia para las variancias sin corregir	80
TABLA XXVIII	Valores de F y niveles de significancia para las variancias corregidas	81
TABLA XXIX	Promedios de evaporación medida en el tanque clase "A" y promedio de evaporación estimada sin corregir por las distintas fórmulas para las estaciones estudiadas	82
TABLA XXX	Promedios de evaporación medida en el tanque clase "A" y promedios de evaporación estimada corregida por las distintas fórmulas para las estaciones estudiadas	83
Figura 7	Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Priestly (---) y de Penman (---) para el Municipio de Consacá (Caldas)	84
Figura 8	Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Priestly (---) y de Penman (---) para el Municipio de Buenavista (Caldas)	85
Figura 9	Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Priestly (---) y de Penman (---) para el Municipio de Guatapé (Caldas)	86

ILUSTRACIONES

	Pag.
Figura 1 Esquema de un tanque de evaporación clase "A" (cm.)..	22
Figura 2 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Blaney-Morin (—) y de Ivanov (— —) para el Municipio de Pasto (Nariño)	32
Figura 3 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método Hargreaves (—) y de Ivanov (— —) para el Municipio de Palmira (Valle del Cauca)	33
Figura 4 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Hargreaves (—) y de Blaney-Morin (— —) para el Municipio de Bello (Antioquia)	34
Figura 5 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Hargreaves (—) y de Ivanov (— —) para el Municipio de Rionegro (Antioquia)	35
Figura 6 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Ivanov (—) y de Blaney-Morin (— —) para el Municipio de Duitama (Boyacá)	36
Figura 7 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Hargreaves (—) y de Papadakis (— —) para el Municipio de Cereté (Córdoba)	37
Figura 8 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Papadakis (—) y de Ivanov (— —) para el Municipio de Mosquera (Cundinamarca)	38
Figura 9 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el método de Hargreaves (—) y de Papadakis (— —) para el Municipio de Consacá (Nariño)	39

APENDICE

Page

Page

TABLA II	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Obonuco, Panto	94
TABLA II	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Palmira, Valle	95
TABLA III	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Talio Ospina, Valle	96
TABLA IV	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de La Selva, Rionegro	97
TABLA V	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Surbata, Duitam	98
TABLA VI	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Turipaná, Corots	99
TABLA VII	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Tibaitatá, Mosquera	100
TABLA VIII	Algunos datos descriptivos de la estación meteorológica de Ospina Pérez, Concesol	101
TABLA IX	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Obonuco, para 5 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	102
TABLA X	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Palmira, para 5 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	105
TABLA XI	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Talio Ospina, para 2 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	108
TABLA XII	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en La Selva, para 2 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	109

TABLA XIII	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA en Surbatá para 4 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	110
TABLA XIV	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Turipaná, para 2 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	112
TABLA XV	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Tibaitatá, para 6 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	113
TABLA XVI	Datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Consacá, para 1 año, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas	116

En los trabajos presentados y citados se han utilizado, para obtener las conclusiones de acuerdo a aquellas que se derivan de la investigación, los resultados de los trabajos anteriores.

Debido a la escasa información sobre la determinación directa de la evaporación y evaporación medida en Colombia, la insuficiente información climatológica y a la falta de la existencia de algunas estaciones meteorológicas para obtener la evaporación de las plantas, se presentan dificultades en la determinación del balance hídrico para uso en la agricultura del café en el valle y el llano, por lo cual se recurre como medio general, al uso de fórmulas que proporcionen una estimación más exacta.

(*) Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la tutoría de la Ing. María Eugenia Rodríguez I. A. I. S. S.

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA EVAPORACION CALCULADA POR VARIAS FORMULAS Y LA EVAPORACION MEDIDA EN ALGUNAS REGIONES DE COLOMBIA (').

Por

TITO JAIME COLUNGE BENAVIDES

I. INTRODUCCION

La importancia de los estudios sobre evaporación y evapotranspiración se deben a su aplicación inmediata, tanto en la agricultura especialmente en riegos y drenajes como en las investigaciones hidrologicas.

La atención que el fenómeno de la evaporación ha merecido por parte de los investigadores en otros países es grande. Todos han tenido como meta encontrar una expresión siple, que permita calcular la evaporación o la evapotranspiración en un determinado período y lugar. Hasta ahora, se ha podido comprobar que dichas fórmulas funcionan bastante bien en las zonas donde fueron desarrolladas o en aquellas en donde los aspectos geográficos y climatológicos son similares. Pero cuando las condiciones se apartan de aquellas, que sirvieron de base a la investigación, las expresiones dan resultados erróneos.

Debido a la escasa ilustración sobre la determinación directa de la evaporación y evapotranspiración en Colombia, la insuficiente información climatológica y a la falta de la evaluación de algunos métodos sencillos para estimar la evapotranspiración de las plantas, se presentan dificultades en la determinación del balance hídrico para uso en la evaluación del clima en el riego y el drenaje, por lo cual se recurre como norma general, al uso de fórmulas que proporcionan una medida indirecta.

(') Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Lucio Legarda Burbano I.A. M.Sc.

En base a las consideraciones anteriores es ha estimado útil realizar el presente trabajo con el objeto de comparar los valores de evaporación, deducimos de las fórmulas de uso frecuente, con la evaporación medida en el tanque clase "A", en algunas regiones, tratando de constatar el grado de adaptabilidad de las mencionadas fórmulas a las condiciones de estas zonas y recomendar su aplicación mediante la introducción de coeficientes de corrección.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Definición de términos

2.1.1 Evaporación

Es el proceso físico por el cual el agua cambia de su estado líquido o sólido a gaseoso. Más exactamente, Dalton en 1882, la definió así: "Se presenta a evaporación cuando la presión del vapor de agua del aire es menor que la de la superficie del agua" (32)

2.1.1 Transpiración

Proceso en el cual el vapor de agua se desprende de las plantas vivas, principalmente de las hojas y pasa a la atmósfera (4).

2.1.3 Evapotranspiración potencial

Thornthwaite (45), introdujo en 1944 este concepto para expresar la evapotranspiración que normalmente ocurre en un cultivo, con abundante humedad en el suelo. Según Penman (39) es la cantidad de agua transpirada por un cultivo de altura pequeña y uniforme, que cubre la superficie del suelo y que tiene suficiente humedad.

2.1.4 Uso consuntivo

En general, se considera este término equivalente al de evapotranspiración (29); no obstante, algunos autores hacen diferencia en la definición de los dos conceptos, considerenado que en el uso consuntivo se incluye además la cantidad de agua que forma parte de los tejidos de las plantas, la cual es siempre una cantidad muy pequeña (generalmente no excede del uno por ciento), con relación al volumen de agua transpirada (10). En consecuencia los dos términos, en la práctica, tienen idéntico valor, lo cual ha permitido que se empleen indistintamente.

2.1.5 Evapotranspiración real

Es aquella producida cuando la vegetación está sometida a condiciones climáticas y edáficas de suministro de agua, tal es que las plantas no pueden transpirar sino el agua de que realmente disponen en el suelo, por estar éste parcialmente seco (3, 23, 24, 33, 34).

2.2 Relación entre la evapotranspiración y la evaporación

Penman (39) llamó a la relación evapotranspiración/Evaporación de una superficie libre de agua, el factor, K , el cual depende únicamente de la naturaleza de la cobertura vegetal. Este factor varía para cada cultivo y para cada localidad. Varios autores mencionados por Legarda (33) como Blaney-Griddle, Penman, Christiansen, Hargreaves y Jensen-Haise, han introducido factores de cultivo a sus fórmulas para tener en cuenta el efecto de la vegetación. El factor K aumenta con la edad de la planta y la succión total del agua del suelo (30).

2.3 Evaporación de la superficie del suelo

Las moléculas de agua tienen que ejercer una mayor fuerza para vencer la que ofrece el suelo que para escapar de una superficie de agua libre, pues lo que tienen que vencer la resistencia debida a la atracción de las partículas del suelo. La evaporación de la superficie del suelo es función del contenido de humedad del mismo, de tal forma que cuando la humedad es baja, la evaporación superficial es prácticamente despreciable (1, 4, 24).

Cuando el agua se evapora del suelo ocurre un movimiento vertical. Esta evaporación continúa mientras la capa superficial se mantenga húmeda hasta unos 10 cm de profundidad en suelos arcillosos, o hasta unos 20 cm en arenosos (43).

Si el nivel freático está a menos de 30 cm de la superficie del suelo, la evaporación en suelo desnudo es aproximadamente equivalente

a la transpiración de un cultivo bajo riego. Por el contrario en suelos no saturados la pérdida por evaporación es una parte muy pequeña de la pérdida total del agua del suelo por otra parte.

2.4 Evaporación de la vegetación

Una parte de la precipitación pluvial total es retenida por las superficies de la vegetación. Esta agua puede volver a la atmósfera por evaporación (4).

No obstante, hay que tener en cuenta que el ritmo de evaporación de la superficie de las hojas es diferente de aquellas áreas de igual superficie de agua expuesta a condiciones similares. Además, las hojas húmedas de árboles y arbustos se secan rápidamente, mientras que la humedad retenida en pastizales tupidos y altos, se evapora lentamente debido a que el movimiento de aire es limitado y la diferencia de presión de vapor rápidamente llega a cero (4).

2.5 Importancia de la evaporación

Desde el punto de vista agrícola la medida de la evaporación es importante ya que sirve para determinar el consumo de agua por diferentes cultivos. De acuerdo a Gavande (22), su conocimiento permite:

- a) Programar la irrigación. b) Diseñar sistemas de riego y drenaje. c) Establecer las necesidades de riego para los cultivos. d) Elaborar el balance hidrológico diario, mensual, anual y estacional de los cultivos. e) Predecir la frecuencia y severidad de las sequías agrícolas en áreas húmedas y sub-húmedas.

2.6 Factores que influyen en el proceso de evaporación

2.6.1 Temperatura

Las experiencias demuestran que la evaporación aumenta con el incremento de la temperatura de la superficie del agua, (36,48).

Por el contrario, el descenso de la humedad relativa y los movimientos del aire, disminuyen la temperatura del suelo, y por consiguiente de la planta, con lo cual decrece la tasa de evapotranspiración (1, 24, -35).

El factor temperatura es un elemento fundamental en la mayoría de las fórmulas de estimación de la evapotranspiración puesto que sus valores pueden obtenerse con facilidad, y también a causa de sus marcados efectos sobre la evaporación (16, 17, 20, 21).

2.6.2 Humedad relativa

Cuando los otros factores climáticos como temperatura, viento, precipitación, radiación solar, nubosidad e insolación son constantes, un aumento en la humedad relativa disminuye la intensidad de la evaporación (43, 47, 48). Hargreaves (25) considera que cuando la humedad relativa baja de 87 a 60% la evaporación aumenta en un 40%. La transpiración y la evaporación son aceleradas durante los días de baja humedad, en tanto que en los de alta humedad es lenta.

2.6.3 Radiación solar

Según Tanner (44) el paso del estado líquido al de vapor se realiza en el proceso respiratorio, usando como fuente energética la radiación solar. Parte de la energía solar que absorbe el suelo es retenida, mientras una gran parte vuelve al espacio por radiación, fenómeno que ocurre, tanto de día como de noche, mientras que la recepción de energía solar, solo se realiza durante el día (24, 44, -48).

2.6.4 Precipitación

De acuerdo a Blaney-Criddle (5), la cantidad de lluvia tiene un efecto inversamente proporcional con la cantidad de agua evapotranspirada. Haldridge (26) incluye este factor en su formulación de estimación de la evaporación.

2.6.5 Viento

Según Blaney-Criddle (6) el viento estimula la evaporación y la transpiración. Al respecto, Vehimeyer (48) considera que el vapor de agua cerca de las hojas aumenta la transpiración. El viento puede desplazar estas capas de aire húmedo y reemplazarlas con capas de aire seco incrementando así la diferencia en la presión de vapor en la parte interna y la superficie externa de la hoja, produciendo un aumento en la transpiración.

2.6.6 Brillo solar (horas de sol)

Según Trojer (47), en el trópico, la duración del brillo solar varía desde el Ecuador con 12 horas durante casi todo el año hasta las latitudes de 20 grados con 11 a 13 horas. Con cielo despejado se registran, en general, en los valles más de 8 horas de brillo solar y en días nublados y lluviosos menos de 3 horas, valores que pueden considerarse como límite; para los meses secos de 200-280 horas de brillo solar y para meses lluviosos se reducen a 100-150 horas (47).

2.6.7 Presión de vapor

La velocidad a la cual las moléculas se desprenden del agua, depende de la presión de vapor y en caso contrario o paso de vapor a líquido depende de la presión de vapor del aire. Cuando el aire es más caliente que el agua la presión del vapor saturado es mayor que la presión del vapor de la superficie del agua (4).

2.6.8 Latitud

Para Blaney-Criddle (5) y Criddle (16), la latitud tiene considerables influjos en el ritmo de consumo de agua por las plantas.

Como anota Hardy (24), debido a que el recorrido del sol determina las estaciones climáticas, se ha comprobado que existe

más temperatura y radiación en regiones del trópico que en otras zonas. La temperatura media mensual presenta grandes fluctuaciones en latitudes templadas, en tanto que en las zonas tropicales las variaciones de temperatura son menores.

2.6.9 Altitud

La disminución de la presión al aumentar la altura aumenta la evaporación, pero este efecto es contrarrestado por el descenso de la temperatura con el incremento en la altura (4).

2.7 Métodos directos para medir la evaporación

2.7.1 Tanques de evaporación

Los tanques de evaporación son construidos de hierro galvanizado o cobre, generalmente circulares y de varios diámetros. En Colombia se usa este instrumento únicamente en las estaciones meteorológicas de primer orden, este instrumento comunmente se lo conoce con el nombre de "Tanque clase A" para tierra (4, 28, 32, 33).

De acuerdo con Grassi (23) y Pruitt (40, 41) el procedimiento más confiable para determinar la evapotranspiración de los cultivos, consiste en relacionarla con la evaporación del tanque clase "A", puesto que estos dos fenómenos son procesos similares debido a la integración de varios factores climáticos tales como : temperatura, humedad relativa, radiación solar, brillo solar, déficit de saturación, viento, presión de vapor, precipitación, etc.

López y Mathieson citados por Grassi (23) realizaron en Maracaibo (Venezuela) un trabajo, relacionando la evaporación del tanque clase "A" y la evapotranspiración medida en lisímetros, encontrando una correlación de 0,913, García y López (19) también determinaron una asociación de 0,881 entre los dos variables necesidades en el mismo país.

2.7.2 Evaporímetro de Piche

También existen otros aparatos para medir la evaporación tales como el evaporímetro de Piche, de Roberston, de Bellini, el atmómetro de Livingston etc, los cuales a través de numerosos experimentos, han demostrado que las estimaciones sobre este fenómeno atmosférico no son satisfactorias (17, 28, 29).

2.8 Métodos indirectos para estimar la evaporación

Atendiendo a la teoría o al método empleado en su obtención, según Christianse y Patil, citados por Quintero (42), las fórmulas se clasifican así: 1. Métodos basados en la física de la transferencia del vapor. 2. Métodos teóricos basados en el balance hídrico. 3. Métodos teóricos basados en el balance de energía. 4. Métodos empíricos basados en datos meteorológicos.

2.8.1 Métodos basados en la transferencia del vapor

2.8.1.1 Ecuación de Dalton (1882)

De acuerdo a Dalton, citado por Vehimeyer (48), se presenta a evaporación cuando la presión de vapor de agua del aire es menor que la de la superficie del agua cuya definición matemática es la siguiente:

$$E = C (e_s - e)$$

[1]

donde :

E = evaporación (mm)

C = es una constante que depende de la velocidad del viento

e_s = presión de vapor de agua de la superficie evaporante (mb)

e = Presión de vapor de agua en la atmósfera (mb)

Como el ritmo de mezcla del aire depende de la forma como cambian esas variables con la altura, este método requiere mediciones de velocidad del viento, temperatura del aire y presión del vapor a diferentes alturas sobre la superficie, lo que limita la utilización debido a la dificultad de conseguir esos datos con precisión.

2.8.1.2 Fórmula de Meyer

Fue desarrollada para determinar la evaporación de lagos (48).

$$E = C (e_s - e) (1 + 0,1V) \quad [2]$$

en donde :

V = velocidad del viento cerca a la superficie del suelo

E = evaporación

C = coeficiente que depende de la forma y extensión del lago, así, para lagos pequeños y de escasa profundidad es 15 y 11 cuando el lago es profundo y grande.

2.8.1.3 Método de Horton

Horton en 1917 presentó la siguiente fórmula (48)

$$E = 0,4 (F e_s - e) \quad [3]$$

en donde :

E = evaporación (mm)

F = factor que depende del viento; $F = 2 - \log^{-0,24}$

e_s = presión del vapor en pulgadas de Hg correspondiente a la temperatura de la superficie del lago

e = presión media del vapor del aire saturado a la temperatura del punto de rocío.

2.8.2 Métodos teóricos basados en el balance hídrico.

El método del balance hídrico es la medida de la continuidad del flujo de agua. Experiencias realizadas en este campo indican que este método en condiciones favorables de la mayor aproximación en la estimación de la evaporación y evapotranspiración (42). Teóricamente, es posible el uso de este método en cualquier lago, pero en la práctica se dificulta por el error involucrado en las medidas de los términos de la expresión matemática (42).

Según Horton, citado por Vehimeyer (48), la ecuación básica para determinar la evaporación por el método del balance hídrico es la siguiente :

$$E = I - O - S$$

4

en donde :

E = evaporación de un embalse (mm)

I = afluencias y precipitación (mm)

O = Efluencia

S = cambio en el almacenamiento de un embalse.

La pérdida que presenta mayor dificultad de evaluación en este método es la infiltración, y su medición se efectúa por medidas indirectas, como control en el nivel del agua, permeabilidad. Se aplica solo en períodos largos porque hay compensación de pérdidas menores, al repetirse el ciclo hidrológico.

2.8.3 Métodos teóricos basados en el balance de energía.

Estos métodos se basan en la continuidad del flujo de energía. Los elementos básicos considerados en los mismos son: radiación solar y almacenamiento de energía.

2.8.3.1 Método de Penman

Penman ha presentado un estudio teórico muy completo sobre la evaporación y evapotranspiración. Su trabajo (35, 39) muestra como la evaporación es altamente dependiente de la energía solar que llega a la superficie del suelo.

La fórmula de Penman (39) se presenta

así :

$$ETP = \frac{H + 0,486 E}{+ 0,486} \quad \boxed{5}$$

de donde :

ETP = evapotranspiración potencial

= valor de la pendiente de la curva temperatura-tensión de saturación de vapor en el aire. (tabulado).

H = Balance de calor diario en la superficie, en mm de agua por día

$$H = Ra (1 - r) (0,18 + 0,55 \frac{n}{N}) - T_4 (0,56 - 0,92 e) \\ (0,10 + 0,90 \frac{n}{N})$$

Ra = radiación extraterrestre en la superficie, en mm de altura/día

r = coeficiente de reflexión de la superficie

n = duración real de la insolación

N = duración máxima posible de la insolación (tabulado)

= constante de Stephan-Boltzman

T₄ = milímetros de agua por día (tabulado)

e = presión de agua en mm/día

E = Evaporación de agua en mm/día

$$E = 0,35 (e_s - e) (1 + 0,0061v)$$

e_s = presión de saturación del vapor de agua a la temperatura media del aire en mm Hg

v = velocidad del viento en millas/día, medida a 2 m, sobre la superficie

Con este método se ha obtenido resultados satisfactorios, sin embargo, su principal desventaja en la zona tropical, radica en el hecho de que solo puede usarse en estaciones meteorológicas muy bien dotadas, las cuales, son escasas. Por otra parte, su procedimiento de cálculo es muy dispendioso (20, 29, 33).

2.8.4 Métodos empíricos basados en datos meteorológicos

En los últimos años son los que posiblemente han merecido más atención por parte de los investigadores y los que más se utilizan actualmente (33).

2.8.4.1 Método de Blaney-Morin

Estos autores (7) calcularon la evapotranspiración en función de la temperatura, humedad relativa y porcentaje de horas luz. Entre los métodos sencillos para determinar la evapotranspiración en latitudes de regiones áridas es bastante aceptable, tal como lo comprobó Brutsaert (8) al encontrar una correlación de 0,73 mayor que 0,59 obtenida por la fórmula de Blaney-Criddle.

2.8.4.2 Método de Thornthwaite

El método de Thornthwaite (45, 46) es sencillo, ampliamente usado y se basa en los valores de los promedios mensuales de temperatura, por lo cual presenta desventajas, ya que esta fórmula ha sido deducida para las regiones húmedas del Oeste y parte Central de los Estados Unidos y los promedios estacionales de temperatura en zonas templadas presentan una gran variación, en tanto que en el trópico esta variación es mínima y la temperatura no abarca las variaciones climáticas que intervienen en la evaporación para dichas zonas (2, 20, 21, 31).

Estudios de comprobación de esta fórmula mostraron errores al aplicarla en condiciones de aridez y semiaridez

posiblemente debido a que ha sido desarrollada con datos de áreas húmedas de los Estados Unidos. Al respecto, Brutsaert (8) encontró una regular correlación ($r = 0,72$) entre este método y la evapotranspiración medida.

2.8.4.3 Método de Blaney-Griddle

Fue desarrollado para las condiciones áridas del Oeste de los Estados Unidos, relacionando el agua consumida por las plantas con la temperatura y el porcentaje mensual de las horas de brillo solar anual teóricamente posibles para una latitud dada (5, 6).

Esta fórmula usa coeficientes para cada cultivo, lo cual la hace más versátil y de mayor funcionalidad (29). Según Elias y Jiménez (17) la temperatura y las horas de iluminación se consideran factores meteorológicos de gran influjo, sobre la transpiración y evaporación de las plantas. Sin embargo, la evapotranspiración es un fenómeno complejo, que está determinado por una serie de factores agroclimáticos (20, 31).

2.8.4.4 Método de Ivanov

Este investigador desarrolló su método en base a dos variables climáticas: la temperatura y la humedad relativa, aunque su aplicabilidad al trópico no se ha estudiado detalladamente.

2.8.4.5 Método de Papadakis

Papadakis (37, 38) presenta una fórmula simple basada en el conocimiento del déficit de saturación. La expresión de este autor es la siguiente:

$$E = 0,5626 (E_{ma} - E_d - 2) \quad \boxed{6}$$

E_{ma} = presión de saturación del vapor, promedio máximo diario en milibares.

2 = Diferencia normal entre el promedio diario mínimo y el punto de rocío.

Este investigador presenta unas tablas en donde para el cálculo de la evaporación solo es necesario conocer la temperatura máxima y mínima.

2.8.4.6 Método de Hargreaves

El método de Hargreaves (25) fué elaborado para regiones de latitudes medias de los Estados Unidos. Este autor considera la evaporación como un proceso físico que puede evaluarse en función de la temperatura, la humedad relativa, la duración de la luz de los días del mes, ajustado de acuerdo a la altitud. Introduce factores adicionales de corrección a su fórmula y una tabla que incluye para tener en cuenta el efecto del cultivo.

2.8.4.7 Método de Holdridge

Holdridge (26, 27), en 1959 presenta un método basado en la bio-temperatura media anual, esto es, la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a 0°C . dividido por 12, cuando las plantas realizan actividades biológicas. También en su forma incluye ciertos factores que modifican el lapso de tiempo que se estudie. Así, para un año se usa el factor 58, 93; para un mes de 31 días el factor 5,0., para un mes de 30 días el factor 4,84 y para uno de 28 días se usa 4,52.

Los valores hallados por el factor de evapotranspiración potencial deben usarse para obtener la tasa de ETP, que es igual a la relación entre el factor de ETP y la precipitación del lugar que se considere (26, 27).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Procedimiento

Se empezó por determinar las fórmulas a utilizarse, habiéndose escogido los de Blaney-Criddle, Hargreaves, Blaney-Morin, Holdridge, Papadakis, Thornthwaite e Ivanov por ser los más sencillos y de fácil determinación.

Los datos meteorológicos disponibles se aplicaron a las anteriores fórmulas y se estimó la evaporación. Los datos de evaporación calculada se compararon con los valores de la evaporación medida en el tanque clase "A".

A las evaporaciones calculadas, se les hizo un análisis estadístico preliminar, en el que se determinó la desviación estándar, el coeficiente de variabilidad, regresión y correlación lineal simple.

Se determinaron promedios locales de los factores de corrección mensuales cuyos valores aparecen en las talbas XVII a XXIV. Se repitió el cálculo de la evaporación, pero esta vez ajustadas las fórmulas por su respectivo factor de corrección y a estos resultados se les hizo un nuevo análisis estadístico calculando la desviación estándar, el coeficiente de variabilidad, regresión y correlación lineal simple y el porcentaje de ajuste.

3.2 Estaciones estudiadas

Para el presente trabajo se escogieron las estaciones meteorológicas de :

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de "Tibaitatá"

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de "Tulio Ospina"

Estación Agropecuaria Experimental de "Obonuco"

Estación Agropecuaria Experimental "La Selva"

Estación Agropecuaria Experimental de Turipaná

Estación Agropecuaria Experimental "Surbatá"

Granja Agropecuaria "Ospina Pérez" de Consacá

En el Apéndice, en las tablas, I a VIII aparecen los datos de algunas características descriptivas de las 8 estaciones meteorológicas estudiadas.

Los datos de la Granja Ospina Pérez de Consacá, Nariño, se tomaron de los boletines anuales, publicados por la Federación Nacional de Cafeteros (18). Los datos de las demás estaciones se obtuvieron de los boletines climatológicos publicados por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (11, 12, 13, 14).

3.3 Métodos

Los métodos empleados en este trabajo para calcular la evaporación fueron :

3.3.1 Método de Blaney-Morin

La expresión matemática de Blaney-Morin (7) fué :

$$E = ETP = (k - 1) = \frac{K t p}{100} \quad (114 - HR)$$

7

en donde :

E = evaporación mensual en mm

ETP = evapotranspiración potencial en mm

t = temperatura media mensual en °C

P = porcentaje mensual de las horas anuales de iluminación

HR = porcentaje mensual de humedad relativa

3.3.2 Método de Thornthwaite

La fórmula propuesta por este autor (45, 46) es la siguiente :

$$E = ETP = 1,6 \left(\frac{10T}{I} \right)^a$$

8

en donde :

E = evaporación mensual en mm

ETP = evapotranspiración potencial

T = temperatura media mensual en °C

a = exponente que es función del índice calórico anual, (viene dado en tablas)

$$a = 0,000000675 (I)^3 - 0,0000771 (I)^2 + 0,01792 (I) + 0,49239$$

I = índice de calor anual, igual a la suma de los índices mensuales

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,515}$$

3.3.3 Método de Papadakis

La formulación matemática propuesta por Papadakis (37, 38) es :

$$E = ETP = 0,5625 (T_{max} - T_{min} - 2)$$

9

en donde :

E = evaporación mensual en mm

T_{max} = temperatura mensual media máxima en °C

T_{min} = temperatura mensual media mínima en °C

3.3.4 Método de Blaney-Griddle

La ecuación empleada (5, 6) fué :

$$E = ETP (k - 1) = kF = k p (8,12 + 0,457t)$$

10

en donde :

E = evaporación de una superficie libre de agua en mm
ETP = evapotranspiración potencial en mm
F = suma de los factores mensuales de evaporación
p = porcentaje mensual de las horas anuales de iluminación
t = temperatura media mensual en °C

3.3.5 Método de Ivanov

La ecuación utilizada (2) es :

$$E = ETP (k = 1) = 0,0018 (25 + t)^2 (100 - HR) \quad 11$$

en donde :

E = evaporación mensual en mm
t = temperatura media mensual
HR = promedio mensual de la humedad relativa, en porcentaje

3.3.6 Método de Hargreaves

La fórmula se expresa (25) así :

$$E = ETP (k = 1) = 17,37 dt (1,0 - 0,01 HR) \quad 12$$

en donde :

E = evaporación mensual en mm
d = coeficiente mensual de duración del día, viene en tablas
t = temperatura media mensual
HR = humedad relativa media al mediodía
 $HRM = 1,0 + 0,HR + 0,004 HR^2$

3.3.7 Método de Holdridge

La expresión de Holdridge (26, 27) fué :

$$E = \frac{\text{Factor ETP}}{P}$$

13

en donde:

P = precipitación media mensual en mm

$$\text{Factor ETP} = 58,93 \left(\frac{\text{intervalo de tiempo}}{\text{tiempo de 1 año}} \right) \text{ Biotemperatura del lapso}$$

14

La relación ETP/P, se obtiene por medio de un monograma.

3.4 Variables consideradas

3.4.1 Temperatura

Los datos de temperaturas que se utilizaron corresponden a la temperatura media mensual, expresada en grados centígrados. Así mismo se empleó la temperatura media máxima y la temperatura media mínima. La medición de este meteoro se realizó mediante termógrafos. Los valores de este parámetro se presentan en las tablas IX a XVI del Apéndice.

3.4.2 Humedad relativa

Los valores de los porcentajes promedios de la humedad relativa aparecen en las tablas IX a XVI del Apéndice y se determinó por medio de hidrógrafos.

3.4.3 Evaporación

La evaporación se obtiene por medio de tanques clase A, se tienen las siguientes dimensiones : 1,20 m de diámetro por 0,25 m de profundidad y se colocan a 0,15 m de altura sobre la superficie del suelo. La lámina de agua sobre el tanque es de 0,20 m, con un borde libre de 0,05 m. La medida de evaporación se obtiene por diferencia de niveles, menos la precipitación, cuando ésta se presenta. En las tablas IX a XVI del Apéndice aparecen los diferentes valores mensuales de evaporación de las estaciones estudiadas. (Figura 1)

3.4.4 Precipitación

Los valores de precipitación media mensual que se midieron por medio de pluviógrafos se presentan en las tablas IX a XVI del Apéndice.

3.5 Análisis estadístico

Para determinar la precisión y concordancia de los diferentes métodos estudiados se realizaron las siguientes pruebas estadísticas :

3.5.1 Coeficiente de correlación

Se empleó como medidor de la precisión de una determinada fórmula. El coeficiente de correlación indica el mayor o menor grado de paralelismo entre los valores medidos y calculados de la evaporación.

3.5.2 Desviación estandar de las diferencias

No se utilizó la fórmula de la desviación estandar típica, en su interpretación tradicional, sino la desviación estandar de las diferencias para determinar el mayor o menor grado de acercamiento entre el valor medido que se considera como real y el calculado.

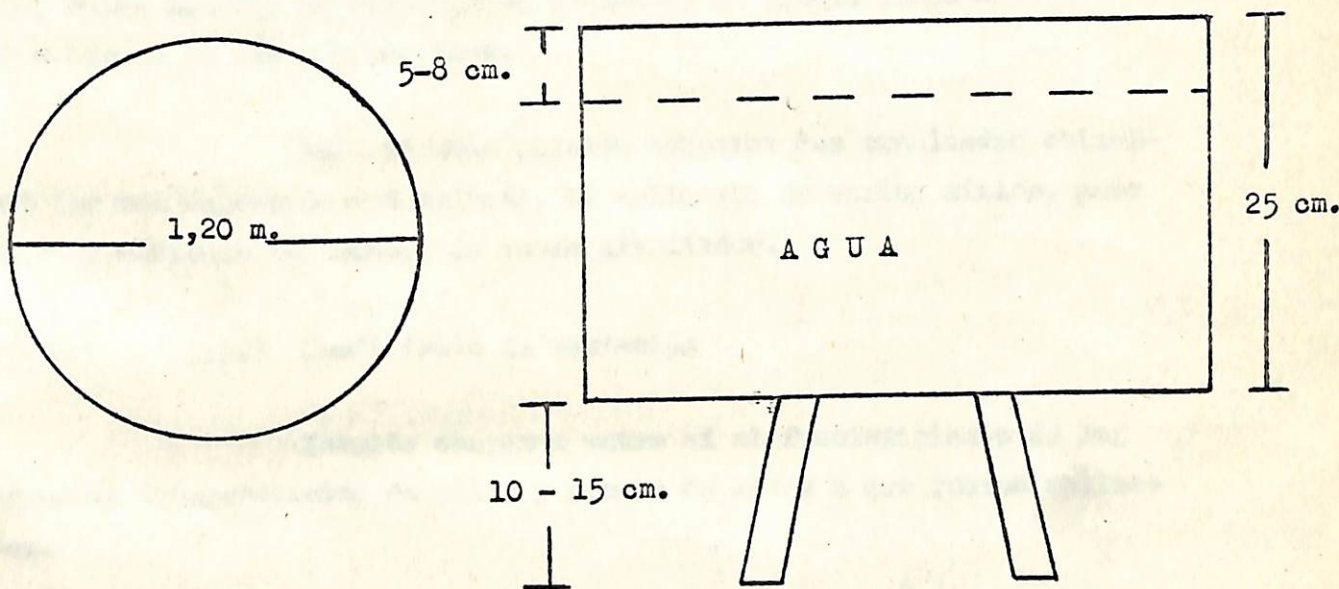


FIGURA 1. Esquema de un tanque de evaporación clase "A" (cm.)

La desviación estandar se presenta :

$$DS = \frac{(EM - EC)^2}{n - 1}$$

15

donde :

DS = desviación estandar de las diferencias

EM = valor mensual de evaporación estimada

EC = valor mensual de evaporación medida en el tanque clase A

n = número de meses estudiados.

Esta fórmula permite comparar los resultados obtenidos por una expresión determinada, al aplicarla en varios sitios, pues es independiente del número de meses estudiados.

3.5.3 Coeficiente de variación

Permite comparar entre sí el funcionamiento de las fórmulas independientes de sitio y número de meses a que fueron aplicados.

3.5.4 Factor de Corrección

Se encontró la relación entre la evaporación mensual estimada por cada método y la evaporación mensual del tanque denominado factor de corrección A.

$$\text{Factor de corrección A} = \frac{E (\text{método})}{E (\text{tanque})}$$

16

E = evaporación

3.6 Procesamiento de datos

Se utilizó un computador electrónico IBM - 1130 de la Universidad del Valle. El lenguaje empleado fué FORTRAN IV. En cada tarjeta se consignaron los valores de temperaturas media, máxima, mínima, humedad relativa, precipitación y evaporación correspondiente a un mes y a una estación.

Los valores de las precipitaciones obtenidos de la evaporación del terreno al día 4 y la evaporación obtenidos por los métodos estadísticos, se presentaron en las tablas I y II.

Los datos obtenidos sobre la evaporación obtenidos y corregidos, se registraron en las tablas III y IV.

Finalmente, en las tablas V y VI se presentaron los valores del análisis de variancias, correlaciones, factores de ajuste y prueba de F.

4.1 Método de Blaney-Ordin

En el presente estudio el método de Blaney-Ordin tiene una gran variabilidad entre las diferentes regiones, ya que los obtenidos para zonas húmedas y cálidas de regiones templadas de los Estados Unidos, no sirven adecuadamente extrapolados. Este método utiliza un coeficiente de evaporación E_p con la temperatura (t). Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los determinados por Leggett y Penzance (19) en zonas templadas, al compararse los coeficientes con este método. Finalmente, se realizó un análisis de regresión de los datos obtenidos para las diferentes regiones, se determinó la ecuación de la línea de mejor ajuste y se obtuvo el coeficiente de correlación r y el coeficiente de determinación r^2 (20).

Al grado de asociación entre las variables de la evaporación obtenida por el método y la evaporación obtenida por el método de Blaney-Ordin, así como, para cada una de las regiones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas I a VIII del Apéndice se observaron algunos datos sobre las características de las estaciones estudiadas, así como los datos climáticos de las mismas tales como : temperatura promedio mensual, humedad relativa promedio mensual, tensión de vapor, brillo solar y precipitación, que se emplearon para el cálculo de la evaporación por los diferentes métodos comparados.

Los valores de los resultados obtenidos de la evaporación del tanque clase "A" y la evaporación calculada por los diferentes métodos estudiados, se presentan en las tablas I a VIII.

Los datos obtenidos sobre la evaporación calculada y corregida, se registran en las tablas IX a XVI.

Finalmente, en las tablas XVII a XXVIII se encuentran los valores del análisis de variancias, correlaciones, factores de ajuste y prueba de F.

4.1 Método de Blaney-Griddle

En el presente estudio el método de Blaney-Griddle tiene una gran variabilidad debida posiblemente a errores del mismo, ya que fué obtenida para zonas áridas y semiáridas de regiones templadas de los Estados Unidos, no siendo aconsejable su extrapolación. Este método utiliza un solo parámetro meteorológico o sea la temperatura (5). Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los determinados por Legarda y Forcith (31) en zonas tropicales, al encontrar baja concordancia con este método. Igualmente, en varias regiones de Venezuela se ha encontrado baja concordancia, según estudio realizado por García y López (19).

El grado de asociación entre las variables de la evaporación medida por el tanque y la evaporación estimada por el método de Blaney-Griddle, fué baja, para casi todas las regiones.

En general, el método de Blaney-Criddle, en todas las regiones estudiadas, sobreestima los valores de la evaporación obtenidos por el método del tanque clase "A", es decir, los valores calculados son superiores a los valores reales, debido a que este método fue diseñado para zonas ecológicamente diferentes.

Con el fin de mejorar este método y adaptarlo al medio, se lo corrigió con un factor de ajuste, diferente para cada región. Al determinar nuevamente la desviación estándar se encontró que mejoró notablemente en su aplicabilidad para todas las regiones estudiadas. El porcentaje de ajuste osciló entre 16,63% para Pasto y 56% para Bello, lo que representa un incremento en la concordancia.

4.2 Método de Blaney-Morin

El método de Blaney-Morin presentó una mayor correlación y desviación que el método de Blaney-Criddle, al tener en cuenta un mayor número de factores, condición que se cumple en las estaciones meteorológicas.

En cuanto al mayor o menor paralelismo entre las variables E (tanque) y E (fórmula) de Blaney-Morin se encontró una gran asociación para Pasto ($r = 0,81$) superior al obtenido en la misma zona con el método de Blaney-Criddle, Thornthwaite, Papadakis, Holdridge y Hargreaves (tabla XVII).

Al aplicarle factores de corrección para cada zona, se obtuvo una mejora ostensible, especialmente en Pasto (factor de corrección 0,80) en donde el coeficiente de variabilidad disminuye un 17 por ciento. Así mismo en Bello, al aplicarle un factor de corrección de 0,59, el coeficiente de variación disminuyó en promedio 61% y en Duitama donde se aplicó un factor de ajuste de 0,53 la variación disminuyó en el 16%. En general, para Pasto, Bello y Duitama se encontró mayor asociación y concordancia siendo superado únicamente por el método de Ivanov en las dos pruebas, por lo que presenta este método como uno de los más confiables (Tablas XVII, XIX, XXI).

En la estación de Consacá se puede emplear éste en su expresión original, sin hacerle ajuste alguno por cuanto la desviación ajustada en determinado factor no disminuyó (Tabla XXIV).

4.3 Método de Hargreaves

El método de Hargreaves presenta una mayor concordancia entre la E medida y la E calculada, para la zona de Tibaitatá (Mosquera), aunque una correlación baja. Al aplicársele el factor de corrección, aumentando la precisión del método, sin embargo, este incremento del 13%, no es aceptable (Tabla XXIII). Para las demás regiones, en cambio, el ajuste fué significativo. Se obtuvo resultados satisfactorios al aplicar el factor de corrección de 1,51 en Palmira, donde la precisión es mejor a los otros métodos.

La correlación entre la evaporación medida en el tanque y la evaporación de la fórmula, de Hargreaves en relación con las obtenidas de los métodos de Blaney-Criddle, Holdridge, Thornthwaite y alta y similar con relación a los métodos de Ivanov, Papadakis, Blaney-Morrin en algunas regiones.

En general, este método con cálculos ajustados es aceptable, ya que en promedio, la desviación estándar disminuyó para todos alrededor de 243 por ciento, siendo mayor el ajuste en Pasto y Rionegro. Esta disminución en el valor de la desviación estándar al aplicar el factor de ajuste, significa que la fórmula tiene errores sistemáticos de sesgo o sea falta de concordancia.

Los resultados obtenidos para Palmira por el método de Hargreaves difieren con los reportados por Quintero (42) quien obtuvo una alta correlación ($r = 0,75$), mayor concordancia ($DS = 9,81$) y bajo coeficiente de $r = 0,62$, $DS = 17,39$ y $CV = 14,8$ por ciento. Esta diferencia se debe a que en el estudio realizado por Quintero (42) se emplearon datos de evaporación medidos por medio de un evaporímetro tipo Piche que debido a su pequeño tamaño da valores superiores a los

dos por el tanque de evaporación. Además, el método de Hargreaves tiene la tendencia a sobreestimar la evaporación en regiones del trópico, ya - que fué obtenido en zonas templadas.

En otras zonas tropicales de Venezuela (23), el método de Hargreaves presentó mejores resultados que los de Blaney-Griddle Y Thornthwaite, lo que concuerda con los obtenidos en el presente estudio.

En algunas regiones tales como Pasto, Rionegro, Duitama, el método de Hargreaves presentó la más alta correlación y concordancia corregida, siendo superado únicamente por el de Ivanov (Tablas XVII, XX, XXI).

En la región de Cereté presentó una correlación ($r = 0,54$) y una desviación estándar alta, la cual disminuyó, en promedio de 10% al aplicarle un factor de corrección de 1,36. En la región de Bello este método presenta el coeficiente de variabilidad más bajo (13,06 por ciento) y por consiguiente la menor variación con respecto a los demás métodos.

La correlación para esta misma zona es también una de las mejores ($r = 0,64$), similar al obtenido por el método de Thornthwaite ($r = 0,66$). Al realizar la prueba de significación entre estos dos coeficientes se encontró que se difieren significativamente, por lo tanto tiene idéntico valor práctico y se los puede emplear indistintamente. Sin embargo en este caso, para la región de Bello se debe destacar el método de Thornthwaite por presentar mayor desviación que el de Hargreaves. En Consacá este método presenta la mayor correlación, significativa, al nivel del 1 por ciento.

4.4 Método de Holdridge

En general, según las Tablas XVII a XXIV se aprecia que las correlaciones y las concordancias de este método en la mayoría de las zonas estudiadas no es aceptable. Tiende a sobreestimar la E (tanque), es decir, que sus valores son superiores a los reales, tanto en las regiones

secas como en las húmedas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Legarda y Forsythe (31) en regiones tropicales. Holdridge (26, 27) incluye en su formulación matemática de estimación de la evaporación el parámetro precipitación, que según Blaney-Criddle (6) tiene un efecto inversamente proporcional con la cantidad de agua evaporada; sin embargo, por los resultados obtenidos con este método se presume que la precipitación es un factor que poco influye en el proceso evaporativo de una superficie de agua a nivel tropical.

4.5 Método de Ivanov

El método de Ivanov presenta una concordancia y grado de ajuste aceptables en comparación a los de Blaney-Criddle, Blaney-Morin, Hargreaves, Holdridge, Papadakis y Thornthwaite en la región de Rionegro, considerándose que para esta zona debe aplicarse este método con factores de corrección o sin ellos, pues los resultados obtenidos son bastante satisfactorios (Tabla XX). Para la región de Duitama también se debe aplicar esta ecuación con amplia confiabilidad pero utilizando un factor de ajuste de 0,82. La asociación presentada entre la evaporación media y la evaporación calculada es altamente significativa al nivel del 1 por ciento (Tabla XXI).

Este método funciona adecuadamente en las regiones frías y así se encontró que para Pasto el grado de asociación y de dispersión es significativo al nivel del 1%. En esta región es aconsejable utilizar el método corregido, ya que de esta manera aumenta la exactitud, pues la desviación se ajustó en un 67% empleando un factor de corrección de 1,19 (Tabla XVII).

Para Palmira el método de Ivanov presentó una correlación altamente significativa al nivel del 1%. La concordancia es aceptable aunque no la mejor. No obstante, al realizar la prueba de F, se encontró que no difiere con la del método de Hargreaves, que presentó la menor variancia (Tabla XVIII).

El método de Ivanov presentó en Consacé, (Nariño), la menor desviación estándar corregida y una correlación significativa al nivel del 1%. Esta correlación es similar a la obtenida por el método de Hargreaves, pero al realizar la prueba de significancia entre los dos se encontró que no difieren significativamente.

La desviación de los valores de evaporación obtenidos por el método de Ivanov, en las regiones estudiadas tuvo errores sistemáticos de sesgo, la desviación estándar disminuyó en promedio un 46%. Además, el factor de corrección tiene cierta uniformidad de valor, fluctuando entre 1,19 y 0,62. El coeficiente de variabilidad disminuyó en un promedio de 72% para todos los lugares tratados (Tablas XVII a XXIV).

4.6 Método de Papadakis

El método de Papadakis presenta una aceptable desviación estándar para la región de Mosquera, así como la mayor correlación. Al ajustarse al método con un factor de corrección de 0,86 el coeficiente de variación disminuyó de 23, 29 a 14,82%.

Para las regiones de Cereté, Duitama, Bello y Palmira la fórmula de Papadakis presenta las características de mayor concordancia y correlación. La concordancia no se incrementó al aplicar el promedio del factor de corrección a la fórmula, por lo tanto no justificaría emplear el mencionado factor en este caso, sino la expresión de Papadakis en su condición original.

Este método en su formulación original tiene en cuenta la presión de saturación del vapor promedio máximo diario y la presión de saturación del vapor promedio mínimo diario con lo cual obtiene buenos resultados, según Papadakis (37), pero sería poco apropiada la obtención de una fórmula directamente a partir de estos parámetros, ya que no es práctico por no presentarse en la mayoría de los boletines climatológicos del trópico, los cuales son escasos. Entonces el autor propuso el

uso de unas tablas donde para el cálculo de la evaporación solo es necesario conocer la temperatura máxima y mínima, lo cual es de más fácil obtención. Al emplear estos factores el método pierde cierta precisión según comprobación realizada por García y López (19) en un estudio realizado en varias zonas de Venezuela, sin embargo, en el presente trabajo el método de Papadakis es más preciso que los de Blaney-Criddle, Thornthwaite y Holdridge, en las regiones de Pasto, Bello, Rionegro, Consacá, Mosquera, Cereté, Duitama, según puede analizarse en las Tablas XVII a XXIV.

4.7 Método de Thornthwaite

En general la correlación encontrada entre la E medida y la E calculada de Thornthwaite, en relación con las obtenidas por los métodos de Papadakis, Ivanov, Holdridge, Hargreaves, Blaney Morin es baja. Adf mismo su concordancia es alta con relación a las demás fórmulas estudiadas. Ello posiblemente se debe a que Thornthwaite en su expresión matemática solo incluye el parámetro temperatura media mensual, lo cual implica que esta fórmula no capte de manera completa las variaciones climatológicas que influyen en el proceso de la evaporación de una superficie libre de agua, dando por consiguiente poca confiabilidad.

Este método tiene parecidas limitaciones al método de Blaney-Criddle, el cual también incluye la temperatura como factor principal. Además este método no se ajusta a las condiciones tropicales.

En otros estudios realizados en regiones tropicales tales como Monymusk, Jamaica (15); Valle de Ruzizi, Congo (8); Riberso Preto, Brasil (9); Cavaco, Cagua, Salazar, Venezuela (19); Turrialba y Alajuela Costa Rica (31), también se ha encontrado poca confiabilidad con este método.

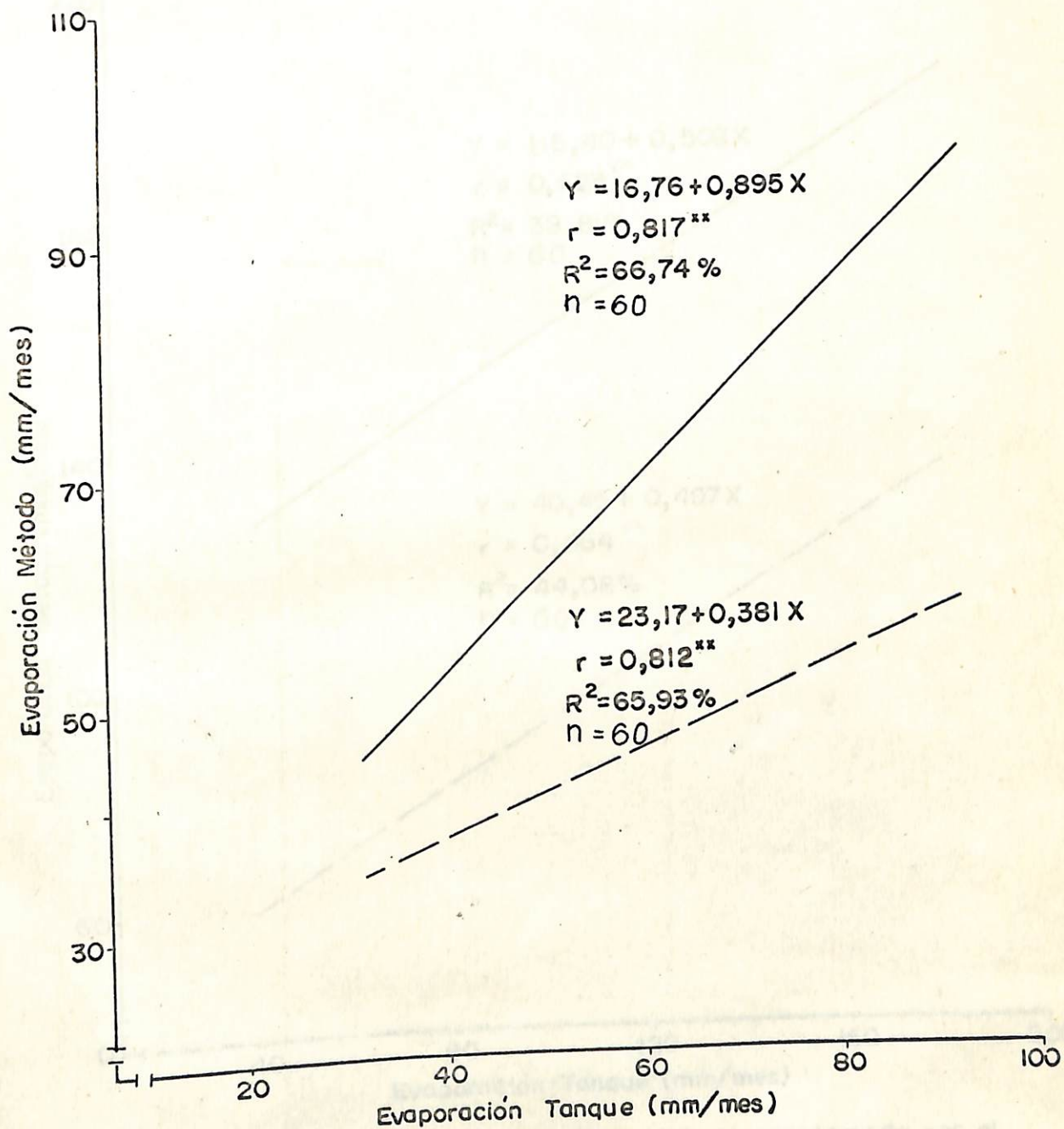


FIGURA 2. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Blaney-Morin (—) y de Ivanov (---) para el Municipio de Pasto (Nariño).

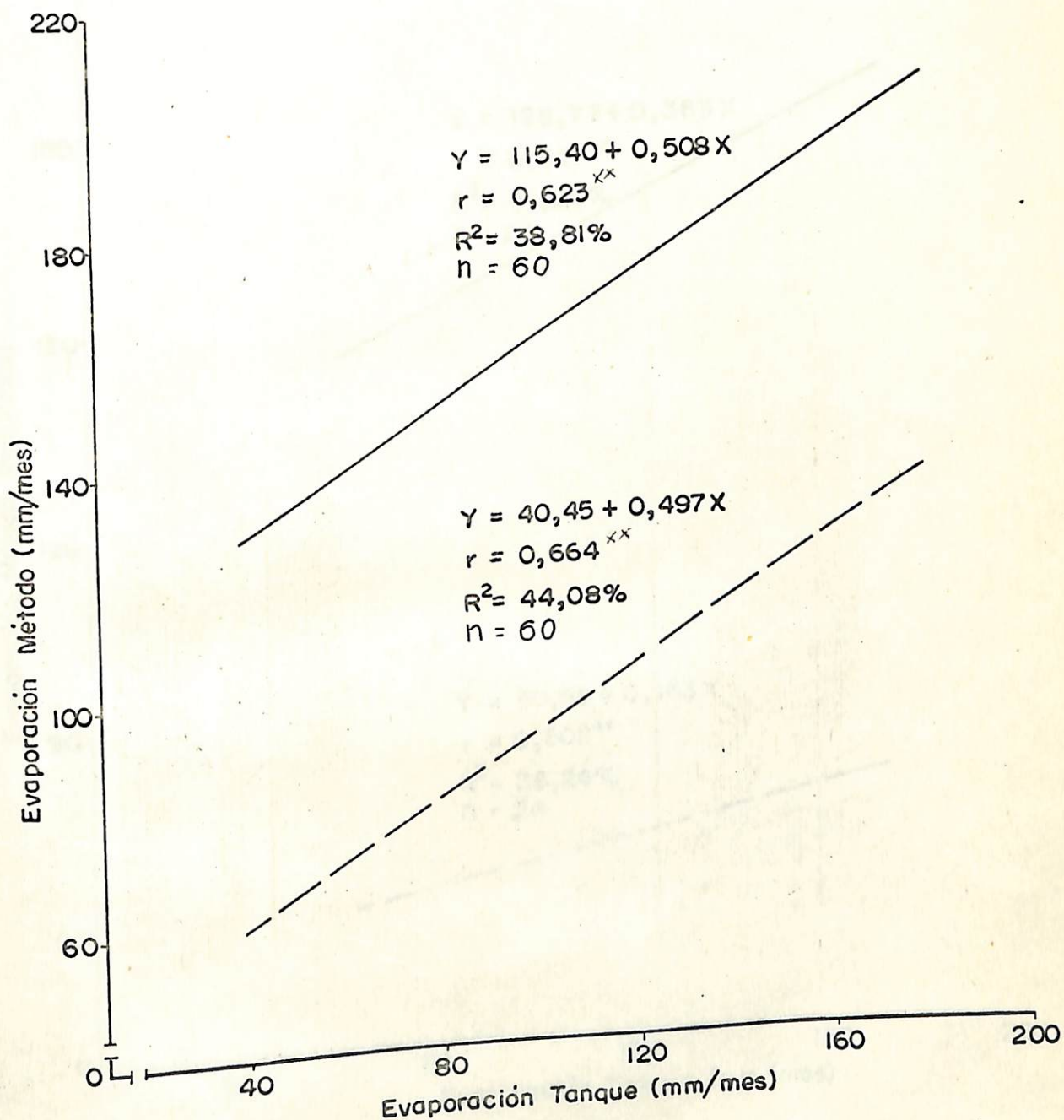


FIGURA 3. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Hargreaves (—) y de Ivanov (---) para el Municipio de Palmira (Valle del Cauca)

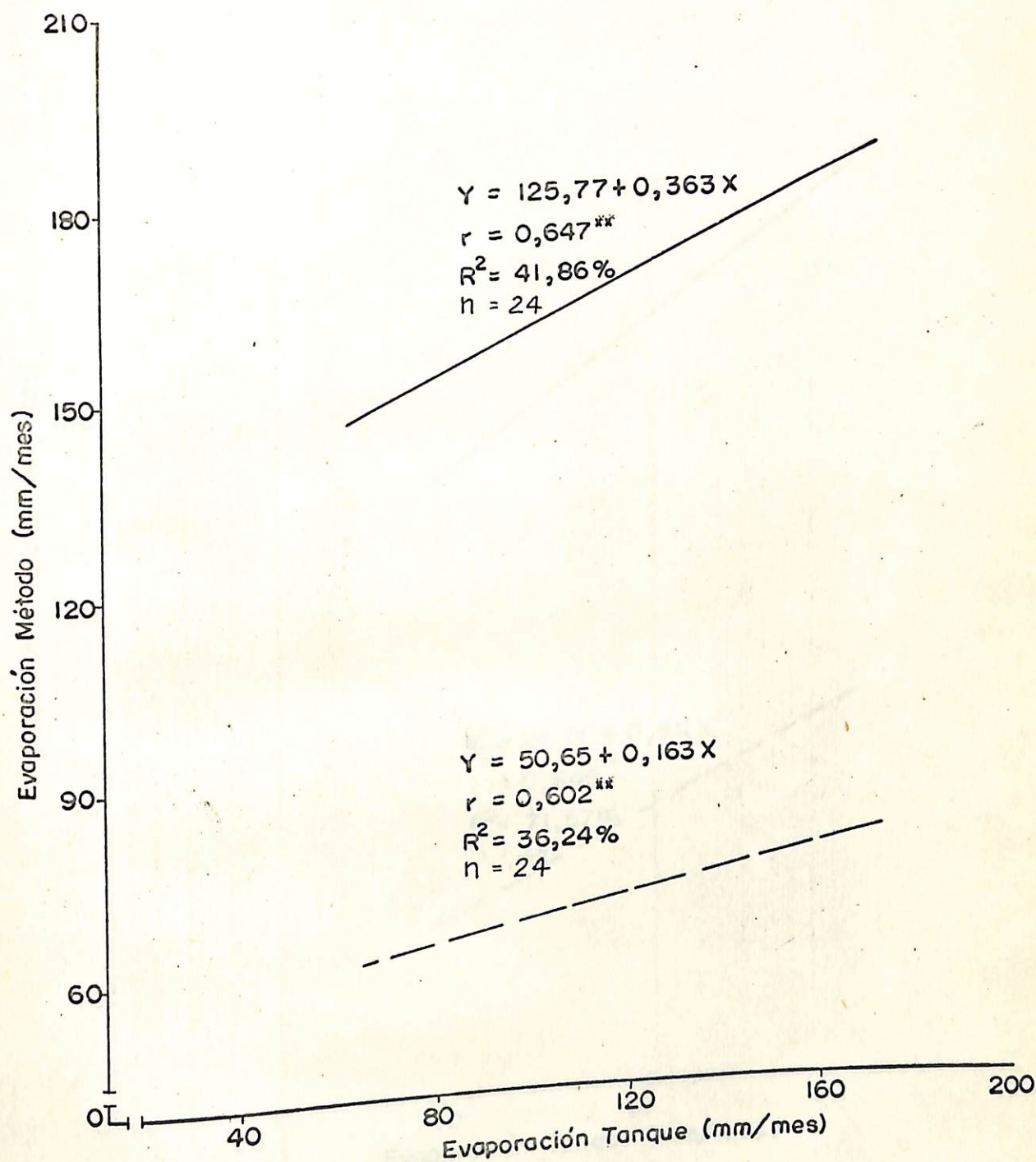


FIGURA 4. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Hargreaves (—) y de Blaney-Morin (---) para el Municipio de Bello (Antioquia).

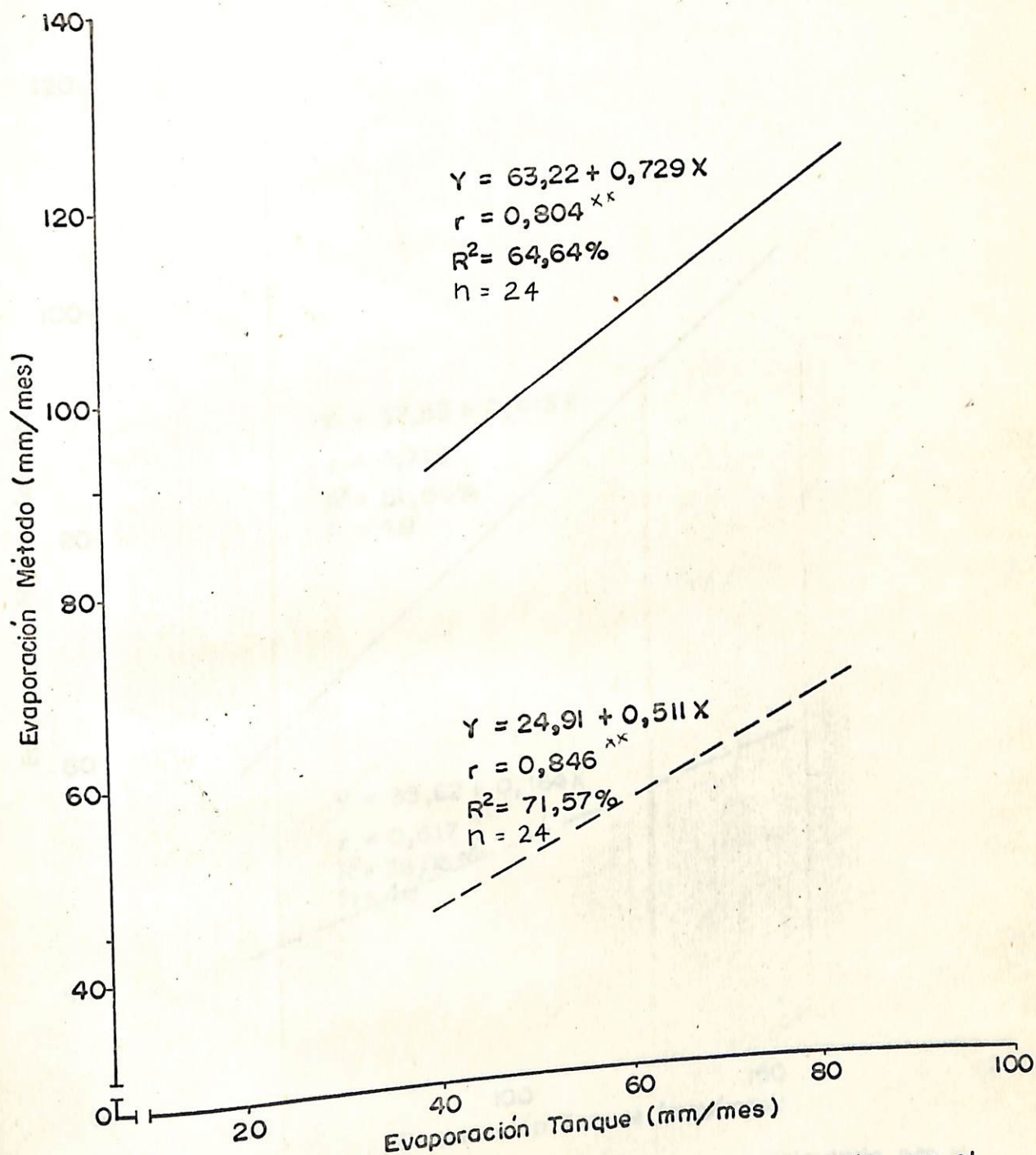


FIGURA 5. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Hargreaves (—) y de Ivanov (---) para el Municipio de Rionegro (Antioquia).

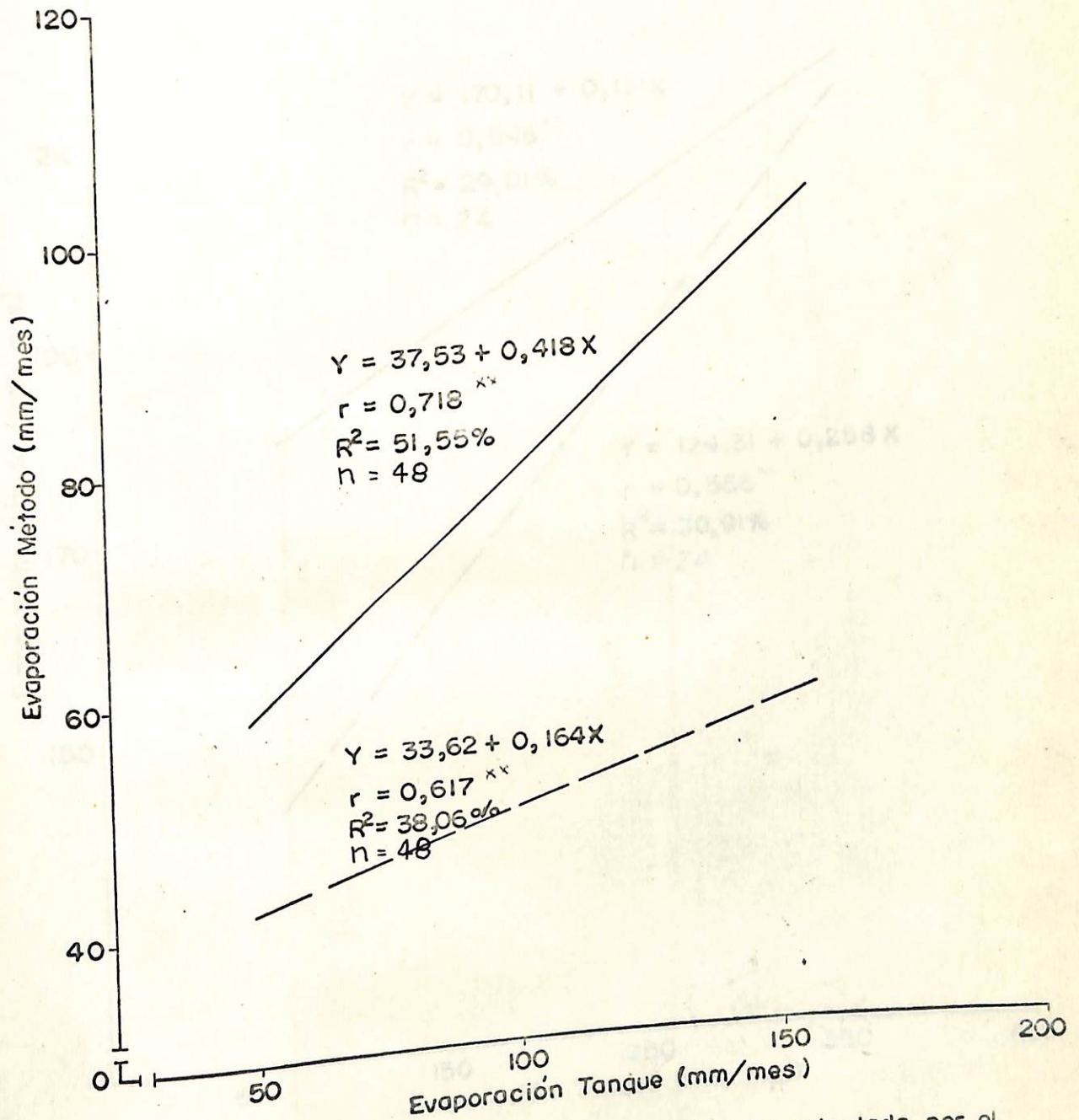


FIGURA 6. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Ivanov (—) y de Blaney Morin (---) para el Municipio de Duitama (Boyaca).

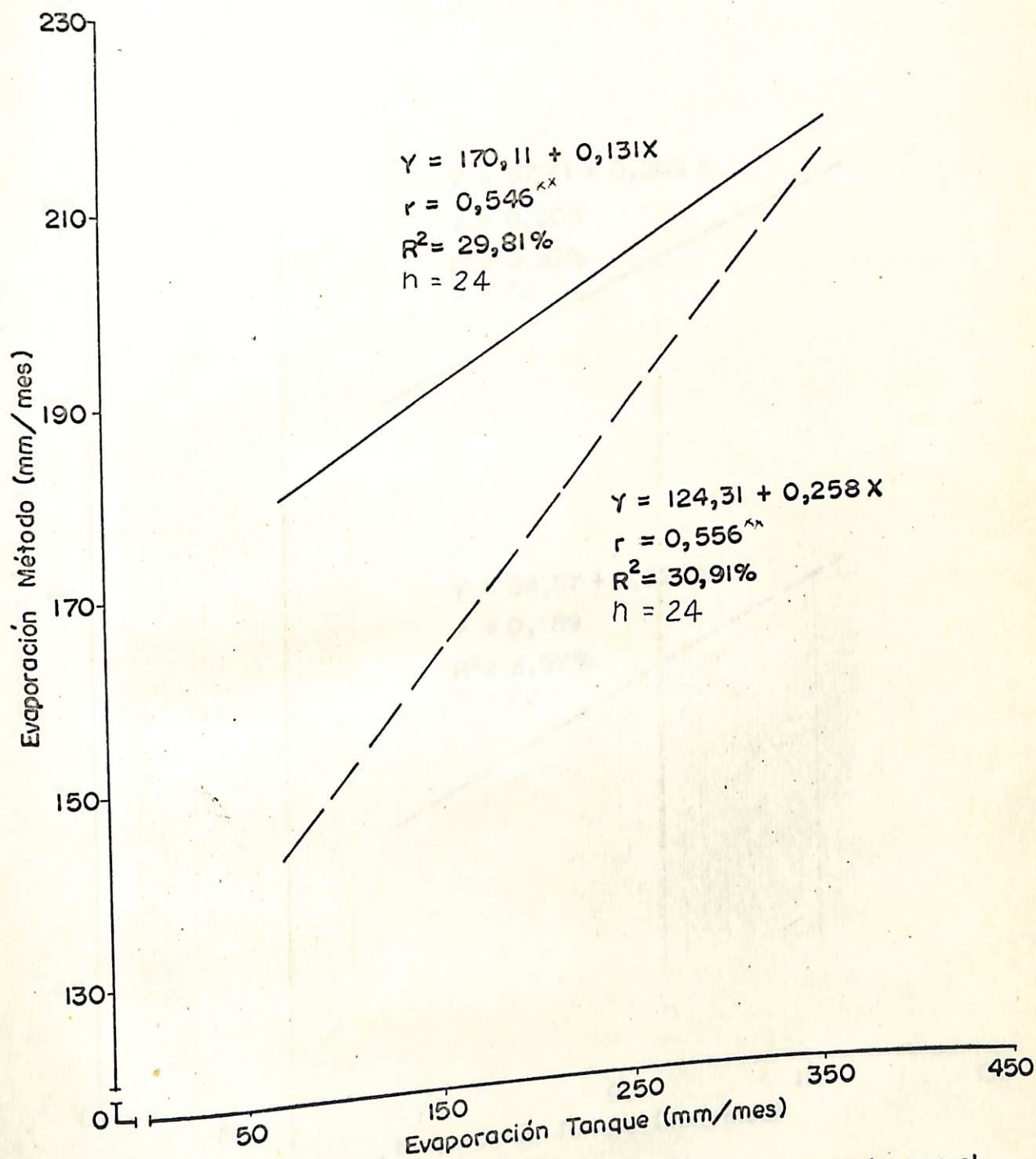


FIGURA 7. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Hargreaves (—) y de Papadakis (--) para el Municipio de Cereté (Córdoba).

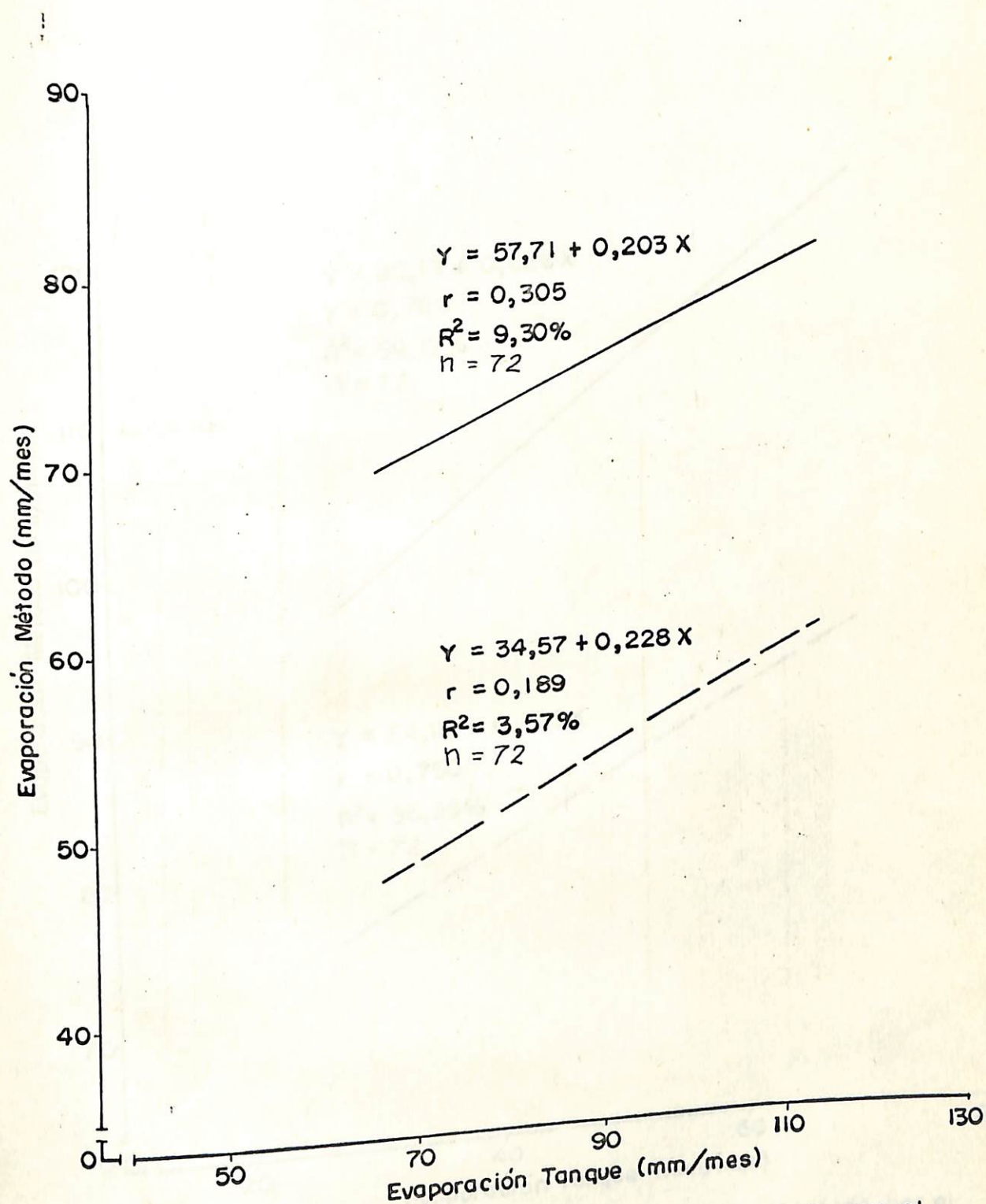


FIGURA 8 Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Papadakis (—) y de Ivanov (---) para el Municipio de Mosquera (Cundinamarca).

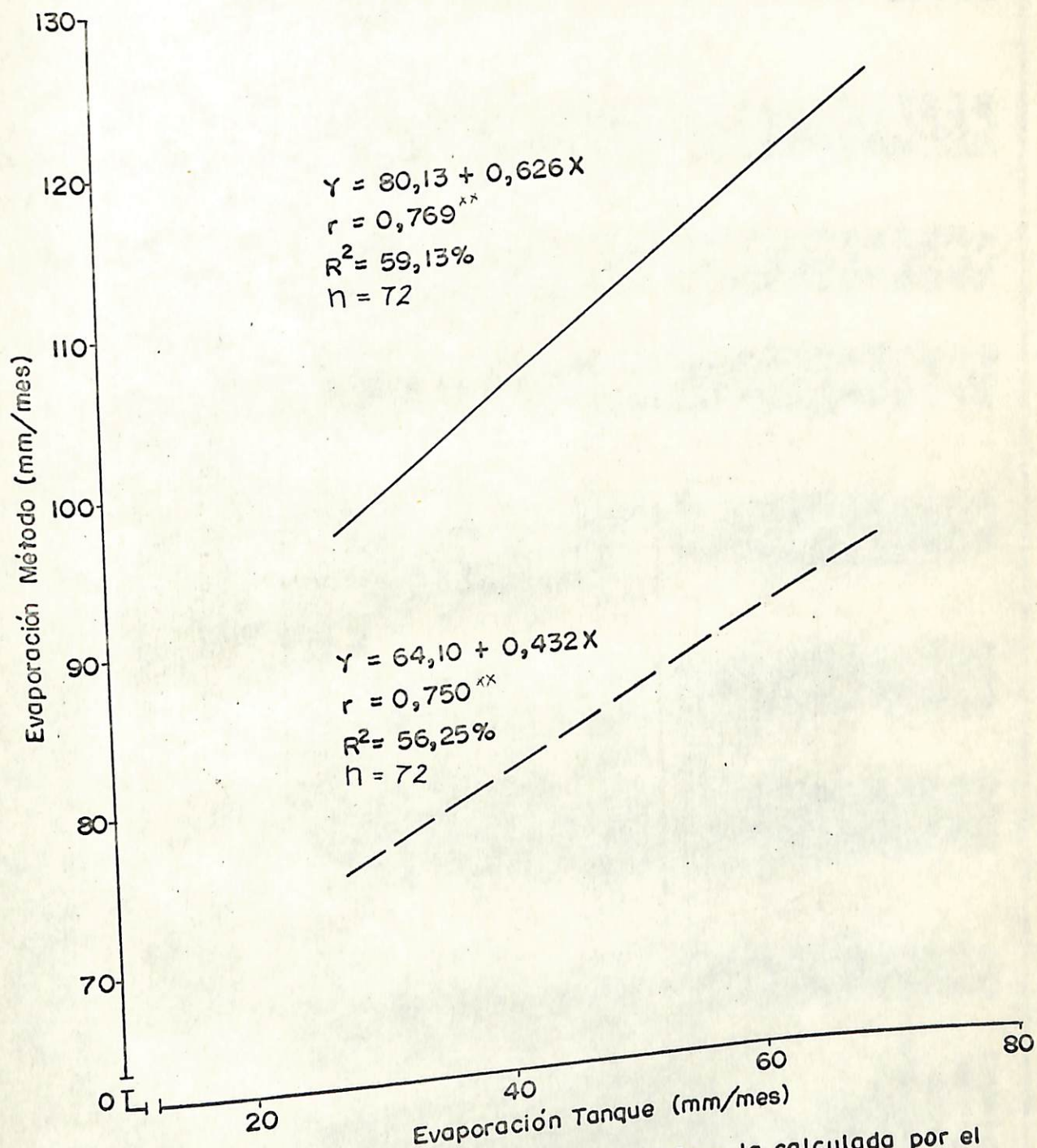


FIGURA 9. Relación entre la evaporación medida y la calculada por el Método de Hargreaves (—) y de Papadakis (---) para el Municipio de Consacá (Nariño).

- 4C -

- 4C -

- 4C -

TABLA I

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA
NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PASTO, PARA 5 AÑOS (mm/mes)
(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	M			t	o	d	o	n	Papadakis	Thornthwaite
			Blaney- Griddle	Blaney- Morin	Hargreaves							
1.968	Enero	51,0	188,86	41,44	100,13			71,48	60,72	57,00	56,16	
	Febrero	44,0	190,81	35,70	86,63			55,14	55,77	64,00	50,76	
	Marzo	41,6	184,84	37,74	92,64			55,67	25,25	54,00	53,04	
	Abril	43,6	215,60	39,90	97,79			53,80	57,19	59,00	57,57	
	Mayo	74,7	211,68	53,68	128,59			106,56	83,82	68,00	62,49	
	Junio	65,2	194,88	47,73	114,33			55,31	77,77	58,00	54,54	
	Julio	71,4	182,78	47,73	112,62			75,92	75,37	50,00	53,04	
	Agosto	65,6	194,88	52,90	125,02			88,74	85,82	61,00	56,16	
	Septiembre	71,8	209,63	52,65	123,90			73,57	86,62	61,00	60,60	
	Octubre	43,7	197,00	41,44	104,15			54,11	62,00	56,00	59,28	
	Noviembre	46,7	192,91	36,63	89,45			56,22	50,69	57,00	54,54	
	Diciembre	62,4	205,29	46,41	111,10			68,38	68,79	63,00	59,28	
1.969	Enero	57,1	215,60	45,63	109,52			70,20	68,09	57,00	56,16	
	Febrero	55,7	218,14	43,68	104,31			72,21	70,92	66,00	28,20	
	Marzo	68,8	224,70	52,07	124,64			84,75	77,76	67,00	62,40	
	Abril	35,3	215,93	38,40	95,20			71,54	50,80	64,00	57,57	
	Mayo	55,1	224,70	51,20	123,23			83,25	74,86	60,00	62,40	
	Junio	63,7	215,93	49,20	117,74			73,33	76,21	65,00	57,57	
	Julio	76,9	186,78	44,80	116,68			78,54	78,79	54,00	53,04	
	Agosto	64,5	199,13	52,65	124,42			80,04	84,00	59,00	56,16	
	Septiembre	67,1	215,60	52,44	122,80			51,76	87,16	63,00	54,54	
	Octubre	47,1	190,82	40,70	101,87			51,59	61,04	58,00	56,16	
	Noviembre	48,7	197,00	41,44	100,08			65,12	62,00	60,00	54,56	
	Diciembre	51,5	199,13	42,12	101,48			51,75	59,61	60,00	56,16	

TABLA I

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA NO CORREGIDA POR VARIOS EFECTOS EN PABLO, PARA 5 AÑOS (an/mes).

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Blaney- Griddle	Blaney- Morin	Margreaves	Holmridge	Isard	Papadakis	Thornthwaite
1.970	Enero	53,9	188,86	43,32	97,80	61,85	53,03	55,00	56,16
	Febrero	34,6	199,13	33,60	82,69	45,40	43,77	52,00	53,58
	Marzo	56,3	201,13	49,56	117,96	70,20	76,25	59,00	59,28
	Abril	48,2	197,00	45,20	108,14	64,44	70,09	57,00	57,57
	Mayo	45,3	203,28	47,60	115,01	54,60	71,16	59,00	59,28
	Junio	62,9	203,28	54,05	127,32	72,92	90,34	57,00	57,57
	Julio	69,2	127,00	53,82	101,72	81,52	86,26	60,00	59,28
	Agosto	64,4	192,91	59,28	138,43	74,93	101,38	61,00	56,16
	Septiembre	54,5	192,91	49,95	116,97	54,57	82,70	61,00	54,54
	Octubre	58,1	194,83	43,63	108,19	59,16	67,04	58,00	56,16
	Noviembre	31,8	176,78	32,24	79,83	40,45	43,49	55,00	51,51
	Diciembre	50,0	197,00	45,24	107,94	55,49	67,39	58,00	59,28

TABLA II

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA
NO CORREGIDA POR VARIOS FACTORES DE PALMIRA, PARA 5 AÑOS (mm/mes).

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	E					Holgado	Ivory	Papadakis	Thomlinson
			Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Langreaves	O	d	O	O	O	O
1.966	Enero	179,3	160,13	88,00	207,27	185,44	131,77	145,00	108,15		
	Febrero	165,1	147,13	86,02	201,72	163,57	141,70	159,00	98,70		
	Marzo	140,4	160,83	84,42	201,97	138,99	130,02	139,00	98,88		
	Abril	145,5	158,61	52,92	201,44	100,79	122,00	136,00	1103,02		
	Mayo	92,3	161,04	74,00	180,63	96,69	96,58	126,00	97,65		
	Junio	129,0	156,49	82,00	188,47	123,25	109,63	130,00	97,92		
	Julio	149,8	162,81	83,23	199,98	161,66	114,79	139,00	100,00		
	Agosto	150,9	161,86	86,86	200,49	142,55	123,29	141,00	99,84		
	Septiembre	168,4	156,96	91,08	215,04	165,32	138,86	149,00	99,99		
	Octubre	158,9	153,59	79,80	194,99	116,00	117,09	123,00	96,72		
	Noviembre	112,15	149,24	49,92	168,00	112,83	102,81	114,00	70,00		
	Diciembre	120,9	154,06	72,93	174,31	108,30	102,81	123,00	99,61		
1.967	Enero	116,6	157,47	29,14	197,30	169,37	123,80	135,00	98,88		
	Febrero	124,8	143,33	76,97	181,58	108,46	122,78	131,00	98,24		
	Marzo	155,7	160,83	34,42	201,97	124,95	120,02	139,00	98,88		
	Abril	150,1	156,71	76,44	184,92	119,03	106,72	137,00	96,96		
	Mayo	112,3	161,04	78,00	189,04	96,11	104,98	136,00	97,65		
	Junio	104,0	154,25	57,00	143,71	120,09	65,80	124,00	88,74		
	Julio	123,7	161,95	66,33	164,54	146,83	80,11	132,00	100,80		
	Agosto	123,7	162,64	69,02	171,64	154,10	85,73	142,00	99,84		
	Septiembre	134,8	155,89	68,25	167,44	119,24	90,01	141,00	96,96		
	Octubre	161,4	154,33	67,20	167,96	136,89	88,54	125,00	99,84		
	Noviembre	161,4	149,97	70,30	166,67	122,84	99,53	113,00	99,00		
	Diciembre	134,8	157,89	85,14	198,13	138,63	124,31	129,00	98,98		

TABLA II

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA
NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS (mm/año)

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Clase "A"	Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Margreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
1.969	Enero	123,3	153,89	65,96	158,34	115,33	83,98	128,00	84,97
	Febrero	122,5	145,04	62,22	152,02	159,68	86,68	138,00	92,07
	Marzo	117,0	161,87	69,36	170,43	120,50	86,68	139,00	101,97
	Abril	41,3	156,34	59,83	148,78	94,19	71,35	127,00	84,15
	Mayo	103,1	163,52	67,98	165,94	119,18	80,73	111,00	101,76
	Junio	96,7	158,03	71,75	167,98	121,53	88,51	117,00	97,33
	Julio	126,6	166,68	87,32	209,43	185,13	122,00	139,00	107,10
	Agosto	130,9	164,73	88,15	212,03	127,80	125,33	123,00	103,95
	Septiembre	127,5	156,33	82,32	196,85	120,62	120,40	126,00	98,47
	Octubre	116,6	151,46	62,90	158,28	90,96	81,58	106,00	88,06
	Noviembre	114,7	148,11	66,60	159,10	119,46	91,23	116,00	90,00
	Diciembre	120,0	153,89	71,78	170,21	168,92	96,57	121,00	93,33
1.970	Enero	126,3	155,40	77,22	181,19	131,53	106,72	123,00	101,97
	Febrero	114,0	143,65	66,60	160,70	108,30	98,18	121,00	93,06
	Marzo	113,4	160,32	78,00	188,55	131,53	106,72	121,00	101,97
	Abril	103,2	156,72	67,90	166,35	97,46	88,54	113,00	95,44
	Mayo	103,2	161,56	61,95	170,76	118,96	87,45	119,00	96,07
	Junio	98,7	157,26	40,92	150,30	114,81	71,09	116,00	94,86
	Julio	113,0	162,72	78,00	189,04	139,80	104,98	126,00	99,22
	Agosto	114,4	162,76	85,26	203,37	159,80	118,55	126,00	99,84
	Septiembre	102,2	152,96	75,60	172,35	115,42	107,82	116,00	93,93
	Octubre	113,1	152,58	71,44	176,42	82,74	99,11	113,00	92,04
	Noviembre	108,1	146,30	65,16	155,63	116,31	89,34	108,00	84,00
	Diciembre	110,4	152,06	71,28	162,69	133,15	90,47	111,00	91,15

TABLA II

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA
NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS (mm/mes)
(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	M					H	E					Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
			Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Hangreaves	Holdridge										
1.971	Enero	107,0	152,90	67,32	160,55	93,38								89,34	113,00	92,70
	Febrero	96,7	138,47	60,48	146,37	102,00								87,84	108,00	81,78
	Marzo	104,2	154,65	62,04	153,07	84,36								76,19	106,00	82,61
	Abril	106,9	152,95	67,68	165,31	111,23								90,10	111,00	93,93
	Mayo	103,0	158,64	68,25	167,80	86,26								86,00	105,00	97,65
	Junio	93,1	153,83	68,04	166,93	130,69								90,10	112,00	94,86
	Julio	112,2	161,17	82,00	196,59	141,52								112,90	127,00	103,95
	Agosto	109,9	158,27	75,66	184,17	122,20								102,36	90,00	96,72
	Septiembre	110,8	151,71	70,68	171,39	112,34								96,29	98,00	93,93
	Octubre	101,6	149,49	61,54	154,78	90,61								79,86	102,00	90,48
	Noviembre	88,7	146,26	61,95	148,55	107,80								83,50	104,00	84,00
	Diciembre	134,0	154,81	70,67	168,03	138,00								95,38	121,00	96,88

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION
CALCULADA NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN HELIO, PARA 2 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Blaney-		Katzgraves	Holdridge	Ivanov	Payson	Theoretical
			Criddle	Mordin					
1.970	Enero	128,4	146,60	71,75	170,88	133,21	104,63	125,00	85,68
	Febrero	128,4	137,61	81,12	189,54	152,17	138,03	139,00	86,49
	Marzo	172,4	156,24	88,32	206,68	137,90	131,05	146,00	98,88
	Abril	133,3	152,86	70,30	166,39	100,58	91,84	120,00	91,80
	Mayo	116,7	157,48	60,48	165,96	83,54	86,36	116,00	92,22
	Junio	133,2	154,08	72,93	175,03	93,78	99,40	131,00	93,60
	Julio	137,1	158,20	74,49	178,63	112,27	98,56	126,00	92,52
	Agosto	138,6	155,98	74,80	170,31	113,95	101,19	132,00	88,20
	Septiembre	121,5	146,93	73,50	174,61	90,37	107,57	113,00	81,81
	Octubre	115,0	145,03	64,98	159,47	74,52	90,22	113,00	80,34
	Noviembre	108,1	137,93	59,57	143,05	76,21	84,58	119,00	71,28
	Diciembre	108,9	144,71	66,69	159,79	113,90	94,80	117,00	81,81
1.971	Enero	104,7	142,83	63,46	152,49	87,72	89,04	122,00	76,50
	Febrero	66,3	129,95	55,87	135,50	96,00	84,58	113,00	69,75
	Marzo	105,7	145,84	59,15	143,58	81,00	76,54	124,00	74,16
	Abril	110,5	148,67	68,64	165,42	90,04	95,22	119,00	82,62
	Mayo	114,7	153,90	59,57	162,86	69,63	86,84	128,00	82,68
	Junio	119,3	151,36	74,21	176,99	91,32	104,18	141,00	87,36
	Julio	145,5	158,63	88,32	207,37	104,02	126,69	143,00	95,40
	Agosto	101,1	153,55	76,44	180,87	79,42	106,18	133,00	85,05
	Septiembre	115,3	143,13	58,45	142,11	77,20	77,22	123,00	75,75
	Octubre	81,5	143,13	61,79	152,09	82,82	84,58	125,00	77,25
	Noviembre	69,3	139,76	62,70	150,00	123,74	90,24	131,00	77,22
	Diciembre	123,0	143,57	67,60	160,99	119,99	97,31	130,00	75,75

TABLA IV

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA
 NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN RIONERO, PARA 2 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	M					Holdridge	Ivanov	Pagán	Tecnithalito
			Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Ingreaves	o	a				
1.970	Enero	69,4	253,79	45,22	110,77		79,06	61,40	20,00	61,20	
	Febrero	69,4	263,02	45,00	109,41		90,81	63,86	29,00	58,59	
	Marzo	77,4	270,13	46,08	116,09		70,55	57,15	94,00	64,89	
	Abril	63,5	274,85	47,52	117,45		64,90	60,90	33,00	67,32	
	Mayo	62,5	272,49	47,68	118,32		55,58	57,42	76,00	66,78	
	Junio	77,8	265,44	51,12	124,74		66,68	29,19	89,00	65,52	
	Julio	77,8	256,00	51,84	125,42		66,48	67,87	87,00	63,60	
	Agosto	73,1	258,39	50,05	121,97		66,00	65,10	83,00	59,85	
	Septiembre	68,7	251,42	55,08	111,19		57,75	61,10	80,00	60,60	
	Octubre	51,5	249,22	42,56	107,12		53,13	54,73	80,00	61,80	
	Noviembre	39,4	242,37	37,80	93,67		50,71	47,94	71,00	46,43	
	Diciembre	57,3	249,22	39,30	98,47		80,50	48,64	75,00	60,60	
1.971	Enero	53,2	240,05	38,70	92,02		56,91	47,70	67,00	61,20	
	Febrero	53,4	233,46	34,50	86,48		75,65	47,00	68,00	53,01	
	Marzo	44,5	242,37	40,20	99,59		56,86	47,94	71,00	61,80	
	Abril	60,0	251,42	43,52	107,75		65,49	54,99	65,00	61,20	
	Mayo	47,0	253,79	44,02	109,82		50,38	52,19	67,00	63,60	
	Junio	69,8	256,00	47,26	115,98		58,66	61,70	82,00	65,52	
	Julio	83,4	251,42	49,35	120,95		54,27	64,16	84,00	63,60	
	Agosto	67,1	233,46	44,22	108,28		50,05	52,83	82,00	63,00	
	Septiembre	57,4	244,70	44,43	103,67		56,19	54,19	79,00	60,60	
	Octubre	48,2	242,37	40,30	120,36		63,20	50,93	76,00	61,80	
	Noviembre	46,4	238,52	37,20	92,49		64,97	47,47	79,00	56,43	
	Diciembre	54,6	235,60	39,37	97,43		79,05	50,19	74,00	57,57	

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA
NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN DUTAMA, PARA 4 AÑOS (mm/mes)
(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	M								Papadakis	Thomthwaite
			Blaney- Griddle	Blaney- Horn	Berguees	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thomthwaite			
1.970	Enero	139,6	197,00	53,76	125,78	100,01	91,65	110,00	55,08			
	Febrero	140,7	226,80	55,37	129,68	86,94	101,30	115,00	55,80			
	Marzo	157,5	226,22	62,50	145,23	87,69	102,64	116,00	61,80			
	Abril	115,9	222,45	57,50	135,77	74,84	91,69	96,00	61,20			
	Mayo	104,0	209,63	50,00	119,83	67,92	72,28	95,00	60,42			
	Junio	166,1	203,28	49,98	117,76	72,03	76,65	84,00	56,16			
	Julio	80,3	182,78	46,74	111,11	53,95	70,17	86,00	60,42			
	Agosto	60,4	188,86	46,40	110,39	62,90	68,65	86,00	53,55			
	Septiembre	89,7	184,84	46,74	105,75	64,83	70,57	96,00	51,51			
	Octubre	92,5	215,60	44,46	109,61	64,29	68,09	98,00	53,62			
	Noviembre	106,3	203,63	47,88	113,13	70,77	77,84	98,00	56,43			
	Diciembre	88,0	215,60	46,74	111,08	84,79	73,54	104,00	54,54			
1.971	Enero	96,5	215,60	46,74	111,08	63,03	73,54	100,00	50,13			
	Febrero	103,7	194,88	43,90	108,30	55,94	83,13	92,00	53,01			
	Marzo	101,5	207,46	43,00	114,46	57,51	71,91	79,00	61,80			
	Abril	110,0	203,28	45,00	112,85	54,88	71,18	72,00	58,14			
	Mayo	80,1	215,60	42,35	103,82	53,52	57,19	74,00	60,42			
	Junio	112,9	192,91	49,02	117,06	86,00	77,37	72,00	59,28			
	Julio	96,7	182,88	50,16	118,42	75,73	77,79	83,00	52,24			
	Agosto	85,1	182,78	44,07	105,56	65,00	64,98	83,00	56,70			
	Septiembre	98,0	180,85	40,28	97,49	58,47	62,05	89,00	54,54			
	Octubre	99,3	190,81	43,89	105,66	51,59	66,35	75,00	58,21			
	Noviembre	109,1	184,84	41,20	99,32	67,40	61,93	93,00	53,46			
	Diciembre	109,6	186,78	46,44	109,97	66,66	76,17	97,00	54,54			

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN CEMENTO, PARA 2 AÑOS (mm/año)

Año	Mes	Exposición Tanque Cla- se "A"	H					Thorntwaite	
			Blaney- Cridale	Blaney- Morin	Bargreaves	Holdridge	Yranov		
1.966	Enero	78,8	169,05	77,52	188,76	215,45	100,36	203,00	135,00
	Febrero	278,3	155,20	77,70	186,51	190,04	116,73	249,00	132,48
	Marzo	174,3	178,24	92,04	220,00	272,02	125,92	232,00	139,05
	Abril	357,7	177,03	90,44	218,20	162,24	121,80	199,00	148,32
	Mayo	207,5	182,00	68,16	191,06	168,36	89,64	171,00	145,80
	Junio	211,6	177,03	74,88	185,60	150,23	89,64	176,00	141,25
	Julio	182,4	183,21	77,76	192,45	134,83	90,32	157,00	145,80
	Agosto	181,1	180,76	76,80	189,24	114,54	89,64	145,00	143,10
	Septiembre	102,6	169,64	69,44	172,86	114,62	83,38	153,00	134,64
	Octubre	102,3	168,89	69,13	171,59	112,05	82,74	152,00	134,64
	Noviembre	104,4	160,00	64,48	162,22	150,96	81,47	149,00	129,36
	Diciembre	110,1	164,89	70,08	171,39	179,56	86,93	152,00	135,08
1.967	Enero	136,8	158,32	83,62	201,79	173,19	114,54	160,00	135,00
	Febrero	144,8	151,13	74,37	180,15	181,93	111,51	165,00	121,44
	Marzo	196,0	173,96	92,40	220,06	273,00	128,01	176,00	135,96
	Abril	148,2	175,71	79,56	195,56	142,17	100,73	160,00	139,05
	Mayo	157,4	183,23	75,60	208,39	142,98	105,77	149,00	145,80
	Junio	234,6	175,07	75,90	187,04	109,55	92,83	137,00	141,75
	Julio	144,2	181,63	79,20	194,67	126,72	93,90	141,00	145,80
	Agosto	148,1	181,55	79,86	195,63	148,73	95,34	143,00	143,10
	Septiembre	134,6	169,22	76,16	186,19	169,22	97,71	134,00	134,64
	Octubre	71,6	167,74	70,40	174,27	161,53	86,60	133,00	134,64
	Noviembre	115,5	162,13	82,08	197,26	164,60	117,71	158,00	129,36
	Diciembre	129,9	165,94	77,70	186,99	171,40	102,60	150,00	135,08

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN MOSQUERA, PARA 6 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	H					Papadakis	Thornthwaite
			Blaney- Griddle	Blaney- Morin	Hargreaves	Holdridge	Ivanov		
1.966	Enero	57,0	110,78	44,00	100,24	118,00	73,12	100,00	49,44
	Febrero	108,4	104,83	52,00	114,98	71,97	96,18	98,00	50,82
	Marzo	91,4	119,70	49,14	111,51	70,95	72,03	76,00	58,71
	Abril	114,0	116,78	49,22	116,84	67,00	82,73	87,00	58,14
	Mayo	88,7	124,38	48,79	116,67	71,24	72,78	71,00	63,80
	Junio	98,5	119,19	42,02	112,35	58,65	73,93	75,00	58,71
	Julio	94,7	116,78	41,41	99,64	60,54	65,45	78,00	50,40
	Agosto	83,3	119,00	41,73	100,60	62,00	62,94	75,00	56,70
	Septiembre	103,4	113,54	40,80	98,67	65,54	65,81	96,00	54,54
	Octubre	102,9	112,80	38,00	94,76	51,04	60,10	74,00	52,53
	Noviembre	95,5	112,17	33,28	81,98	51,35	47,03	77,00	57,00
	Diciembre	100,5	118,32	35,03	86,75	69,00	46,06	83,00	61,20
1.967	Enero	90,3	117,91	42,56	102,41	91,11	64,70	93,00	55,62
	Febrero	105,4	110,06	36,30	86,59	74,54	52,01	85,00	50,22
	Marzo	119,1	123,60	36,00	89,97	44,25	80,90	58,71	89,97
	Abril	87,5	121,70	34,22	86,57	70,27	41,48	73,00	58,14
	Mayo	88,3	128,36	39,37	98,55	66,89	48,22	70,00	63,60
	Junio	78,4	120,03	30,51	78,40	59,53	34,68	57,00	55,62
	Julio	91,0	124,67	42,84	104,26	74,66	59,30	62,00	56,88
	Agosto	76,3	126,08	51,66	118,08	89,10	77,44	67,00	59,65
	Septiembre	93,5	117,64	43,68	105,01	68,31	67,04	64,00	54,54
	Octubre	78,6	117,64	34,72	88,10	57,80	45,59	67,00	55,62
	Noviembre	109,4	114,26	28,75	74,03	65,72	30,89	73,00	57,00
	Diciembre	88,5	119,39	42,92	103,00	72,61	63,29	79,00	55,08

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANKUS CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN MOSQUERA, PARA 6 AÑOS (mm/mes)

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tankus Clase "A"	M						Tanner	Papeotis	Thornthwaite
			Blaney-Griddle	Blaney-Morin	Engelmann	Holdridge	o	d	o	a	
1.968	Enero	103,6	116,44	41,42	99,42	99,75	63,36	85,00	52,02		
	Febrero	93,4	106,80	36,75	89,73	70,16	56,90	80,00	55,62		
	Marzo	97,5	123,18	44,03	106,70	83,54	63,29	81,00	55,62		
	Abril	79,3	121,39	37,44	92,67	61,74	49,28	65,00	55,62		
	Mayo	89,5	127,74	45,00	109,59	82,08	61,47	69,00	60,42		
	Junio	72,1	122,55	34,22	86,24	56,59	41,06	64,00	58,71		
	Julio	96,0	127,65	48,36	116,59	88,66	69,50	68,00	60,42		
	Agosto	84,0	128,90	54,61	129,86	97,38	82,27	75,00	61,00		
	Septiembre	85,7	120,65	46,80	112,87	68,57	72,28	76,00	57,57		
	Octubre	84,5	119,86	41,76	103,69	57,10	60,54	73,00	55,62		
	Noviembre	66,0	115,78	40,32	97,53	64,54	60,54	72,00	53,45		
	Diciembre	94,5	117,55	43,68	103,97	97,92	67,04	85,00	55,03		
1.969	Enero	103,9	119,42	47,56	112,58	72,61	74,30	85,00	55,62		
	Febrero	84,6	111,20	40,70	98,93	76,85	64,59	84,00	53,01		
	Marzo	107,0	123,93	45,98	110,73	92,30	66,72	92,00	58,71		
	Abril	75,3	124,05	39,04	97,30	57,62	51,06	68,00	61,20		
	Mayo	78,1	131,33	47,52	116,43	81,47	64,31	66,00	66,78		
	Junio	73,1	124,84	36,60	92,50	74,40	45,16	72,00	61,80		
	Julio	110,1	127,24	45,51	110,63	71,71	63,61	67,00	59,85		
	Agosto	87,9	125,72	42,35	103,49	80,50	57,49	67,00	56,78		
	Septiembre	83,5	122,11	45,98	110,99	62,86	68,08	75,00	60,60		
	Octubre	67,5	119,48	31,05	88,89	56,80	35,59	66,00	55,62		
	Noviembre	79,2	115,78	30,24	76,63	72,54	35,77	74,00	57,00		
	Diciembre	88,0	129,63	38,28	93,42	82,83	52,28	80,00	55,03		

TABLA VII

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA EN CORRIENTE PARA VARIOS METODOS EN MOSQUERA, PARA 6 AÑOS (mm/mes)
(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	M					Thomlinson	
			Maney- Griddle	Maney- Morin	Kargroves	Heldridge	Ivanov		Papadakis
1.970	Enero	98,0	119,42	45,24	107,79	74,02	68,79	65,00	56,67
	Febrero	91,4	112,56	42,94	103,97	68,09	63,77	62,00	58,59
	Marzo	105,0	121,66	45,26	89,21	100,25	45,82	84,00	58,71
	Abril	79,7	122,90	63,58	100,33	75,85	55,81	68,00	61,20
	Mayo	80,2	126,56	57,04	99,64	59,22	52,28	72,00	62,01
	Junio	101,0	122,14	33,93	85,62	70,15	40,85	70,00	56,71
	Julio	96,6	123,26	34,20	86,10	70,35	42,02	70,00	57,24
	Agosto	91,1	121,76	35,84	89,06	68,90	46,78	75,00	53,55
	Septiembre	83,7	115,72	32,86	82,53	55,41	44,18	76,00	51,51
	Octubre	67,4	118,35	33,60	81,55	56,80	37,74	74,00	58,71
	Noviembre	91,5	111,42	28,84	72,23	64,15	36,19	77,00	50,49
	Diciembre	109,7	115,30	25,66	66,26	76,37	25,99	83,00	52,02
1.971	Enero	84,6	116,44	33,79	83,59	64,51	44,08	66,00	58,71
	Febrero	75,9	104,83	32,00	75,33	59,98	45,86	76,00	50,22
	Marzo	91,7	120,13	32,77	81,92	56,53	39,80	72,00	53,72
	Abril	79,3	119,03	30,24	77,60	66,81	34,68	80,00	61,20
	Mayo	89,3	122,83	31,05	79,52	54,86	34,32	71,00	60,42
	Junio	81,0	116,92	38,50	91,64	57,87	53,72	71,00	55,62
	Julio	92,0	121,55	42,56	102,84	75,14	62,05	71,00	59,65
	Agosto	76,9	117,36	34,32	84,38	66,60	46,81	74,00	53,55
	Septiembre	83,8	112,88	33,00	82,31	60,27	47,53	81,00	51,51
	Octubre	83,0	113,64	31,59	72,22	51,81	32,90	76,00	55,62
	Noviembre	84,0	108,51	27,00	65,76	53,95	32,20	79,00	51,00
	Diciembre	84,0	111,52	30,00	73,39	66,60	39,42	84,00	52,02

TABLA VIII

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA NO CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN CONESEA, PARA 1 AÑO (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	H					Blaney- Griddle	Blaney- Korn	Margreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
			E	T	U	O	d							
1.970	Enero	34,9	127,25	42,24	103,87	60,80	55,26	72,00	52,40					
	Febrero	31,7	117,50	39,93	97,90	56,67	57,22	78,00	59,22					
	Marzo	27,3	128,47	41,60	103,56	61,60	52,88	75,00	62,40					
	Abril	27,1	127,16	44,83	110,61	69,42	60,81	84,00	63,63					
	Mayo	28,5	131,24	41,28	103,21	55,48	52,35	74,00	62,40					
	Junio	38,7	123,61	53,32	98,55	71,72	83,93	87,00	57,57					
	Julio	66,8	124,24	54,00	128,16	88,04	85,74	98,00	56,16					
	Agosto	69,9	124,21	53,24	127,41	85,68	83,82	91,00	56,16					
	Septiembre	41,9	119,72	42,92	103,82	47,31	67,75	84,00	54,54					
	Octubre	40,5	122,01	38,72	99,52	57,72	51,32	85,00	59,28					
	Noviembre	33,9	123,34	37,20	93,04	51,39	46,54	71,00	60,60					
	Diciembre	41,2	126,07	37,50	93,99	59,60	45,84	72,00	59,28					

TABLA IX

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA LA CORRECCION POR VARIOS METODOS EN PASTO, PARA 5 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Blaney- Criddle	Blaney- Merin	Hargreaves	Holdridge	Yannor	Papadakis	Thornthwaite
1.966	Enero	82,0	56,40	59,20	58,91	72,19	59,70	59,52	55,12
	Febrero	73,7	58,15	58,83	57,72	60,20	67,62	54,26	52,59
	Marzo	59,8	54,12	54,82	55,23	69,09	53,09	51,45	55,12
	Abril	56,7	56,40	54,82	55,22	54,51	55,11	51,45	53,53
	Mayo	54,3	59,93	62,19	62,65	50,89	61,55	61,74	61,25
	Junio	69,9	57,59	64,58	63,65	54,40	69,80	61,74	56,51
	Julio	90,2	54,12	64,03	62,82	78,74	67,49	54,26	55,12
	Agosto	87,4	55,84	67,31	66,77	72,56	73,20	58,94	55,12
	Septiembre	92,2	56,99	67,81	66,33	54,89	76,17	58,94	56,51
	Octubre	52,7	54,71	49,19	52,89	52,12	47,48	53,32	55,12
	Noviembre	37,0	50,21	46,02	37,81	34,75	28,19	45,84	50,56
	Diciembre	29,6	49,13	37,61	39,53	35,18	30,04	41,16	49,00
1.967	Enero	56,8	51,31	51,54	51,55	61,49	50,41	46,77	55,12
	Febrero	40,9	53,54	43,45	44,50	52,16	44,75	53,32	49,52
	Marzo	49,4	52,54	48,63	49,89	60,50	44,75	58,00	55,12
	Abril	59,7	55,85	55,78	56,08	76,30	57,11	60,81	54,51
	Mayo	64,9	60,50	65,82	65,82	68,94	66,62	62,68	64,31
	Junio	62,9	53,89	53,36	53,68	55,11	59,37	54,26	53,53
	Julio	71,5	53,54	63,48	62,37	67,06	67,14	62,68	55,12
	Agosto	71,0	50,21	60,20	59,82	68,47	65,07	46,77	52,06
	Septiembre	84,1	54,12	71,04	68,82	69,59	83,24	59,00	56,51
	Octubre	59,4	53,54	54,33	56,12	41,46	55,94	52,39	55,12
	Noviembre	36,9	50,78	39,92	41,56	38,79	34,88	48,65	50,56
	Diciembre	49,7	54,12	50,50	51,02	55,77	47,24	52,39	53,19

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PASTO, PARA 5 AÑOS (mm/mes)

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	H					Papadakis	Thornthwaite
			Blaney- Criddle	Blaney- Mordis	Hargreaves	Holdridge	Insarov		
1.968	Enero	51,0	51,88	51,54	51,94	60,00	50,67	53,32	55,12
	Febrero	44,0	52,42	44,49	44,24	46,28	46,51	59,87	49,82
	Marzo	41,6	50,78	46,94	48,06	46,72	21,87	50,52	52,66
	Abril	43,6	59,23	49,63	50,73	45,15	47,72	55,19	56,51
	Mayo	74,7	58,15	66,77	66,71	89,44	69,55	63,62	61,25
	Junio	65,2	53,54	59,36	59,22	46,42	64,50	54,26	53,53
	Julio	71,4	50,21	59,36	58,62	63,72	62,50	46,77	52,06
	Agosto	68,6	53,54	65,80	64,86	74,43	71,82	57,07	52,12
	Septiembre	71,8	57,29	65,49	64,27	61,75	72,29	57,67	59,48
	Octubre	43,7	54,12	51,54	54,03	45,41	51,74	52,39	58,19
	Noviembre	46,7	53,00	45,56	46,49	47,19	43,30	53,32	53,53
	Diciembre	62,4	56,40	57,72	57,63	57,39	57,41	56,94	56,19
1.969	Enero	57,1	59,23	56,75	56,81	58,92	56,82	53,32	55,12
	Febrero	55,7	59,93	54,33	54,11	60,61	59,18	61,74	27,66
	Marzo	68,8	61,73	64,76	64,66	71,13	64,89	62,53	61,25
	Abril	35,3	59,32	47,76	49,38	60,05	43,39	59,87	56,51
	Mayo	52,1	61,73	63,68	63,93	69,87	62,49	56,13	61,25
	Junio	63,7	59,32	61,19	61,08	61,55	63,69	60,81	56,51
	Julio	76,9	51,31	55,72	60,53	65,32	65,75	50,52	52,06
	Agosto	64,5	54,71	65,43	64,54	67,12	70,10	55,19	55,12
	Septiembre	67,1	59,23	65,22	63,70	43,44	72,74	58,94	53,53
	Octubre	47,1	52,42	50,62	52,55	43,30	50,94	54,26	55,12
	Noviembre	48,7	54,12	51,54	51,92	54,66	51,74	56,13	53,53
	Diciembre	51,5	54,71	52,39	52,64	43,43	49,74	56,13	55,12

TABLA IX

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PASTO, PARA 5 AÑOS (mm/año)
(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	K					Hargreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
			Blaney- Griddle	Blaney- Merin		t	e					
1.970	Enero	53,9	51,88	50,15	50,73	51,91	48,47	51,45	55,12	55,19	55,19	55,19
	Febrero	54,6	54,71	41,79	42,89	38,10	40,70	55,19	55,19	55,19	55,19	55,19
	Marzo	56,3	55,25	61,64	61,19	58,92	63,64	53,32	56,51	55,19	55,19	55,19
	Abril	48,2	54,12	56,22	56,10	54,09	58,49	55,19	55,19	55,19	55,19	55,19
	Mayo	45,3	55,85	59,20	59,66	45,83	59,40	53,32	56,51	55,19	55,19	55,19
	Junio	62,9	59,85	67,23	66,05	67,08	75,39	56,13	58,19	55,19	55,19	55,19
	Julio	69,2	54,12	66,94	52,77	68,42	72,99	57,07	55,19	55,19	55,19	55,19
	Agosto	64,4	53,00	73,73	72,81	62,89	84,50	57,07	55,19	55,19	55,19	55,19
	Septiembre	54,5	53,00	62,13	60,66	45,80	69,01	54,26	55,19	55,19	55,19	55,19
	Octubre	58,1	53,54	54,33	56,12	49,65	55,94	51,45	50,56	50,56	50,56	50,56
	Noviembre	31,8	48,56	40,10	41,41	33,95	36,29	54,26	58,15	58,15	58,15	58,15
	Diciembre	50,0	54,12	56,27	55,99	46,57	56,24					

TABLA X

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PALMITA, PARA 5 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Blaney- Griddle	Blaney- Korin	Hargreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
1.966	Enero	179,3	118,55	142,89	137,08	175,11	159,01	136,82	131,42
	Febrero	165,1	109,02	139,68	133,41	154,45	166,69	150,03	119,94
	Marzo	140,4	119,17	137,08	133,58	131,24	141,19	131,16	126,15
	Abril	145,5	117,52	85,93	133,23	95,17	143,52	128,33	125,19
	Mayo	92,3	119,32	120,16	119,46	91,30	113,61	118,89	119,66
	Junio	129,0	115,95	133,15	124,65	116,38	129,96	122,66	118,99
	Julio	149,8	120,64	135,15	132,26	152,65	135,03	131,16	122,49
	Agosto	150,9	119,93	141,04	137,89	136,49	145,03	133,04	121,32
	Septiembre	168,4	116,30	147,89	142,22	156,11	163,35	140,59	121,50
	Octubre	158,9	113,80	129,58	128,96	109,53	137,74	116,06	117,53
	Noviembre	112,5	110,58	81,06	111,11	106,54	120,94	116,06	108,09
	Diciembre	120,9	114,15	118,42	115,28	102,26	120,94	116,06	108,69
1.967	Enero	116,6	116,68	138,25	130,49	150,89	145,63	127,38	120,15
	Febrero	124,8	106,20	124,98	120,09	102,41	144,43	123,61	109,65
	Marzo	155,7	119,17	137,08	133,58	117,99	141,19	131,15	120,15
	Abril	150,1	116,12	124,12	122,30	112,40	125,54	129,27	117,82
	Mayo	112,3	119,32	126,65	125,03	90,75	123,49	128,33	118,65
	Junio	104,0	114,29	92,55	95,05	113,40	77,49	117,00	107,83
	Julio	123,7	120,00	107,70	108,82	138,65	94,24	124,55	122,49
	Agosto	123,7	120,51	112,07	113,52	145,51	100,85	133,99	121,32
	Septiembre	134,8	115,51	110,82	116,74	112,59	105,89	133,04	117,82
	Octubre	161,43	114,35	109,12	111,16	129,26	104,15	117,95	121,32
	Noviembre	161,4	111,12	114,15	110,23	115,99	117,09	106,62	109,36
	Diciembre	134,0	116,99	138,25	131,04	130,90	146,25	123,72	120,15

TABLA X

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS (mm/mes)

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanques Cla- se "A"	Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Margreaves	Holdridge	Ivanov	Payndaleis	Thornthwaite
1.968	Enero	123,3	114,03	107,10	104,72	108,90	98,79	128,76	103,25
	Febrero	122,5	107,47	101,03	100,54	150,78	101,97	130,21	111,83
	Marzo	117,0	119,94	112,62	112,72	113,78	101,97	131,16	123,91
	Abril	41,3	115,84	97,15	98,40	88,94	83,94	119,83	102,25
	Mayo	103,1	121,16	110,38	109,75	112,54	94,97	104,74	123,65
	Junio	96,7	117,69	116,50	111,10	114,76	104,12	110,40	118,27
	Julio	126,6	123,50	141,79	138,51	174,81	143,52	131,16	130,14
	Agosto	130,9	122,06	143,13	140,23	120,68	147,43	116,06	126,32
	Septiembre	127,5	115,83	133,37	130,19	113,90	141,63	118,89	119,66
	Octubre	116,6	112,23	102,13	104,38	85,89	95,97	100,02	107,01
	Noviembre	114,7	109,74	108,14	105,22	112,80	107,32	109,45	109,36
	Diciembre	120,0	114,03	116,55	112,57	159,51	113,60	114,17	113,41
1.969	Enero	126,3	115,14	125,39	119,84	124,20	125,54	116,06	123,91
	Febrero	114,0	106,44	108,14	106,28	102,26	115,49	114,17	113,03
	Marzo	113,4	118,79	126,65	124,70	124,20	125,54	114,17	123,91
	Abril	103,2	116,12	110,25	110,02	92,03	104,15	106,62	115,97
	Mayo	103,2	119,71	100,59	112,94	112,33	102,87	102,85	116,74
	Junio	98,7	116,52	66,44	99,40	108,41	83,63	109,45	115,27
	Julio	113,0	120,57	126,65	125,03	132,01	123,49	118,89	120,57
	Agosto	114,4	120,60	138,44	134,51	150,89	139,46	118,89	121,32
	Septiembre	102,2	113,34	102,76	113,99	108,99	126,83	109,45	114,14
	Octubre	113,1	113,06	116,00	116,68	78,13	116,59	106,62	111,84
	Noviembre	108,1	108,40	105,80	102,93	109,83	105,09	101,90	102,07
	Diciembre	110,4	112,68	115,74	107,60	125,73	106,42	104,74	110,76

TABLA X

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS (mm/año)

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Métodos					Thornthwaite
			Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Hargreaves	Holdridge	Ivanov	
1.970	Enero	107,0	113,29	109,31	106,18	83,17	105,99	112,64
	Febrero	96,7	102,60	98,20	96,81	96,31	103,33	99,37
	Marzo	104,2	114,59	100,74	101,24	79,66	89,63	108,39
	Abril	106,9	113,33	109,89	109,33	105,03	105,99	114,14
	Mayo	103,0	117,55	110,82	110,98	81,45	101,17	118,66
	Junio	93,1	113,98	110,48	110,40	123,41	105,99	115,27
	Julio	112,2	119,42	133,15	130,02	133,63	132,81	126,32
	Agosto	109,9	117,27	122,85	121,81	115,39	120,44	117,90
	Septiembre	110,8	112,41	114,77	113,35	106,08	115,62	114,14
	Octubre	101,6	110,77	99,92	102,37	85,56	93,94	109,95
	Noviembre	88,7	108,37	100,59	98,25	101,79	98,22	102,07
	Diciembre	134,0	114,71	114,75	111,13	130,31	112,20	120,15

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN HELIO, PARA 2 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Blaney- Orndillo		Blaney- Morin		Hargreaves		Moldridge		Ingram		Papadakis		Thornthwaite	
			M	E	M	E	t	e	d	o	s					
1.970	Enero	126,4	20,33	22,24	20,01	29,58	23,06	20,29	21,99							
	Febrero	128,4	19,11	25,14	24,42	33,79	30,44	22,56	22,20							
	Marzo	172,4	21,66	27,37	26,62	30,63	28,89	23,70	25,38							
	Abril	133,3	21,20	21,79	21,43	22,34	20,24	19,40	23,56							
	Mayo	116,7	21,84	18,74	21,38	16,55	19,04	18,83	23,67							
	Junio	133,2	21,36	22,60	22,55	20,83	21,91	21,26	24,03							
	Julio	137,1	21,94	23,09	23,01	24,93	21,73	20,45	23,75							
	Agosto	138,6	21,63	23,18	22,97	25,31	22,31	21,42	22,64							
	Septiembre	121,5	20,37	22,78	22,49	20,07	23,71	18,34	21,90							
	Octubre	115,0	20,11	20,14	20,54	16,55	19,89	18,34	20,62							
	Noviembre	108,1	19,12	18,46	18,43	16,82	18,64	19,31	18,30							
	Diciembre	108,9	20,07	20,67	20,58	25,29	20,90	19,99	21,00							
1.971	Enero	104,7	19,80	19,57	19,64	19,48	19,63	19,80	19,64							
	Febrero	66,3	18,02	17,31	17,45	21,32	18,64	18,34	17,90							
	Marzo	105,7	20,22	18,33	18,49	17,99	16,87	20,13	19,04							
	Abril	110,5	20,61	21,27	21,31	19,99	20,99	19,31	21,21							
	Mayo	114,7	21,34	18,46	20,96	15,47	19,14	20,77	21,22							
	Junio	119,3	20,99	23,00	22,80	20,28	22,97	22,88	22,42							
	Julio	145,5	22,00	27,37	26,71	23,10	27,93	23,21	24,49							
	Agosto	101,1	21,29	23,69	23,80	17,64	23,41	21,59	21,83							
	Septiembre	115,3	19,85	18,11	18,30	17,14	17,02	19,96	19,44							
	Octubre	81,5	19,85	19,15	19,59	16,39	16,64	20,29	19,83							
	Noviembre	89,3	19,38	19,43	19,32	27,48	19,89	21,26	19,82							
	Diciembre	123,0	19,19	20,95	20,74	26,55	21,45	21,10	19,44							

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN RIONERO, PARA 2 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Clase "A"									
		Blaney-Criddle	Blaney-Martin	Margreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thorntwaite			
1.970	Enero	69,4	61,35	61,47	73,69	65,70	66,69	69,60			
	Febrero	69,4	61,05	60,71	84,64	73,68	67,53	57,06			
	Marzo	77,4	62,52	64,42	65,76	61,15	71,33	63,19			
	Abril	63,5	64,47	65,17	60,49	65,16	62,98	65,56			
	Mayo	62,5	64,69	65,66	51,80	61,44	59,18	65,03			
	Junio	77,8	69,36	69,22	62,15	74,03	67,63	63,80			
	Julio	77,8	70,33	69,60	61,91	72,62	66,01	61,93			
	Agosto	73,1	67,90	67,68	61,52	69,66	62,98	50,28			
	Septiembre	68,7	74,73	61,70	33,64	65,38	60,70	59,01			
	Octubre	53,5	57,74	59,44	49,52	58,56	60,70	60,18			
	Noviembre	39,4	51,28	51,98	47,26	51,29	53,87	45,21			
	Diciembre	57,3	53,32	54,64	75,03	52,04	56,91	59,01			
1.971	Enero	53,2	52,50	51,06	53,04	51,04	50,84	59,60			
	Febrero	53,4	46,81	47,99	70,51	50,29	51,60	51,62			
	Marzo	44,5	54,54	55,26	53,02	51,29	53,87	60,18			
	Abril	60,0	59,04	59,81	61,04	88,84	49,32	59,60			
	Mayo	47,0	59,72	60,94	46,96	55,84	50,84	62,93			
	Junio	69,8	64,12	64,36	54,67	66,02	62,22	63,80			
	Julio	83,4	66,95	67,12	50,58	68,65	63,74	61,93			
	Agosto	67,1	59,99	60,09	46,65	56,58	62,22	61,35			
	Septiembre	57,4	60,35	57,53	52,29	57,98	59,94	59,01			
	Octubre	48,2	54,67	56,80	58,91	54,49	57,67	60,18			
	Noviembre	46,4	50,47	51,32	60,56	50,79	59,94	54,95			
	Diciembre	54,6	53,71	54,06	73,63	53,70	56,15	56,06			

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN MONTANA, PARA 4 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación									
		Tanque Clase "A"	Blaney-Cridelle	Blaney-Morin	Hargreaves	Holdridge	Ivanov	Fapedakis	Thornthwaite		
1.968	Enero	146,6	95,14	118,40	114,68	139,85	131,96	114,23	92,28		
	Febrero	137,4	107,82	115,19	112,81	113,75	137,19	110,19	97,42		
	Marzo	150,5	103,85	124,46	121,27	117,41	130,97	103,11	103,00		
	Abril	69,3	99,96	94,61	95,32	77,16	90,22	82,89	97,14		
	Mayo	51,3	96,06	92,98	94,35	68,97	85,01	78,85	95,90		
	Junio	57,3	92,29	87,85	88,27	84,46	83,30	77,84	94,09		
	Julio	95,9	96,06	110,53	109,03	141,78	108,82	82,89	95,90		
	Agosto	92,8	95,14	108,81	107,26	100,85	108,28	86,94	95,00		
	Septiembre	90,0	86,69	79,89	81,03	70,82	77,54	86,94	83,76		
	Octubre	83,9	91,32	82,75	85,70	76,78	79,57	81,91	88,28		
	Noviembre	68,9	92,29	84,85	84,88	105,91	86,64	91,99	89,57		
	Diciembre	89,9	95,91	100,58	90,75	132,24	108,29	111,29	86,57		
1.969	Enero	87,7	95,91	96,30	95,02	105,80	101,73	107,16	87,42		
	Febrero	80,4	97,96	95,85	94,74	88,75	109,93	114,23	88,57		
	Marzo	119,6	98,96	114,98	113,21	122,70	120,84	121,31	99,96		
	Abril	73,2	102,84	91,31	93,00	65,91	84,53	88,96	102,00		
	Mayo	73,9	99,96	95,91	96,95	100,87	86,75	86,94	100,95		
	Junio	71,5	91,32	87,85	88,52	92,94	82,88	87,95	99,14		
	Julio	98,7	84,88	96,64	96,22	108,58	95,93	84,92	92,92		
	Agosto	85,6	83,09	88,51	88,25	94,51	85,44	86,94	85,00		
	Septiembre	85,6	89,58	83,46	84,09	73,64	81,62	94,02	86,57		
	Octubre	71,5	87,63	74,24	77,60	71,91	68,20	77,84	88,28		
	Noviembre	98,7	92,29	82,73	83,03	87,65	83,30	93,00	140,00		
	Diciembre	73,9	95,14	100,53	99,13	105,60	104,89	109,18	83,36		

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN CERRILLO, PARA 2 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	M					Theoretical	
			Griddle	Blaney- Morin	Farmer	Holdridge	Ivanov		
1.966	Enero	78.8	136.03	139.87	138.09	181.28	140.63	173.45	135.56
	Febrero	278.3	124.89	146.19	136.45	159.90	163.57	212.76	131.03
	Marzo	174.3	141.82	166.07	180.95	223.88	176.44	198.23	139.63
	Abril	357.7	142.46	163.18	159.63	136.51	170.67	170.94	148.94
	Mayo	207.5	146.46	122.98	139.37	141.66	125.61	146.11	145.41
	Junio	211.6	142.46	135.10	135.78	133.13	125.61	150.38	141.84
	Julio	182.4	147.43	140.30	140.79	113.44	126.56	134.15	146.41
	Agosto	181.1	145.46	136.57	138.44	96.37	125.61	123.89	143.70
	Septiembre	102.6	136.51	125.29	126.46	96.44	116.63	139.73	135.20
	Octubre	102.3	135.91	124.73	125.53	94.28	115.94	129.83	133.20
	Noviembre	104.4	128.75	116.34	118.67	127.02	114.16	127.31	129.90
	Diciembre	111.1	132.69	126.44	125.38	151.98	121.81	129.58	135.64
1.967	Enero	136.8	135.45	150.87	147.02	145.72	160.50	136.71	135.56
	Febrero	144.8	121.61	134.18	131.79	153.68	156.25	140.98	121.95
	Marzo	196.0	139.99	166.72	160.99	220.70	179.37	150.38	136.53
	Abril	148.2	141.23	143.55	143.07	119.62	141.15	136.71	139.63
	Mayo	157.4	147.45	136.40	152.45	120.30	148.21	127.31	146.41
	Junio	134.6	140.88	136.94	136.84	92.17	130.08	117.06	142.34
	Julio	144.2	145.16	142.90	142.42	106.62	131.58	120.48	146.41
	Agosto	148.1	146.09	144.09	143.12	125.14	133.59	122.18	143.70
	Septiembre	134.6	136.17	137.41	136.21	159.21	136.91	114.49	135.20
	Octubre	71.6	134.98	127.02	127.49	135.91	121.35	113.64	135.20
	Noviembre	114.50	130.47	148.10	144.31	136.49	164.94	135.00	129.90
	Diciembre	129.9	131.53	140.19	136.80	144.22	143.77	135.86	135.64

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN MOSQUERA, PARA 6 AÑOS (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	N 6 t o d o s						Evaporación Calculada-Corregida
			Blaney- Oridale	Blaney- Morin	Hargreaves	Holdridge	Evans	Papadakis	Thornthwaite
1.966	Enero	57.0	81.32	96.92	92.30	146.57	117.21	115.61	76.23
	Febrero	108.4	76.25	114.55	105.88	89.39	154.18	113.29	77.44
	Marzo	91.4	87.86	106.25	102.68	88.13	115.46	87.86	90.53
	Abril	114.0	85.72	108.42	107.59	83.22	132.62	100.58	89.65
	Mayo	88.7	91.30	107.48	107.43	88.49	136.16	82.08	98.38
	Junio	98.5	87.49	103.58	103.45	72.85	118.51	86.70	90.53
	Julio	94.7	85.72	91.22	91.75	75.19	104.91	90.17	77.71
	Agosto	83.3	87.35	91.92	92.63	77.01	100.89	86.70	87.43
	Septiembre	103.4	83.34	89.88	90.86	81.41	105.49	87.86	84.10
	Octubre	102.9	82.80	83.71	87.26	63.39	96.34	85.55	81.00
	Noviembre	95.5	82.34	73.31	75.49	63.78	75.39	89.02	87.89
	Diciembre	100.5	86.85	77.16	79.88	85.70	73.83	95.95	94.37
1.967	Enero	90.3	86.55	93.75	94.30	113.72	103.71	107.51	85.76
	Febrero	105.4	80.79	79.96	79.73	98.58	83.37	98.26	77.44
	Marzo	119.1	90.73	79.30	82.84	108.91	70.93	92.48	90.53
	Abril	87.5	89.33	75.38	79.71	87.28	66.49	84.39	89.65
	Mayo	88.3	94.22	86.73	90.75	83.08	77.29	80.92	90.07
	Junio	78.4	88.11	67.21	72.19	73.94	55.59	65.89	85.76
	Julio	91.0	91.51	94.37	96.00	92.73	95.06	71.67	87.71
	Agosto	76.3	92.55	113.80	108.73	110.67	124.14	77.45	92.29
	Septiembre	93.5	86.35	96.22	96.69	84.85	107.46	73.99	84.10
	Octubre	78.6	86.35	76.48	81.12	71.79	73.08	77.45	85.76
	Noviembre	109.4	86.07	63.33	68.17	81.63	49.51	84.39	87.89
	Diciembre	88.5	87.64	94.55	94.04	90.19	101.45	91.33	84.93

TABLA XV

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA -
LADA - CORRIENTE POR VARIOS METODOS EN MEXICO, PARA 6 AÑOS (mm/mes.)
(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación de "A"	México- Córdoba	México- Veracruz	Holmes	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
1.968	Enero	100.6	85.47	91.24	91.55	123.90	101.56	98.26	86.21
	Febrero	93.4	79.86	86.95	82.62	87.14	91.21	92.48	77.44
	Marzo	97.5	90.42	96.99	98.25	103.76	101.45	93.64	85.76
	Abril	79.3	89.11	82.47	85.33	76.69	70.99	75.14	84.93
	Mayo	89.5	90.77	99.13	103.90	101.95	98.53	79.71	93.16
	Junio	71.1	89.96	75.38	79.41	70.29	65.82	73.99	90.53
	Julio	96.0	93.70	106.53	107.36	110.12	111.41	78.61	93.16
	Agosto	84.0	94.32	120.30	119.58	120.96	131.88	86.70	97.14
	Septiembre	85.7	88.56	103.09	103.93	85.17	115.86	87.85	84.77
	Octubre	84.5	87.98	91.99	95.48	70.92	97.04	84.39	85.76
	Noviembre	66.0	84.99	88.82	89.81	80.66	97.04	83.24	82.43
	Diciembre	94.5	86.29	96.22	95.74	121.63	107.46	101.73	84.93
1.969	Enero	103.2	87.66	104.77	103.67	90.19	119.10	98.26	85.76
	Febrero	84.6	81.63	89.65	91.05	95.45	103.54	97.11	81.74
	Marzo	107.0	91.01	101.29	101.96	115.89	106.95	106.36	90.53
	Abril	75.3	91.06	86.00	89.59	71.57	81.85	78.61	94.37
	Mayo	78.1	96.40	104.68	107.21	101.19	103.09	76.30	102.97
	Junio	70.1	91.64	80.62	85.17	92.41	72.39	84.39	95.29
	Julio	110.1	93.40	100.25	101.87	89.07	101.97	77.45	92.29
	Agosto	87.9	92.28	93.29	95.29	99.99	92.15	77.45	87.43
	Septiembre	83.5	89.63	101.29	102.20	77.83	109.13	86.70	93.44
	Octubre	67.5	87.70	68.40	74.48	69.56	57.05	76.30	85.76
	Noviembre	79.2	84.99	66.61	70.56	90.10	57.34	85.55	87.89
	Diciembre	80.0	95.30	84.32	86.82	102.88	83.80	92.48	84.93

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CALCULADA-CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN DERECHERA, PARA 6 AÑOS (mm/mes)

(CONTINUACION)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	Blaney- Criddle	Blaney- Morin	Margreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Wohltshausen
1.970	Enero	98,0	87,66	99,66	99,25	91,24	110,27	98,26	92,01
	Febrero	91,4	82,62	94,59	95,74	84,57	110,24	94,80	90,34
	Marzo	105,0	89,30	99,70	82,14	124,64	73,45	97,11	90,53
	Abril	79,7	90,21	140,06	92,38	94,21	89,57	78,61	94,37
	Mayo	80,2	92,90	125,65	91,75	73,56	83,80	83,24	95,62
	Junio	101,0	89,66	74,74	78,84	87,13	65,48	80,92	90,53
	Julio	96,6	90,48	75,34	79,28	87,38	67,36	80,92	89,26
	Agosto	91,1	89,38	78,95	82,01	95,58	74,99	86,70	82,57
	Septiembre	83,7	84,94	82,38	75,99	68,82	70,82	87,86	79,42
	Octubre	67,4	86,87	74,01	75,09	68,06	66,49	85,55	90,53
	Noviembre	91,5	81,79	63,53	66,51	79,78	58,01	89,82	77,55
	Diciembre	109,7	84,63	56,57	61,01	94,86	41,66	95,95	86,21
1.971	Enero	84,6	85,47	74,43	76,97	80,13	91,24	92,48	90,53
	Febrero	75,09	76,95	70,49	69,36	74,50	73,03	87,86	77,44
	Marzo	91,7	88,18	72,19	75,43	70,21	63,48	83,44	90,53
	Abril	79,3	87,37	66,61	71,45	82,98	55,59	92,48	94,37
	Mayo	89,3	90,16	68,40	73,22	68,14	55,01	82,08	93,16
	Junio	81,0	85,82	84,81	84,38	71,88	85,11	82,08	75,76
	Julio	91,0	89,22	93,75	94,70	93,22	99,46	82,08	92,99
	Agosto	76,9	86,15	75,60	77,70	82,72	75,03	85,55	82,57
	Septiembre	83,8	82,86	72,69	75,79	74,86	76,27	93,64	79,42
	Octubre	83,0	83,34	69,59	66,50	64,34	52,74	87,86	85,76
	Noviembre	84,0	79,65	59,47	60,55	67,01	51,61	91,33	78,74
	Diciembre	84,0	81,86	66,08	67,58	82,72	63,19	97,11	80,21

TABLA XVI

COMPARACION ENTRE LA EVAPORACION DEL TANQUE CLASE "A" Y LA EVAPORACION CAL-
CULADA--CORREGIDA POR VARIOS METODOS EN CONEACA, PARA 1 AÑO (mm/mes)

Año	Mes	Evaporación Tanque Cla- se "A"	N					Hargreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thorntwaite
			Blaney- Griddle	Blaney- Morin	Blaney- Morin	t	o	d	o	e		
1.973	Enero	39.4	37.46	37.11	36.86	36.10	34.13	36.28	36.19			
	Febrero	31.7	34.59	34.14	34.74	33.65	35.33	35.82	36.25			
	Marzo	27.3	37.82	35.57	36.75	36.57	32.66	34.44	38.19			
	Abril	27.1	37.44	39.37	39.25	41.22	37.56	38.57	36.95			
	Mayo	28.5	38.64	35.29	36.63	32.94	32.33	33.98	38.19			
	Junio	38.7	36.39	45.59	34.97	42.58	51.84	39.95	35.24			
	Julio	66.8	36.58	46.17	45.48	52.27	52.96	45.00	34.37			
	Agosto	69.9	36.57	45.52	45.22	50.87	51.77	41.79	34.37			
	Septiembre	43.9	35.25	36.69	36.84	28.09	41.84	38.57	33.38			
	Octubre	40.5	35.92	33.10	35.32	34.27	31.70	39.03	36.28			
	Noviembre	33.9	36.31	31.80	33.02	30.51	28.74	32.60	37.09			
	Diciembre	41.2	37.12	31.06	33.35	35.39	28.31	31.06	36.28			

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRELACION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA PASTO

CALCULOS													
ESTADISTICOS	Blaney- Oridale		Blaney- Morin	M	e	t	o	d	o	s	Ivanov	Payadakis	Thornthwaite
Desviación Estandar	143,22	15,47	51,20	12,11	14,10	13,40					14,40		
Ecuación de Regresión	186,68+0,22X	23,17+0,38X	60,22+0,82X	26,80+0,70X	17,76+0,89X	52,38+0,11X					51,73+0,07X		
Coefficiente de Correlación	0,281 ⁺	0,813 ⁺⁺	0,797 ⁺⁺	0,707 ⁺⁺	0,817 ⁺⁺	0,321 ⁺					0,216		
Coefficiente de Confiabilidad (%)	7,84	65,61	62,41	49,00	65,61	16,24					4,41		
Coefficiente de Variabilidad (%)	71,73	34,07	47,17	17,87	20,91	22,77					25,75		
Factor de Corrección	3,63	0,80	1,92	1,19	1,19	1,06					1,01		
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>													
Desviación Estandar	14,20	9,20	9,50	10,40	8,40	13,20					14,20		
Ecuación de Regresión	51,29+0,06X	28,82+0,47X	31,24+0,43X	22,49+0,59X	13,99+0,74X	49,60+0,10X					50,78+0,07X		
Coefficiente de Variabilidad (%)	25,09	15,34	16,87	18,28	14,50	73,98					24,11		
Porcentaje de Ajusto (%)	908,59	68,15	436,95	16,00	67,86	1,51					1,40		

+ Significativo al nivel del 5%

++ Significativo al nivel del 1%

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRELACION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA PALFRE

Calculos	M	d	t	e	d	e	e
ESTADISTICOS	Blaney- Griddle	Blaney- Morin	Hargreaves	Holdridge	Kennedy	Papadakis	Thornthwaite
Desviación Estándar	42,23	52,27	59,61	24,13	27,09	19,30	33,06
Remoción de Regresión	151,59+0,03K	44,38+0,22	115,40+0,50	59,41+0,54	40,45+0,49K	82,20+0,34K	80,41+0,12K
Coefficiente de Correlación	0,132	0,522 ⁺⁺	0,623 ⁺⁺	0,514 ⁺⁺	0,664 ⁺⁺	0,582 ⁺⁺	0,473 ⁺⁺
Coefficiente de Confiablez (%)	1,65	27,04	30,44	26,01	43,56	33,64	22,09
Coefficiente de Variabilidad	27,14	72,43	33,71	19,31	27,60	35,64	34,54
Factor de Corrección	1,34	0,61	1,51	1,05	0,95	1,05	0,82
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>							
Desviación Estándar	23,61	20,80	17,39	23,23	20,19	19,20	21,93
Remoción de Regresión	112,32+0,02K	72,07+0,37K	76,32+0,33K	56,10+0,51	47,58+0,58K	77,56+0,32K	97,71+0,15K
Coefficiente de Variabilidad (%)	20,45	17,79	14,87	19,72	17,06	16,49	18,56
Porcentaje de Ajuste (%)	78,86	151,30	242,73	3,87	34,17	1,04	53,55

+ Significativo al nivel del 5%

++ Significativo al nivel del 1%

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRECCION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA HELIO

CALCULOS	Blaney- Criddle	Blaney- Terin	Hargreaves	Holmberg	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
Desviación Estándar	37,10	51,76	49,73	30,93	26,54	22,65	39,15
Desviación de Regresión	133,39+0,12X	50,65+0,16X	125,77+0,36X	74,59+0,22X	70,67+0,24X	113,35+0,11X	65,61+0,15X
Coefficiente de Correlación	0,569 ⁺⁺	0,602 ⁺⁺	0,64 ⁺⁺	0,332	0,509 ⁺⁺	0,39	0,66 ⁺⁺
Coefficiente de Confiablez (%)	31,36	36,00	40,96	10,89	25,00	15,21	43,56
Coefficiente de Variabilidad (%)	25,09	75,05	29,84	31,12	27,14	17,94	45,68
Factor de Corrección	1,14	0,59	1,46	0,87	0,36	1,12	0,67
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>							
Desviación Estándar	23,64	15,80	15,85	27,40	18,63	20,99	17,16
Desviación de Regresión	103,40+0,22X	120,13+0,04X	82,40+0,33X	66,48+0,40X	56,58+0,48X	109,13+0,02X	77,14+0,39X
Coefficiente de Variabilidad (%)	10,26	13,72	13,06	24,09	16,38	18,69	13,95
Porcentaje de Ajusto (%)	56,93	227,59	213,75	12,88	42,45	7,90	122,31

++ Significativo al nivel del 1%

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRELACION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA RIOMEGRO

ESTADÍSTICOS	M E T O O S						
	Blanquillo	Blanquillo-Morin	Margreaves	Holbridge	Immov	Peapack	Thomdunite
Desviación Estándar	194,64	19,44	48,17	14,42	8,77	19,30	10,44
Ecuación de Regresión	217,74+0,54X	23,62+0,33	63,22+0,72X	51,39+0,20X	24,91+0,51X	49,34+0,49X	48,80+0,20X
Coefficiente de Correlación	0,55 ⁺⁺	0,70 ⁺⁺	0,80 ⁺⁺	0,22 ⁺⁺	0,84 ⁺⁺	0,75 ⁺⁺	0,53 ⁺⁺
Coefficiente de Confianza (%)	30,25	60,84	64,00	4,84	70,56	56,25	28,09
Coefficiente de Variabilidad (%)	77,82	43,92	44,61	22,56	16,23	24,47	17,08
Factor de Corrección	4,23	0,73	1,80	1,07	0,93	1,31	1,02
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>							
Desviación Estándar	11,04	8,01	9,21	14,05	6,99	8,67	10,40
Ecuación de Regresión	51,43+1,12X	32,05+0,43X	35,08+0,40X	47,90+0,18X	26,66+0,54X	36,68+0,37X	47,53+0,19X
Coefficiente de Variabilidad	18,62	13,34	13,70	23,58	11,60	14,48	17,47
Porcentaje de Ajusto (%)	1663,04	142,69	486,62	2,63	25,46	122,61	0,38

++ Significativo al nivel del 1%

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRECCION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA IJUTAMA

ESTADISTICOS	H e t o d o s						
	Blaney- Griddle	Blaney- Morin	Hargreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Thornthwaite
Desviación Estandar	113,57	52,21	29,56	32,46	25,54	20,74	43,81
Resumen de Regresión	194,51+0,12K	13,62+0,16K	84,84+0,34K	38,01+0,34K	37,53+0,41K	64,61+0,28K	55,24+0,02K
Coefficiente de Correlación	0,19	0,61 ⁺⁺	0,59 ⁺⁺	0,54 ⁺⁺	0,71 ⁺⁺	0,52 ⁺⁺	0,11
Coefficiente de Confiabilidad (%)	3,61	37,21	34,81	29,16	50,41	27,04	1,21
Coefficiente de Variabilidad (%)	54,95	105,18	26,15	45,27	32,85	22,48	75,61
Factor de Corrección	2,24	0,53	1,26	0,76	0,82	0,98	0,62
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>							
Desviación Estandar	23,95	19,26	19,80	21,40	16,96	20,53	24,95
Resumen de Regresión	86,53+0,05K	63,11+0,30K	66,89+0,26K	49,89+0,45K	45,23+0,50K	65,32+0,28K	67,69+0,04K
Coefficiente de Variabilidad (%)	26,05	20,67	20,32	22,74	18,01	21,99	27,13
Porcentaje de Ajuste (%)	374,20	171,08	49,29	51,68	50,59	1,02	75,59

++ Significativo al nivel del 1%

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRECCION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA CEMENTO

ESTADÍSTICOS	N						
	Blaney-Griddle	Blaney-Morin	Hargreaves	Holdridge	Ivanov	Papadakis	Theodorakite
Desviación Estándar	63,10	101,64	66,42	71,44	81,44	53,58	63,23
Reacción de Regresión	166,71+0,03K	68,68+0,05K	170,11+0,13K	148,92+0,10K	83,29+0,10K	124,31+0,25K	120,54+0,04K
Coefficiente de Correlación	0,22	0,48 ⁺	0,54 ⁺⁺	0,35	0,47 ⁺	0,55 ⁺⁺	0,45 ⁺
Coefficiente de Confiablez (%)	4,84	23,04	29,16	2,25	22,09	30,25	20,25
Coefficiente de Variabilidad (%)	36,76	131,78	34,82	43,32	81,25	32,53	45,90
Factor de Corrección	1,24	0,55	1,36	1,18	0,71	1,17	0,99
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>							
Desviación Estándar	63,00	66,03	60,64	70,32	72,82	53,31	62,97
Reacción de Regresión	134,15+0,02K	123,93+0,09K	124,45+0,09K	125,30+0,08K	116,70+0,15K	106,22+0,22K	131,09+0,04K
Coefficiente de Variabilidad (%)	45,61	47,33	43,46	50,67	51,84	38,02	45,53
Porcentaje de Ajuste (%)	0,01	53,93	9,53	1,59	11,84	0,50	0,41

+ Significativo a 1 nivel del 5%

++ Significativo al nivel del 1%

INSULACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRECCION Y INSULACION AJUSTADA, PARA MOSQUERA

CALCULOS	M e t o d o s					
	Blaney- Cridale	Blaney- Morin	Hargreaves	Heldridge	Tanner	Thornthwaite
Desviación Estándar	33,60	52,32	18,35	29,57	39,11	35,07
Correlación de Regresión	121,12+0,02K	34,36+0,06K	79,31+0,17K	58,64+0,16	24,57+0,22K	57,71+0,20K
Coefficiente de Correlación	-0,048	0,098	0,152	0,152	0,189	-0,035
Coefficiente de Correlación (%)	0,16	0,81	2,25	2,25	3,24	0,09
Coefficiente de Variabilidad (%)	28,22	103,06	19,27	43,94	71,30	61,06
Factor de Corrección	1,36	0,45	1,00	0,80	0,62	0,64
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>						
Desviación Estándar	13,22	14,39	16,20	19,30	24,40	13,80
Correlación de Regresión	88,91-0,00K	73,70+0,13K	73,03+0,16K	69,11+0,20K	53,42+0,36K	66,72+0,21K
Coefficiente de Variabilidad (%)	15,12	16,42	18,47	22,03	28,20	15,76
Porcentaje de Ajusto (%)	154,16	267,06	13,27	53,21	60,29	154,13

++ Significativo al nivel del 1%

DESVIACION, CORRELACION, FACTORES DE CORRECCION Y DESVIACION AJUSTADA, PARA CONSCA

CALCULOS

ESTADISTICOS	Blaney- Criddle	Blaney- Horn	Bargueaves	Holdridge	Ivanov	Payadakis	Thorndike
Desviación Estándar	95,65	11,63	69,53	26,54	25,20	44,21	26,13
Ecuación de Regresión	127,00-0,006X	32,00+0,29X	80,13+0,62X	37,32+0,65X	31,82+0,74X	64,10+0,43X	65,63-0,15X
Coefficiente de Correlación	0,22	0,67 ⁺	0,76 ⁺⁺	0,73 ⁺⁺	0,71 ⁺⁺	0,75 ⁺⁺	0,74 ⁺⁺
Coefficiente de Confianza (4)	4,84	44,89	57,76	53,29	50,41	56,25	54,76
Coefficiente de Varianza (5)	69,76	26,49	65,08	41,61	40,68	54,25	43,93
Factor de Corrección	3,39	1,16	2,81	1,68	1,61	2,17	1,63
<u>CALCULOS AJUSTADOS</u>							
Desviación Estándar	14,93	11,62	11,70	10,32	10,13	11,48	16,05
Ecuación de Regresión	37,39-0,01X	27,36+0,25X	28,44+0,22X	22,16+0,35X	19,65+0,46X	29,44+0,15X	40,18+0,09X
Coefficiente de Variabilidad (%)	40,71	30,46	31,31	27,25	26,38	32,01	44,09
Porcentaje de Ajuste (%)	473,68	0,09	485,76	157,17	140,77	269,03	62,80

+ Significativo del nivel al 5%

++ Significativo del nivel al 1%

VARIACIONES SIN CORREGIR OBTENIDAS PARA LOS DISTINTOS MÉTODOS EN LAS ESTACIONES ESTUDIADAS

Lugar	Blanco- Caidillo a	Isla Rey- Morin b	Hargrave c	Koldridge d	Payson e	Papadakis f	Thornthwaite g
Puerto	20,511.96	239.32	2,621.44	146.65	198.81	179.56	207.36
Palmira	1,783.37	2,732.15	3,553.35	582.25	733.86	372.49	1,092.95
Bello	1,376.41	2,679.09	2,473.07	956.66	704.37	513.02	1,455.42
Moncayo	37,884.72	377.91	2,323.34	207.93	76.91	372.49	108.99
Durham	12,896.14	2,725.08	873.79	1,053.65	692.29	430.14	1,919.31
Coroté	3,981.61	10,330.00	4,411.61	5,103.77	6,632.47	2,870.61	3,998.03
Monquero	1,128.96	2,739.95	336.72	874.38	1,929.59	277.86	1,229.50
Coronado	7,335.92	135.25	4,696.36	704.37	635.04	1,954.52	257.60

VARIANCIAS CORREGIDAS OBTENIDAS PARA LOS DISTINTOS METODOS EN LAS ESTACIONES ESTUDIADAS

	M	E	T	O	D	O	S
	Blaney- Griddle a	Blaney- Morin b	Hargreaves c	Holdridge d	Ivanov e	Papadakis f	Thornthwaite g
Pasto	201,64	84,64	90,25	108,16	70,56	174,24	201,64
Palmira	557,43	432,64	302,41	539,62	407,63	368,64	463,54
Pello	553,84	249,64	251,22	750,76	347,07	440,53	294,46
Rionegro	121,88	64,16	67,40	197,40	43,86	75,16	108,16
Duitama	573,60	370,94	392,04	457,96	287,64	421,48	622,50
Corate	3.969,00	4.359,96	3.677,20	4.944,90	5.302,75	2.481,95	3.965,22
Mosquera	174,76	207,07	262,44	372,49	595,36	169,00	190,44
Concepcion	22,90	135,02	138,89	106,50	102,61	131,79	257,60

TABLA XXVII

VALORES DE F Y NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LAS VARIANCIAS SIN CORREGIR

Lugar	N									
	Blanco-Criddle	Blanco-Martin	Margreaves	Holbridge	Ivanov	Papadakis	THEODORAKIS			
PASTO	a/d 139.87 1%	b/a 1.63 5%	a/d 17.87 1%	—	a/d 1.35 N.S.	e/d 1.22 N.S.	e/d 1.41 10%			
PALMIRA	a/z 4.70 1%	b/z 7.33 1%	a/z 29.53 1%	a/z 1.56 5%	a/z 1.97 1%	—	a/z 2.93 1%			
HELIO	a/z 2.68 1%	b/z 5.22 1%	a/z 4.82 1%	a/z 1.86 10%	a/z 1.37 N.S.	—	a/z 2.83 1%			
PIONERO	a/o 422.58 1%	b/o 4.01 1%	a/o 30.16 1%	a/o 2.70 1%	—	e/o 4.84 1%	a/o 1.41 10%			
PUERTA	a/z 29.98 1%	b/z 6.33 1%	a/z 2.03 5%	a/z 2.44 1%	a/z 1.51 10%	—	a/z 4.46 1%			
CIENDE	a/z 1.33 N.S.	b/z 3.59 1%	a/z 1.53 N.S.	a/z 1.77 10%	a/z 2.31 5%	—	a/z 1.39 N.S.			
MOQUEZA	a/z 4.06 1%	b/z 10.04 1%	a/z 1.21 N.S.	a/z 3.14 1%	a/z 5.50 1%	—	a/z 4.42 1%			
CORONA	a/b 54.23 1%	—	a/b 34.72 1%	a/b 5.20 1%	a/b 4.69 1%	e/b 2/b 14.45 1%	a/b 1.90 N.S.			

N.S. = No es significativo

VALORES DE F Y NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LAS VARIANCIAS CORREGIDAS

Lugar	Blaney-Cridille	Blaney-Karin	Mangroves	Holbridge	Ivory	Papadakis	Thornthwaite
	a	b	c	d	e	f	g
PASEO	a/o 2,85 1%	b/o 1,19 N.S.	c/o 1,27 N.S.	d/o 1,53 5%	e/o ---	f/o 2,64 1%	g/o 2,85 1%
PALMIRA	a/o 1,84 1%	b/o 1,43 10%	---	d/o 1,70 5%	e/o 1,34 N.S.	f/o 1,21 N.S.	g/o 1,53 5%
MELLO	a/o 2,23 5%	---	c/o 1,00 N.S.	d/o 3,00 1%	e/o 1,39 N.S.	f/o 1,76 10%	g/o 1,17 N.S.
RIOMURO	a/o 2,94 1%	b/o 1,31 N.S.	c/o 1,37 N.S.	d/o 4,04 1%	---	f/o 1,53 N.S.	g/o 2,21 5%
INTEAM	a/o 1,99 5%	b/o 1,20 N.S.	c/o 1,36 N.S.	d/o 1,59 10%	---	f/o 1,46 N.S.	g/o 2,16 1%
CHERETE	a/f 1,59 N.S.	b/f 1,75 10%	c/f 1,48 N.S.	d/f 1,99 10%	e/f 2,13 5%	---	g/f 1,59 N.S.
MOQUEMA	a/f 1,03 N.S.	b/f 1,22 N.S.	c/f 1,55 1%	d/f 2,20 1%	e/f 3,52 1%	---	g/f 1,12 N.S.
CONCELA	a/o 2,17 N.S.	b/o 1,31 N.S.	c/o 1,33 N.S.	d/o 1,03 N.S.	---	f/o 1,28 N.S.	g/o 1,51 10%

N.S. = no es significativo.

PROMEDIOS DE EVAPORACION MEDIDA EN EL TANQUE CLASE "A" Y PROMEDIO DE EVAPORACION ESTIMADA SIN CORREGIR POR LAS DISTINTAS FORMULAS PARA LAS ESTACIONES ESTUDIADAS

Estados	Pasto	Palmita	Bello	L. U. E. S.				Cerezo	Mosquera	Consuelo
				L.	U.	E.	S.			
Tanque	58,248	120,743	112,241	61,366	97,183	156,408	89,120	40,199		
Blaney-Orndale	199,664	155,606	147,840	251,225	206,678	171,640	119,086	124,568		
Blaney-Mordin	45,400	73,119	68,963	44,265	49,634	77,303	39,791	43,992		
Hargreaves	108,543	176,791	166,608	107,978	117,929	190,744	95,250	105,303		
Holdridge	67,764	124,771	99,389	63,895	71,712	164,903	70,541	63,785		
Ivanov	68,946	100,492	97,787	56,318	78,163	100,242	54,806	61,954		
Papadakis	58,833	123,383	126,206	78,875	92,270	164,708	75,888	81,500		
Thornthwaite	55,916	95,535	83,504	61,104	57,942	137,745	56,698	59,469		

PROMEDIOS DE EVAPORACION MEDIDA EN EL TANQUE CLASE "A" Y PROMEDIOS DE EVAPORACION
ESTIMADA CORREGIDA POR LAS DISTINTAS FORMULAS PARA LAS ESTACIONES ESTUDIADAS

Estados	Pasto	Palmira	Bello	L	u	E	o	F	Coroté	Monquiana	Concepción
Tanque	58,243	120,743	112,241	61,366	97,183	156,403	89,120	40,199			
Blaney-Orlandi	54,856	115,302	205,042	59,292	91,944	138,124	87,439	36,678			
Blaney-Torin	56,471	117,109	213,785	60,059	93,179	139,481	87,657	37,539			
Margreaves	56,312	116,930	214,663	59,922	92,977	139,548	87,712	36,404			
Holdridge	56,881	117,822	220,763	59,560	94,110	138,762	87,623	37,375			
Ivanov	57,540	118,220	215,605	60,264	94,180	140,467	88,001	37,876			
Papadakis	55,043	116,424	204,885	59,853	93,283	140,738	87,735	38,269			
Thornthwaite	54,888	116,094	214,398	59,509	92,973	138,335	87,430	37,428			

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Es necesario aplicar las siguientes normas para calificar las fórmulas de evaporación :

- a. Concordancia
- b. Correlación
- c. Incremento de la concordancia con cálculos ajustados
- d. Determinación de factores de correlación.

2. Los métodos recomendados en orden descendente, para las diferentes regiones se establece así :

Pasto	:	Ivanov, Hargreaves, Blaney-Morin
Palmira	:	Ivanov, Hargreaves, Papadakis
Bello	:	Hargreaves, Blaney-Morin, Thornthwaite
Rionegro	:	Ivanov, Hargreaves, Blaney-Morin
Cereté	:	Papadakis, Hargreaves, Ivanov
Duitama	:	Ivanov, Hargreaves, Blaney-Morin
Titaitatá	:	Papadakis, Ivanov, Hargreaves
Consacá	:	Ivanov, Papadakis, Hargreaves

3. La temperatura y la humedad relativa son los factores que más inciden en el proceso de evaporación, a nivel del trópico Colombiano.

4. Los métodos de Blaney-Criddle, Hodridge, Papadakis y Hargreaves, al aplicarse en su forma original, produjeron valores de evaporación superiores a los medidos en el tanque clase "A"; en cambio los métodos de Blaney-Morin, Ivanov y Thornthwaite produjeron valores de evaporación inferiores a los medidos.

5. Al efectuarse dichos métodos por su correspondiente factor de corrección, adquirieron un notable ajuste.

6. En general, las fórmulas estudiadas siguieron con fidelidad las variaciones mensuales de la evaporación.

7. Investigaciones similares a la presente son necesarias. Se deben programar en gase a datos de estaciones representativas de las diversas zonas ecológicas del país.

VI. RESUMEN

En el presente trabajo se compararon los métodos de Blaney-Criddle, Blaney-Morin, Hargreaves, Holdridge, Ivanov, Papadakis y Thornthwaite, para el cálculo de la evaporación estimada y la evaporación medida en el tanque clase "A" empleando datos obtenidos de las estaciones meteorológicas de Obonuco y Consacá (Nariño), Palmira (Valle) Bello y Rionegro (Antioquia), Duitama (Boyacá), Cereté (Córdoba) y Mosquera (Cundinamarca).

Se efectuaron análisis estadísticos preliminares tales como : regresiones y correlaciones. Se aplicaron factores de corrección a cada método usado. Teniendo en cuenta la conclusión se determinó que el método de Ivanov es el que presenta mejores resultados en las regiones de Pasto, Palmira, Rionegro, Duitama y Consacá. Para las regiones de Cereté y Mosquera es aconsejable el método de Papadakis, y para Bello se recomienda el método de Hargreaves. La temperatura y la humedad relativa son los factores que mas inciden en el proceso de evaporación, a nivel del trópico colombiano.

SUMARY

The present work was carried out for comparing Blaney-Criddle, Blaney-Morin, Hargreaves, Holdridge, Ivanov, Papadakis and Thornthwaite methods, for calculating evaporation as well as evaporation in "A" class Tank, using meteorological data from : Obonuco and Consacá (Nariño), Palmira (Valle), Bello and Rionegro (Antioquia), Duitama (Boyacá), Cereté (Córdoba) and Mosquera (Cundinamarca).

Regression and correlation analysis were made correction factors for each method were used. According to results, it is concluded that Ivanov method is the best for Pasto, Palmira, Rionegro, Duitama and Consacá regions. For Cereté and Mosquera regions Papadakis method is recommended, and Hargreaves method for Bello region. Temperature and relative moisture are the most incident factors in evaporation, for the Colombian Tropic.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ANGUS, D. E. Agricultural water use. *Advances in Agronomy* 11 : 19-35. 1962.
2. ALFARO, J. A. y MARIN, J.V. Métodos para estimar la evapotranspiración. Bogotá, Instituto de Fomento Algodonero , 1967 15 p.
3. BAIER, W. Concepts of soil moisture availability and their effect on soil moisture estimates from a meteorological budget. *Agricultural Meteorology* 6: 165-178. 1969.
4. BALCAZAR, O. Evaporación y transpiración. In Cano, R. ed. *Curso de Hidrología*. Medellín, Universidad Nacional, Facultad de Minas 1967 15 p.
5. Blaney, H. F. y CRIDDLE, W. F. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Soil conservation Service. Technical Paper 96. 1950. 40 p.
6. ———. Determining consumptive use and irrigation water requirements. Washington United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. Technical Paper 1275 1962 52 p.
7. ———. y MORIN, K. V. Evaporation and consumptive use of water empirical formulas. Part. I. *Transaction American Geophysical Union* 23, 76-83. 1942.
8. BRUTSAERT, W. Evaluation of some practical methods of estimating evapotranspiration in arid climates at low latitudes. *Water Resources Research*. 1(2): 187-191. 1965.
9. CAMARGO, P. Contribucao para a determinacao de evapotranspiracao potential no Estado de Sao Paulo. *Bragantia*. Brasil 21 (12): 163-213. 1962.
10. CASTILLA, P. O. Determinación práctica del uso consuntivo. *Revista de Ingeniería Hidráulica de México* 19(4): 39-43. 1965.
11. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Boletín Climatológico, 1968. Bogotá. Departamento de Ingeniería Agrícola. 1969.

12. ————. Boletín Climatológico 1969. Bogotá- Departamento de Ingeniería Agrícola. 1970. 41 p.
13. ————. Boletín climatológico 1970. Bogotá. Departamento de Ingeniería Agrícola. 1971. 50 p.
14. ————. Boletín Climatológico 1971. Bogotá. Departamento de Ingeniería Agrícola. 1972. 45 p.
15. COWAN, I. R. e INNES, R. F. Meteorology, evaporation and the water requirements of sugar cane. Jamaica. Proceedings Meeting BWI Sugar Technologists, 1955. p. 22-31.
16. GRIDDLE, W. F. Empirical method of predicting evapotranspiration using air temperature as the primary variable. In conference on Evapotranspiration and the role in Water. Resources Management. Chicago, American Society of Agricultural Engineers, 1966. pp. 54-56.
17. ELIAS, C. R. y GIMENEZ, R. Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España. Madrid, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Agricultura, 1965. 293 p.
18. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Anuario Meteorológico. Chinichin, Cenicafé, 1970. 20 p.
19. GARCIA, B. J. y LOPEZ, D. J. Fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial adaptada al trópico (15°N - 15°S). Agronomía Tropical (Venezuela) 20 (5): 335-345. 1970.
20. GARCIA, B. J. y Lopez, D. J. La evapotranspiración y métodos para su cálculo. Balance hidrológico. In: Seminario para profesores de Ecología de Facultades de Agronomía de Centro América, México y el Caribe. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 14 p.
21. ————. y LEGARDA, B. L. Simulación de la humedad contenida en el suelo y su comparación con la observada en clima muy húmedo-tropical (Turrialba, Costa Rica). Agronomía Tropical (Venezuela) 1974. (en prensa).

22. GAVANDE, S. Física de los suelos. México, Limusa-Wiley, 1972.
347 p.
23. GRASSY, C. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseños de proyectos. Mérida (Venezuela), Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 1968. 100 p.
24. HARDY, F. Edafología Tropical. México, Herreros, 1970. 416 p.
25. HARGREAVES, G. H. Irrigation requirements based on climatic data. Journal of irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineers. Proceeding Paper 1105: 1-10. 1956.
26. HOLDRIDGE, L. H. Simple Method for determining potential evapotranspiration from temperature data. Science 130 (3375): 372. 1959.
27. ———. Life zone ecology. San José (Costa Rica). Tropical Science Center, 1967. 206 p.
28. IBARRA, O. A. Conferencias de Climatología y Meteorología. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Palmira. 1966. 100 p.
29. ISRAEISEN, O. W. y HANSEN, V. E. Irrigation principles and practices. 3th ed. New York, Wiley, 1962. 350 p.
30. LEGARDA, B. L. Influencia de la succión máxima y del espacio aéreo de suelo sobre la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 120 p.
31. ———. y FORSYTHES, W. Estudio comparativo entre la evaporación calculada por varias fórmulas y la evaporación del tanque medida en tres lugares tropicales. Turrialba 22: 282-292. 1972.
32. ———. ARIAS, A. y CITELLY, F. Riegos y Drenajes. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1974. 226 p. Publicación N° 1.

33. ————. Estudio de algunos métodos para determinar la evapo
transpiración con énfasis en el trópico. Pasto, Universi-
dad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Publicación
Nº 3. 1974. 63 p.
34. LUJAN, L. Balance de humedad del suelo bajo dos tipos de vegeta-
ción relacionados con la evapotranspiración. Tesis Mag.
Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. 183 p.
35. MALDONADO, A. El método teórico de Penman para el cálculo de la
evapotranspiración potencial. Revista de Ingeniería Hidráulica en México 17 (2-1): 50-59. 1964.
36. MATHER, J. A. A summary of a additional evaporation and evapo-
transpiration measurement. In : Mather, J. A. ed. The Measu-
rement of potential evapotranspiration. The John Hopkins
University. Laboratory of Climatology. 1954. 179-182 p.
37. PAPADAKIS, J. Climates tables for the world. Buenos Aires, Papa-
dakis. 1961. 110 p.
38. PAPADAKIS, J. Climates for the world. Buenos Aires, Papadakis,
1970. 50 p.
39. PENMAN, H. L. Natural evaporation from open base soil and grass.
Proceedings Royal Society of London. A. 193: 120-146.
1948.
40. PRUIT, W. C. Relation of consumptive use for water to climate.
Transaction American Society Agricultural Engineers 3 (1) :
9-17. 1960.
41. ————. Correlation of climatological data with water requeri-
ments of crops, Davis, Annual Report. University of California
Department of Irrigation. 1959- 1960. 90 p.
42. QUINTERO, L. E. Adaptación de fórmulas para calcular la evapora-
ción. Tesis Ing. Civil. Bogotá, Universidad Javeriana,
1967. 50 p.
43. ROSENBERG, N., HART, H. y BROWNK. Evapotranspiration. Universi-
ty of Nebraska. 1968. 75 p.

44. TANNER, C. B. y LEMON, E. R. Radiant energy utilized in evapotranspiration. *Agronomy Journal* 54: 206-212. 1962.
45. THORNTWALTE, C. a. An approach toward a rational clasification of climate. *Geographical Review* 38(1): 55-94. 1948.
46. ————. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. *Climatology, United States* 10 (3): 58-98. 1957.
47. TROJER, H. Algunas características agroclimáticas del trópico americano. *In* : Reunión Internacional sobre la Agricultura en los Trópicos húmedos de América Latina. Lima, 1966. 16 p.
48. VEIHMEYER, F. J. Evapotranspiration. *In* : Chow, V. T. ed. *Handbook of applied hidrology*. New York, McGraw-Will, 1964 Section 11. 48 p.

TABLA I

Algunos datos descriptivos de la Estación Meteorológica de Obonuco, Pasto

Estación Meteorológica	Obonuco
Municipio	Pasto
Departamento	Nariño
Latitud	1° 13' N
Longitud	77° 16' W
Altitud	2.528 m
Temperatura media anual	13,3 °C
Temperatura media máxima anual	17,3 °C
Temperatura media mínima anual	8,0 °C
Precipitación anual	790,1 mm
Humedad relativa promedio anual	71%
Evaporación anual	681,0 mm
Brillo solar anual	1.270,5 horas
Formación vegetal	Bosque seco montano bajo
Organismo que controla la estación	ICA
Años registrados en el estudio	5

TABLA II

Algunos datos descriptivos de la Estación Meteorológica de la Selva, Rionegro

Estación Meteorológica	La Selva
Municipio	Rionegro
Departamento	Antioquia
Latitud	6° 20' N
Longitud	75° 20' W
Altitud	2.200 m
Temperatura media anual	16,3 °C
Temperatura media máxima anual	22,2 °C
Temperatura media mínima anual	11,3 °C
Precipitación anual	1.808,9 mm
Humedad relativa promedio anual	81 %
Evaporación anual	514,5 mm
Brillo solar anual	1.751 horas
Formación vegetal	Bosque húmedo subtropical
Organismo que controla la estación	ICA
Años registrados en el estudio	2

TABLA III

Algunos datos descriptivos de la Estación Meteorológica de Tulio Ospina, Bello

Estación Meteorológica	Tulio Ospina
Municipio	Bello
Departamento	Antioquia
Latitud	6° 27' N
Longitud	75° 32' W
Altitud	1.438 m
Temperatura media anual	21,3 °C
Temperatura media máxima anual	27,8 °C
Temperatura media mínima anual	15,1 °C
Precipitación anual	1.485 mm
Humedad relativa promedio anual	74 %
Evaporación anual	1.345,7
Brillo solar anual	1.912,9 horas
Formación vegetal	Bosque húmedo subropical
Organismo que controla la estación	ICA
Años registrados en el estudio	2

TABLA IV

Algunos datos descriptivos de la Estación Meteorológica de Palmira

Estación Meteorológica	Palmira
Municipio	Palmira
Departamento	Valle
Latitud	3° 32' N
Longitud	76° 17' W
Altitud	1.006 m
Temperatura media anual	23,4 °C
Temperatura media máxima anual	29,4 °C
Temperatura media mínima anual	18,4 °C
Precipitación anual	1.061,9 mm
Humedad relativa promedio anual	75%
Evaporación anual	1.508,0 mm
Brillo solar anual	1.881,9 horas
Formación vegetal	Bosque seco subtropical
Organismo que controla la Estación	ICA
Años registrados en el estudio	5

TABLA V

Algunos datos descriptivos de la Estación Meteorológica de Sumbatá, Duitama

Estación Meteorológica	Sumbatá
Municipio	Duitama
Departamento	Boyacá
Latitud	5° 50' N
Longitud	73° 2' W
Altitud	2.532 m
Temperatura media anual	14,1 °C
Temperatura media máxima anual	21,2 °C
Temperatura media mínima anual	7,0 °C
Precipitación anual	840,7 mm
Evaporación anual	1.240,2 mm
Humedad relativa promedio anual	71 %
Brillo solar anual	13,712,3 horas
Formación vegetal	Bosque seco montano bajo
Organismo que controla la estación	ICA
Años registrados en el estudio	4

TABLA VI

Algunos datos descriptivos de la Estación
Meteorológica de Turipanf, Coahuila

Estación Meteorológica	Turipanf
Municipio	Coahuila
Departamento	Córdoba
Latitud	8° 57' N
Longitud	75° 36' W
Altitud	15 m
Temperatura media anual	26,7 °C
Temperatura media máxima anual	34,1 °C
Temperatura media mínima anual	22,8 °C
Precipitación anual	846,9 mm
Humedad relativa promedio anual	84 %
Evaporación anual	1.052,7 mm
Brillo solar anual	1.462,2 horas
Formación vegetal	Bosque muy seco tropical
Organismo que controla la estación	IGA
Años registrados en el estudio	2

TABLA VII

Algunos datos descriptivos de la estación
Meteorológica de Tibaitatá, Mosquera.

Estación Meteorológica	Tibaitatá
Municipio	Mosquera
Departamento	Cundinamarca
Latitud	4° 42' N
Longitud	76° 12' W
Altitud	2.550 m
Temperatura media anual	13,1 °C
Temperatura media máxima anual	19,3 °C
Temperatura media mínima anual	6,4 °C
Precipitación anual	637,6 mm
Humedad relativa media anual	76 %
Evaporación anual	1.071 mm
Brillo solar anual	1.690 horas
Formación vegetal	Bosque seco montano bajo
Organismo que controla la estación	IGA
Años registrados en el estudio	6

TABLA VIII

Algunos datos descriptivos de la estación
Meteorológica de Ospina Pérez, Cauca

Estación Meteorológica	Ospina Pérez
Municipio	Genoves
Departamento	Barro
Latitud	1° 13' N
Longitud	77° 29' W
Altitud	1.700 m
Temperatura media anual	18 °C
Temperatura media máxima anual	24,9 °C
Temperatura media mínima anual	14,5 °C
Precipitación anual	1.640,4 mm
Humedad relativa promedio anual	74 %
Evaporación anual	83,2 mm
Nebulosidad	7/10
Brillo solar anual	12.007,5 horas
Formación vegetal	Bosque húmedo subtropical
Organismo que controla la estación	Federación Nacional de Cafeteros
Años de estudio registrados	1

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN OROUO, PARA 5 AÑOS, EMPERADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

Años Mes	Promedio de Temperatura		Tensión Vapor	Humedad Relativa	Brillo solar		Precipitación Mensual
	Med.	Max.	Min.	%	Mensual	horas	mm
1.966 Ene.	14,1	17,3	9,0	74,0	84,5	84,5	24,5
Feb.	14,4	17,7	8,8	72,0	125,4	125,4	39,3
Mar.	13,7	17,2	8,6	76,0	78,6	78,6	103,9
Abr.	14,1	17,6	8,2	76,0	94,4	94,4	79,4
May.	14,7	18,6	8,6	74,0	106,1	106,1	116,7
Jun.	14,3	18,0	7,3	70,0	130,8	130,8	86,4
Jul.	13,7	17,2	7,9	70,0	114,9	114,9	58,3
Ago.	14,0	17,8	7,9	68,0	140,9	140,9	23,3
Sep.	14,2	18,0	8,0	67,0	107,0	107,0	80,1
Oct.	13,8	17,2	8,0	79,0	112,8	112,8	90,2
Nov.	13,0	16,2	8,4	87,0	68,2	68,2	298,0
Dic.	12,8	15,9	9,0	86,0	68,2	68,2	226,4
1.967 Ene.	13,2	16,6	8,2	77,0	80,9	80,9	36,0
Feb.	13,6	17,3	8,3	80,0	83,2	83,2	60,8
Mar.	13,6	17,7	7,9	80,0	112,1	112,1	45,3
Abr.	14,0	18,5	8,6	75,0	108,4	108,4	17,2
May.	14,8	18,9	8,8	72,0	98,7	98,7	40,8
Jun.	13,4	17,4	8,4	75,0	108,6	108,6	62,1
Jul.	13,6	16,8	8,4	70,0	102,8	102,8	20,7
Ago.	13,0	16,3	8,4	70,0	90,3	90,3	19,9
Sep.	13,7	17,7	7,9	63,0	113,5	113,5	22,1
Oct.	13,6	17,3	8,7	75,0	69,1	69,1	174,1
Nov.	13,1	16,6	8,4	84,0	112,5	112,5	102,4
Dic.	13,7	17,0	8,2	79,0	138,5	138,5	70,8

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN OBONUCO, PARA 5 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

(CONTINUACION)

Año	Mes	Promedio de Temperatura		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max. Min.				
1.968	Enero	13,3	17,1 8,0	11,7	77,0	95,5	41,5
	Febrero	13,4	17,8 7,7	12,1	79,0	105,7	84,0
	Marzo	13,1	16,8 8,0	12,0	80,0	78,6	91,3
	Abril	13,0	17,8 8,9	12,6	79,0	71,7	144,7
	Mayo	14,4	18,7 8,0	11,4	70,0	150,1	8,1
	Junio	13,6	17,5 8,2	11,0	71,0	108,2	105,1
	Julio	13,0	16,5 8,2	10,7	71,0	93,9	28,6
	Agosto	13,6	17,7 8,1	10,6	68,0	102,3	18,0
	Septiembre	14,3	18,2 8,9	11,2	69,0	95,1	50,4
	Octubre	13,7	17,6 9,0	12,1	77,0	94,8	143,0
	Noviembre	13,5	17,4 8,2	12,5	81,0	122,4	92,5
	Diciembre	14,1	18,0 7,9	12,0	75,0	152,7	72,0
1.969	Enero	13,9	17,4 8,6	11,9	75,0	127,0	65,2
	Febrero	14,7	18,9 9,2	12,6	75,0	106,0	42,2
	Marzo	15,0	19,3 9,6	12,4	73,0	101,0	39,3
	Abril	14,6	18,9 9,8	13,6	82,0	61,4	70,3
	Mayo	15,0	18,5 9,9	12,7	74,0	93,9	42,2
	Junio	14,6	18,7 9,4	12,1	73,0	113,1	59,2
	Julio	13,2	17,1 9,1	10,6	70,0	115,7	25,0
	Agosto	13,8	17,7 8,5	11,0	69,0	92,0	32,5
	Septiembre	13,9	18,5 9,1	10,8	68,0	81,1	150,3
	Octubre	13,4	17,6 8,6	11,9	77,0	93,6	142,2
	Noviembre	13,7	17,8 8,7	12,1	77,0	90,4	68,0
	Diciembre	13,8	17,9 8,7	12,3	78,0	131,5	157,8

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN OBENUCO, PARA 5 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS (CONTINUACION)

Año	Mes	Promedio de Temperatura		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		°C					
		Med.	Max. Min.				
1.970	Ene.	13,3	17,3 9,0	11,8	78,0	93,5	79,2
	Feb.	13,8	18,1 9,5	13,0	82,0	76,7	169,9
	Mar.	13,9	17,7 9,3	11,4	72,0	75,0	65,3
	Abr.	13,7	17,7 9,8	11,8	74,0	42,8	71,2
	May.	14,0	18,4 9,1	11,8	74,0	82,4	147,0
	Jun.	14,4	18,1 9,1	10,8	67,0	98,8	31,3
	Jul.	13,7	18,4 8,7	9,7	68,0	110,8	26,5
	Agt.	13,5	17,9 8,3	9,7	62,0	99,4	37,5
	Sep.	13,5	17,8 8,3	10,6	69,0	66,3	108,4
	Oct.	13,6	18,3 8,8	11,6	75,0	82,1	91,4
	Nov.	12,7	16,9 8,1	12,2	83,0	76,3	246,3
	Dic.	13,7	17,6 8,6	11,8	75,0	91,1	123,3

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

Año	Mes	Promedio de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Máx.	Mín.				
1.966	Ene.	24,4	30,8	21,2	70,0	226,6	9,4
	Feb.	24,6	31,7	20,8	69,0	213,6	15,3
	Mar.	23,8	30,2	21,0	72,0	171,7	54,2
	Abr.	24,1	30,5	21,6	72,0	177,7	156,3
	May.	23,3	29,0	21,8	77,0	202,1	187,5
	Jun.	23,4	29,4	21,3	74,0	192,8	71,7
	Jul.	23,6	30,0	20,9	73,0	178,4	23,6
	Agt.	23,6	29,9	20,5	71,0	197,7	40,7
	Sep.	24,1	30,2	20,0	68,0	147,5	21,3
	Oct.	23,2	28,9	20,2	72,0	155,2	115,8
	Nov.	22,8	28,0	20,7	75,0		99,5
	Dic.	22,8	28,9	20,8	75,0		124,0
1.967	Ene.	23,7	29,8	20,6	71,0	69,6	18,8
	Feb.	23,5	29,6	20,7	71,0	155,6	95,1
	Mar.	23,8	30,1	20,7	72,0	190,0	84,0
	Abr.	23,7	30,1	21,6	75,0	203,9	95,5
	May.	23,3	29,8	20,9	75,0	145,4	189,7
	Jun.	22,8	28,8	23,2	84,0	169,1	68,5
	Jul.	23,4	29,4	23,0	81,0	191,1	35,8
	Agt.	23,8	30,3	23,1	80,0	183,1	33,5
	Sep.	23,8	30,0	22,5	79,0	162,7	84,5
	Oct.	23,4	29,2	22,1	79,0	125,5	119,6
	Nov.	23,0	28,5	21,2	76,0	63,9	66,4
	Dic.	23,0	29,6	20,7	71,0	173,6	50,7

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS
(CONTINUACION)

Año	Mes	Promedios de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max.				
1.969	Ene.	23,3	29,4	18,2	23,0	80,0	186,0
	Feb.	24,1	30,6	19,1	23,9	80,0	166,9
	Mar.	24,1	30,9	19,5	24,1	80,0	170,5
	Abr.	23,3	29,5	18,5	23,7	83,0	114,8
	May.	23,6	29,0	19,7	23,7	81,0	139,9
	Jun.	23,4	29,1	19,0	22,7	79,0	146,5
	Jul.	24,2	30,3	18,3	21,2	72,0	192,2
	Agt.	24,0	29,7	19,3	20,8	71,0	157,2
	Sep.	23,9	29,7	18,8	21,0	72,0	151,0
	Oct.	22,6	27,9	18,4	21,8	80,0	158,7
	Nov.	23,0	28,7	18,6	22,0	78,0	180,9
	Dic.	23,3	29,2	18,7	22,0	77,0	182,3
1.970	Ene.	23,7	29,6	19,2	21,9	75,0	168,5
	Feb.	23,7	29,6	19,4	22,2	77,0	150,0
	Mar.	23,7	29,5	19,3	21,6	75,0	152,2
	Abr.	23,4	29,1	19,6	22,8	79,0	129,3
	May.	23,1	28,5	19,1	22,3	79,0	141,5
	Jun.	23,2	28,8	18,8	23,5	83,0	159,5
	Jul.	23,3	29,3	18,3	21,2	75,0	181,5
	Agt.	23,5	29,4	18,4	20,5	72,0	160,4
	Sep.	23,0	28,6	18,3	20,4	74,0	120,2
	Oct.	22,9	28,5	18,5	21,6	76,0	154,5
	Nov.	22,5	28,0	18,3	21,1	78,0	157,7
	Dic.	22,8	28,3	18,4	21,5	78,0	173,3

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN PALMIRA, PARA 5 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

(CONTINUACION)

Año Mes	Promedios de Temperatura		Tensión Vapor	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
	Med.	Max.	Med.			
1.971 Ene.	22,5	28,3	18,2	78,0	155,8	176,0
Feb.	22,1	27,6	17,8	78,0	139,2	93,9
Mar.	22,2	27,9	18,5	81,0	130,8	253,9
Abr.	22,7	28,4	18,1	78,0	155,7	103,7
May.	22,7	27,8	18,4	79,0	142,2	255,8
Jun.	22,7	28,4	18,4	78,0	157,8	46,0
Jul.	23,2	29,2	17,9	73,0	191,9	40,3
Ago.	22,7	27,8	20,5	75,0	167,3	89,6
Sept.	22,7	28,2	18,1	76,0	130,4	94,9
Oct.	22,1	27,3	18,0	80,0	130,5	188,0
Nov.	22,0	27,4	18,0	79,0	152,9	107,7
Dic.	23,0	29,1	18,5	77,0	184,6	44,1

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN JULIO OSEÑA, PARA
2 AÑOS, EMPERADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DISTINTAS FORMULAS COMPARADAS

Año	Mes	Promedios de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relative %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max.				
1.970	Ene.	21,4	27,4	14,4	73,0	186,8	34,3
	Feb.	22,5	28,7	14,7	66,0	170,2	11,7
	Mar.	22,7	29,3	14,9	68,0	168,0	41,2
	Abr.	22,1	27,8	15,9	77,0	96,2	129,2
	May.	21,7	27,1	15,4	78,0	123,6	232,5
	Jun.	22,0	28,2	14,9	75,0	159,6	136,9
	Jul.	21,8	27,9	15,1	75,0	184,3	84,8
	Agt.	21,5	29,7	17,9	74,0	181,7	72,4
	Sep.	21,2	27,3	16,1	72,0	176,7	132,6
	Oct.	20,7	27,3	16,1	76,0	144,6	229,1
	Nov.	20,2	27,5	15,7	77,0	147,2	211,4
	Dic.	20,9	27,5	15,9	75,0	163,5	60,2
1.971	Ene.	20,4	27,3	14,6	76,0	122,4	138,8
	Feb.	20,2	26,7	15,0	77,0	125,4	69,7
	Mar.	20,0	27,3	14,3	79,0	103,6	182,1
	Abr.	21,0	27,5	15,6	75,0	144,7	123,5
	May.	20,8	28,0	15,0	77,0	115,8	324,1
	Jun.	21,3	28,8	14,5	73,0	183,0	137,3
	Jul.	21,9	28,8	14,2	68,0	210,7	124,3
	Agt.	20,9	28,0	14,0	72,0	190,8	242,1
	Sep.	20,2	27,2	14,0	79,0	151,3	202,3
	Oct.	20,2	27,2	13,7	77,0	130,5	172,2
	Nov.	20,7	27,5	13,4	76,0	157,7	35,9
	Dic.	20,6	27,4	13,3	74,0	162,5	44,1

DTPS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN LA SELVA, PARA 2 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DISTINTAS FORMULAS COMPARADAS

Año	Mes	Promedios de Temperatura °C		Tensión Vapor mm	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max.				
1.970	Ene.	16,3	22,6	10,9	8,0	183,2	84,6
	Feb.	16,7	22,7	11,2	7,8	139,4	29,0
	Mar.	17,0	23,2	11,2	8,2	168,6	132,0
	Abr.	17,2	22,9	12,9	8,1	106,4	178,0
	May.	17,1	22,1	12,4	8,2	151,9	340,0
	Jun.	16,8	22,7	11,4	7,8	187,1	143,0
	Jul.	16,4	22,2	10,7	7,8	190,9	144,0
	Agt.	16,5	22,2	11,5	7,9	174,7	157,0
	Sep.	16,2	21,8	11,5	8,0	162,7	207,0
	Oct.	16,1	21,7	11,3	8,2	103,6	265,0
	Nov.	15,8	21,1	12,2	8,4	140,8	269,0
	Dic.	16,1	21,4	11,9	8,4		81,0
1.971	Ene.	16,7	20,5	11,7	8,4	104,9	101,0
	Feb.	15,4	20,3	11,2	8,4	89,8	46,0
	Mar.	15,8	20,8	11,8	8,4	58,3	209,0
	Abr.	16,2	21,4	11,8	8,2	85,0	131,0
	May.	16,3	21,3	12,1	8,3	116,8	268,0
	Jun.	16,4	21,9	11,4	8,0	169,3	206,0
	Jul.	16,2	21,9	10,8	7,9	205,6	240,0
	Agt.	15,4	21,7	10,9	8,1	174,8	340,0
	Sep.	15,9	21,5	11,0	8,2	113,7	220,5
	Oct.	15,8	21,2	11,4	8,3	87,5	153,9
	Nov.	15,6	21,4	10,9	8,4	124,7	104,8
	Dic.	15,5	21,0	11,2	8,3	144,8	69,5

DATOS CLIMÁTICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLÓGICA DEL ICA, EN SURGATA, PARA 4 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CÁLCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

Año	Mes	Promedio de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	max.				
1.968	Ene.	14,5	22,2	9,2	6,1	243,9	9,3
	Feb.	15,8	22,1	10,4	16,2	226,2	38,5
	Mar.	14,5	22,1	10,2	6,3	202,5	36,5
	Abr.	15,0	20,7	12,3	7,4	121,2	140,4
	May.	14,6	20,0	12,2	7,5	139,6	107,8
	Jun.	14,2	19,5	11,8	7,5	138,5	82,9
	Jul.	14,6	19,9	10,9	6,8	157,6	9,0
	Agt.	14,5	20,1	10,6	6,8	149,2	47,1
	Sep.	13,6	20,4	11,5	7,6	159,9	121,1
	Oct.	14,1	20,6	11,9	7,6	158,2	107,1
	Nov.	14,2	21,2	11,5	7,4	174,5	34,6
	Dic.	13,9	22,1	10,2	6,7	253,3	9,4
1.969	Ene.	13,9	22,0	10,6	6,8	203,9	35,5
	Feb.	14,8	23,4	10,9	6,8	181,0	64,1
	Mar.	14,9	23,7	10,4	6,5	231,7	23,3
	Abr.	15,3	22,0	12,9	7,6	131,4	224,6
	May.	15,0	21,3	12,5	75,0	141,2	57,8
	Jun.	14,1	20,8	11,8	75,0	135,9	53,5
	Jul.	13,4	19,9	10,4	70,0	167,1	22,2
	Agt.	13,2	20,1	10,7	73,0	127,8	38,6
	Sep.	13,8	21,0	11,4	75,0	161,1	102,3
	Oct.	13,7	20,0	12,1	79,0	125,0	141,9
	Nov.	14,2	21,2	11,7	75,0	185,8	73,4
	Dic.	14,5	22,8	10,9	69,0	226,2	39,0

DAOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN SURRATA, PARA 4 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS (CONTINUACION)

Año	Mes	Promedios de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas		Precipitación Mensual mm
		Med.	Max.			Min.		
1.970	Ene.	13,7	22,5	5,0	66,0	213,3	8,7	
	Feb.	15,1	23,5	6,7	65,0	217,4	20,8	
	Mar.	14,8	23,3	5,8	64,0	220,2	28,8	
	Abr.	14,9	22,3	8,5	68,0	140,8	59,9	
	May.	14,3	21,7	7,6	74,0	154,2	75,8	
	Jun.	14,0	20,8	7,1	72,0	161,2	43,5	
	Jul.	13,0	20,1	6,3	73,0	154,2	99,7	
	Ag.	13,3	20,1	6,7	74,0	142,1	49,5	
	Sep.	13,1	20,3	6,4	73,0	132,3	58,7	
	Oct.	13,9	21,4	7,4	75,0	145,5	86,0	
	Nov.	14,3	22,1	7,6	72,0	182,0	62,1	
	Dic.	13,9	22,1	6,0	72,0	178,4	24,8	
1.971	Ene.	13,9	21,9	6,9	73,0	161,7	76,3	
	Feb.	13,6	21,0	6,7	69,0	171,7	79,3	
	Mar.	14,2	20,5	8,8	74,0	143,3	127,0	
	Abr.	14,0	20,5	8,1	74,0	157,9	131,5	
	May.	13,9	19,8	9,0	79,0	11,57	147,1	
	Jun.	13,5	19,7	6,4	7,1	169,7	18,0	
	Jul.	13,0	19,5	5,9	70,0	158,0	20,1	
	Ag.	13,0	19,7	6,2	65,0	144,3	62,2	
	Sep.	12,9	20,3	6,2	76,0	145,9	77,7	
	Oct.	13,4	20,6	7,5	75,0	150,2	145,0	
	Nov.	13,1	20,9	6,5	74,0	167,1	45,9	
	Dic.	13,2	21,4	6,0	71,0	184,1	61,8	

datos climáticos registrados por la estación meteorológica del ICA, en Turipana, para 2 años, empleados en el cálculo de la evaporación por las diferentes fórmulas comparadas

- 112 -

Año	Mes	Promedio de Temperatura		Tensión Vapor	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max. Min.				
1,966	Ene.	27,8	35,6 21,0	29,8	80,0	192,8	13,0
	Feb.	28,1	37,6 19,9	28,1	77,0	221,4	15,0
	Mar.	27,9	37,0 20,8	27,8	75,0	174,9	2,5
	Abr.	28,3	35,5 21,4	28,7	76,0	149,3	59,0
	May.	27,6	33,8 21,2	29,9	82,0	125,8	49,0
	Jun.	27,6	34,1 21,2	30,2	82,0	165,2	71,8
	Jul.	27,8	32,8 20,9	30,1	82,0	196,4	142,5
	Ago.	27,6	32,0 20,9	30,2	82,0	181,2	220,0
	Sep.	27,2	32,4 20,7	29,8	83,0	168,9	181,0
	Oct.	27,0	32,7 21,3	29,6	83,0	159,8	213,0
	Nov.	26,6	32,0 20,4	29,0	85,0	149,1	50,0
	Dic.	26,8	32,6 21,2	28,8	82,0	213,2	31,0
1,967	Ene.	27,6	33,5 21,8	28,4	77,0	251,6	43,0
	Feb.	26,9	33,7 21,7	28,2	77,0	232,7	14,0
	Mar.	27,3	34,1 21,4	26,5	74,0	36,5	0,0
	Abr.	27,9	33,9 22,8	30,1	80,0	147,8	100,0
	May.	27,9	33,4 23,0	29,8	79,0	162,8	116,0
	Jun.	27,1	32,4 22,7	29,0	81,0	157,5	216,9
	Jul.	27,4	32,7 22,7	29,7	81,0	206,2	164,0
	Ago.	27,8	33,0 22,9	30,0	81,0	219,3	88,0
	Sep.	27,7	31,9 22,0	28,8	80,0	164,5	134,6
	Oct.	26,7	31,8 21,9	28,9	82,0	148,9	49,0
	Nov.	27,2	32,9 20,9	27,4	76,0	193,0	44,0
	Dic.	27,1	33,1 21,2	28,0	79,0	218,8	40,0

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN TIRAITATA, PARA 6 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

Año	Mes	Promedios de Temperatura		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max. Min.				
1.966	Ene.	11,8	20,7	2,9	70,0	183,7	0,4
	Feb.	12,5	20,8	4,2	62,0	202,6	17,3
	Mar.	13,2	19,3	7,1	72,0	149,0	41,1
	Abr.	12,9	20,0	5,8	68,0	160,3	42,5
	May.	13,7	19,4	8,1	73,0	130,2	50,0
	Jun.	13,3	19,2	7,4	72,0	151,9	86,2
	Jul.	11,7	18,5	4,8	73,0	147,8	43,9
	Ago.	12,4	18,7	6,1	75,0	146,6	58,7
	Sep.	12,5	18,8	6,1	74,0	144,4	38,6
	Oct.	12,3	18,5	6,0	76,0	145,6	94,9
	Nov.	13,1	19,3	7,0	82,0	115,3	119,8
	Dic.	13,8	20,2	7,4	83,0	154,9	68,4
1.967	Ene.	13,7	19,7	2,6	76,0	156,0	16,1
	Feb.	14,0	19,7	5,5	81,0	160,8	29,3
	Mar.	14,2	19,5	6,6	84,0	179,9	23,4
	Abr.	14,2	18,9	7,4	85,0	107,3	61,2
	May.	14,7	18,9	8,2	83,0	118,0	93,6
	Jun.	13,5	17,1	7,9	87,0	95,4	86,0
	Jul.	13,7	17,4	7,4	78,0	134,0	40,5
	Ago.	14,2	17,9	6,6	72,0	159,8	21,7
	Sep.	13,6	18,4	5,9	75,0	153,3	56,4
	Oct.	13,6	18,1	7,4	83,0	100,3	96,9
	Nov.	14,5	19,4	8,3	89,0	158,0	85,8
	Dic.	14,1	19,3	6,4	77,0	172,3	53,4

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN TIBAITATA, PARA 6 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS (CONTINUACION)

Año	Mes	Promedios de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Med.	Max. Min.				
1.968	Ene.	13,3	18,9 3,8	11,5	76,0	156,9	7,2
	Feb.	13,8	19,3 6,2	12,4	79,0	173,2	40,1
	Mar.	14,1	19,5 6,4	12,3	77,0	150,0	28,1
	Abr.	14,0	18,5 8,5	13,0	82,0	143,8	88,8
	May.	14,4	18,6 7,8	12,6	78,0	138,5	37,0
	Jun.	14,0	18,0 7,7	13,7	85,0	132,4	115,4
	Jul.	14,3	18,0 6,6	12,2	75,0	138,6	23,2
	Ago.	14,7	18,4 5,6	11,9	71,0	148,9	18,4
	Sep.	14,3	19,0 6,6	11,9	74,0	132,1	73,4
	Oct.	14,1	18,9 7,6	12,5	78,0	100,1	125,4
	Nov.	14,1	18,9 7,5	12,4	78,0	137,3	78,0
	Dic.	13,6	18,5 4,2	11,6	75,0	219,3	9,8
1.969	Ene.	14,1	19,6 5,3	11,4	73,0	187,8	53,6
	Feb.	14,5	20,0 6,7	11,7	77,0	155,2	33,8
	Mar.	14,3	20,7 5,7	12,1	76,0	176,9	19,3
	Abr.	14,7	19,4 9,6	13,8	82,0	92,3	132,4
	May.	15,3	19,0 9,3	13,5	78,0	116,6	49,4
	Jun.	14,6	19,1 7,7	14,9	84,0	138,3	52,8
	Jul.	14,2	18,1 6,9	12,3	77,0	197,0	6,3
	Ago.	14,0	17,9 6,8	12,5	79,0	147,5	33,2
	Sep.	14,7	19,1 7,1	12,5	76,0	159,5	92,4
	Oct.	14,0	18,5 8,5	13,8	87,0	136,6	140,2
	Nov.	14,1	18,9 7,1	14,1	87,0	153,7	49,8
	Dic.	14,1	19,4 6,4	12,9	81,0	154,2	29,8

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DEL ICA, EN TIRAYATA, PARA 6 AÑOS, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS (CONTINUACION)

Año	Mes	Promedio de Temperatura		Temperatura Vapor	Humedad Relativa	Brillo Solar Mensual horas	Precipitación Mensual mm
		Max.	Min.	mb	%		
1.970	Ene.	19,9	6,3	12,0	75,0	157,2	49,9
	Feb.	14,9	20,2	7,6	76,0	165,8	66,7
	Mar.	13,7	20,0	6,7	83,0	145,9	2,0
	Abr.	14,4	19,3	9,4	80,0	105,4	44,5
	May.	14,1	19,3	8,4	81,0	128,0	102,2
	Jun.	13,9	18,6	7,7	75,0	150,2	53,2
	Jul.	13,2	18,4	7,0	84,0	164,1	48,0
	Ago.	13,0	18,9	6,7	82,0	143,7	42,3
	Sep.	13,2	18,9	6,6	83,0	115,2	82,9
	Oct.	13,7	19,1	7,6	86,0	107,6	135,9
	Nov.	12,9	19,0	6,3	86,0	143,8	54,5
	Dic.	13,0	19,3	4,9	90,0	157,4	27,2
1.971	Ene.	13,3	19,3	6,2	83,0	157,4	68,5
	Feb.	12,5	18,8	6,0	82,0	111,9	41,9
	Mar.	13,3	19,1	8,1	85,0	126,7	95,0
	Abr.	13,5	19,7	6,8	87,0	150,5	59,9
	May.	13,3	19,1	8,3	87,0	124,7	109,2
	Jun.	12,7	18,4	6,7	79,0	136,1	73,1
	Jul.	12,9	18,4	6,8	76,0	178,0	28,7
	Ago.	12,6	18,3	5,5	81,0	157,8	33,1
	Sep.	12,3	18,9	4,9	81,0	153,2	51,2
	Oct.	12,5	19,0	6,5	87,0	138,9	75,8
	Nov.	12,1	19,1	6,2	87,0	155,6	75,5
	Dic.	12,0	19,0	4,2	84,0	169,1	33,2

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS POR LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS, EN CONCACCA, PARA 1 AÑO, EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA EVAPORACION POR LAS DIFERENTES FORMULAS COMPARADAS

Año	Mes	Promedios de Temperatura °C		Tensión Vapor mb	Humedad Relativa %	Punto Seco Medio Mensual		Precipitación Mensual mm
		Max.	Min.					
1.973	Ene.	18,7	23,7	15,2	81,0	15,1	146,2	
	Feb.	19,1	24,0	15,9	81,0	15,4	128,8	
	Mar.	18,7	23,4	15,4	82,0	15,4	151,2	
	Abr.	19,4	24,6	16,1	80,0	15,6	105,7	
	May.	18,5	23,2	15,2	82,0	15,2	177,2	
	Jun.	18,9	24,4	15,1	71,0	13,0	83,0	
	Jul.	19,0	25,0	14,2	69,0	12,3	24,2	
	Ago.	18,7	24,3	14,4	70,0	12,3	27,0	
	Sep.	18,2	23,6	14,2	77,7	13,8	187,6	
	Oct.	18,4	24,0	14,8	82,0	15,0	136,4	
	Nov.	17,9	22,9	15,2	84,0	15,0	187,5	
	Dic.	17,9	22,9	15,2	84,0	15,0	187,5	

T
551.571
C726
Ej.1

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Inventario: 18603

Auto: Tito Jaime Colunge Benavides

Título: Estudio comparativo entre la



T
551.572
C726
Ej. 1

18603

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

Universidad de Nariño

BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO

18603 - 18