

## LOS SUELOS DE LA REGION DE TEHUITZINGO, ESTADO DE PUEBLA

Mariano Villegas-Soto,<sup>2</sup> Teresa Reyna Trujillo<sup>3</sup>  
Alberto Gómez-Tagle-Rojas<sup>4</sup>

### RESUMEN

El área de estudio se encuentra en el Municipio de Tehuiztzingo, Puebla. El clima del lugar es cálido, con temperatura media anual entre los 22° — 26° C, siendo enero el mes más frío con más de 18° C. La época de lluvias es durante el verano, con un promedio anual de 840 mm. La vegetación natural está integrada por selva caducifolia mezclada con cactáceas.

Debido a que en las plantaciones del lugar se observaron síntomas de clorosis en cítricos y mangos, hubo necesidad de conocer las probables causas de estas deficiencias, considerando que podrían ser propiciadas por las características del suelo y el clima. Se encontró que los suelos están formados por 5 series con 6 tipos, todos ellos de naturaleza alcalina, pobres en materia orgánica, con trazas de sales solubles y valores bajos en elementos fertilizantes. El agua que se utiliza es altamente salina y condicionada para riego.

De acuerdo con la información contenida en este artículo, se sugiere mejorar estos suelos a base de drenajes y sustancias químicas (yeso, sales de hierro y quelatos), además de experimentos para conocer el comportamiento de porta-injertos resistentes a condiciones salinas.

### ABSTRACT

The area under study is in the Municipality of Tehuiztzingo of the State of Puebla. The climate is warm with average annual temperature that ranges between 22° — 26° C. The rainy season is in the summer and the average annual precipitation is 840 mm. The natural vegetation comprises deciduous plants and cacti. In the citrus and mango orchards there is noticeable chlorosis, which prompted to investigate the causes of this deficiency.

The soils can be classified within 5 series and 6 types, all of them are of alkaline nature, with low amounts of organic matter, little soluble salts and low fertility. The water for irrigation has high contents of soluble salts; therefore, it can be used only under very specific circumstances.

According to the information obtained in this study, it can be inferred that the soils need drainage as well as chemical compounds (gypsum, iron salts and chelates) in order to improve them. Also, it is necessary to use rootstocks that can be propagated by vegetative means, which have been previously selected for saline conditions.

### INTRODUCCION

El Municipio de Tehuiztzingo se localiza al sur del Valle de Puebla. Hacia el norte y noreste limita con los Valles de Atlixco, de Izúcar de Matamoros y de Chiautla (Fuentes-Aguilar, 1972); hacia el sur y suroeste limita con la Sierra de Acatlán (Figura 1). Toda esta región está dentro de la cuenca hidrográfica del Río Atoyac.

El municipio y sus alrededores están a una altitud del orden de los 1,250 m sobre el nivel del mar (Departamento Cartográfico Militar, 1961). Las prominencias topográficas más importantes que se encuentran cerca del área estudiada son: hacia el norte el Cerro Pedernal con 1,500 m sobre el nivel del mar y hacia el este, el Cerro Guitarra con 1,300 m sobre el nivel del mar.

El área de estudio (Figura 1), que en este caso comprendió los terrenos del Centro Regional de

Desarrollo Frutícola "Benito Juárez", se localiza aproximadamente a 10 km hacia el noreste de la cabecera municipal de Tehuiztzingo (García y Falcón, 1972). Muy próximo a dicha área se encuentra el Cerro del Yeso, pequeña elevación que tiene influencia en las características edafológicas de la región.

Hacia el sureste, está la Barranca de la Española por donde corre un pequeño afluente del Río Atoyac.

### GEOLOGIA

Calderón-García (1956) designó a las rocas sedimentarias que subyacen a esta región con el nombre de Formación Tehuiztzingo. Esta unidad estratigráfica está constituida por depósitos lacustres bien estratificados, formados por bancos de areniscas arcillosas, en partes calcáreas, de espesor variable

1 — Investigación desarrollada en colaboración con la Escuela Nacional de Fruticultura, CONAFRUT, México, D. F.

2 — Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

3 — Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

4 — Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán, Estado de México.

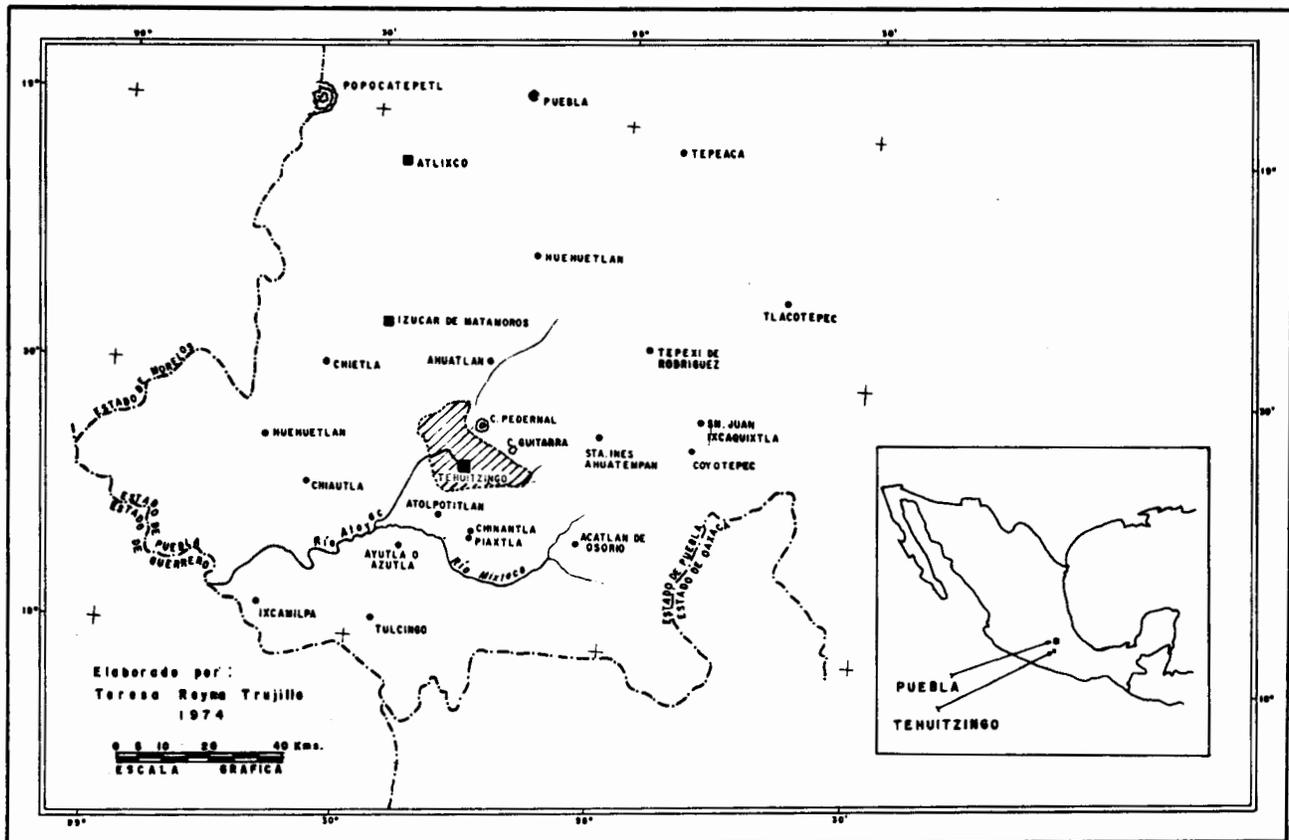


Figura 1.—Localización del área de estudio.

(de 20 cm a más de 2 m), de grano grueso a medio, con cuarzo, feldespato y glauconita, de color gris y gris verdoso, en parte conglomeráticas y en parte con estratificación cruzada. Presenta intercalaciones de caliza de color crema, y de arcillas y limos de color verde esmeralda y gris, siendo las primeras de aspecto travertinoso, estratificadas, en bancos de un promedio de 30 cm y con nódulos y capas lenticulares de calcedonia y pedernal gris.

La Formación Tehuizingo descansa concordantemente sobre los conglomerados con andesita de la Formación Amatitlán y, en algunos lugares, está cubierta, también concordantemente, por conglomerados gruesos de andesita.

Los únicos fósiles que se han encontrado son restos de ostrácodos y material vegetal. Se piensa que estos depósitos corresponden al Pleistoceno.

#### CLIMA

El Municipio de Tehuizingo no cuenta con estación meteorológica. Sin embargo, por extrapolación de los mismos se puede hacer un análisis macroclimático de la región, para lo cual se han tomado los datos que proporciona la estación más cercana que es Piaxtla, Puebla, localizada al sur de dicho municipio (Figura 2).

La temperatura media anual que prevalece en el área de estudio, es alrededor de 24°C, siendo enero el mes más frío, con 20.5°C de temperatura promedio y mayo el más caliente con 27.5°C. Debido a que la época más caliente del año se presenta antes del solsticio de verano, se considera que la marcha

de la temperatura es de tipo Ganges (Figura 3).

El régimen de lluvias en la región es de verano (de mayo a octubre inclusive), llegándose a tener en algunos años un poco más de 800 mm. En promedio, la lluvia es del orden de los 840 mm. El mes más lluvioso es septiembre con 170 mm aproximadamente y febrero el mes más seco con 3.0 mm; es decir, durante el invierno se presenta una marcada sequía (Figura 4). Como la precipitación es uno de los elementos más variables del clima (García *et al.*, 1974), en la Tabla 1 se han puesto los valores promedio de lluvia que se tienen en el área y las probabilidades (en %) de que caiga esta cantidad o más en el mes o en el año.

Concluyendo, se puede decir, que la época en que se debe pensar en una mejor planificación para el riego es de diciembre a abril inclusive, dado que son los meses con menores probabilidades (25%) de lograr precipitaciones que sean aprovechadas por la vegetación.

Analizando los elementos (temperatura y precipitación) en que se basan la gran mayoría de las clasificaciones climáticas y de acuerdo con el sistema de Köppen, modificada por García (1964), en el área de estudio se tiene el siguiente clima:

A w<sub>0</sub>'' (w) (i)' g

Esta designación se refiere a un clima caliente con temperatura media anual entre 22° y 26° C y la del mes más frío superior a 18° C, que es el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvias de verano, con presencia de canícula (o sequía intrastival) con intensidad de 25% aproximadamente

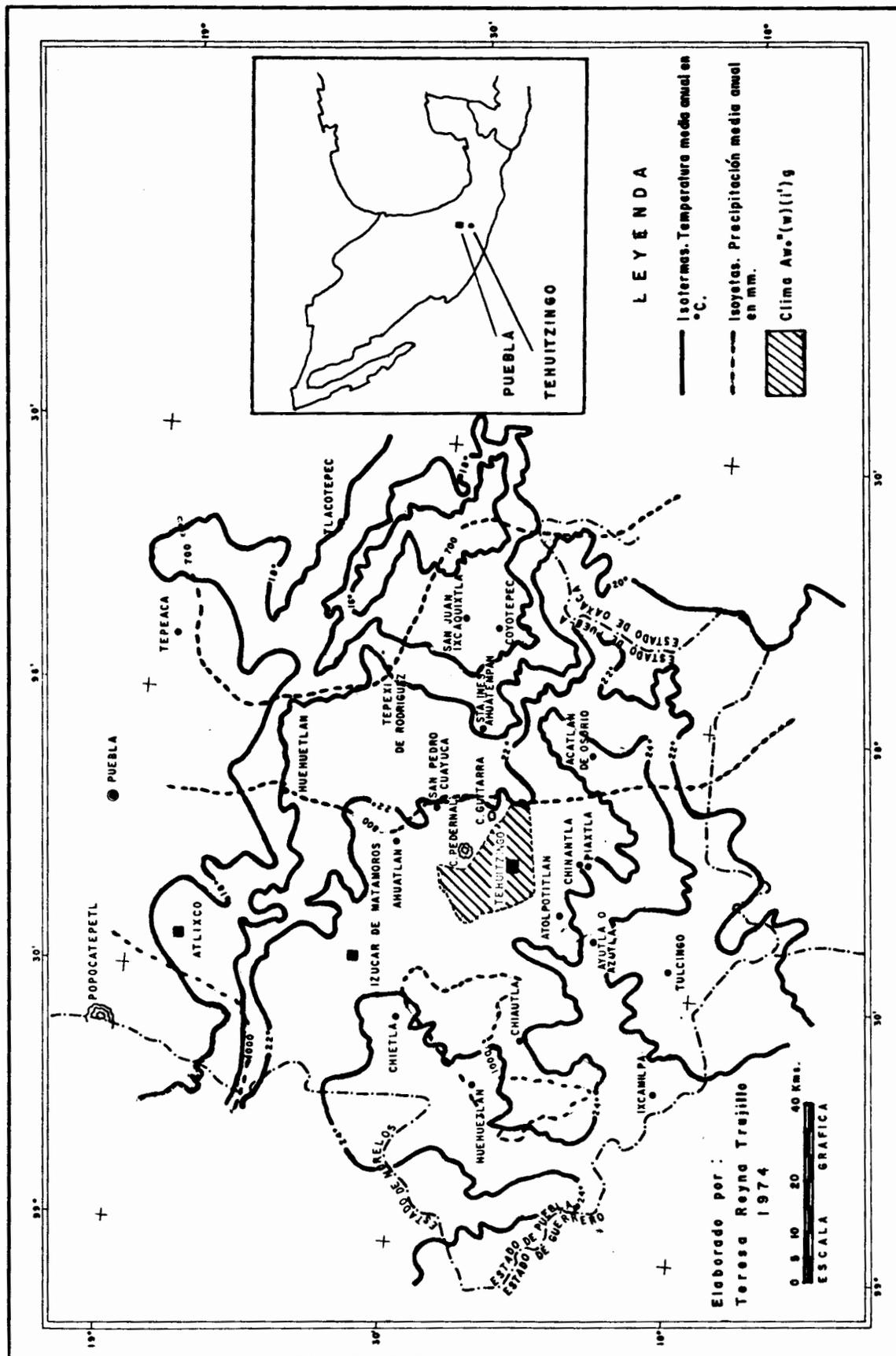


Figura 2.—Elementos climáticos de la región de estudio.

(Reyna-Trujillo, 1970) o sea, con una disminución de lluvias en los meses de julio y agosto. Por lo tanto, los dos máximos de precipitación se tienen en junio y en septiembre; en este último mes la cantidad de lluvia se ve aumentada por la incidencia de ciclones tropicales, sobre todo de aquellos que tocan las costas del Golfo de México y que pueden penetrar posteriormente a tierra. Jáuregui-Ostos (1967) menciona que de los ciclones que han tocado las costas del Golfo (96 aproximadamente desde 1905 hasta 1958), el 15% han dañado las costas de Veracruz y seguramente también algunas áreas del Estado de Puebla.

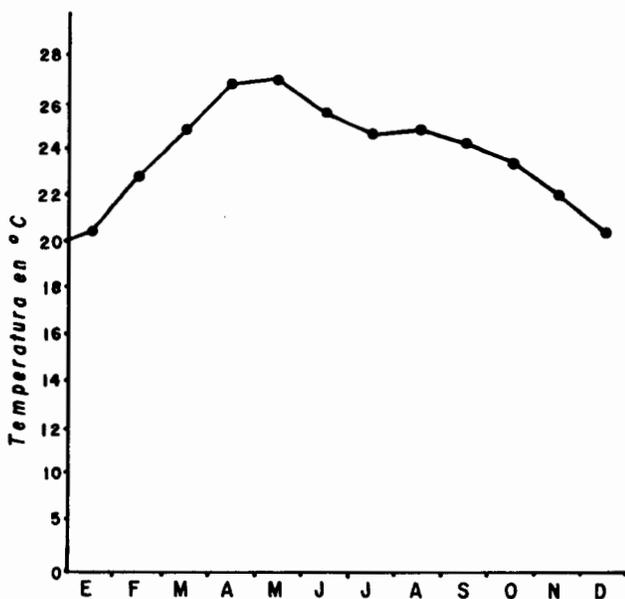


Figura 3.—Temperatura media mensual.

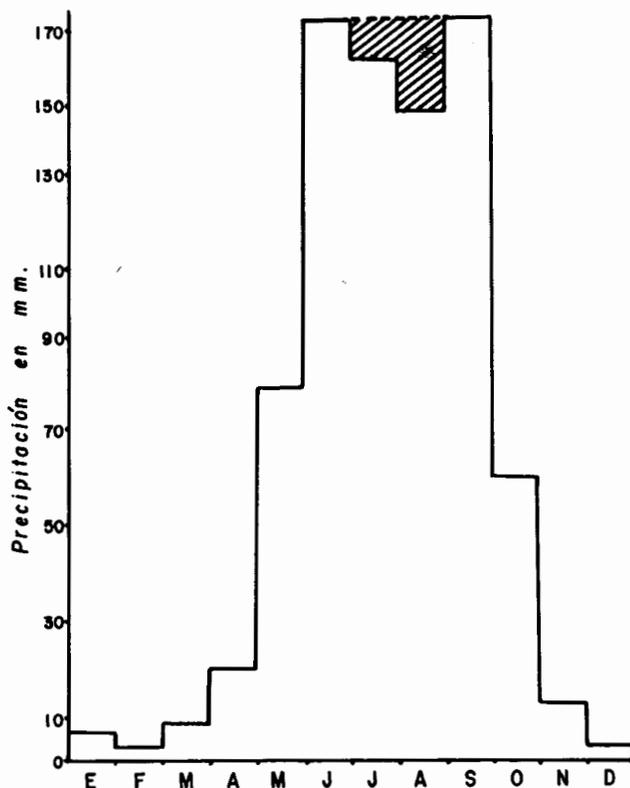


Figura 4.—Precipitación media mensual.

La precipitación invernal es escasa, no llegando a representar ni siquiera el 10% de la total anual. Cuando llega a presentarse, es debido a la influencia de perturbaciones llamadas comúnmente "nortes".

La oscilación de la temperatura, es decir, la diferencia entre el mes más frío y el más caliente, es de 7° C, por lo que se concluye que hay poca oscilación en la región y la marcha de la temperatura es de tipo Ganges.

Otros elementos climáticos que se han identificado en la región son:

**Temperatura máxima promedio.**—Para el mes más caliente, que es mayo, ha sido de 36° C (Soto-Mora y Jáuregui-Ostos, 1968).

**Temperatura mínima promedio.**—Las temperaturas más bajas se han registrado en enero, oscilan entre 12 y 14° C (Soto-Mora y Jáuregui-Ostos, 1965).

**Número promedio de días despejados.**—La ocurrencia de días despejados en la zona es alta, con más de 220 días.

**Tempestades eléctricas.**—Su presencia es muy escasa, pues es menor de 10 días al año.

**Granizo.**—Durante el año se registran aproximadamente 5 granizadas, asociadas en ocasiones con tormentas eléctricas

VEGETACION

De acuerdo con el criterio de Miranda y Hernández (1963), la vegetación natural en el Municipio de Tehuiztzingo está o estuvo representada por la selva baja caducifolia, mezclada principalmente con cactáceas del tipo candelabriforme.

Los árboles que forman la selva baja caducifolia se caracterizan por tener una altura que varía de los 8 a los 15 m y generalmente pierden casi en su totalidad el follaje durante la época seca del año (de noviembre a abril). Se encuentran representando este tipo de vegetación, entre otros:

- Bursera* spp ..... cuajote
- Juliana adstringens* ..... cuachalalate
- Ipomoea* spp ..... cazahuate
- Ceiba parvifolia* ..... pochote

Dentro de las cactáceas, que comúnmente se mezclan con dicha selva, se encuentran las siguientes:

- Lemaireocereus webery* ..... } cardones
- Lemaireocereus dumortieri* ..... }
- Cephalocereus* spp ..... viejitos
- Opuntia* spp ..... nopales

SUELOS

Debido a que en algunos de los frutales (toronja y mango) que hay en las plantaciones se observaron síntomas de clorosis, necrosis en los bordes de las hojas, disminución del crecimiento, manchas amarillas, etc., se decidió conocer las características de los suelos. Para ello inicialmente se hizo un recorrido del terreno, anotando el color superficial, además texturas al tacto y pedregosidad. Posteriormente, se llevó a cabo un muestreo de suelos con un total de 18 perfiles (Tabla 2), localizados en zig-zag, tomando en cuenta las líneas de parcelas en cultivo.

Los pozos de observación (Figura 5) se cavaron hasta 1.50 m de profundidad. En cada uno se tomaron datos respecto al número y disposición de las capas u horizontes, grosor máximo y mínimo del mismo con el fin de saber hacia que dirección había engrosamiento o adelgazamiento de suelo y subsuelo,

Tabla 1.— Probabilidades de la precipitación.

Meses del año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Precipitación	6.2	3.0	7.6	19.8	80.9	168.9	159.1	148.4	169.9	59.9	13.6	3.6	840.9
Probabilidades en%	25.0	25.9	25.8	30.4	39.4	43.8	41.1	42.5	43.9	40.2	27.8	25.9	46.5

color, textura al tacto, presencia de raíces, sales, concreciones, humedad, estructura, etc. Las muestras obtenidas se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Nacional de Fruticultura, donde se determinaron pruebas de textura (Boyucos modificado), pH (por potenciómetro), materia orgánica (Walkey-Black), nitrógeno total (Kjeldahl), conductividad eléctrica, sodio, potasio (absorción atómica), calcio, magnesio, sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos en extracto de saturación.

Tabla 2.—Tipos de suelo y pozos representativos.

Zona "A"	
Tipo	Pozos representativos
Migajón arcillo-arenoso Tehuitzingo	1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 18
Franco Tejalpa	13
Migajón arenoso Tehuitzingo	3, 4, 7, 10
Zona "B"	
Arcilla Matamoros	12, 16
Arcilla Chinantla	14, 17
Arcilla Hidalgo	15

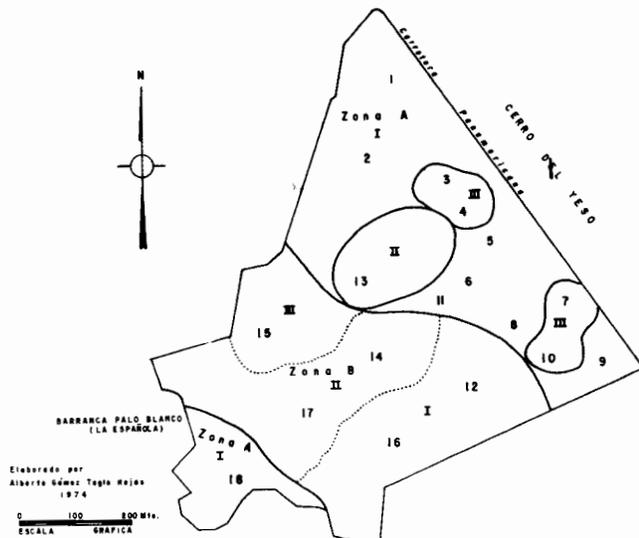


Figura 5.—Localización de los pozos de observación en el área estudiada.

Mediante la interpretación de los perfiles y los análisis de laboratorio (Tabla 3), se levantó el mapa de suelos del área de estudio (Figura 6) y se encontró que ésta está dividida en dos zonas con diferentes suelos y subsuelos.

**Zona A.**—Donde los suelos presentan superficialmente un color café claro, a partir de los 40 cm de profundidad aproximadamente, las capas se vuelven a color gris oscuro. En zonas pequeñas se presentan capas con moteadas de gravas color claro; la textura dominante en la capa 0 — 40 cm es de migajón arcillo-arenoso, aunque también se encuentran

suelos francos y migajón arenoso. En los subsuelos las texturas son migajón arcillo-arenoso y arcillas; en general, se presenta una salinidad baja (Richards, 1973), pues la conductividad eléctrica, tomada en extracto de saturación, no pasa de 2 mmhos. En sodio varía de 0.16 a 0.60 ppm, niveles que, a pesar de ser bajos, están asociados con altos porcentajes de arcilla y afectan directamente a las variedades de toronja y mango. Los pH que se registran oscilan de ligeramente alcalinos (7.6) hasta alcalinos (9.0). Los niveles de materia orgánica son bastante bajos, debido a que la mayor parte de los valores obtenidos tienen como promedio 0.5% y el valor más alto es de 1.13%. Los nutrientes, en general, también presentan valores bastante bajos, por lo que, entre otros motivos, el crecimiento es deficiente en los árboles.

**Zona B.**—Los suelos presentan en la capa superficial un color café oscuro y en las profundas, aproximadamente a partir de los 60 cm un color que varía entre café claro y gris, presentándose también moteados claros por gravas. La textura dominante en la capa superficial es de arcilla, cuyos porcentajes ascienden hasta 51% y en las capas profundas varía entre migajón arcilloso, arcillo-arenoso y arenoso. También en esta zona la salinidad no alcanza valores altos, ya que la conductividad eléctrica se encuentra entre 1.5 y 2 mmhos. El sodio, por absorción atómica, asciende a 0.69 ppm y se vuelve a apreciar como las sales están más concentradas en los estratos arcillosos. Los pH registrados son alcalinos de 8.2 a 8.7. La materia orgánica sigue presentando valores muy bajos, así como el nitrógeno total y otros nutrientes. En esta zona están plantados tamarindo, mamey, guanábana y guayabo, no afectados por la clorosis antes citada.

DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELO

**Migajón arcillo-arenoso Tehuitzingo.**—Suelos de textura migajón arcillo-arenoso, color café claro hasta los 43 cm de profundidad y de 43 a 145 cm color gris oscuro. Se presentan capas de grava y la salinidad no es muy alta pues la conductividad eléctrica no pasa de 2 mmhos. Son alcalinos entre 7.6 y 9.0. Tanto la materia orgánica como los nutrientes tienen valores muy bajos.

**Franco Tejalpa.**—Presenta suelo franco entre los 25 y 70 cm de profundidad y en el subsuelo de 70 a 140 cm arcilla, en concentraciones que alcanzan hasta un 50%. Son alcalinos entre 7.9 y 8.5, y superficialmente son de color café claro y en las capas internas el color es gris oscuro. La salinidad no pasa de 2 mmhos y los niveles de materia orgánica y nutrientes son bajos.

**Migajón arenoso Tehuitzingo.**—Son suelos de textura migajón arenoso hasta los 90 cm y arcillo arenoso de los 90 a los 140 cm. La capa superficial es de color café claro y en la parte profunda es de

Tabla 3.—Análisis físico-químico de suelos

Prof. cm.	Textura			Nombre	pH 1.25	(Agua)		M.O. %	N% Total	C.E. mmhos	Na ppm	K ppm	Ca(act) meq/1	Mg. meq/1	SO <sub>4</sub> meq/1	Cl meq/1	CO <sub>2</sub> meq/1	HCO <sub>3</sub> meq/1
	Arena	Limo	Arc.			1.5	8.0											
Pozo 1	0-43	66	18	20	Mig. Arc. Are.	8.0	8.4	1.13	0.360	1.284	0.27	0.51	2.50	0.30	3.20	3.28	1.60	4.00
	43-56	66	10	24	Mig. Arc. Are.	8.4	8.5	0.78		1.418	0.35	0.24	4.70	0.18	0.80	3.28	1.60	4.00
	56-132	42	18	40	Mig. Arcilloso	8.3	8.6	0.50		1.554	0.47	0.26	3.20	0.24	3.20	3.36	1.60	4.00
Pozo 2	0-37	58	10	32	Mig. Arc. Are.	8.4	8.6	0.28	.034	1.162	0.18	0.30	3.90	0.06	2.40	2.80	3.20	1.60
	37-86	49	19	32	Mig. Arc. Are.	8.4	8.7	0.28		1.480	0.52	0.16	3.80	0.36	4.00	2.80	3.20	1.60
	86-121	55	17	28	Mig. Arc. Are.	8.5	8.8	0.15		2.072	0.82	0.19	3.90	0.42	5.60	1.92	1.60	6.40
	121-150	58	14	28	Mig. Arc. Are.	8.7	8.9	0.28		1.812	0.72	0.22	3.50	0.84	4.80	1.60	1.60	2.40
Pozo 3	0-43	70	14	16	Mig. Arenoso	8.7	8.7	0.75	.045	1.242	0.19	0.64	3.20	0.18	3.20	1.92	1.60	4.00
	43-56	72	10	18	Mig. Arenoso	8.7	8.5	0.35		1.190	0.15	0.47	3.40	1.98	5.60	1.44	1.60	4.00
	56-132	54	16	30	Mig. Arc. Are.	8.3	8.6	0.28		1.294	0.22	0.22	3.10	0.05	4.00	2.88	1.60	3.20
Pozo 4	0-30	38	26	36	Mig. Arcilloso	8.9	9.0	0.60	0.280	1.760	0.12	0.22	4.10	0.30	4.00	2.00	1.60	4.00
	30-105	64	14	22	Mig. Arc. Are.	8.6	8.8	0.60		1.398	0.52	0.20	4.10	0.60	4.00	2.08	3.20	2.40
	105-150	64	22	14	Mig. Arenoso	8.6	8.6	0.20		1.813	0.35	0.75	3.30	0.36	5.20	2.96	1.60	5.60
Pozo 5	0-30	60	20	20	Mig. Arc. Are.	8.4	8.6	0.42	.039	1.55	0.17	0.32	3.40	2.82	6.40	4.96	1.60	3.20
	30-87	48	20	32	Mig. Arc. Are.	8.6	8.7	0.23		1.13	0.35	0.16	4.20	0.72	3.20	2.40	3.20	1.60
	87-145	52	16	32	Mig. Arc. Are.	8.6	8.7	0.23		1.39	0.55	0.21	3.30	0.05	4.80	3.84	1.60	3.20
Pozo 6	0-25	60	14	26	Mig. Arc. Are.	8.3	8.3	0.05	.045	2.23	0.17	0.25	3.85	0.36	3.20	4.72	1.60	1.60
	25-82	54	14	32	Mig. Arc. Are.	8.5	8.6	0.28		1.24	0.22	0.24	4.60	0.12	2.40	3.20	1.60	3.20
	82-135	60	10	30	Mig. Arc. Are.	8.4	8.4	0.56		0.01	0.27	0.19	4.60	0.12	1.65	2.56	1.60	1.65
Pozo 7	0-45	64	18	18	Mig. Arenoso	7.8	7.6	0.05	.036	2.29	1.50	0.26	4.00	0.40	1.60	4.48	1.60	0.80
	45-90	64	16	20	Mig. Arenoso	8.3	8.2	0.01		1.10	0.30	0.26	4.30	0.36	1.60	2.24	3.20	0.85
	90-140	59	13	28	Mig. Arc. Are.	8.2	8.2	0.01		1.17	0.20	0.20	4.00	0.12	2.45	2.24	3.20	
Pozo 8	0-32	62	14	24	Mig. Arc. Are.	7.9	8.0	0.56	.048	0.98	0.27	0.30	4.25	0.37	1.60	3.04	4.80	0.85
	32-42	63	13	24	Mig. Arc. Are.	8.1	8.1	0.50		2.48	0.22	0.22	4.60	0.60	6.80	2.24	1.60	1.60
	42-103	54	14	32	Mig. Arc. Are.	8.0	8.1	0.05		1.60	0.38	0.18	4.00	0.12	7.25	3.28	4.80	0.80
	103-136	58	3	39	Arc. Arenoso	7.9	7.9	0.05		2.31	0.80	0.31	3.30	0.12	5.60	3.04	3.20	0.80
Pozo 9	0-24	64	16	20	Mig. Arc. Are.	8.4	8.2	0.56	.062	1.29	0.38	0.25	4.60	0.40	7.60	2.88	4.80	0.80
	24-80	36	42	22	Franco	8.3	8.4	0.08		1.24	0.23	0.13	5.00	0.75	7.60	4.16	3.20	0.85
Pozo 10	0-30	62	20	18	Mig. Arenoso	8.2	8.2	0.15	.053	1.28	0.69	0.57	4.80	0.36	1.60	3.28	4.80	0.80
	30-60	61	19	20	Mig. Arc. Are.	8.3	8.3	0.28		1.10	0.77	0.24	4.80	0.36	1.60	3.36	3.20	
	60-150	30	24	46	Arcilla	8.1	8.3	0.15		1.00	0.66	0.20	3.60	0.36	1.60	3.28	2.80	0.80
Pozo 11	0-27	56	20	24	Mig. Arc. Are.	8.1	8.1	0.65	.070	1.60	0.16	0.18	4.00	0.60	1.00	2.00	1.60	2.6
	27-38	53	18	29	Mig. Arc. Are.	8.1	8.1	0.65		1.17	0.20	0.25	3.60	0.60	1.30	2.24	1.60	1.6
	38-80	30	21	49	Arcilla	8.1	8.3	0.50		1.25	0.27	0.22	3.60	0.12	0.80	3.00	0.80	0.8
	80-132	34	18	48	Arcilla	7.9	8.2	0.05		1.00	0.20	0.16	2.50	0.30	0.80	2.24	0.80	0.8
Pozo 12	0-100	34	19	47	Arcilla	8.3	8.3	0.80	.062	1.52	0.52	0.30	2.50	0.35	3.30	3.20	1.75	2.40
	100-125	23	24	53	Arcilla	8.4	8.5	0.50		1.52	0.37	0.45	3.00	0.24	3.30	3.20	2.05	1.00
	125-150	33	35	32	Mig. Arcilloso	8.3	8.5	0.06		1.60	0.37	0.25	3.20*	0.24	2.50	3.36	1.80	0.80

color gris oscuro. Contiene porcentajes altos de arena (60%) y son alcalinos entre 7.6 y 9.0, con salinidad baja inferior a 2 mmhos, y con bajos niveles de materia orgánica y nutrientes.

*Arcilla Matamoros.*—Suelos con capa de 60 a 100 cm de profundidad, con textura principalmente

arcillosa (hasta un 51% de arcilla), de color café oscuro, y de los 100 a los 153 cm migajón arcilloso de color gris. La salinidad tiene valores entre 1.5 y 2 mmhos de conductividad eléctrica. Son suelos alcalinos con valores entre 8.2 y 8.5, y tanto la materia orgánica como los nutrientes tienen valores bajos.

LOS SUELOS DE LA REGION DE TEHUITZINGO, PUEBLA

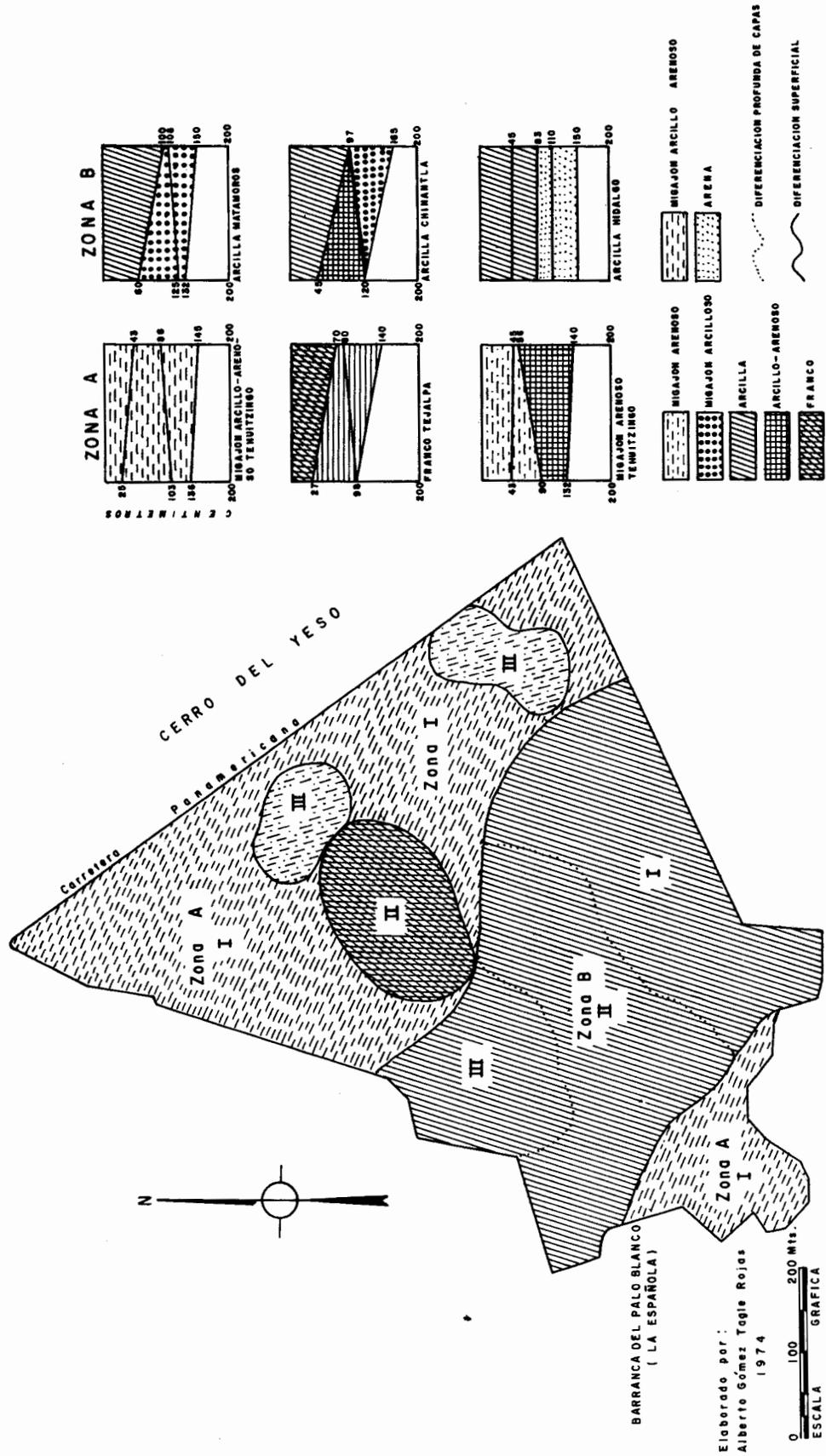


Figura 6.—Mapa de suelos del Centro Regional Frutícola Benito Juárez, Municipio de Tehuiztzingo, Estado de Puebla.

**Arcilla Chinantla.**—Suelos con textura superficial arcillosa (hasta un 50% de arcilla), que se presentan entre 45 y 97 cm de profundidad. De 95 a 120 cm de profundidad se encuentra suelo arcillo-arenoso y de 120 a 165 cm migajón arcilloso. Son alcalinos con valores entre 8.1 y 8.6. La salinidad es inferior a 2 mmhos. Tanto la materia orgánica como los nutrientes tienen valores muy bajos.

**Arcilla Hidalgo.**—Suelos con textura superficial arcillosa (hasta 51% de arcilla). Esta capa es color café oscuro y tiene 83 cm de espesor. De 83 a 150 cm de profundidad, es de textura arenosa de color café claro. También son alcalinos con pH entre 8.3 y 8.5. La salinidad no pasa de 2 mmhos. La materia orgánica y los nutrientes son de valores bajos.

El agua de riego (Tabla 4), analizada en el laboratorio, se clasificó como C<sub>5</sub>S<sub>1</sub> (altamente salina), por lo que no se puede emplearla en suelos con drenaje deficiente, ni aún si éste es adecuado, ya que requiere de prácticas especiales para controlar su salinidad, debiendo seleccionar plantas tolerantes a ésta.

Tabla 4.—Análisis del agua de riego.

	Muestra 1	Muestra 2
Localización:	Río Atoyac	Río Atoyac
Sedimento	trazas	trazas
pH	7.8	8.7
Conductividad Eléctrica		
mmhos/cm. 25° C	.780	.753
Cationes: (meq/litro)		
Ca + †	1.20	0.62
Mg + †	2.80	3.20
Na +	2.18	1.90
K +	0.92	0.92
Total	7.10	6.64
Aniones: (meq/litro)		
CO <sub>3</sub> =	0.0	1.24
HCO <sub>3</sub> -	4.34	2.06
Cl-	2.10	2.30
SO <sub>4</sub> =	0.0	0.0
Total	6.44	5.60
% de CO <sub>3</sub> = y HCO <sub>3</sub> - en el total de aniones	67 %	58.9 %
S.E. (meq/litro)	3.10	
S.P. (meq/litro)	2.10	3.34
C.S.P. (meq/litro)	0.30	2.30
P.S.P.		
P.S.I.		
R.A.S. (meq/litro)	2.40	1.20
Clasificación: C <sub>5</sub> S <sub>1</sub>		

Agua altamente salina. Conviene sólo en suelos con drenaje adecuado y controles de salinidad.

#### CULTIVOS

Actualmente y según datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola, Secretaría de Agricultura, la superficie cultivable en el Municipio es de 6,330 Has. las cuales están dedicadas primordialmente al cultivo de maíz, frijol, pastos, bosques y una mínima parte al cultivo de la papa.

En especial, los frutales que se han introducido en el Centro Regional de Desarrollo Frutícola son del tipo perenne y tropicales. Sin embargo, su adaptación no en todos los casos ha sido la adecuada. A continuación se mencionan, en orden decreciente, los que han logrado prosperar.

<i>Stenocereus pruinosus</i> .....	pitaya de mayo
<i>Annona muricata</i> .....	guanábana
<i>Tamarindus indica</i>	
<i>Tamarindus indica</i> var. <i>chacona</i> ...	— tamarindo
<i>Tamarindus indica</i> var. <i>tolome</i>	
<i>Psidium guajava</i> .....	guayaba
<i>Manguijera indica</i> .....	mango

Los siguientes frutales han sido introducidos con malos resultados:

<i>Citrus paradisi</i>	
<i>Citrus paradisi</i> var. <i>Rubi Red</i>	— toronja
<i>Citrus paradisi</i> var. <i>Red Blush</i>	
<i>Citrus paradisi</i> var. <i>Marsh</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Zill</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Cambodiano</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Saigon</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Tommy Atkins</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Haden</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Keith</i>	— mango
<i>Manguijera indica</i> var. <i>July</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Blue</i>	
<i>Manguijera indica</i> var. <i>Sensación</i>	

Por último, se proyectaba la introducción de:

<i>Citrus lemon</i> var. <i>Mexicano</i> .....	limón
<i>Citrus reticulata</i> .....	tangerina

#### CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio realizado se tienen las conclusiones siguientes:

El área presenta problemas de tipo climático por su baja precipitación. El riego debe planearse tomando en cuenta que de diciembre a abril hay solamente un 25% de probabilidad de lluvia; además, la elevada temperatura durante los meses de mayo a junio, causan una fuerte evapotranspiración.

De acuerdo con los resultados que se indican en el mapa de suelos (Figura 6), se puede concluir que existen en el área estudiada 5 series con 6 tipos, resultando todos ellos de naturaleza alcalina, pobres en materia orgánica, con trazas de sales solubles y valores bajos en elementos fertilizantes. El agua que se utiliza es altamente salina y condicionada para riego.

#### RECOMENDACIONES

La clorosis que se manifiesta en frutales, tales como toronja y mango, se puede evitar estableciendo drenajes para bajar el manto freático, agregar sustancias químicas mejoradoras, tales como yeso agrícola, que produce agregados en las arcillas, sales de hierro y quelatos. Se recomienda experimentar con porta-injertos resistentes a condiciones salinas y, por último, desde el punto de vista económico se deben preferir cultivos regionales.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón-García, Alejandro, 1956, Estratigrafía de la Carretera Panamericana entre Petlalcingo, Pue. y Puebla, Pue.: Cong. Geol. Internal., 20, México, Libro-guía de la Excursión A-11, p. 29-33.
- Departamento Cartográfico Militar, 1961, Hoja Acatlán 14Q-h(12): México, D. F., Sría. Defensa Nal., mapa topográfico, esc. 1:100,000.

- Fuentes-Aguilar, Luis, 1972, Regiones naturales del Estado de Puebla: México, D. F., Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, 143 p.
- García, Enriqueta, 1964, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana): México, D. F., Offset Larios, S. A., 71 p.
- García, Enriqueta, y Falcón, Zaida, 1972, Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana: México, D. F., Editorial Porrúa, S. A., p. 69-72.
- García, Enriqueta, Vidal, Rosalía, Tamayo, L. M., Reyna, Teresa, Sánchez, Rubén, Soto, Margarita, y Soto, Enrique, 1974, Precipitación y probabilidad de la lluvia en la República Mexicana y su evaluación; Puebla-Tlaxcala: México, D. F., Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, y Sría. Presidencia, CETENAL, publ. 74/009.
- Jáuregui-Ostos, Ernesto, 1967, Las ondas del este y los ciclones tropicales en México: Rev. Ing. Hidr., v. 21, p. 197-208.
- Miranda, Faustino, y Hernández, Efraín, 1963, Los tipos de vegetación de México y su clasificación: Bol. Soc. Bot. Mexicana, núm. 28, 179 p.
- Reyna-Trujillo, Teresa, 1970, Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos de México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, Cuadernos, 64 p.
- Richards, L. A., 1973, Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos: México, D. F., Ed. Limusa, S. A., 176 p. Traducción de U. S. Dept. Agr., Manual 60.
- Soto-Mora, Consuelo, y Jáuregui-Ostos, Ernesto, 1965, Isotermas extremas e índice de aridez en la República Mexicana: México, D. F., Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, 30 p.
- Soto-Mora, Consuelo, y Jáuregui-Ostos, Ernesto, 1968, Cartografía de elementos bioclimáticos en la República Mexicana: México, D. F., Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, 64 p.
-