

LA HUMEDAD Y LA VEGETACIÓN EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Por *Laura Elena Maderrey**

RESUMEN

En este trabajo se presenta el análisis de una serie de condiciones de humedad —precipitación media anual, índice de aridez y humedad relativa— previo examen de la circulación atmosférica en la península de Baja California, y la distribución geográfica de las diversos tipos de vegetación que existen en la misma. Finalmente se establecen las relaciones entre la humedad y la vegetación de la región en estudio, que resultan interesantes si se consideran las distintas clases de humedad que se tomaron en cuenta, así como las causas que motivan su presencia en la península.

SUMMARY

It is presented in this work, the analysis of a series of humidity conditions —yearly mean precipitation, barrenness index and relative humidity— previous examination of the atmospheric circulation in the Baja California peninsula, and the geographic distribution of the various forms of vegetation existing in same. Finally, relations are established between humidity and vegetation of the region under study, which result interesting if the different types of humidity taken into account are considered, as well as the causes for their presence in the peninsula.

INTRODUCCIÓN

La humedad es uno de los elementos esenciales que determinan el desarrollo no sólo de los diversos tipos de vegetación sino, también, de los organismos animales.

En este trabajo se analiza una serie de condiciones de humedad en la península de Baja California, para después poder señalar su influencia en la vegetación.

La península de Baja California constituye una estrecha faja de tierra localizada al noroeste de México, que va paralela al continente, desde la frontera con Estados Unidos hasta

una latitud de $22^{\circ}30'$, con una dirección NW-SE (mapa 1). Tiene una longitud aproximada de más de 1 200 km y una anchura media, estimada, de 140 km y se encuentra rodeada por el Océano Pacífico cuya entrante, que separa a la península del continente, recibe el nombre de Golfo de California, Mar Bermejo o Mar de Cortés.

Desde el punto de vista topográfico, se puede decir que está atravesada de NW a SE por un espinazo montañoso formado por varias sierras entre las que se extienden pequeños valles: sierras de Juárez, San Pedro Mártir, Los Padres, San Borja, Santa Lucía, Palmas, La Gigante, San Lorenzo. De éstas la de mayor

* Investigadora del Instituto de Geografía de la UNAM.

altitud es la de San Pedro Mártir, en la que el punto más alto pertenece al cerro La Encantada, con 3078 m.s.n.m. Las llanuras costeras se extienden a ambos lados de la cadena montañosa mencionada; la llanura occidental es amplia y la oriental estrecha, pues las sierras se aproximan bastante al litoral, incluso en algunas zonas desaparece dando lugar a una costa acantilada.

I. *Circulación de la atmósfera*

El conocimiento de la circulación atmosférica tiene interés dado que de ella depende en gran parte la humedad o aridez del medio.

La región en cuestión está situada en su mayor parte, excepto el extremo sur afectado por los ciclones tropicales, dentro de la faja subtropical de altas presiones y, dado que ésta sufre desplazamientos estacionales, también queda bajo la influencia de los vientos del Oeste y de los vientos alisios que no se manifiestan claramente en superficie por efecto del relieve continental situado al oriente.

Debido a la presencia de tierras y mares el cinturón subtropical de altas presiones se separa en varios centros anticiclónicos de los cuales dos influyen en la circulación de la República Mexicana según las diversas épocas del año, éstos son el anticiclón de Bermudas-Azores y el anticiclón del Pacífico septentrional. Baja California, de hecho, queda entre estos dos centros anticiclónicos, si bien sufre mayor influjo del segundo, localizado al oeste de la Península, que del primero, pues éste, por quedar al oriente, sobre el continente, tiene una intervención muy indirecta en la circulación del aire en la región en estudio (3).*

* Los números entre paréntesis se refieren a las referencias bibliográficas.

Así, la península de Baja California, particularmente la vertiente occidental, está dominada durante la mayor parte del año por vientos con una componente del Oeste, debido al desplazamiento del anticiclón del Pacífico septentrional hacia el norte y hacia el sur, aunque en verano y otoño, sobre todo en la vertiente oriental y en el extremo sur de la península, se dejan sentir vientos del Este, Sur y sureste, principalmente por efecto de los ciclones tropicales que se originan en el Océano Pacífico.

En las estaciones meteorológicas de esta región es escasa la información de la dirección del viento; a continuación se dan los datos de las estaciones que la registran (7).

La dirección del viento, que muestra los datos anteriores, es la de mayor frecuencia en cada uno de los meses del año durante el periodo de observación de cada estación y, aunque en algunos casos dicho periodo no es muy amplio (4 años), sí da una idea general de la dirección predominante. Como se puede ver, la dirección que prevalece es la de componente oeste, aunque en Guadalupe se ve la influencia de los vientos alisios en el verano, y en el invierno la dirección NE registrada tanto en esta estación como en La Paz, se debe, con toda seguridad, a consecuencias del relieve.

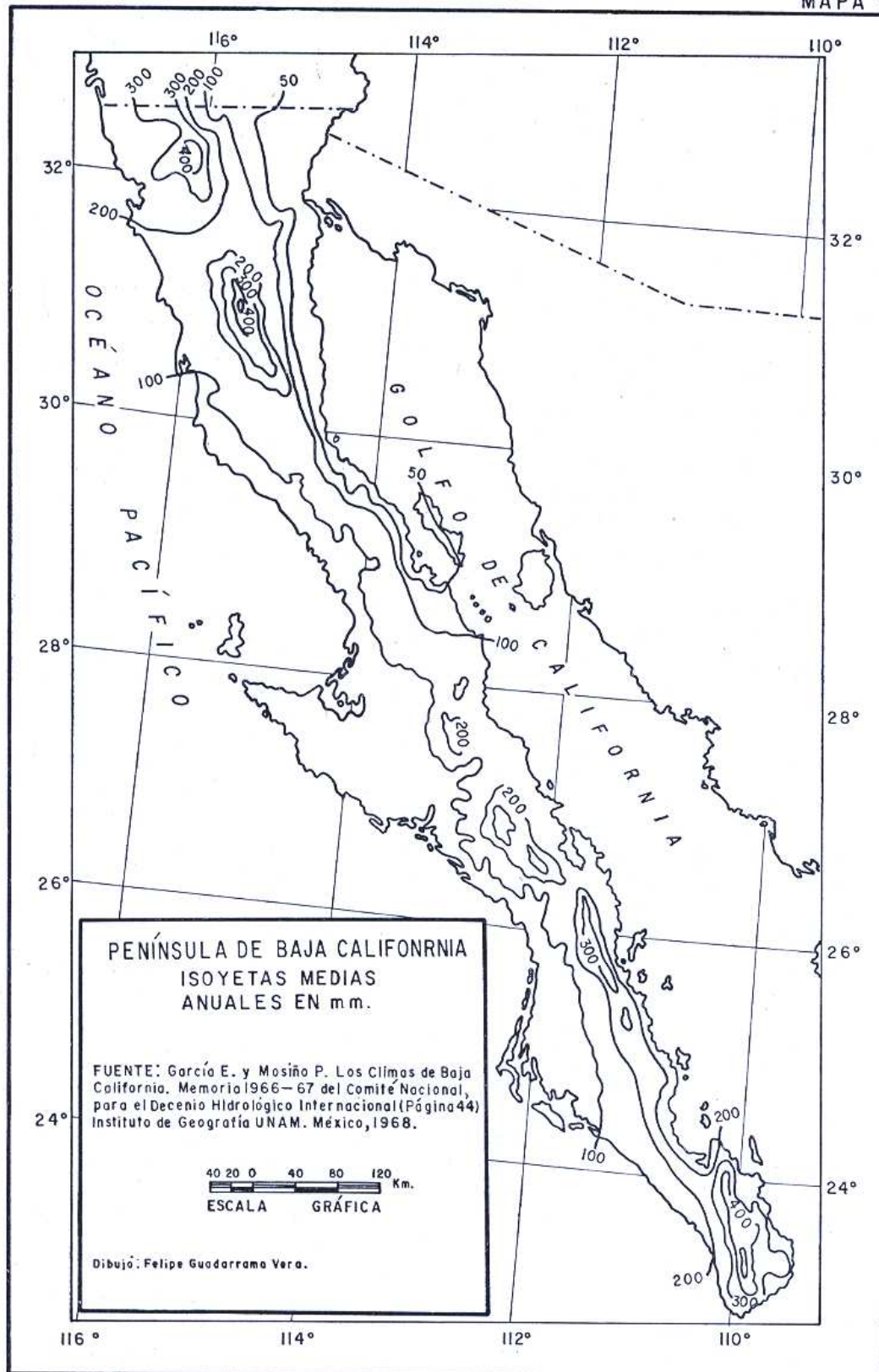
II. *Precipitación media anual*

El análisis de la distribución de la precipitación media en el espacio constituye la manera más sencilla y objetiva de diferenciar las zonas secas de las húmedas, y aun cuando sólo con dicho análisis no se puedan delimitar éstas, sí da idea de su ubicación.

De acuerdo con el mapa 2, tomado de García, E. y Mosiño P. (3), las zonas más húmedas según la cantidad de precipitación media co-

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Ensenada													
B. C.	C,SW	C,SW	C,SW	C,SW	SW	SW	C,SW	C,SW	C,SSW	C,SW	C	C	SW
Guadalupe													
B. C. S.	NE	SW	NE	NW	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SW	NE	NE
Isla Margarita													
(Pto. Cortés)	N,NW	N,NW	N,NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
La Paz													
B. C. S.	NE	NE	NE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	S,SW	NE	NE	NE,SW

MAPA 2



responden a las partes más altas de la península, las sierras de Juárez, San Pedro Mártir y San Lázaro, es decir, en las regiones norte y sur, con una altura de la lluvia de más de 500 mm, de manera que en la porción intermedia la lluvia disminuye hasta menos de 100 mm y en el norte de la llanura costera oriental la lluvia media anual llega a ser menor de 50 mm.

Esta distribución se debe a la humedad de los vientos que invaden la región durante el año, los que, como se dijo en el inciso anterior, provienen principalmente del Oeste y de los ciclones tropicales.

La influencia de los vientos del Oeste, en cuanto a precipitación se refiere, tiene lugar en el invierno, cuando las perturbaciones atmosféricas propias de las latitudes medias (ciclones extratropicales) afectan en especial la región noroeste de Baja California, aunque su influencia llega a latitudes más bajas, 26° aproximadamente, de la vertiente occidental de la península.

Las precipitaciones ocasionadas por los ciclones tropicales tienen lugar en verano y en otoño en el extremo sur de Baja California, aunque también influyen en latitudes más altas, más o menos hasta los 26° y peculiarmente en la vertiente oriental.

La menor cantidad de precipitación que registra la porción nororiental de la península, se debe a la situación de la barrera que constituyen las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, al impedir el paso de la humedad que se precipita en la vertiente noroccidental y en la parte alta de las sierras, y a la subsidencia del aire en estas latitudes.

A grandes rasgos, al examinar la precipitación media en la región motivo de la investigación, se distinguen cuatro zonas: dos semi-húmedas, una en la región noroccidental y otra en el extremo sureste; una muy seca correspondiente a la parte nororiental, y una zona semiseca en la porción intermedia, que bien podría dividirse en seca y semiseca, la parte baja y la parte alta perteneciente a la cadena montañosa que atraviesa la península, respectivamente.

III. Índice de la aridez

Con objeto de conocer con más precisión los grados de humedad en la región conside-

rada, se procedió a aplicar el índice de aridez, de los investigadores Consuelo Soto M. y Ernesto Jáuregui O.(9), que se ajusta bastante bien a la parte norte del país, y en el que intervienen temperaturas máximas y mínimas así como la precipitación media anual:

$$I_a = \frac{(T_m + 45) (T_M - T_m)^2}{P}$$

P = Lluvia media anual en mm.

T_m = Temperatura mínima media del mes más frío.

T_M = Temperatura máxima del mes más caluroso.

El valor del índice disminuye a medida que la zona es más húmeda.

En el mapa 3 se muestran las zonas que resultan de la aplicación de este índice. Se observa que, en general, toda la península es más bien árida, las partes más húmedas coinciden más o menos con las que se destacaron al tratar la precipitación, es decir, con las zonas noroccidental y sur, con la diferencia de que en este caso se encuentran ya delimitadas, de manera que dentro de las zonas de más humedad se distinguen tres subdivisiones: subárido, semiárido y árido. El resto del territorio resulta francamente árido, condición que se acentúa hacia el noreste y de la que se derivan tres grados: muy árido, subdesértico y desértico.

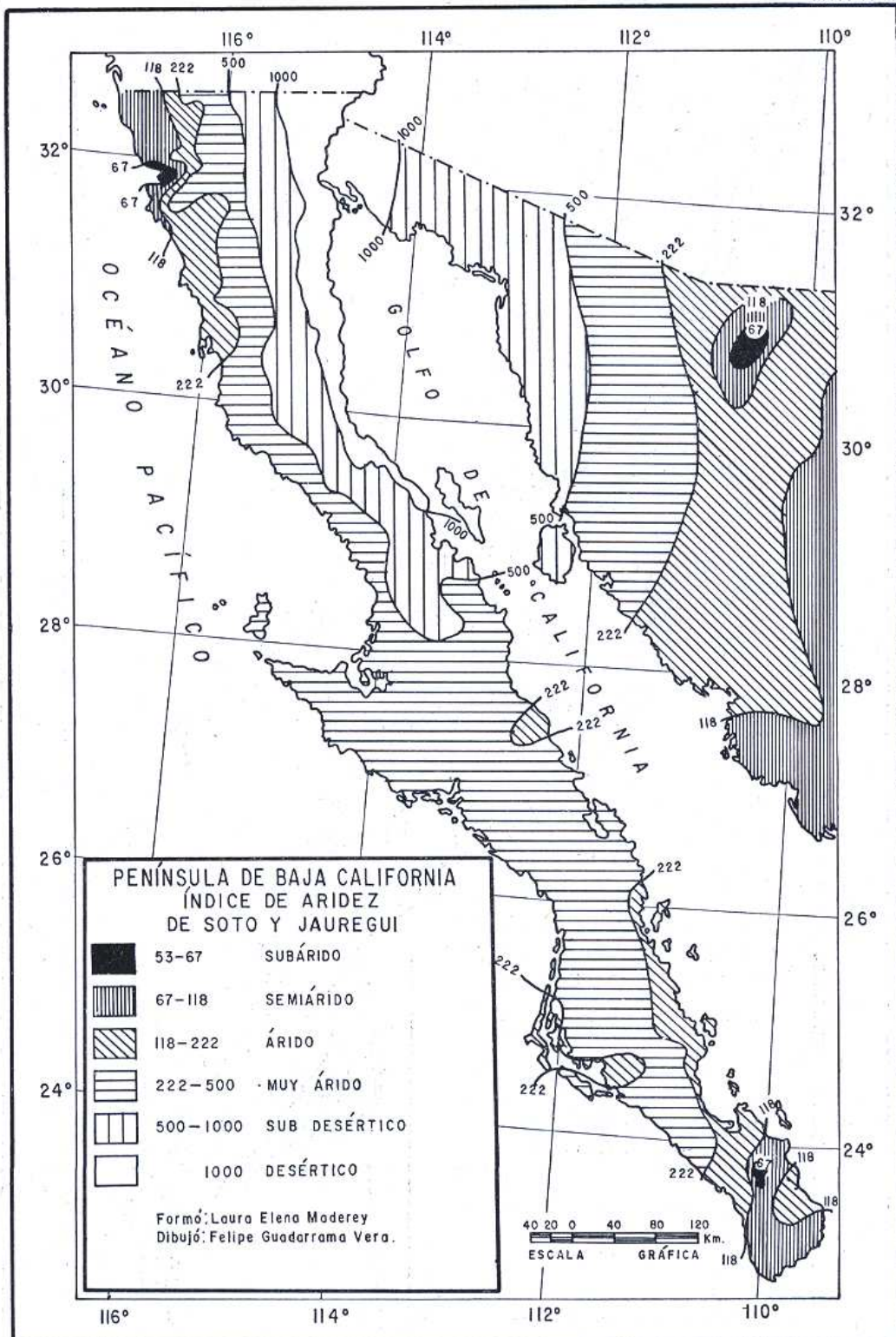
Por la disposición de las secciones determinadas se nota claramente cómo las zonas más húmedas rodean a las más secas.

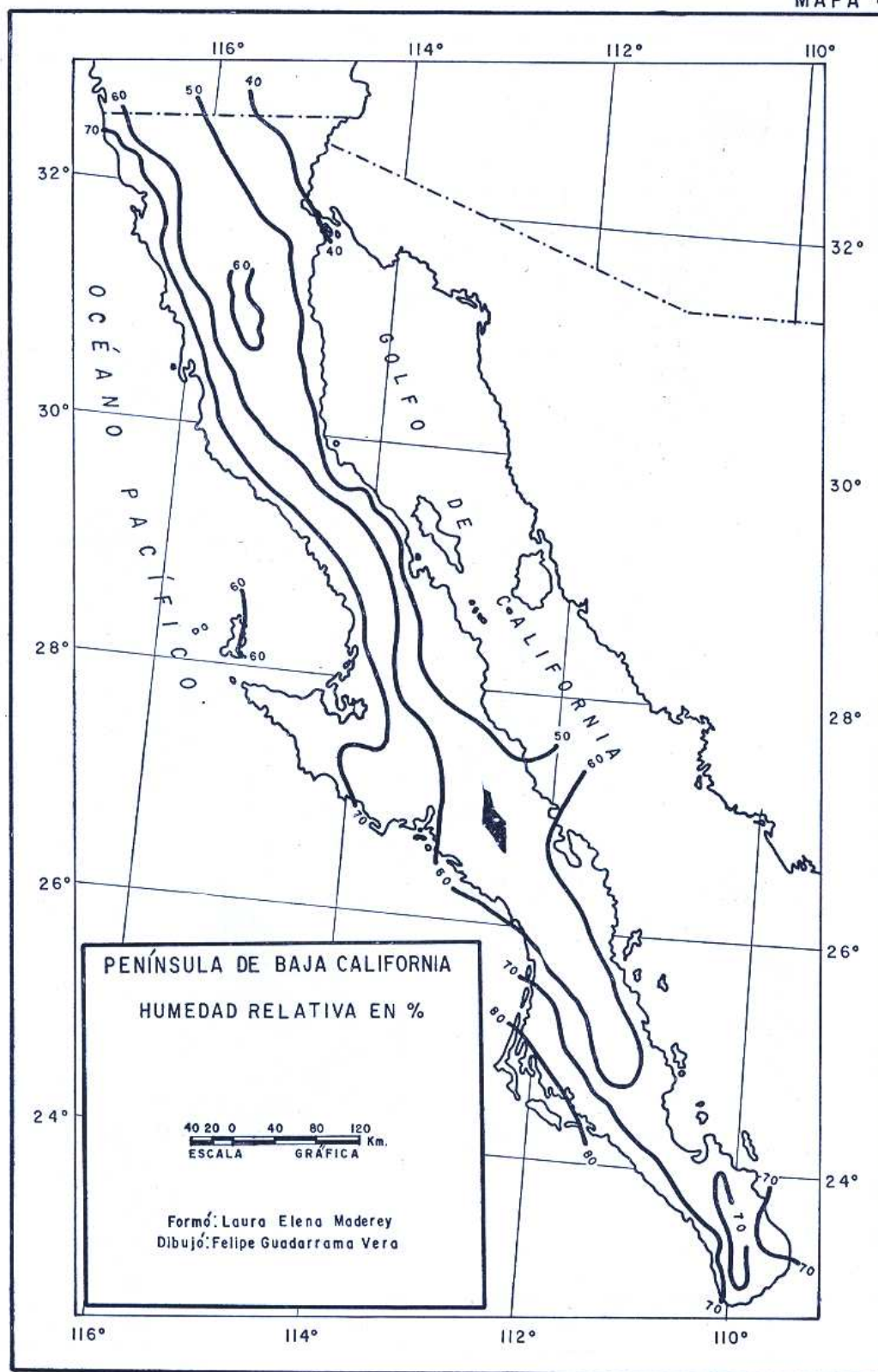
IV. Humedad relativa

La humedad de la atmósfera proviene del agua evaporada de las superficies líquidas o que contienen agua. Esta evaporación aumenta con la velocidad y sequedad del aire.

El efecto de la humedad en los organismos tanto vegetales como animales depende del poder de evaporación que tiene la atmósfera, el cual está influenciado por los vientos dominantes. Por otra parte, la evaporación varía según la capacidad de la atmósfera para contener vapor de agua, capacidad que, a su vez, está sujeta a la temperatura del aire: entre mayor sea ésta la atmósfera será capaz de contener más cantidad de vapor de agua. Para cada temperatura existe un límite de contención de vapor de agua, pasado el cual el aire se satura

MAPA 3





y el sobrante se condensa formando las nubes.

La relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y la que tendría si estuviera saturado es lo que se denomina humedad relativa; se expresa en porcentaje.

En el mapa 4 se ilustra la disposición de la humedad relativa a lo largo de la península de Baja California. Para su trazo se contó con la información de 22 estaciones y, debido a que se estimó que éstas no eran suficientes para dar una idea más o menos detallada de su distribución, se utilizaron las isotermas medias anuales de García, E. y Mosiño P. (3), ya que, como se dijo, la humedad relativa está en estrecha relación con la temperatura.

En dicho mapa se advierte que los valores máximos de humedad relativa se localizan en las zonas costeras de la vertiente occidental del Golfo de California, con dirección hacia la zona nororiental en donde hay una humedad relativa inferior a 40% debido, otra vez, a la barrera que forma el relieve impidiendo el paso de la humedad, y al carácter subsidente del aire.

Si se comparan los mapas de precipitación media y el del índice de aridez con el de humedad relativa se nota que, aunque a las regiones más húmedas corresponden valores considerables de humedad relativa, las áridas registran valores más altos sobre todo en la cercanía de la costa.

V. Vegetación

Para distinguir la vegetación que existe en la península de Baja California se consideraron los siguientes trabajos:

1. Tipos de vegetación de la República Mexicana (2).

2. Los tipos de vegetación de México y su clasificación (6).

Así, en el mapa 5 se presenta la distribución geográfica de los distintos tipos de vegetación de la península, tomada del primer trabajo mencionado, tipos de los cuales a continuación se hace la descripción correspondiente complementada con el trabajo citado en segundo término.

CH chaparral. Constituido por densas agrupaciones de encinos bajos, generalmente acompañados de especies arbustivas. Se encuentran en zonas de contacto de agrupaciones de climas

áridos y climas templados no áridos (pinos, encinares). El más típico chaparral se presenta en los declives del Pacífico noroeste de Baja California, donde el clima es de tipo mediterráneo con lluvias durante el invierno. También se localiza en la mayor parte de la isla Cedros.

Be bosque de encino. Son bosques más o menos densos formados por encinos (*Quercus*) de hojas generalmente persistentes. Constituyen una de las asociaciones vegetales más extensas de las zonas de clima templado o semifrío, semisecas o semihúmedas con época seca más o menos pronunciada, aunque también se les puede encontrar en clima cálido. Las especies que forman este tipo de bosque varían mucho según las localidades y las condiciones ecológicas. Su altura, lo mismo que su densidad está en relación, en términos generales, con la humedad del clima. En Baja California se localiza en el norte, en la zona que pertenece a la sierra de Juárez.

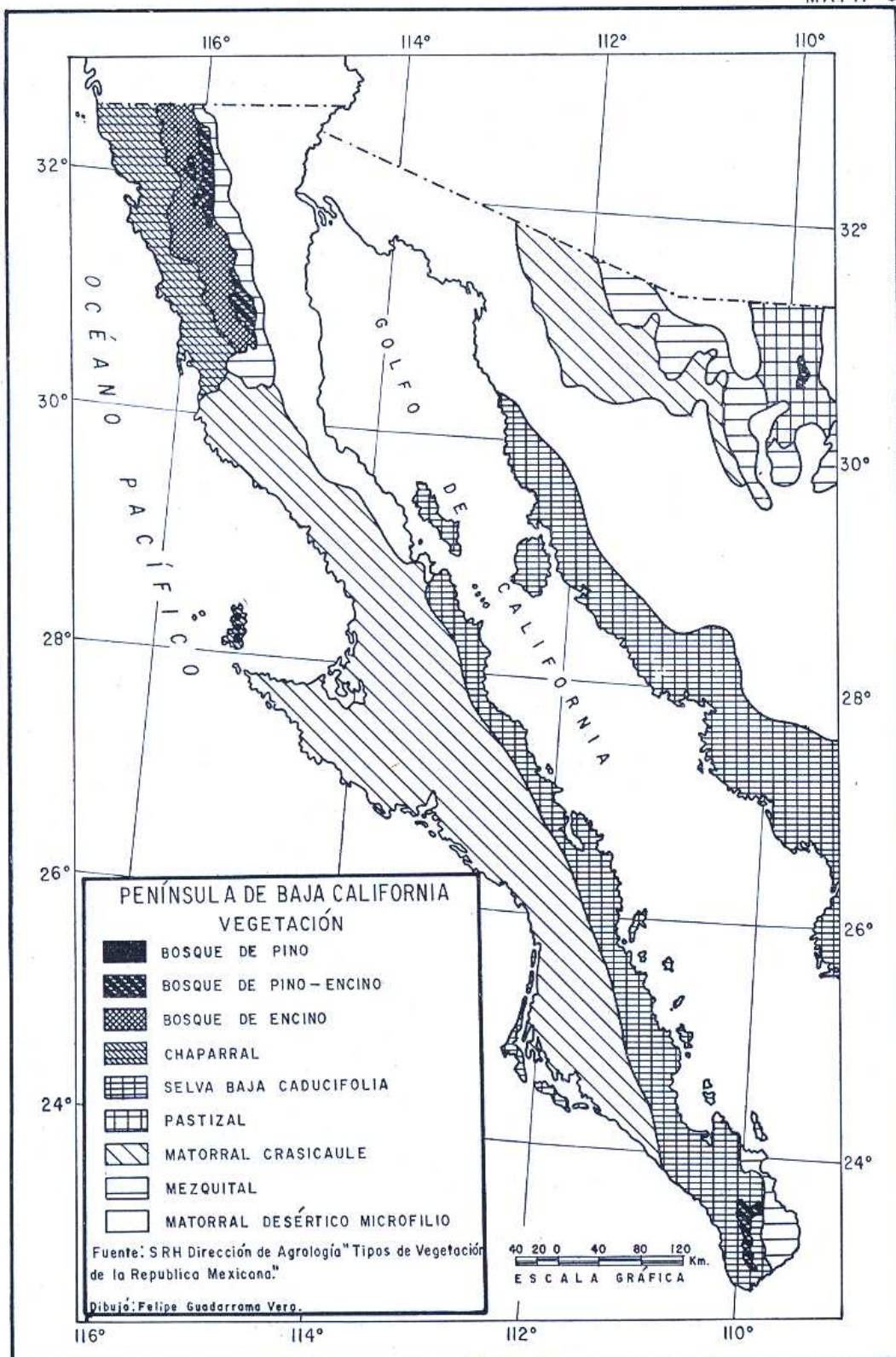
Bp bosque de pino. Se le denomina pinares. Los de localidades secas, con frecuencia en contacto o en las cercanías de las zonas francamente áridas, se caracterizan por estar constituidos por especies de hojas cortas, más bien gruesas y rígidas, como los pinos piñoneros. Se encuentra en las partes altas de la isla Cedros.

Bpe bosque de pino-encino. Lo constituyen comunidades arbóreas formadas por numerosas especies de pino (*Pinus*) y de encino (*Quercus*) en proporción variable entre sí. Los pinos tienen las mismas características del tipo de vegetación anterior. En la península de Baja California se encuentra en las partes altas de las sierras de Juárez, San Pedro Mártir y San Lázaro.

Mz mezquital. En las zonas áridas o subáridas, se caracteriza por el predominio del mezquite (*Prosopis juliflora* vars), constituyendo los llamados mezquitales, y son indicadores de mantos de agua profundos. Se encuentra en la parte centro del norte de Baja California, al oriente de la Sierra de Juárez y en el extremo suroriental de la península.

Md_m matorral desértico microfilo. Se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hoja pequeña. Los suelos donde se desarrolla este tipo de vegetación son de origen aluvial y se encuentra en valles, o depresiones, o en laderas de las sierras, en donde el clima

MAPA 5



es cálido o semicálido, semiseco o árido. Algunos arbustos pierden con regularidad su follaje, mientras otros son perennifolios.

Se localiza en la planicie nororiental de la península de Baja California.

Mc matorral crasicuale. La presencia de grandes cactáceas es lo que determina este tipo de vegetación, e incluye los tipos llamados nopaleras, cardonales y tetecheros. Lo constituyen comunidades de diferentes especies de cactáceas. El género *Opuntia* domina especialmente en la parte norte del país. Se presentan en climas áridos o subáridos y casi siempre sobre suelo somero. En Baja California se extiende desde la vertiente occidental hacia la planicie costera, de los 24° a los 30° de latitud norte.

Sbc selva baja caducifolia.^{*} Es una selva de menos de 15 m de altura media de los árboles altos; en ésta, todos, o la mayoría de ellos, pierden sus hojas en la temporada de seca. Corresponde a climas semisecos o subsecos y cálidos. En ocasiones son abundantes las especies de leguminosas espinosas. En general se encuentra en suelos profundos con drenaje deficiente. Se localiza en la vertiente oriental de la península, a partir de los 29° de latitud hacia el sur en donde, aproximadamente a los 24°, abarca todo lo ancho de la península, con excepción del extremo suroriental y la parte alta de la sierra de San Lázaro, así como en las islas del Golfo de California y en las islas Magdalena y Santa Margarita en el Océano Pacífico.

Cabe mencionar que existe un estudio completo de vegetación de la península de Baja California: "Vegetation and Flora of the Sonoran Desert" (10) que describe detalladamente las especies vegetales características de la zona; sin embargo, como no tiene la cartografía aquí requerida, únicamente se consultó en forma complementaria.

VI. Conclusiones. Relación entre la distribución de la humedad y de la vegetación

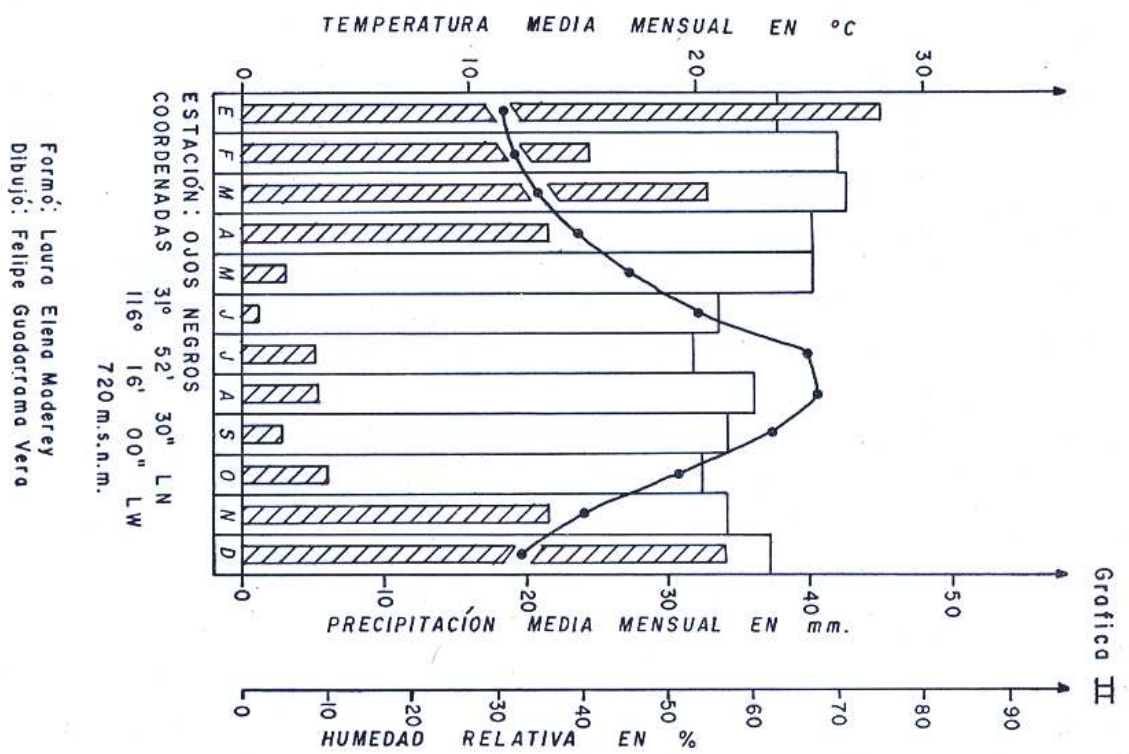
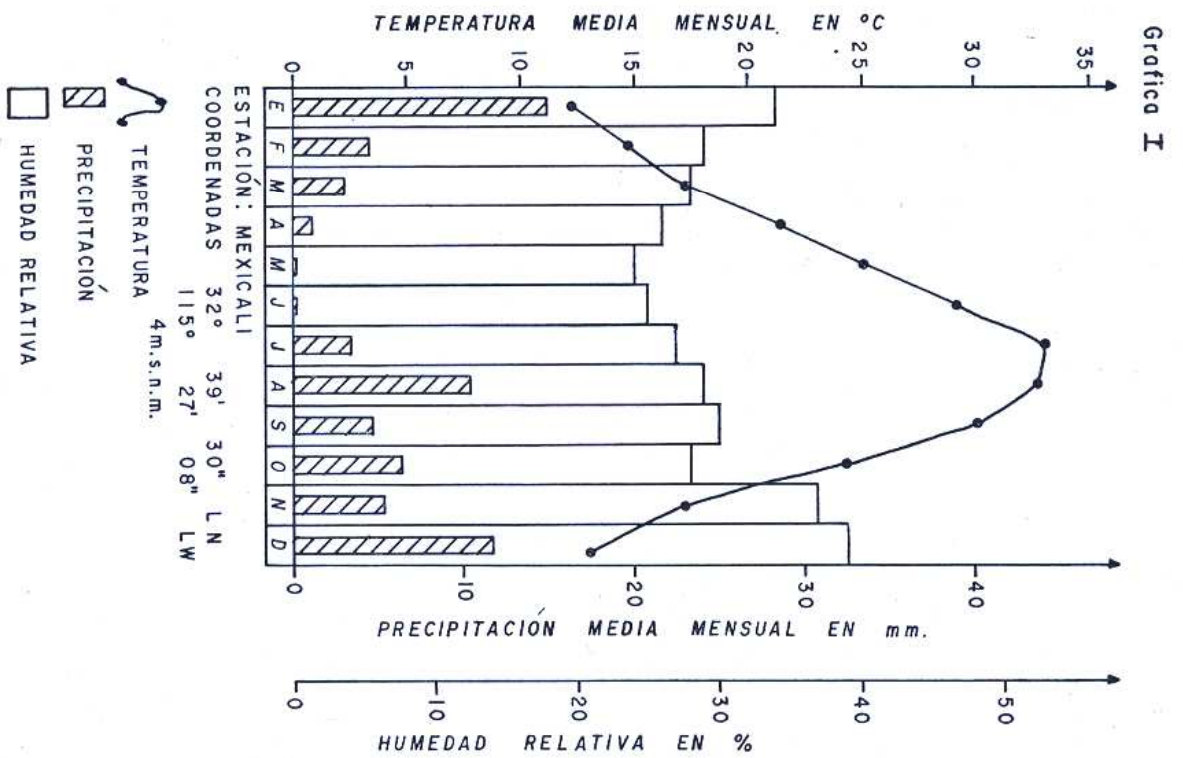
Al analizar los mapas de las distintas condiciones de humedad de la península de Baja

^{*} Según Miranda, F. Hernández, X. E. Los geógrafos emplean el término selva para la vegetación exuberante de zonas tropicales y a esta asociación la denominan bosque.

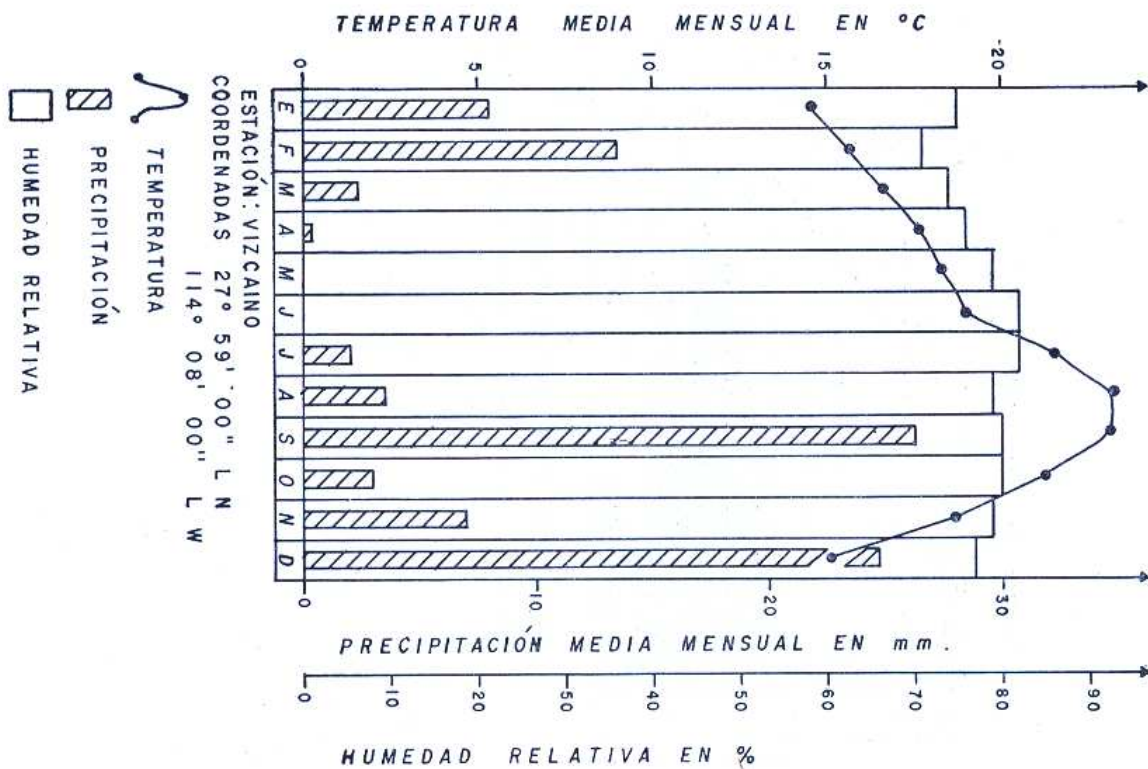
California y confrontarlos con el de la vegetación, se obtienen las siguientes deducciones:

1. La distribución de la vegetación se adapta en forma más aproximada a las zonas que resultaron de la aplicación del índice de aridez utilizado; sin embargo, en la porción intermedia de la península la vegetación es distinta en la parte más alta, perteneciente a la cadena montañosa que cruza a lo largo de su extensión la región en estudio, de la de la parte baja al occidente de dicha cadena; la razón está en que a mayor altitud la precipitación aumenta, como lo muestra el mapa de isoyetas y, de hecho, también el índice de aridez es menor a esta altitud, pero no lo suficiente como para que resulte otra graduación de humedad, pues el límite es de 222 y el que aquí se encuentra es más o menos de 300, por lo que, tal vez si se estudiaran a la par este índice y la vegetación se podría hacer un ajuste de los límites que resultan de su empleo. Esto en lo que se refiere a la humedad en relación con la vegetación, pues al confrontar el mapa de distribución de ésta con el de climas (3) se observa una clara correspondencia entre ambos debido a que en la determinación del clima, además de la humedad intervienen otros elementos, tales como la temperatura, que también afectan a la vegetación.

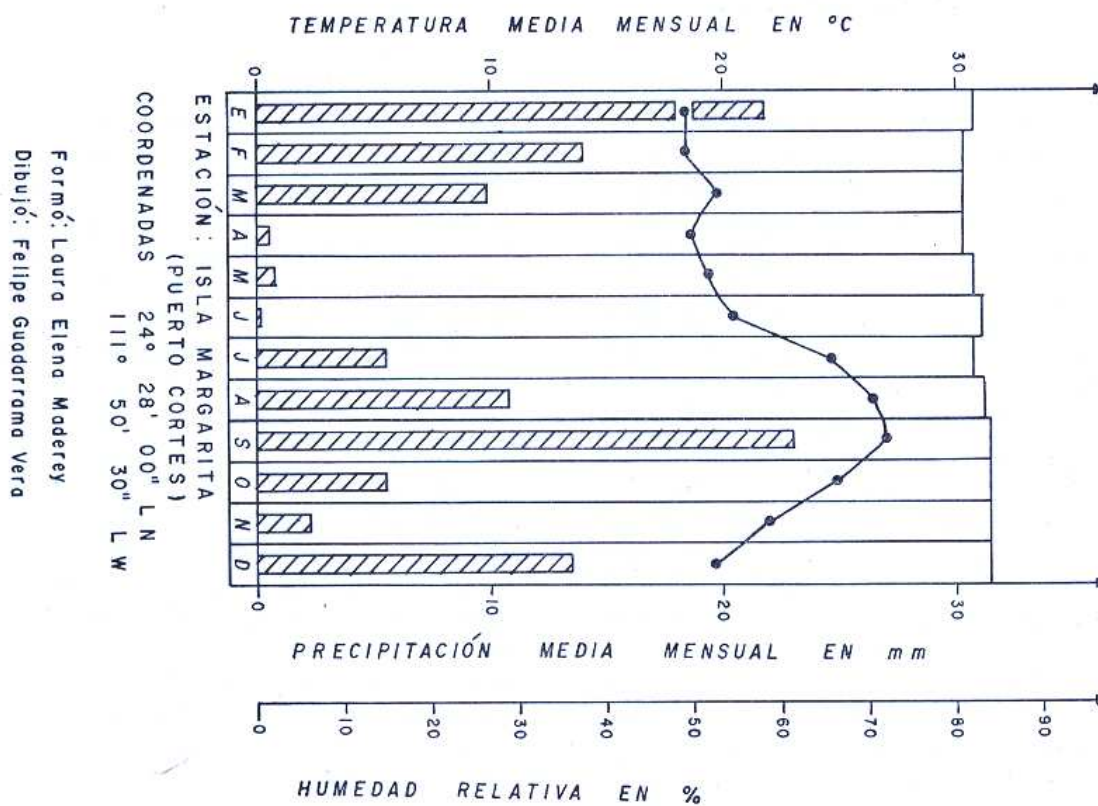
2. Aun cuando en la región nororiental, en las zonas altas y en bahía Magdalena se ve el influjo de la humedad relativa en la vegetación, en el resto de la península la distribución de ambas muestra cierta incompatibilidad, lo que se debe a que la humedad de la atmósfera proviene tanto de la evaporación del agua de la precipitación como de la evaporación del agua del mar. Así, en la porción intermedia de la vertiente oriental, que resultó ser muy árida, tal como lo manifiestan el índice de aridez y la vegetación, la humedad relativa es demasiado alta, mayor de 70% y aun de 80% en bahía Magdalena, porque las masas de aire predominantes, siendo del Oeste, transportan humedad del Océano Pacífico a la península, pero al no precipitarse no proporcionan humedad al suelo, por lo cual no influyen en forma decisiva en la cubierta vegetal; en cambio, en las zonas donde ocurre precipitación, ésta satisface la humedad del suelo que se refleja en la vegetación, así como la de la atmósfera de acuerdo con la temperatura de

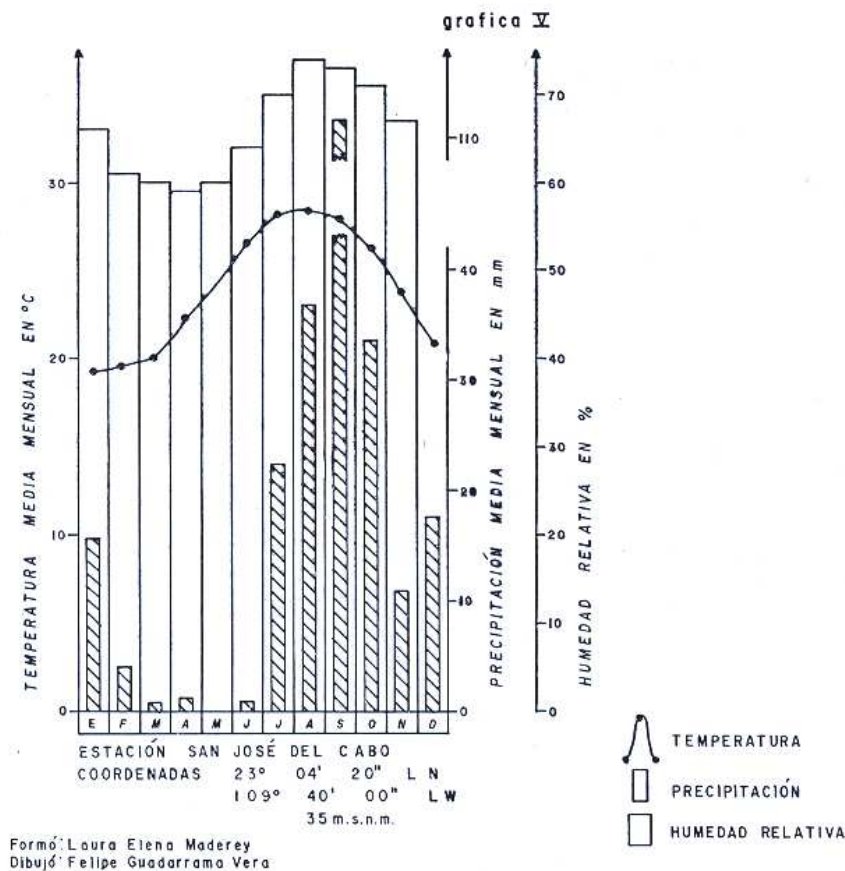


Grafica III



Grafica IV





ésta. En la porción noroccidental la humedad relativa debe su valor tanto a las masas de aire procedentes del mar como a la precipitación que en ella se produce, y en la región nororiental, como ya se había dicho, a su posición geográfica.

Por otra parte, la humedad de la atmósfera, cuando es saturante, en ciertas ocasiones puede contribuir a la humedad del suelo, aun cuando no sea por precipitación directa sino por medio de la precipitación oculta, es decir, condensándose en la superficie de las plantas y escurriendo hacia el suelo, o aun en el propio suelo. Es factible que esto suceda en la península por el dominio de la corriente fría de California que da lugar a nieblas frecuentes; así lo muestra el mapa de climas según el sistema de Köpen (10), debido a que, por su influencia, existe en las costas occidentales una inversión de temperatura que "abarca una capa de aire relativamente delgada dentro de la cual la temperatura, en vez de disminuir hacia arriba, como es lo normal dentro de la atmós-

fera, aumenta con la altitud, lo que implica un frenamiento o amortiguamiento de los movimientos verticales del aire" (3, pág. 34) y, en consecuencia, la humedad relativa es muy alta o bien produce la condensación en forma de niebla. Este tipo de condensación es común en las partes altas de la vertiente oriental del centro de México (1). Otra forma de precipitación oculta es el rocío del que, infortunadamente, no se tienen registros.

En las gráficas I, II, III, IV y V, se compara la variación de la humedad relativa con respecto a la precipitación y temperatura medias mensuales, en distintos sitios de la península. En general, se observa que la humedad relativa aumenta con la temperatura, pero el aumento es más notable con la ocurrencia de la precipitación, excepto en las estaciones Vizcaíno y Puerto Cortés, en Isla Margarita, cuya ubicación está precisamente en las cercanías de la costa occidental y quedan directamente bajo el influjo de las masas de aire del Oeste y de la inversión de temperatura mencionada, a las

que deben su alta humedad atmosférica. En las estaciones Ojos Negros y San José del Cabo se advierte la influencia de los vientos húmedos que las afectan y la precipitación que reciben durante el invierno, principalmente, y el otoño respectivamente. En Mexicali se ve cómo, a pesar de la poca precipitación que hay, ésta es decisiva en el aumento de la humedad relativa. Por otra parte, también por medio de estas gráficas, se nota la influencia de los fenómenos acuosos en la repartición de la lluvia en el transcurso del año; así, en las dos primeras estaciones meteorológicas, aun cuando su condición de humedad es diferente, la precipitación invernal es la más importante como consecuencia de las perturbaciones extratropicales propias de esta época en estas latitudes; en las dos siguientes la precipitación refleja la influencia tanto de las mencionadas perturbaciones extratropicales como la de los ciclones tropicales y, por último, San José del Cabo revela de lleno que su precipitación es resultado de la asistencia de los ciclones tropicales, principalmente, pues tan solo en el mes de septiembre la altura de la lluvia es de más de 110 mm.

3. En lo concerniente a la posición geográfica de las zonas que resultan por el índice de aridez, al igual que las de vegetación en general, se ve, lo que es común, que las regiones secas están cercadas por las semisecas y éstas, a su vez, por las menos secas; sin embargo, no se puede decir que esta situación sea exclusiva de la península, sino que, más bien, representa una prolongación de la que prevalece en la parte continental a esas latitudes, interrumpida por la presencia del Golfo de California, pues al observar las condiciones continentales se nota inmediatamente que las diversas zonas que se señalan son continuación de las existentes, incluso la franja de selva baja caducifolia, en el caso de la vegetación, que se presenta en estos lugares por influjo de los ya citados ciclones tropicales. Por otra parte, Shreve y Wiggins en su obra "Vegetation and Flora of the Sonoran Desert" (8) ponen de manifiesto esta secuencia continental, pues precisamente delimitan su zona de estudio basándose en esta unidad que propiamente constituye un ecosistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ern, H. *Estudio de la Vegetación en la parte Oriental de México Central*, Revista Comunicaciones, págs. 1-6. Proyecto Puebla-Tlaxcala, Fundación Alemana para la Investigación Científica, 6/1972. Puebla, México.
- Flores, M., G., Jiménez L. J., Madrigal S. X., Moncayo, R., F. Takaki, T. F. *Tipos de Vegetación de la República Mexicana*, Dirección de Agrología, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, 1971.
- García, E. y Mosiño, P. *Los Climas de Baja California*. Memoria 1966-67 del Comité Nacional Mexicano para el Decenio Hidrológico Internacional, págs. 29-56. Instituto de Geofísica, UNAM. México, 1968.
- Instituto de Geografía, UNAM. *Carta Altimétrica de la República Mexicana, Escala 1: 4 000.00*. México, 1959.
- Lorente, J. M. *Meteorología*, editorial Labor, S. A. Madrid, España, 1961.
- Miranda, F. y Hernández, X. E. *Los Tipos de Vegetación de México y su clasificación*, sobretiro del Boletín de la Sociedad Botánica de México, septiembre, 1963.
- S. R. H. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Dirección de Hidrología. *Boletín Hidrológico No. 28, Regiones Hidrológicas Nos. 1-7. Península de Baja California*. México, D. F., 1970.
- Shreve, F., y Wiggins, G. L. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*, Two volumes, Stanford University Press, Stanford, California, U. S. A., 1964.
- Soto, M., C. y Jáuregui O., E. *Isotermas Extremas e Índice de Aridez en la República Mexicana*, Instituto de Geografía, UNAM, México, 1965.
- Vivó E., J. A., Gómez, C. J. *Climatología de México*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología, México, D. F. 1946.