

ANÁLISIS DE LA EVAPORACIÓN MEDIA EN LA CUENCA DEL RÍO CONCHOS, AFLUENTE DEL RÍO BRAVO

Por *Laura Elena Maderey*

RESUMEN

En este trabajo se analizan datos de evaporación, real y potencial, de la cuenca del río Conchos, así como su relación con la altitud, temperatura y precipitación medias mensuales y anuales, factores de gran influencia en la cantidad de agua perdida a causa de aquél fenómeno. Finalmente, se presentan las conclusiones de lo estudiado.

SUMMARY

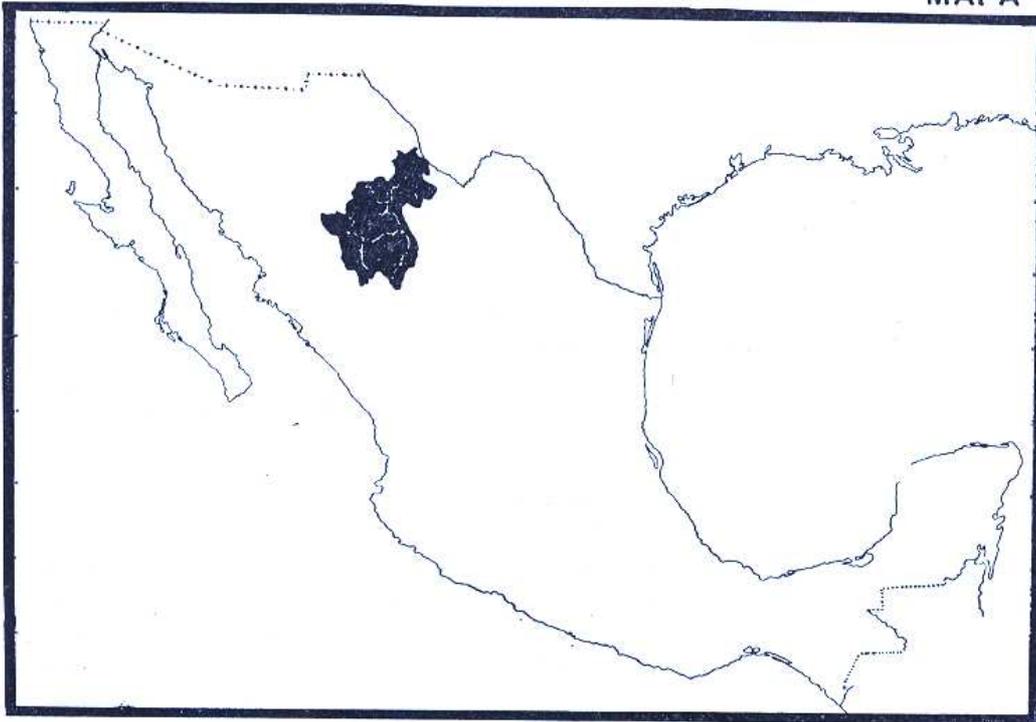
In this study data of potential and real evaporation of the basin of the Conchos river, are analyzed, as well as its relationship with altitude and monthly and annual mean precipitation and temperature, factors of great influence in the amount of lost water due to that phenomenon. Finally the conclusions, of what here is examined, are presented.

I. INTRODUCCIÓN

La evaporación es la fase del ciclo hidrológico por medio de la cual el agua, generalmente procedente de la atmósfera, regresa de nuevo a ella en forma de vapor. Se realiza a partir del suelo, de la vegetación, de superficies líquidas, del hielo y de la nieve y de la misma atmósfera.

Se distinguen dos tipos de evaporación, la potencial y la real. La diferencia radica en el método de estimación del fenómeno. La *evaporación potencial* se mide por medio de los evaporímetros, aparatos que constantemente tienen agua y en los que, por consiguiente,

en todo momento se registra un volumen evaporado. Esto no sucede en condiciones reales, pues para ello se necesitaría que la superficie de la cuenca o territorio de que se trate estuviera siempre saturado de agua. Al agua que se evapora de acuerdo con las características propias del lugar es a lo que se llama *evaporación real*, y su estimación se hace a base de métodos y fórmulas empíricas que toman en cuenta los factores que afectan o influyen en la evaporación. En el primer caso, de hecho, lo que se mide es el poder evaporante de la atmósfera; en el segundo,



se trata de valuar la cantidad efectiva de agua que se pierde por evaporación, ya que no existe aparato adecuado para medirla.

La cuenca del río Conchos se encuentra situada en el norte del país (mapa 1), dentro de las zonas áridas, por lo que la evaporación tiene mucho más importancia, así por el gran poder evaporante de la atmósfera como por la cantidad de agua que se pierde, sin poder ser aprovechada, a causa de la misma evaporación.

II. INFORMACIÓN ANALIZADA

Para el análisis de la evaporación media, mensual y anual, de la cuenca del río Conchos, además de los datos existentes de evaporación, se examinaron los de altitud, temperatura y precipitación, parámetros disponibles con los que se puede comparar la evaporación, ya que constituyen factores íntimamente relacionados con ella.

Para este estudio se tomaron en cuenta 44 estaciones meteorológicas, de las cuales únicamente 14 proporcionaron datos de evapora-

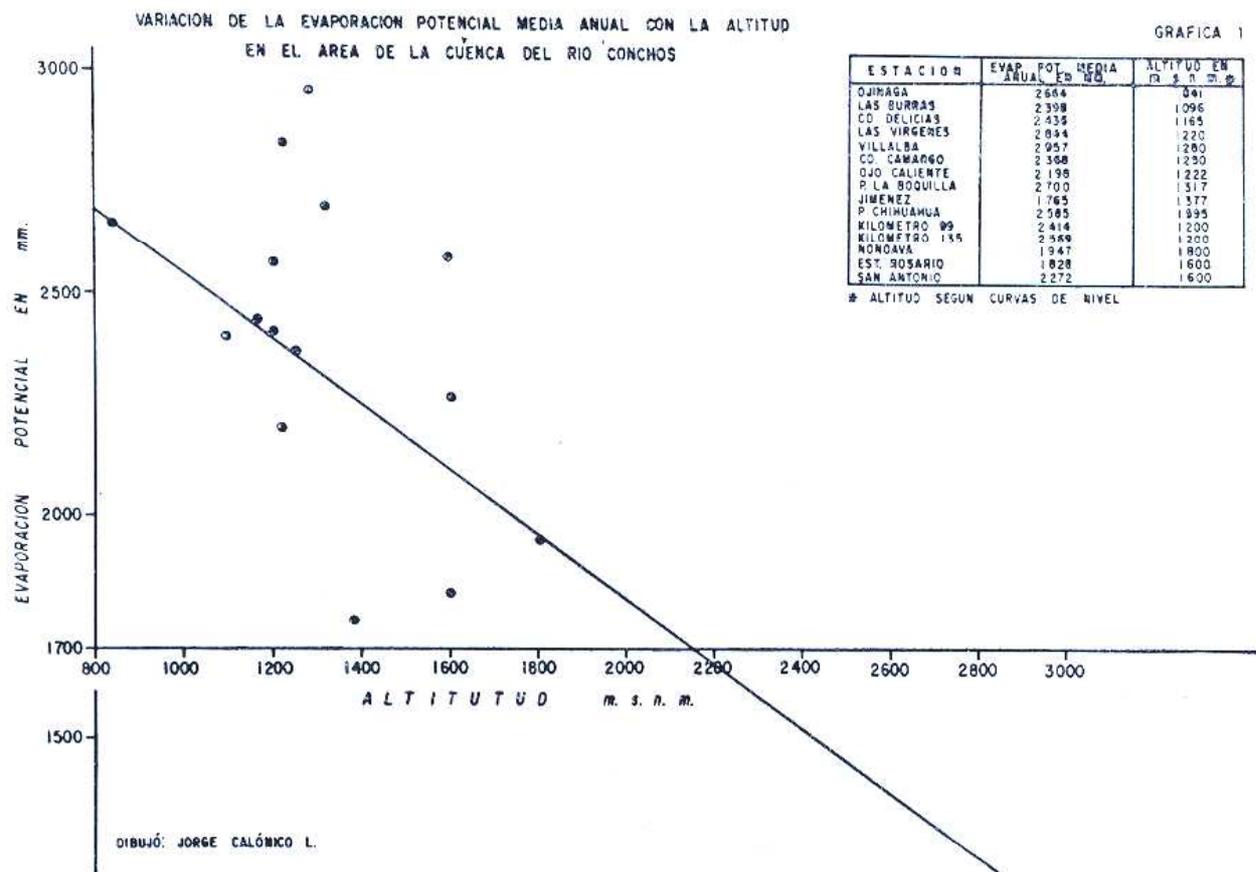
ción. El periodo de observación oscila entre 1938-1969 y 1965-1969.

En el mapa 2 se muestra la fisiografía de la cuenca así como la distribución de las estaciones meteorológicas utilizadas en la realización de este trabajo.

III. EVAPORACIÓN POTENCIAL MEDIA ANUAL Y ALTITUD

En la gráfica I se establece la relación correspondiente y se puede observar que, aparentemente, no muestra ninguna tendencia; sin embargo, al separar los cuatro puntos más altos y el más bajo, se ve claramente cómo a un aumento de altitud corresponde una disminución de evaporación.

El alejamiento de los puntos antes mencionados, de la disposición que tienen respecto a los demás, es debido a que los cuatro más altos corresponden a lugares en los que se encuentran presas o embalses, por lo que tienen más humedad y, dado que se trata de una zona árida, la evaporación es elevada a pesar de la altitud y aun la ten-



dencia de los cuatro es conforme a la relación inversa entre la evaporación y la altitud. El punto más bajo es un sitio en el que seguramente actúan factores muy locales o, bien, el dato no es confiable.

IV. EVAPORACIÓN POTENCIAL Y PRECIPITACIÓN MEDIAS ANUALES

En la gráfica II se presenta la relación entre la evaporación potencial y la precipitación en la cuenca del río Conchos. En aquella se observa que, en general, a mayor precipitación menor evaporación, lo que se explica porque el aumento de humedad trae consigo la disminución del poder evaporante de la atmósfera; además, la precipitación está en relación directa con la altitud; es decir, a mayor altitud mayor precipitación, por lo que a mayor altitud menor evaporación.

Cabe señalar que, los mismos puntos que se separan de la disposición general de la mayoría, en la relación consignada en el inciso III, también se separan en este inciso IV, por las mismas razones.

V. EVAPORACIÓN POTENCIAL Y TEMPERATURA MEDIAS ANUALES

Al representar la relación que hay entre ambos fenómenos, en la gráfica III se puede ver que, de una manera general, la evaporación varía directamente con la temperatura: a mayor temperatura mayor evaporación, y viceversa. Esto obedece a que a alta temperatura crece el poder evaporante de la atmósfera y, por otro lado, la temperatura se encuentra grandemente influida por la altitud ya que, en general, esta última determina la primera.

VI. CURSO ANUAL DE LA EVAPORACIÓN POTENCIAL MEDIA

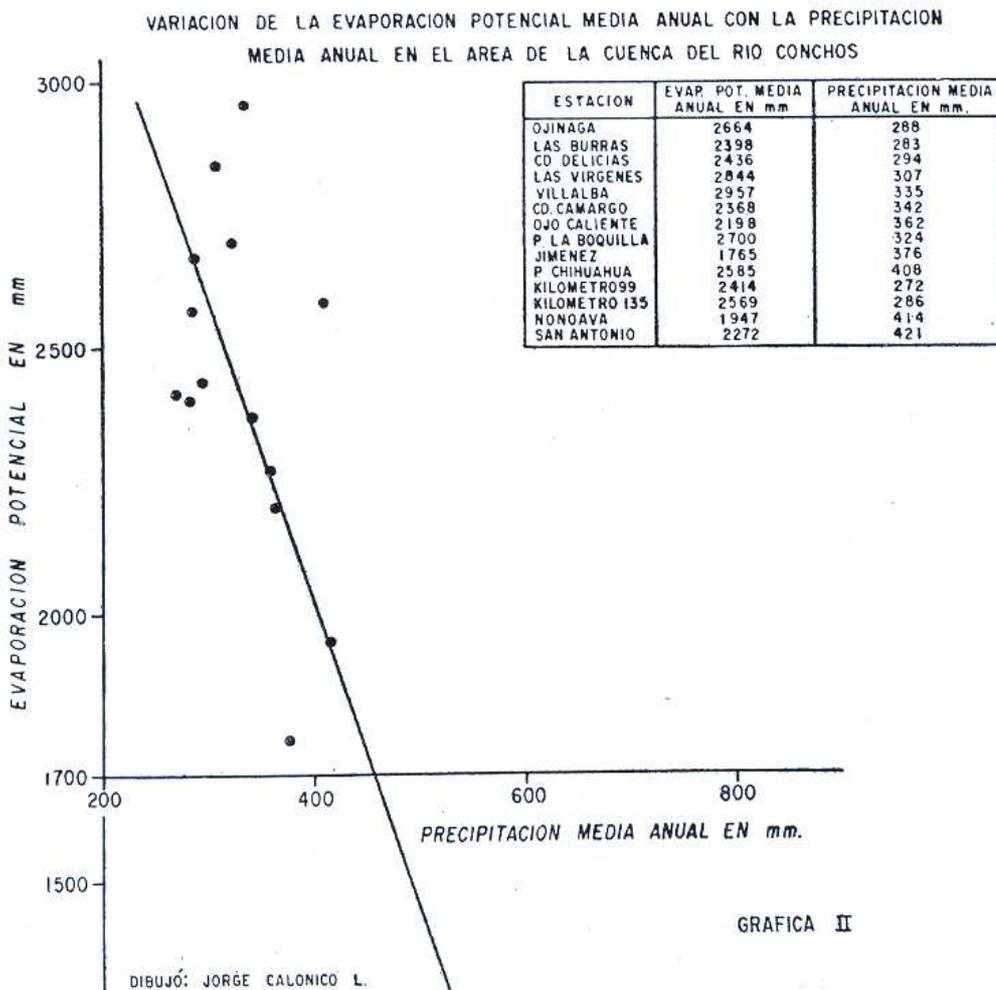
Con el objeto de estudiar la variación de la evaporación potencial durante el año, se escogieron seis de las estaciones examinadas considerando su situación dentro de la cuenca y los datos con que cuentan, con el fin de relacionar dicha variación con la de la temperatura y precipitación también a lo largo del año.

En la gráfica IV se presentan esquemáticamente los valores de cada una de las estaciones escogidas y se observa que en el tiempo tienen las mismas relaciones que en el espacio:

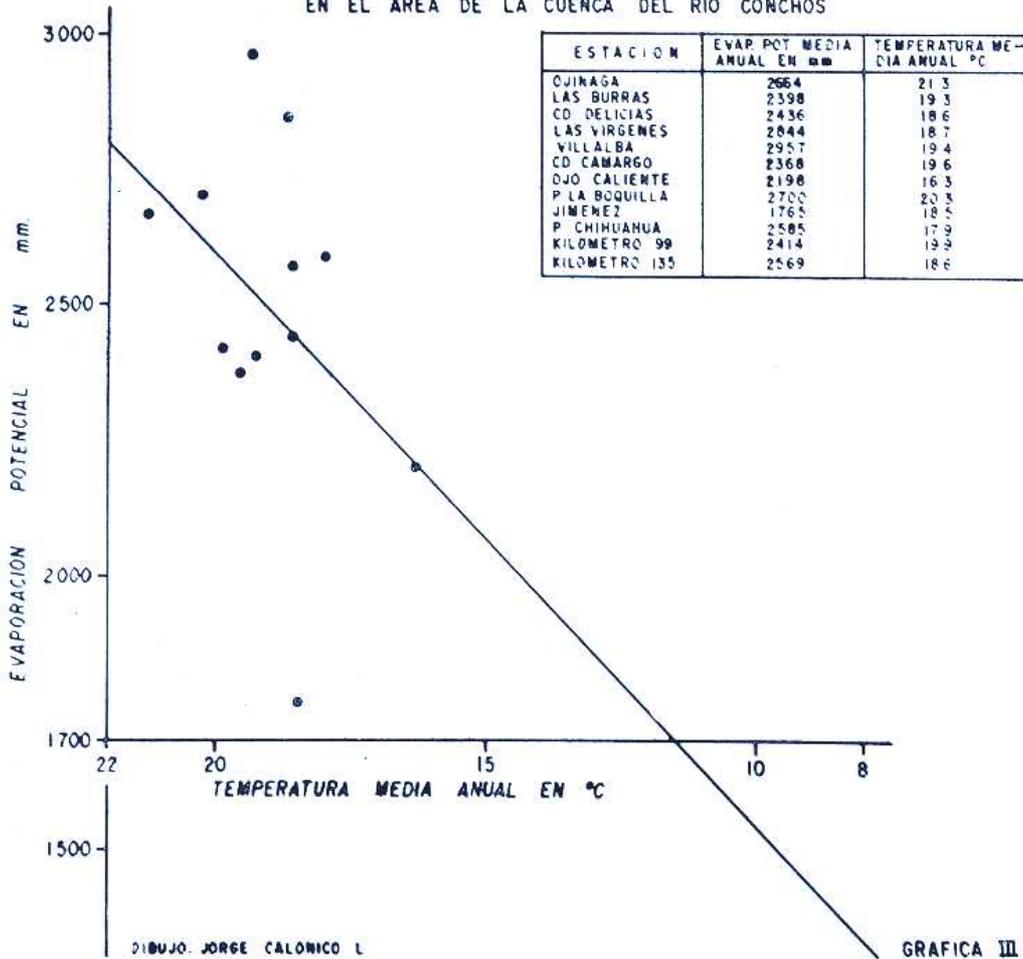
1. A mayor temperatura mayor evaporo-

ción. El máximo de evaporación coincide con los meses de más alta temperatura.

2. A medida que la precipitación aumenta la evaporación disminuye. Como se dijo en párrafos anteriores, la humedad provoca un descenso del poder evaporante de la atmósfera; a la vez, el incremento de precipitación causa un abatimiento prematuro en la curva de la temperatura, ya que si no tuviera influencia la precipitación, el máximo de temperatura sería precisamente en los meses de julio, agosto o septiembre, pues en estos lugares, por encontrarse fuera del trópico, se presentan dos máximos de temperatura, el primero en primavera y el segundo en verano u otoño, como ya se indicó; este último se insinúa a pesar de la influencia de la preci-



VARIACION DE LA EVAPORACION POTENCIAL MEDIA ANUAL CON LA TEMPERATURA EN EL AREA DE LA CUENCA DEL RIO CONCHOS



pitación, pues, o bien la temperatura se estaciona, o la curva no desciende tan bruscamente como asciende.

VII. MAPA DE EVAPORACIÓN POTENCIAL MEDIA

Con el propósito de mostrar objetivamente la distribución de la evaporación potencial media en la cuenca del río Conchos, se hizo el mapa de isopletras.

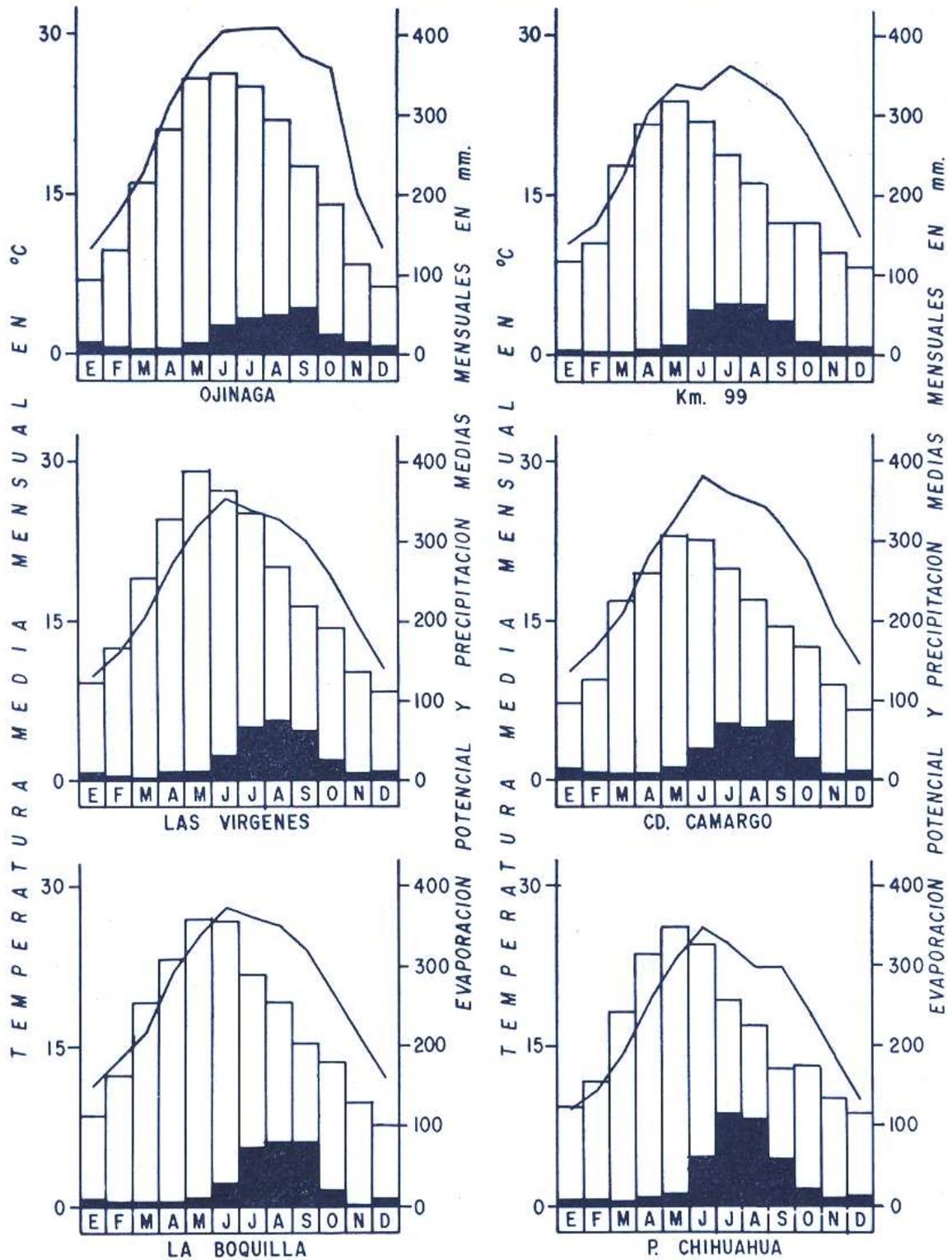
Las estaciones de que se dispuso para el trazo de dicho mapa no tienen una disposición adecuada dentro del territorio de la cuenca, por lo que hubo necesidad de deducir los datos faltantes, en función de las relaciones establecidas en los puntos III, IV y V, especialmente de la relación evaporación poten-

cial y temperatura medias anuales, pues se observó, tanto en las gráficas como por los datos proporcionados por las estaciones meteorológicas, que es la relación más estrecha y real de la cuenca. Se tomaron en cuenta todas las estaciones meteorológicas, con datos de temperatura y altitud conocida, y por medio de la gráfica III se obtuvo la evaporación potencial para las distintas altitudes de la cuenca. Así, en el mapa 3 se encuentran las curvas de igual evaporación potencial media anual.

VIII. EVAPORACIÓN REAL

Existen varios procedimientos y fórmulas, de acuerdo con la disponibilidad de datos, para determinar de manera aproximada la

MARCHA ANUAL DE LA EVAPORACIÓN POTENCIAL MEDIA MENSUAL CON RESPECTO A LA TEMPERATURA Y PRECIPITACION MEDIAS MENSUALES EN ALGUNAS ESTACIONES METEREOLÓGICAS DE LA CUENCA DEL RIO CONCHOS

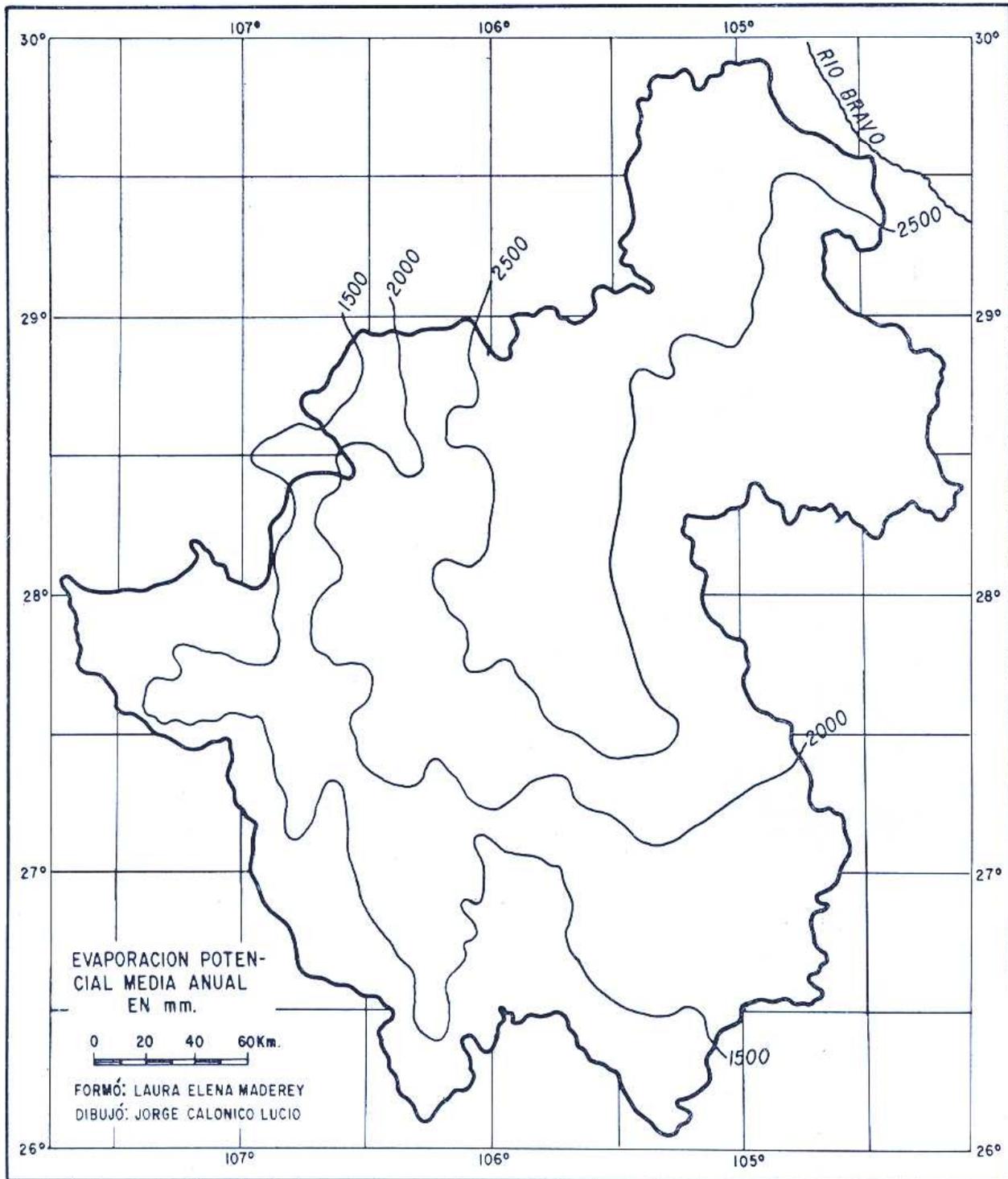


DIBUJÓ: JORGE CALONICO L.

GRAFICA IV

CUENCA DEL RIO CONCHOS

MAPA 3



evaporación real. En el caso de la cuenca del río Conchos, dada la información utilizable, se aplicó la fórmula de Turc que da la evapotranspiración real; es decir, la suma total de la evaporación realizada directamente de la superficie y la que se efectúa a través de las plantas. La fórmula es la siguiente:

$$E = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25 t + 0.05 t^3$$

- E Evapotranspiración real en mm
- P Precipitación anual en mm
- t Temperatura media anual en mm
- L Variable de acuerdo con el valor de t.

Como se puede ver, la estimación del fenómeno se hace a base de valores medios anuales de temperatura y precipitación, ambos relativamente fáciles de obtener e íntimamente ligados a la evaporación, pues, por un lado, de la temperatura depende grandemente la capacidad de evaporación de la atmósfera y, por el otro, la cantidad de precipitación constituye la fuente alimentadora.

IX. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL MEDIA ANUAL Y ALTITUD

Al examinar la gráfica V, en la que se relacionan estos dos parámetros, se ve, por la disposición de los puntos, que en la cuenca del río Conchos la evapotranspiración real au-

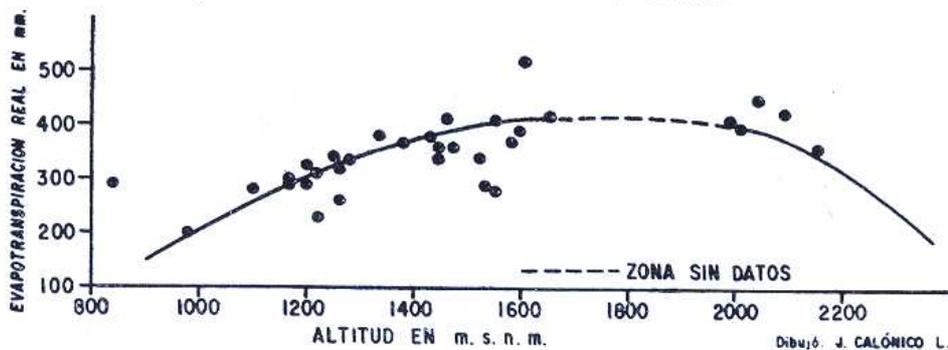
menta a medida que la altitud es mayor hasta cierto límite, a partir del cual sucede lo contrario: la evapotranspiración real disminuye a medida que aumenta la altitud; desafortunadamente, por falta de datos, dicho límite no se pudo fijar.

La explicación de este hecho reside en que la poca precipitación que cae, en realidad se evapora en su totalidad, especialmente en las partes bajas que es donde se registra mayor temperatura, de manera que al aumentar la altitud, y por consiguiente la precipitación, también aumenta la evapotranspiración; sin embargo, esto, como se indicó, no sucede indefinidamente, pues llegará un momento en que, por una parte, el poder evaporante de la atmósfera será menor, ya que la temperatura también disminuye con la altitud y, por otra, la precipitación, aunque no sea mucha, será suficiente para saturar la atmósfera, siendo entonces cuando la evapotranspiración empezará a disminuir con la altitud.

X. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y PRECIPITACIÓN MEDIAS ANUALES

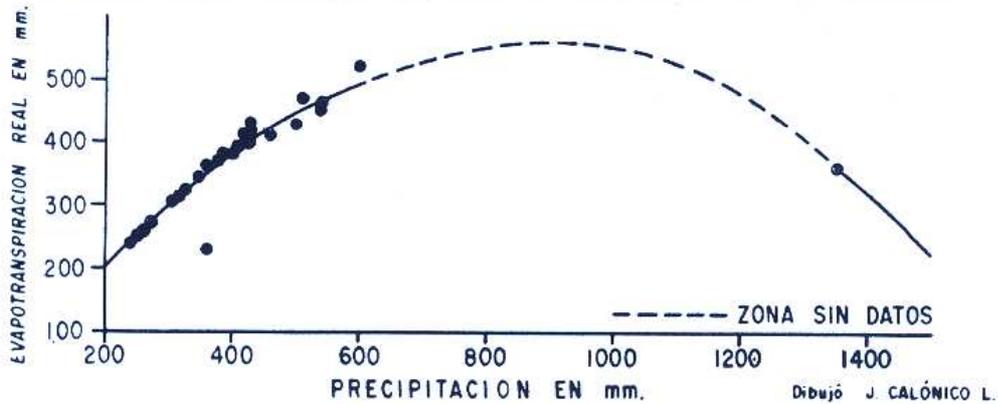
En la gráfica VI se muestra cómo influye la precipitación media en la evapotranspiración real. La evapotranspiración asciende con la precipitación; sin embargo, hay un punto que indica que, a pesar de la alta precipitación, la evapotranspiración no aumentó en la misma proporción. Esto es cierto; es decir, la evaporación es mayor a medida que la cantidad de

GRAFICA V
VARIACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL MEDIA ANUAL, SEGUN TURC, CON LA ALTITUD, EN EL AREA DE LA CUENCA DEL RIO CONCHOS



GRAFICA VI

VARIACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL MEDIA ANUAL, SEGUN TURC, CON LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL, EN EL AREA DE LA CUENCA DEL RIO CONCHOS



agua precipitada se incrementa; sin embargo, como en la relación establecida en el punto IX, llega un momento en el que al haber un incremento de precipitación la humedad de la atmósfera aumenta, disminuyendo el poder evaporante de la misma y, por ello, la evapotranspiración empieza a disminuir a medida que asciende la precipitación.

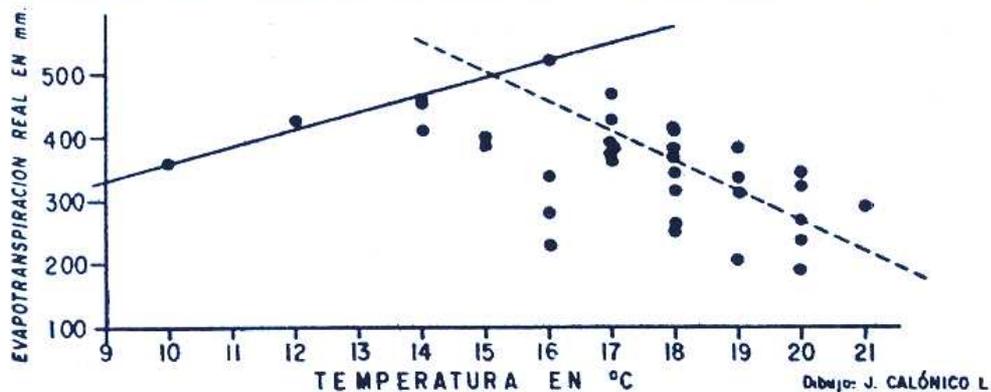
XI. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y TEMPERATURA MEDIAS ANUALES

La temperatura, como se puede ver en la gráfica VII, tiene gran influjo en la evapotranspi-

ración. Se puede ver que aun cuando, de hecho, la evapotranspiración real aumenta con la temperatura, en la cuenca en estudio se presentan dos tendencias: por una parte, la evapotranspiración aumenta con la temperatura, y, por otra, la primera disminuye con la segunda. En la cuenca del río Conchos que, como ya se dijo, es una zona árida, esto no tiene más que una interpretación: con el aumento de temperatura crece el poder evaporante de la atmósfera, pero las altas temperaturas se localizan en las partes en donde se registra menos precipitación, de manera que la poca que cae se evapora en su totalidad; así, al ir aumentando la precipitación aumenta la evapotranspiración, por lo que también se

GRAFICA VII

VARIACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL MEDIA ANUAL, SEGUN TURC, CON LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL, EN EL AREA DE LA CUENCA DEL RIO CONCHOS



observa que para una misma temperatura existen distintos valores de evapotranspiración.

En la tabla No. 1 se resumen los datos de las estaciones meteorológicas con las que se trabajó para establecer las relaciones anteriores.

XII. MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL MEDIA

Todo lo observado en las relaciones de los puntos IX, X y XI se advierte en el mapa 4, en el cual se muestra la distribución de la evapotranspiración real, según Turc, en la cuenca del río Conchos, mediante las isopletas correspondientes. En él queda indicada la zona intermedia a partir de la cual la evapotranspiración aumenta, por un lado, y disminuye, por el otro, debido a las condiciones ya señaladas.

XIII. CONCLUSIONES

Por la información hasta aquí expuesta y analizada, se concluye lo siguiente respecto

a la evaporación media en la cuenca del río Conchos.

1. La evaporación así potencial como real se encuentra influida por factores como la altitud, precipitación y temperatura, íntimamente ligados entre sí, de tal manera que al relacionar a cualquiera de ellos con la evaporación quedan implícitos los otros.

2. La información respecto al número de estaciones meteorológicas en la cuenca no es satisfactoria, ya que se concentran en determinadas zonas y en otras no existen, por lo que se considera conveniente y necesario establecer más estaciones que proporcionen datos de las altitudes comprendidas de los 1 600 a los 1 800 m, sobre todo en la parte suroeste de la cuenca.

3. Se confirma que la disponibilidad de agua en la región estudiada es prácticamente nula, ya que la evapotranspiración real (de acuerdo con el método de Turc) absorbe, en la mayoría de los casos, la totalidad de la precipitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comité Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos. *Boletín Hidrométrico No. 39. Cuenca del Río Bravo. Escurrimientos y Datos Conexos*. México, 1969.
- Maderey, R., L. E. "Análisis Preliminar de los Aspectos Hidrológicos de la Cuenca del Río Conchos", *Boletín No. 2*, Instituto de Geografía de la UNAM. México, D. F., 1969.
- Maderey, R., L. E. *Balance Hidrográfico de la*

- Cuenca del Río Tizar, durante el Periodo 1967-1968*. Tesis Profesional. México, D. F., 1971.
- SRH, CHCVM. "Estudio de la Infiltración de la Cuenca del Río Milpa Alta." *Informe Progresivo No. 2. Publicación No. 3*. México, D. F. Junio, 1967.
- Unión Ganadera Regional de Chihuahua. *Boletín Meteorológico del Estado de Chihuahua*, No. 7. Compendio de 1957 a 1969. México.

TABLA No. 1

<i>Estación</i>	<i>Altitud m.s.n.m.</i>	<i>Precipitación en mm.</i>	<i>Temperatura en °C</i>	<i>Evapotranspiración real según Turc, en mm.</i>
Villa Aldama	1 262	316	18	316
Los Pozos	1 200	300	19	300
El Granero		237	20	237
Guadalupe		246	18	246
Maclovio Herrera	982	204	19	204
Valle de Allende	1 552	428	18	408
San Juanito	2 348	1 364	10	362
Cd. Camargo	1 250	342	20	342
Tacubaya	1 570	379	17	370
Victoria	1 466	362	18	358
Ojo Caliente	1 122	362	16	229
Carichic	2 038	536	14	450
Villa Coronado	1 460	423	18	411
Coyame	1 200	298	19	298
Cd. Cuauhtémoc	2 010	425	15	396
Anáhuac	1 994	458	14	411
Palacio de Gobierno	1 445	345	18	343
Cuchillo Parado		186	20	186
Universidad	1 427	385	18	377
Posta Zootecnia	1 445	365	17	358
Presa Chihuahua	1 595	408	17	394
Presa El Rejón		432	17	430
Los Ojos	1 520	345	16	338
Las Choyas	1 550	284	16	284
Cd. Delicias	1 165	294	19	294
Huerta San Antonio	1 530	289	15	286
Majalca	2 090	501	12	425
Kilómetro 99		272	20	272
San Lorenzo		430	18	416
Siguirichic	2 320	536	14	464
Hidalgo del Parral	1 652	506	17	468
Cd. Jiménez	1 377	376	18	370
El Anteojo	1 260	261	18	261
Las Burras	1 096	283	19	283
Meoqui	1 165	301	19	301
Vivero Lázaro Cárdenas	1 200	315	19	315
Kilómetro 135	1 200	286	19	286
Cd. Ojinaga	841	289	21	289
Las Vírgenes	1 220	307	19	307
Villalba	1 280	335	19	335
Sn. Francisco de Borja	1 600	601	16	519
La Boquilla	1 317	324	20	324
El Maguey	1 335	398	17	384

CUENCA DEL RIO CONCHOS

MAPA 4

