

LA PRODUCTIVIDAD DE LOS DISTRITOS DE RIEGO EN LA REPUBLICA MEXICANA

por LUIS FUENTES AGUILAR (*)

GENERALIDADES

La República Mexicana situada en el continente americano, dentro del Hemisferio Boreal, ocupa una extensión superficial de 1.972.547 km², localizándose entre los paralelos 14°30' y 32°43' de latitud norte y entre los 86°46' y 117°07' de longitud oeste. Limita al norte con Estados Unidos, su frontera se extiende a lo largo de 3.119 kilómetros de los cuales, 2.031 corresponden al trazo del río Bravo o río Grande del norte y el resto a líneas convencionales marcadas por 258 monumentos o mojoneras, exceptuando 34 kilómetros que corresponden al trazo del río Colorado.

Al sureste, la República Mexicana limita con Guatemala y Honduras Británicas o Belice. La frontera con Guatemala tiene una extensión de 962 kilómetros de los que 85 corresponden al río Suchiate, 300 a los ríos Chixoy y Usumacinta y el resto está marcado por meridianos y paralelos. La frontera con Belice tiene un desarrollo de 176 kilómetros, de los que 148 corresponden al río Hondo, 17 al río Azul y 11 al meridiano llamado del Salto de Garbutt.

Por el este limita con el golfo de México de las Antillas, extendiéndose sus litorales a lo largo de 2.693 kilómetros y al oeste con el Océano Pacífico cuyos litorales se desarrollan en 6.790 kilómetros.

El rasgo morfológico más importante al norte del paralelo 20° es la presencia de una meseta cuya dirección general es de SSE a NNW, denominada Altiplanicie Mexicana, bordeada hacia el este por la Sierra Madre Oriental y al oeste por la Sierra Madre Occidental.

A lo largo del paralelo 19°N, una enorme cantidad de conos volcánicos, entre

(*) Investigador del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Fig. 1. México

los que se encuentran las elevaciones más notables del país, constituyen el Sistema Volcánico Transversal.

Más o menos a la latitud de 24°N , la altiplanicie es cruzada, en dirección NW-SE por las Sierras de Zacatecas, las que se unen, a la latitud aproximada de los 20°N , con las estribaciones boreales del Sistema Volcánico Transversal.

Al sur del paralelo 20° , las líneas generales del relieve cambian de dirección desarrollándose de oeste a este. En esta parte se localizan la Sierra Madre del Sur y la parte meridional de la Sierra Madre Oriental. La primera de estas sierras forma el borde de un macizo antiguo muy dislocado que se denomina Escudo Mixteco. Hacia el sur de éste se localiza el istmo de Tehuantepec que constituye la parte más estrecha del país. Hacia el sur se encuentra la Sierra Madre de Chiapas que bordea el litoral del Pacífico. Avanzando de esta sierra hacia el norte, se localizan la Depresión Central, las Mesetas, las Sierras Septentrionales y las llanuras de Tabasco, que son bañadas por las aguas del Golfo de México.

Al noreste de estas regiones se localiza una loza caliza casi plana denominada península de Yucatán la que es limitada por el Golfo de México y el Mar de las Antillas.

En el noroeste del país, se sitúa la península de Baja California que se extiende paralelamente a la Sierra Madre Occidental, encontrándose separada de ella por el golfo de California. Una serie de cadenas montañosas que se

suceden unas a otras, en el sentido longitudinal recorren la península acercándose mucho al litoral del golfo de California, entre ellas son notables las sierras de Juárez y la de San Pedro Mártir y otras menos elevadas que cruzan la península.

CLIMA

Al analizar las condiciones del clima de la República Mexicana debe tenerse en cuenta la existencia de dos circunstancias importantes que las modifican notablemente.

En primer lugar, el país es cruzado en su parte media por el Trópico de Cáncer limitando así una zona subtropical al norte y una zona intertropical al sur.

En segundo lugar la presencia de elevadas sierras que corren paralelas a los litorales del golfo de México y del Océano Pacífico las que actúan como barreras que impiden la penetración de vientos que viniendo del mar llegan cargados de humedad. Estos, al chocar con las vertientes exteriores de esas sierras y al ser obligados a ascender, condensan la humedad que traían produciendo abundantes precipitaciones, pasando al interior casi secos. Si a esto se hace intervenir el relieve las condiciones climáticas presentan una gama de variaciones ya que por la altitud se modifica la temperatura y por la exposición a los vientos se modifica el grado de humedad.

A efecto de resumir la importancia de la distribución de la precipitación y de la temperatura, elementos básicos en la determinación del clima de un lugar, tenemos lo siguiente:

Al sur del Trópico de Cáncer, y en la vertiente al golfo de México las tierras cuya altitud es inferior a 1.000 metros registran una temperatura media anual superior a 25°C. Los lugares cuya altitud es superior a 1.000 metros registran temperatura entre 15 y 20°C. Es esta la región más lluviosa con precipitaciones superiores a 1.500 mm. anuales debido a la influencia directa de los vientos húmedos del mar asociados con los alisios, los nortes y los ciclones tropicales.

La cantidad de lluvia que estos vientos ocasionan al ser obligados a ascender y condensar la humedad que traen al enfriarse adiabáticamente, es bastante elevada, aumentando ésta a fines de verano y principios de otoño por la presencia de perturbaciones ciclónicas que se inician en el Mar de las Antillas.

Durante el invierno, los nortes que se originan por el desplazamiento hacia el sur de masas de aire polar, producen precipitaciones abundantes en esta zona. Las precipitaciones de esta vertiente aumentan localmente por la presencia de montañas con dirección normal a la de los vientos dominantes, encontrándose ahí lugares con más de 3.500 mm. anuales de lluvia.

Al norte del Trópico de Cáncer y sobre la vertiente exterior de la Sierra Madre Oriental la temperatura media anual oscila entre 20 y 25°C, siendo notable el hecho de que la amplitud térmica es de 22°C debido a que las temperaturas

mínimas son 8°C más bajas que al sur del Trópico y las máximas difieren sólo en 2°C.

En esta zona se registran de 500 a 1.000 mm. de lluvia al año.

Por el lado del litoral del Pacífico la lluvia es menor, presentándose la temporada húmeda durante el verano y parte del otoño. Sin embargo, la vertiente exterior de la sierra Madre de Chiapas es bastante húmeda registrándose ahí más de 3.500 mm. anuales de precipitación, sobre todo en las inmediaciones del volcán de Tacaná.

La temperatura media anual es bastante elevada variando entre 24 y 26°C a lo largo del litoral.

En cuanto a las temperaturas máximas y mínimas la amplitud térmica anual presenta un valor de 14°C al sur del Trópico de Cáncer, siendo de 25°C al norte del mismo, en las planicies de Sonora y Sinaloa. La temperatura máxima de Guaymas, Sonora, es mayor de 35°C y la mínima menor de 10°C. Esta región es la más seca del país, siendo la precipitación anual menor de 100 milímetros anuales.

En la península de Baja California escasean igualmente las precipitaciones, siendo éstas menores de 300 mm. al año. Solamente en las partes elevadas de las montañas las lluvias aumentan, registrándose de 400 a 600 mm. al año.

La temperatura media anual oscila entre 18 y 22°C. Sin embargo, la amplitud anual de la temperatura es importante; las temperaturas mínimas de enero oscilan entre 4 y 10°C y las máximas entre 32 y 36°C.

La altiplanicie, en su parte sur, tiene de 600 a 1.000 mm. de precipitación al año. En general son lluvias de convección y orográficas presentándose éstas en verano. Durante el invierno prevalecen condiciones de sequía asociadas a la presencia de vientos del oeste de latitudes medias que se desplazan hacia el sur junto con la faja subtropical de alta presión. Estos vientos pueden acarrear alguna de las perturbaciones propias de latitudes medias y producir vientos fuertes, descenso de temperatura y algunas precipitaciones, que en las partes elevadas caen en forma de nieve.

En la parte central de la altiplanicie la precipitación es inferior a 500 mm. anuales.

La parte norte es una amplia zona de escasa precipitación, menos de 300 mm. al año. Esta zona árida abarca la parte norte y central de la altiplanicie, desde la frontera con Estados Unidos hasta más o menos la latitud de 24° norte.

La temperatura media anual de la altiplanicie varía entre 14° y 18°C. Sin embargo, la amplitud anual es bastante fuerte, siendo el valor más elevado del país el que se registra al norte del Trópico de Cáncer y equivale a 31° y al sur del mismo a 23°. Aquí se nota ya la influencia continental, sobre todo en la parte norte en donde la influencia de los vientos fríos que se desplazan de los centros de alta presión del Canadá avanzan hacia el sur durante el invierno, haciendo descender la temperatura considerablemente.

Sobre las partes más elevadas de las montañas del centro, oeste y sur del

territorio, la precipitación es, en general, mayor de 1.000 mm. anuales. La temperatura mínima de enero desciende a 0°C y aun a menos de 0° presentando sus cimas cubiertas de nieve las montañas más elevadas.

La península de Yucatán, desprovista de relieve, recibe menor precipitación que la parte de la llanura costera contigua a ella, se registran 1.500 mm. en la parte sur y 500 mm. en el extremo noroeste.

La temperatura media anual oscila entre 24 y 26°C.

INDICE DE ARIDEZ

A efecto de poder apreciar las condiciones de humedad del país, se calculó el índice de aridez relacionando la temperatura y la precipitación.

Para determinar este índice se utilizó la fórmula propuesta por L. Emberger modificada por Mosiño y Stretta y más tarde por E. Jáuregui (1965).

La fórmula empleada es la siguiente:

$$I = \frac{(T-t)^2 (t + 45)}{P}$$

T = temperatura máxima promedio del mes más cálido.

t = temperatura mínima promedio del mes más frío.

P = precipitación anual en milímetros.

La constante 45 es la ordenada del punto de concurrencia que se considera óptimo para el desarrollo de las plantas.

Según el valor del índice de aridez obtenido, se tienen los siguientes rangos:

Muy húmedo	< 18
Húmedo	18 a 28
Subhúmedo	28 a 38
Transición	38 a 53
Semiárido	53 a 118
Arido	118 a 500
Desértico	> 500

Al observar el mapa de la distribución de los diferentes índices de aridez se puede constatar que las zonas áridas y semiáridas ocupan gran parte del territorio abarcando amplias zonas de la altiplanicie, la llanura litoral del golfo de México al norte del Trópico de Cáncer y el extremo noroeste de la península de Yucatán. Por el lado del Pacífico, las extensas llanuras de Sonora y Sinaloa y toda la península de Baja California.

En el interior se observan algunas zonas en la cuenca del río Tepalcatepec, afluente del Balsas y en los cañones de Tomellín, Cuicatlán y sur del Estado de Puebla en los valles de Acatlán y Tehuacán.

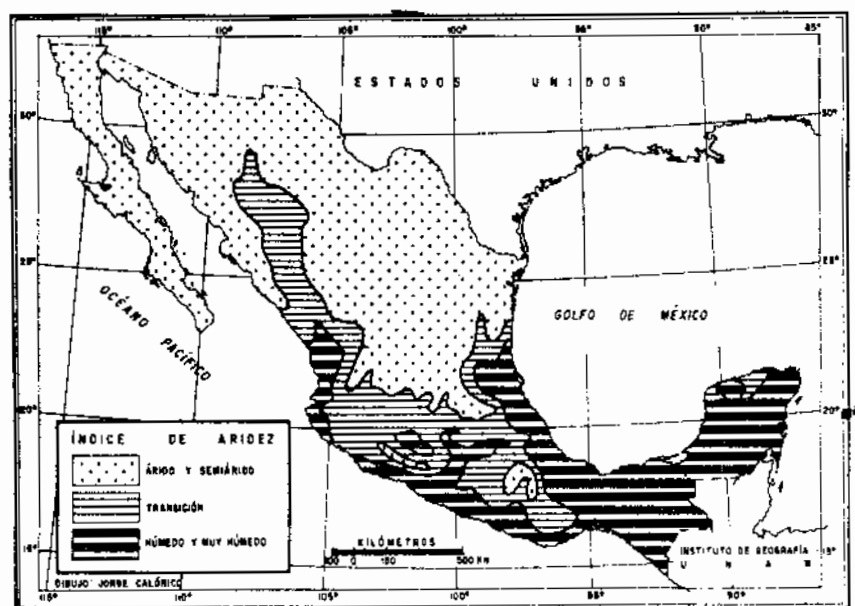


Fig. 2. Índice de aridez

La extensión que abarcan las zonas de índices áridos y semiáridos representa el 56% de la superficie total del país. Las regiones incluidas sufren la falta de agua, sobre todo en la agricultura y es donde se necesita intensificar la construcción de obras de riego.

Las regiones cuyo índice varía entre húmedo y muy húmedo representa el 24% del total del país. Este valor es menos de la mitad de lo que corresponde a los índices áridos y muy áridos.

Las zonas cuyo índice corresponde a transición se localizan en las partes elevadas de la sierra Madre Occidental así como la vertiente interior de la misma sierra, al sur del Trópico de Cáncer, las partes elevadas del Sistema Volcánico Transversal y la región de la Mixteca. El área ocupada por estas zonas representa el 20% del área total del país.

GRANDES GRUPOS DE SUELOS

Las características principales y la distribución geográfica de los grandes grupos de suelos en la República Mexicana son las siguientes:

1. *Suelos de Ando*. Se localizan en las elevaciones más importantes de la República Mexicana, a partir de los 3.000 metros de altitud, principalmente en las que forman parte del Sistema Volcánico Transversal como son: Nevado de Colima, 4.304 metros; Tancitaro, 3.400 m.; Nevado de Toluca, 4.558 m.; Ajus-

co, 3.952 m.; Popocatepetl, 5.452 m.; Iztaccihuatl, 5.286 m.; La Malinche, 4.960 m., y Pico de Orizaba, 5.757 m.

Según Wright (*) y Swindale (**), las propiedades de los suelos de Ando son las siguientes:

a) Presentan perfiles profundos muy a menudo con clara estratificación producto de la deposición, y normalmente friables en la parte superior;

b) Las capas superiores del suelo tienen espesores hasta de un metro y color pardo oscuro a negro. Contienen compuestos húmicos que son relativamente resistentes a la descomposición microbiana;

c) La agregación estructural es débil y porosa, pudiéndose destruir fácilmente;

d) Casi no hay adherencia ni plasticidad en húmedo, excepto en las capas estratificadas más antiguas y profundas, pero al secarse completamente las partículas de suelo tardan en remojarse y pueden flotar en la superficie del agua;

e) Los valores del pH, son mayores de 5,0, raramente presentan valores inferiores;

f) Tienen un alto contenido de materia orgánica en la capa superficial la que varía de 5 a 20%, y

g) Sostienen una vegetación de bosques mixtos (coníferas, encinos y gramíneas).

Los rasgos señalados se aplican generalmente a los suelos de este grupo en otras partes del mundo pero en México se encuentran suelos de Ando con una gran variedad de colores.

2. *Suelos tropicales de tipo laterítico.* Se localizan en las cuencas hidrográficas de los ríos Grijalva, Coatzacoalcos y Papaloapán y en la península de Yucatán.

Estos suelos corresponden principalmente a climas tropicales húmedos y templados subtropicales con lluvias todo el año.

Con precipitaciones abundantes y temperaturas elevadas, la edafización no solamente es más rápida y ejerce su acción a mayor profundidad, sino que además se coordina en forma tal que lleva a la formación de un producto particular: la laterita. Se emplea entonces el término laterización, para este tipo de formación de material del suelo.

En este proceso, la hidrólisis y la oxidación son muy intensas y los minerales silicatados se destruyen rápidamente. En la génesis laterítica se separan rápidamente las sales solubles de calcio, magnesio, potasio y sodio, eliminándose por

(*) Wright, A. C. The Andosols or Humic Allophane Soils of South America, World Soil, Resources Report OEA, 1964, USA.

(**) Swindale, L. D. The Properties of Soil Derived from Volcanic ash, World Soil, Resources Report OEA, 1964, USA.

lixiviación, y la materia orgánica proveniente de los restos de las plantas y animales pueden mineralizarse completamente.

La descomposición de la materia orgánica contribuye a la de la materia mineral a expensas de la cual se forman los suelos. Los silicatos sufren a su vez una descomposición y se originan sesquióxidos de hierro y aluminio, los cuales se acumulan en el suelo dándole tonalidades rojizas o amarillentas.

La destrucción de la materia orgánica es muy rápida separándose las bases de las combinaciones orgánicas, de manera que se aumenta la solubilidad de la sílice y se retarda la de los sesquióxidos de hierro y aluminio que son los que le dan al suelo su aspecto característico.

3. *Suelos podzólicos*. En la República Mexicana este tipo de suelos se localizan en las regiones montañosas. En el Sistema Volcánico Transversal que se extiende en la parte central del país, en la sierra Madre Occidental, en la sierra Madre del Sur y en la sierra Madre de Chiapas.

Estos suelos corresponden, principalmente, a los climas templados y fríos húmedos. Por el color gris de estos suelos y su aspecto de ceniza se les ha aplicado el nombre de podzol y se denomina podzolización al conjunto de procesos que tienden a la formación de estos suelos.

La podzolización típica requiere ciertas condiciones: debe haber una cierta relación entre temperatura, precipitación, vegetación y otros factores que favorezcan, ante todo, una abundante acumulación superficial de materia orgánica.

La vegetación más común en este tipo de suelos es la de bosque, aunque con gramíneas puede efectuarse una débil podzolización.

La descomposición de la materia orgánica produce ácidos con gran poder disolvente. La producción de humus, se realiza por medio de los hongos.

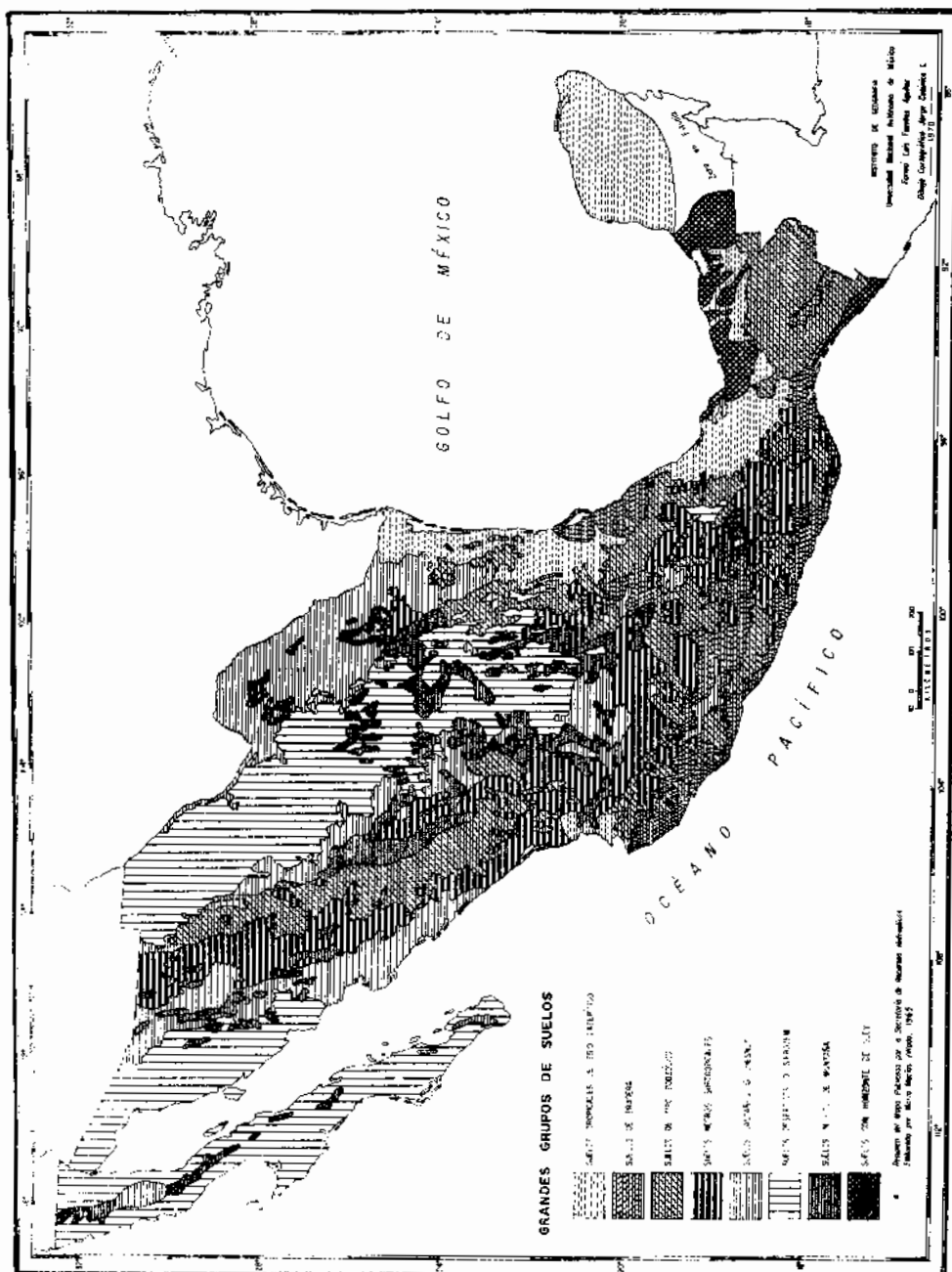
Los climas son húmedos, templados y fríos, por lo que el exceso de precipitaciones provoca el agotamiento del suelo. Los ácidos de los horizontes orgánicos, disuelven y eliminan prácticamente todos los carbonatos de las capas minerales, especialmente de calcio y los de magnesio.

El complejo coloidal del horizonte A resulta así, casi completamente saturado de hidrógeno y extremadamente ácido. En estos suelos son comunes los pH de 4 a 4,5.

4. *Suelos de pradera*. En México existen dos regiones principales donde se encuentran este tipo de suelos. Una a lo largo de la costa del Pacífico, desde el oeste de Jalisco hasta el este de Oaxaca; y la otra, en tierras del Estado de Veracruz que comienzan al sur del río Pánuco y se extienden hasta el centro de la entidad.

Estos suelos son considerados como semipodzólicos, su clima es más cálido que el de los podzólicos y como la vegetación es básicamente de gramíneas, los suelos presentan características diferentes.

Su horizonte A es, generalmente profundo, cuyo color varía de color pardo



grisáceo a pardo rojizo, con una diversidad de flora microorgánica activa. La estructura del horizonte superficial es, generalmente, granular por la influencia de la vegetación.

El contenido de calcio intercambiable es alto a pesar de la acidez manifiesta, y hay poco movimiento descendente del hierro y de la alúmina.

El horizonte B muestra, generalmente, una cierta acumulación de arcilla y a veces tiene una estructura terronosa que no siempre ayuda al drenaje. Es de color pardusco con una transición gradual a la roca madre, normalmente rica en cal.

En general, los suelos de pradera en la República Mexicana son característicos de zonas tropicales y estuvieron cubiertos de bosques tropicales, los que favorecieron el desarrollo de una cubierta de gran espesor de humus. Al desaparecer la vegetación arbórea y utilizarse estas tierras para cultivo o para praderas, el horizonte de humus se ha ido adelgazando paulatinamente.

5. *Suelos negros subtropicales.* Se localizan en zonas de transición a suelos podzólicos en la sierra Madre Occidental, en la sierra Madre del Sur, en el Sistema Volcánico Transversal y en el sur de la altiplanicie mexicana.

Estos suelos corresponden principalmente a climas templados con una estación seca bien definida. La característica fundamental es la de una acumulación de carbonatos de calcio en el horizonte B.

A medida que la humedad disminuye, es menor la presencia de sesquióxidos de hierro y aluminio, aumentando la formación de carbonato de calcio.

Cuando la humedad es moderada y la vegetación normal, el nivel de humus es de gran espesor y cuando el clima es seco, el espesor de humus es menor y el de la capa de carbonato aumenta y se acerca a la superficie.

De esta manera, en la periferia de las regiones secas, donde la humedad es moderada, surgen los suelos negros. El horizonte B de estos suelos es ligeramente alcalino y normalmente de color amarillento con manchas blancas de carbonato de calcio.

Los suelos negros son agrícolas por excelencia por la cantidad de nutrientes que poseen.

6. *Suelos castaños o chesnut.* Se encuentran, principalmente, en la sierra de San Pedro Mártir en el Estado de Baja California; en las sierras de Terras, Vallecillos y de Chávez en el Estado de Sonora; en la llanura costera de Sinaloa; en la vertiente oriental de la sierra Madre Occidental en los Estados de Chihuahua y Durango; y en la cuenca hidrográfica austral del río Bravo o Grande del norte.

Estos suelos reciben una precipitación muy escasa durante el año y su vegetación natural es de matorral espinoso y cactáceas.

Debido a la escasa lluvia, estos suelos contienen una proporción de materia orgánica mucho menor que los chernozem, y la acumulación de carbonatos se

encuentra más cerca de la superficie a veces en el horizonte A, de manera que las capas superficiales son alcalinas.

Estos suelos son aptos para la agricultura mediante sistemas de riego y técnicas proteccionistas que evitan sobre todo, la erosión eólica que es la amenaza principal en estas regiones.

7. *Suelos desérticos o sierozem.* Se localizan principalmente en la península de Baja California, en la vertiente occidental de la sierra Madre Occidental que corresponde al Estado de Sonora y en la altiplanicie mexicana.

En las regiones de clima seco, se forman círculos de suelos que tienen como característica un horizonte en el cual se encuentra una acumulación de carbonatos, siendo los de la periferia de color castaño claro. Le siguen los suelos grises o sierozem, en los que la capa de humus es de escasos centímetros o casi no existe, estando los carbonatos muy cerca de la superficie, al grado de que la erosión puede dejar al descubierto esta capa.

La vegetación que sostiene estos suelos es de selva baja espinosa con plantas suculentas. Pueden cultivarse sólo donde es posible el riego; su uso principal es para pastoreo de ganado caprino.

8. *Suelos in situ de montaña.* Estos suelos son típicos de la República Mexicana, principalmente en las montañas que alcanzan una elevación mayor de 3.000 metros, aun cuando es posible encontrar estos suelos a mayor altitud en el centro del país y a más bajas elevaciones en algunas regiones del norte.

Por lo general, los suelos de montaña tienen un perfil que se caracteriza por un horizonte superior de humus que descansan sobre la roca madre.

En estos suelos se desarrollan bosques de pino-encino, correspondiendo a las regiones más elevadas el predominio de los pinos.

9. *Suelos con horizonte de gley.* En las regiones donde se dificulta el drenaje de las aguas, se forman suelos que presentan un horizonte de gley con un contenido muy alto de humus.

En la República Mexicana se presentan en las zonas costeras principalmente en el sur del golfo de México y en el sur del golfo de Tehuantepec. En el interior del país se encuentran en localidades muy reducidas como en la ciénega de Zacapu, Michoacán y en otras regiones similares.

LAS OBRAS HIDRAULICAS Y EL DESARROLLO ECONOMICO

El Gobierno mexicano, inició en 1926, a través de la Comisión Nacional de Irrigación y continuada e incrementada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos obras tendientes al aprovechamiento del agua por medio de la construcción y operación de obras de riego, establecimiento de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, ejecución de obras de defensa contra inundaciones, concesio-

nes para el aprovechamiento de las aguas nacionales y la prevención de contaminaciones que degradan o inutilizan grandes caudales.

Estas obras han permitido llevar el riego a una significativa extensión de zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país y tienden a eliminar el exceso de agua en las zonas bajas de clima muy húmedo.

Las obras de riego son el origen del cambio decisivo en la geografía económica de México, donde ha habido un doble proceso de desplazamiento de población en los últimos años, del campo hacia las ciudades y de la región central a otras zonas del país. El primer movimiento es consecuencia del desarrollo industrial de México, y el segundo está conectado estrechamente con el anterior, y es uno de sus frutos, porque las nuevas áreas de actividad económica, constituyen centros de atracción demográfica.

Algunas obras de riego fueron construidas durante la época de la Colonia como la de Yuriria en Guanajuato, las de Pabellón y los Arcos en Aguascalientes, la de Arroyo Zarco en el Estado de México, la laguna de Meztitlán en Hidalgo y las del Río Cupatitzio en Uruapán, Michoacán.

En el primer siglo del México Independiente, las obras de riego fueron construidas por terratenientes o empresas colonizadoras con propósito de lucro, casi siempre subvencionadas por el Gobierno. Fueron hechos aislados, sin una visión de conjunto de las necesidades del país, pero que contribuyeron al desarrollo de la agricultura de riego.

Como resultado de las actividades constructivas realizadas durante esos 400 años, se estima que en 1926 se disponía de una área regada de 812 mil hectáreas.

La Comisión Nacional de Irrigación a partir de 1926 realizó las primeras obras en diversas regiones del territorio. Dentro de su tarea de incrementar las áreas regadas y la producción agrícola, inició el aprovechamiento de los afluentes del Río Bravo, particularmente los ríos Conchos en Chihuahua, San Rodrigo en Coahuila, Salado en Coahuila y Nuevo León y San Juan en Tamaulipas. Estas actividades de la Comisión permitieron asegurar en 1944, los derechos de México a las aguas internacionales porque influyeron decisivamente en la celebración del Tratado de Aguas entre México y Estados Unidos.

En 1937 se estableció, dentro de la Comisión, la Dirección de la Pequeña Irrigación para atender los requerimientos de riego de múltiples grupos de campesinos, con obras cuya operación quedó a cargo de los usuarios, organizados en juntas de agua. En esta forma, los beneficios de la política de riego se extendieron a regiones con escasez de agua o de tierras.

En 1946, después de 20 años de haber iniciado sus actividades la Comisión, se habían puesto bajo riego 420 mil hectáreas con obras nuevas y 396 mil hectáreas con obras mejoradas, es decir había beneficiado 816 mil hectáreas.

En diciembre de 1946 se creó la Secretaría de Recursos Hidráulicos que concentró las actividades iniciadas por la Comisión Nacional de Irrigación. Posteriormente se integraron, dependientes de esta Secretaría, las comisiones para el desarrollo de las cuencas de los ríos Papaloapán, Balsas, Fuerte y Grijalva así como

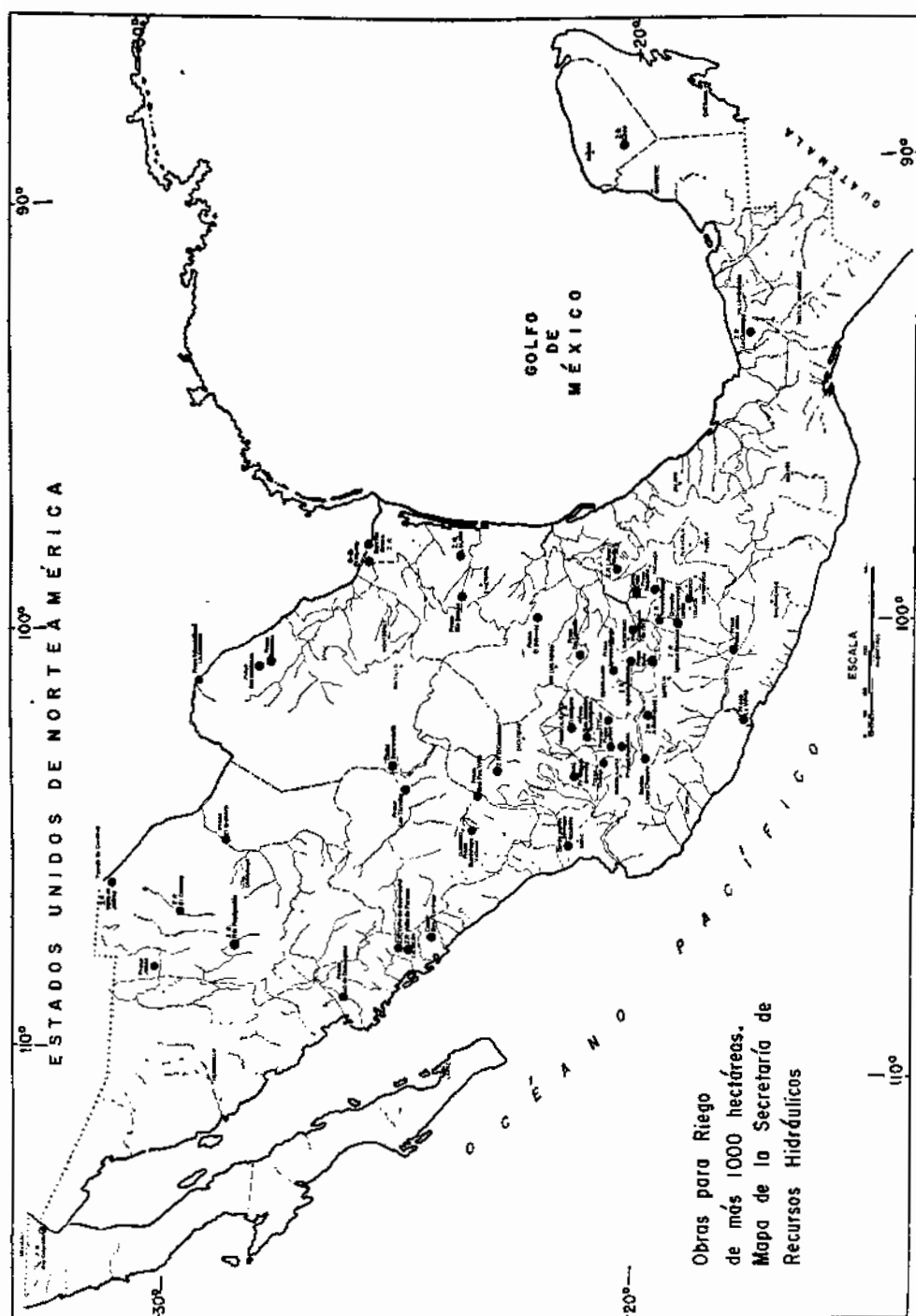


Fig. 4. Obras para riego

las comisiones para el estudio del Río Pánuco, del Valle de México y de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

En materia de riego, la Secretaría de Recursos Hidráulicos incrementó las áreas regadas. En los primeros años de la presente década y en lo sucesivo se han realizado inversiones para ejecutar obras diferidas con el objeto de rehabilitar las tierras que se han perdido por ensalitramiento.

La rehabilitación comprende básicamente la construcción de obras de drenaje agrícola. Estas tareas se iniciaron en los distritos de riego del noroeste.

A partir de 1947 la Secretaría de Recursos Hidráulicos ha construido gran número de presas de almacenamiento que permiten, además del riego, la generación de energía eléctrica en plantas construidas y operadas por la Comisión Federal de Electricidad, el control de avenidas, el abastecimiento de agua potable y el fomento de la piscicultura rural.

Se han beneficiado varias regiones del país, con obras para el control de ríos y de defensa contra inundaciones y se han realizado obras de agua potable para servir a 9 millones de habitantes y obras de alcantarillado para 4,8 millones.

De 1926 a 1968, la extensión beneficiada con riego es de 2.700.640 hectáreas; se han rehabilitado distritos de riego con una superficie de 945.700 hectáreas, rescatándose un total de 170 mil hectáreas que se venían ensalitrando.

El valor de la producción de los distritos de riego y en las unidades de pequeña irrigación, durante el ciclo 1967-1968 alcanzó \$ 10.136 millones que representaron el 32,4% de la producción agrícola nacional.

Con el fin de aprovechar íntegramente el agua en el desarrollo económico del país, la Secretaría de Recursos Hidráulicos prosigue los trabajos para el desarrollo piscícola en el medio rural y de otras especies en las lagunas litorales.

En el primer caso, principalmente para proveer un complemento alimenticio en el sector campesino y en el segundo, para inducir a incrementar la producción de camarón y otras especies comerciales.

En el medio rural se siembran alevinos en presas y corrientes naturales de varias especies como truchas, salmón, tilapia, lobina negra, carpa de Israel y mojarra de aletas azules. Con un total de 2.220.000 alevinos en 600 presas de almacenamiento y 200 corrientes.

Los Estados beneficiados se localizan en la parte central del país, a excepción del Estado de Nuevo León que se sitúa en el Norte.

La mayor parte de las lagunas litorales de la República son criaderos naturales de camarón y otras especies como ostiones, almejas, varias clases de peces y algas. Esta riqueza potencial tiende a disminuir en forma natural, a causa de un lento proceso geológico de evolución en las lagunas que, a largo plazo, pueden hacerlas desaparecer; además, las lagunas resultan afectadas debido a la contaminación provocada por las descargas y desechos industriales, aguas negras y de drenaje agrícola que generalmente contienen residuos de insecticidas, herbicidas y fertilizantes.

En el litoral del Pacífico, en los Estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y

Chiapas hay lagunas en las que las condiciones ecológicas son muy propicias para el desarrollo del camarón y otras especies. Las zonas de lagunas litorales en dichos Estados abarcan una superficie de 560.000 hectáreas, en donde capturan anualmente unos 50 kg. por hectárea de camarón. Durante los últimos 5 años, dicha captura fue en promedio unas 10 mil toneladas de camarón blanco y azul cuyo valor es de 160 millones de pesos anuales.

En 1968 se iniciaron los planes piloto Yávaros y Escuinapa, base del Plan Nacional Pesquero en Lagunas Litorales.

La zona se sitúa en las lagunas litorales del Pacífico comprendidas entre la desembocadura del Río Mayo, al Sur de Sonora y la del Río Baluarte, al Sur de Mazatlán en el Estado de Sinaloa. Básicamente las obras consistieron en canales para conducir el agua de los ríos y permitir la entrada de agua del mar, por adora de las postlarvas de camarón; estructuras de control; canales de interconexión entre esteros, lagunas y marismas, dispositivos de derivación y caminos para la operación y conservación.

La construcción de tales obras, a cargo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, se realiza con fondos provenientes de los créditos obtenidos por las cooperativas, que también cubrirán la parte proporcional de los estudios básicos que tengan relación con sus áreas de influencia.

El beneficio de los planes piloto de Yávaros y Escuinapa se derramará entre las siete sociedades cooperativas de producción pesquera, dos en Yávaros y 5 en Escuinapa, integrada por 1.200 socios.

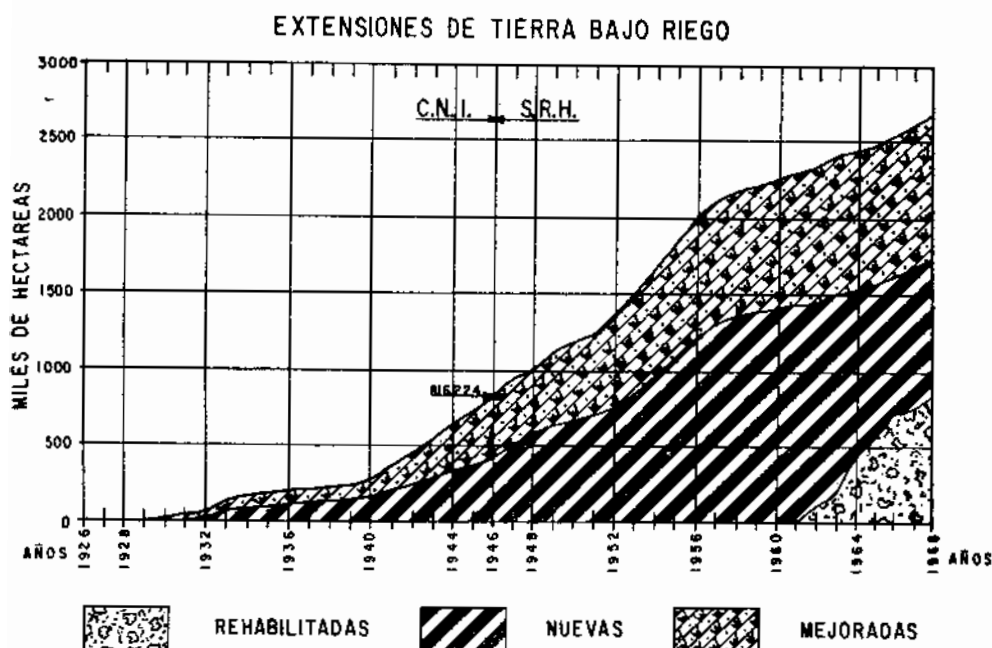
LA AGRICULTURA EN LOS SISTEMAS DE RIEGO

El territorio mexicano es predominantemente montañoso, hecho que se refleja notablemente en la diversidad de condiciones climáticas y por ende en la variación de la vegetación, de los grupos de suelo y del tipo de agricultura que se practica.

El cuadro siguiente muestra gráficamente las condiciones en que se presenta el relieve en la República Mexicana:

<i>Altitud en metros</i>	<i>% con respecto a la superficie del Territorio (1)</i>
Menos de 500	32,0
501 a 1000	16,7
1001 a 1500	20,7
1501 a 2000	19,9
2001 a 2500	9,7
más de 2500	1,0

(1) Alcorta G. R. Esquema Geográfico de México, Caminos de México, 1966, México.



De la población total del país, 14 millones, o sea, el 30% habitan en lugares situados a más de 2.000 metros de altitud y 29 millones, o sea, el 63% viven en lugares cuya altitud oscila entre 1.500 y 2.000 metros. El resto de la población que representa el 7% vive en lugares situados a menos de 1.500 metros.

Del total de la población económicamente activa del país, el 48,3%, o sea, 7,3 millones se dedican a actividades agropecuarias. Los sistemas de riego dan servicio completo de riego a 364.074 usuarios, de los cuales 257.503 son ejidatarios y el resto son pequeños propietarios y colonos.

En el país se realizan dos tipos de obras de riego: pequeñas y grandes obras. La diferencia entre ambas está en el costo de la obra y en la cantidad de hectáreas que riegan. En muchos casos conviene la pequeña obra de riego en la que interviene el agricultor, pero no sustituye la construcción de las grandes obras que abarcan la instalación de sistemas de producción de energía eléctrica, lo que trae como consecuencia una elevación integral del nivel de vida de grandes áreas.

La política de riego se ejerce también através de las siguientes comisiones descentralizadas: del Papaloapan, del Fuerte, del Grijalva, del Balsas y de la Cuenca del Valle de México; éstas atienden, además de las obras de irrigación, control de ríos, agua potable y alcantarillado, tareas de promoción agropecuaria y programas de mejoramiento integral de la zona.

La Secretaría de Agricultura y Ganadería a su vez, suministra asistencia técnica en toda la República Mexicana por medio de Centros de Investigación Agrícola, recomendando: variedades de semilla, época de siembra, método y densidad de siembra, tipo de fertilización, calendario de riego, labores culturales, así como métodos para combatir plagas.

Los rendimientos que se obtienen en los distritos de riego son elevados en comparación con los obtenidos en zonas donde se practica la agricultura de temporal, principalmente porque dentro de los distritos de riego se tiene una mejor asistencia técnica. Sin embargo, aun dentro de las mismas zonas bajo riego se tienen rendimientos muy variables, producto de la desconfianza que provoca en algunas partes el uso de semillas mejoradas, el empleo de fertilizantes y mejoradores químicos, y la resistencia del campesino a cambiar su anacrónico sistema de explotación agrícola.

Las cifras nos muestran que la mayoría de los campesinos mexicanos realizan una agricultura de tipo aleatoria o de temporal. Sin embargo, es necesario hacer notar que existen zonas en la República Mexicana que poseen un régimen pluviométrico satisfactorio para la práctica de cultivos, sobre todo de tipo tropical, en contrastes con vastas áreas áridas y semiáridas en donde es imprescindible el riego para garantizar el éxito de cualquier cosecha (ver mapa de índice de aridez).

En el año de 1968 existían en el país un total de 3,9 millones de hectáreas bajo riego: 3,2 millones con aguas superficiales y el resto 700 mil hectáreas, con aguas subterráneas.

	1926	1968(2)
Total de la superficie cultivada	5 millones de hectáreas	15,2 millones de hectáreas
Superficie bajo riego	0,8 millones de hectáreas	3,9 millones de hectáreas
Valor total de la producción agrícola	3.680 millones de pesos(*)	31.291 millones de pesos
Valor medio de la producción agrícola	245 pesos por habitante(*)	666 pesos por habitante(*)

(*) En moneda de 1968.

Es necesario hacer notar que en las cifras que se han dado sólo se han tomado en cuenta a la población que depende de los sistemas de riego establecidos por la Comisión Nacional de Irrigación, pero estos datos excluyen a todas las áreas

(2) López R, D. *Problemas Económicos de México*, UNAM, 3ª ed. 1970 México.

bajo riego que se han abierto por el esfuerzo y empresa de ejidatarios y propietarios en las diversas regiones del país.

Un ejemplo que ilustra lo anterior lo constituye el maíz cuyo rendimiento promedio en el Estado de Guanajuato fue de 3.958 toneladas por hectárea en el ciclo agrícola 1967-1968, en cambio, en el Estado de Oaxaca se alcanzó un rendimiento promedio de 0,800 toneladas por hectárea.

Ante esta situación, el Gobierno ha emprendido estudios, por medio de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, para determinar las zonas óptimas para cada cultivo y evitar que el agua de riego sea desperdiciada en rendimientos tan bajos que hacen prohibitivo el cultivo de determinados productos agrícolas en zonas cuyo medio geográfico es poco favorable.

Analizando la superficie cosechada durante el ciclo agrícola 1967-1968, se aprecia que el cultivo del algodón es el que tiene mayor importancia en los sistemas de riego ocupando el 17,4% de las tierras bajo riego, cultivándose principalmente en la península de baja California y el noroeste de la República en los estados de: baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Coahuila.

A pesar de que el maíz es indispensable en dieta alimenticia del mexicano, es satisfactorio constatar que está siendo desplazado, lentamente, por el trigo. Así, en el ciclo agrícola 1964-1965 la superficie cosechada de trigo fue el 25,5% de las tierras bajo riego y de maíz fue el 23,8%, y en el ciclo 1967-1968 el área cosechada fue de 19,7% de trigo y 16,8% de maíz.

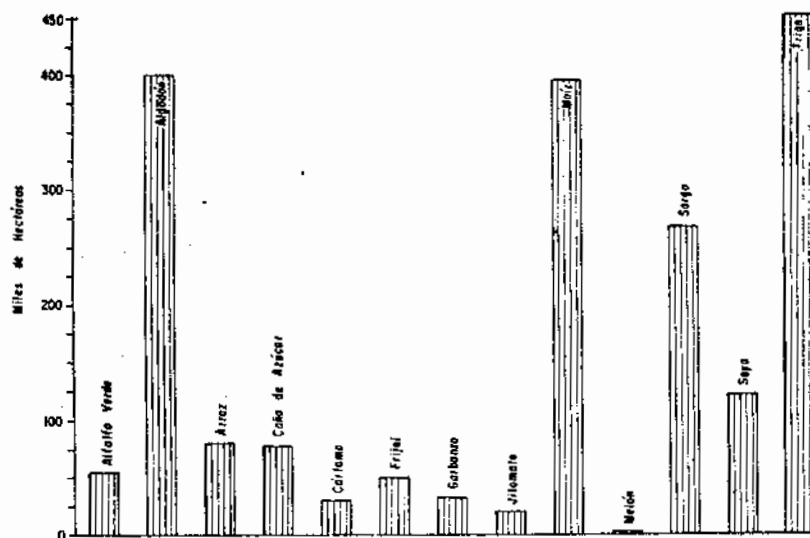
Entre los productos que dejan una ganancia más considerable, dentro de los sistemas de riego, se encuentra el jitomate y el espárrago. El primero produce por término medio 24.048 pesos por hectárea, y el segundo, 24.000. Sin embargo, estos cultivos se ven limitados prácticamente por la demanda exterior por no contar con suficientes plantas enlatadoras cerca de las zonas de producción. Hace un par de años, se limitó la exportación de jitomate a Estados Unidos de América y se tuvieron que tomar medidas para evitar una fuerte pérdida por lo delicado del producto. Actualmente ya están aprobados los financiamientos para la ampliación de las empacadoras de la zona de la Comisión del Río Fuerte y otros para la creación de esta industria en el noreste del país.

Entre los productos tropicales más importantes, dentro de áreas bajo riego, está la caña de azúcar, cuyo cultivo está supeditado a su industrialización en los ingenios. Los principales estados productores son: Morelos, Jalisco y Veracruz. El valor de las cosechas representa el 5,1% del valor agrícola total obtenido en los distritos de riego.

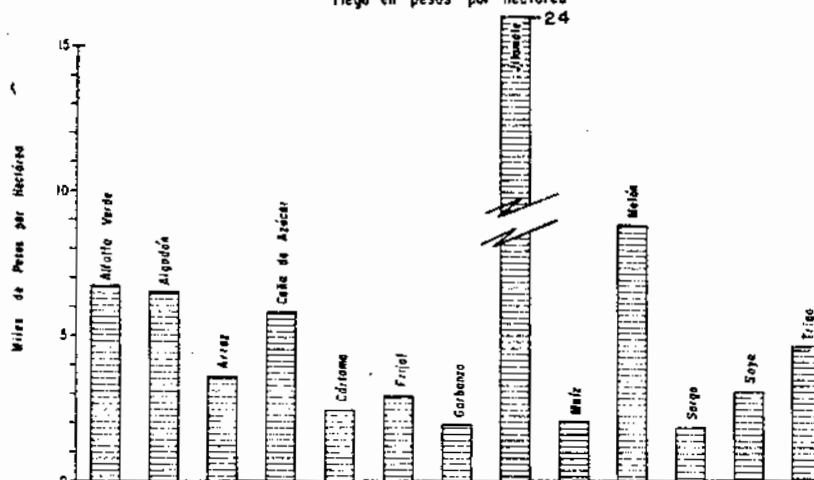
El café y el cacao se cultivan principalmente en el Estado de Chiapas y su importancia es relativamente secundaria si se toma en cuenta la producción obtenida fuera de los sistemas de irrigación oficiales.

El tabaco se cultiva con buenos rendimientos en el Estado de Nayarit, principalmente en los distritos de riego de: río San Pedro, río Santiago y en el

**SUPERFICIE COSECHADA EN HECTAREAS EN LOS DISTRITOS DE RIEGO
CICLO AGRICOLA 1967/1968**



Rendimiento de las principales cosechas obtenidas en los distritos de riego en pesos por hectárea



Valor en pesos de las principales cosechas obtenidas en los distritos de riego

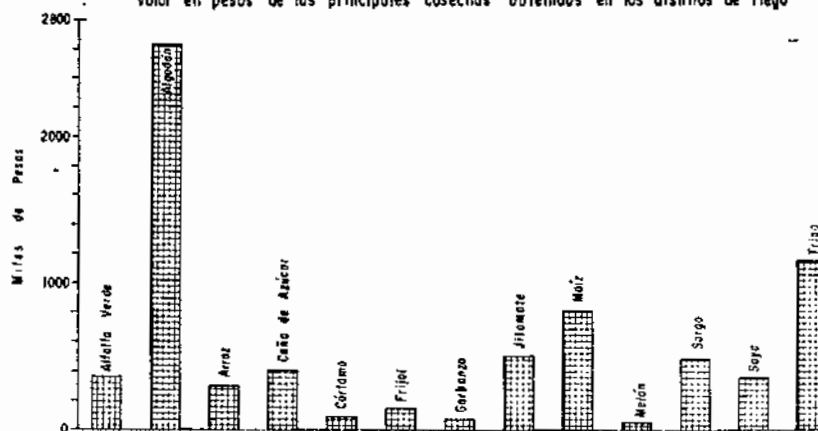


Fig. 6

SUPERFICIE Y VALOR DE LAS COSECHAS EN LOS DISTRITOS DE RIEGO

Cultivos	Ciclo 1964-1965					Ciclo 1967-1968				
	Superficie cosechada Valor de las cosechas					Superficie cosechada Valor de las cosechas				
	Miles de hectáreas	%	Millares de pesos	%	Pesos por hectárea	Miles de hectáreas	%	Millares de pesos	%	Pesos por hectárea
Alfalfa verde	34	1,6	88	1,1	2,585	55	2,3	372	4,1	6,764
Algodón	472	21,8	2,812	37,1	5,959	410	17,4	2,693	29,3	6,568
Arroz	57	2,6	195	2,6	3,393	82	3,5	309	3,3	3,658
Caña de Azúcar	83	3,8	433	5,7	5,192	79	3,4	465	5,1	5,886
Cártamo	38	1,7	106	1,4	2,825	36	1,5	87	0,9	2,417
Fréjol	47	2,2	130	1,7	2,743	50	2,1	148	1,6	2,960
Garbanzo	30	1,4	44	0,6	1,478	33	1,6	73	0,8	1,921
Jitomate	19	0,9	308	4,1	16,539	21	0,9	505	5,5	24,048
Maíz	516	23,8	957	12,6	1,855	398	16,8	805	8,8	2,023
Melón	7	0,3	70	0,9	10,408	6	0,3	53	0,6	8,833
Sorgo	115	5,3	216	2,8	1,873	271	11,5	494	5,4	1,823
Soya	17	0,8	48	0,6	2,766	123	5,2	376	4,1	3,057
Trigo	553	25,5	1,354	17,9	2,451	466	19,7	1,151	12,5	2,470
SUMA	1,988	91,7	6,761	89,3	3,401	2,035	86,6	7,522	81,9	3,696
Otros cultivos	180	8,3	810	10,7	4,515	315	13,4	1,653	18,1	4,651
Total en los Distritos	2,168	100,0	7,571	100,0	3,493	2,350	100,0	9,180	100,0	3,797
Pequeña Irrigación	390	—	585	—	1,500	448	—	956	—	2,133
TOTAL GENERAL	2,558	—	8,156	—	3,188	2,798	—	10,136	—	3,524

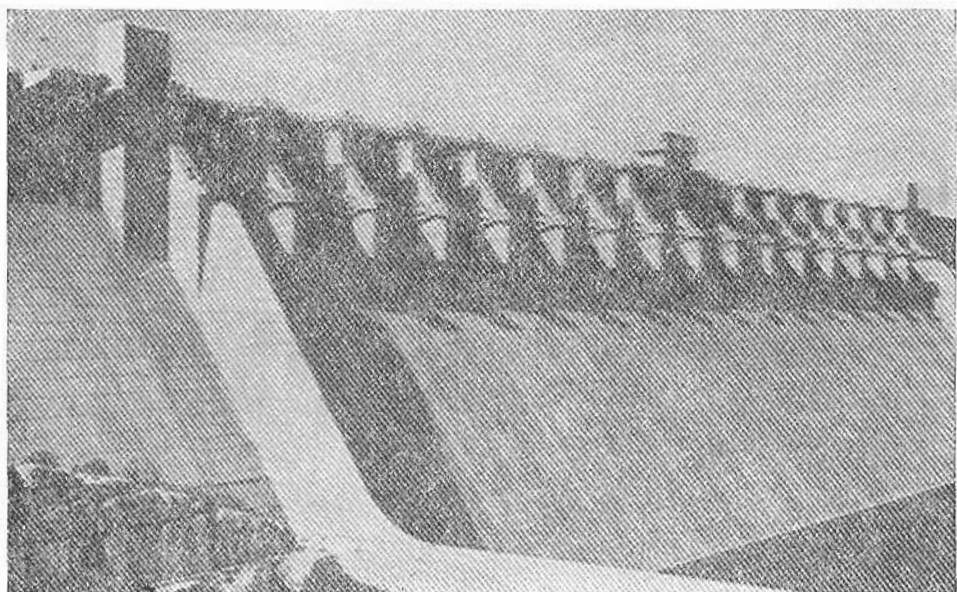


Fig. 7. Presa Internacional de la Amistad en el Estado de Coahuila, sobre el río Bravo, construida para controlar avenidas y regar 7.000 hectáreas; riego complementario al distrito de riego del bajo río Bravo y generación de energía.

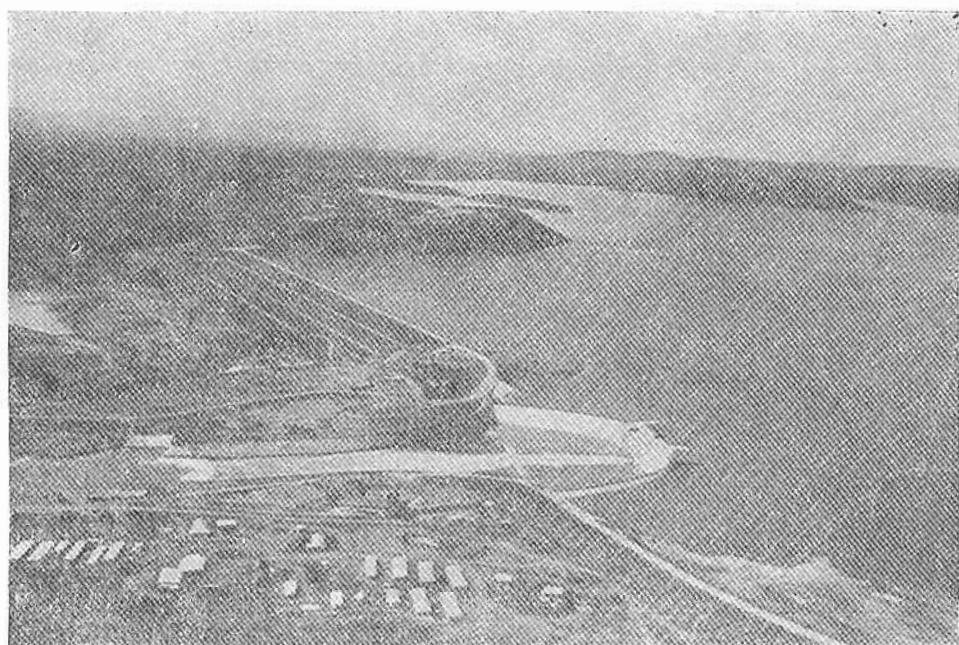


Fig 8. Presa Miguel Hidalgo sobre el río Fuerte en el Estado de Sinaloa para generar 60.000 kW. y recuperar 64.000 hectáreas de tierras ensalzadas.

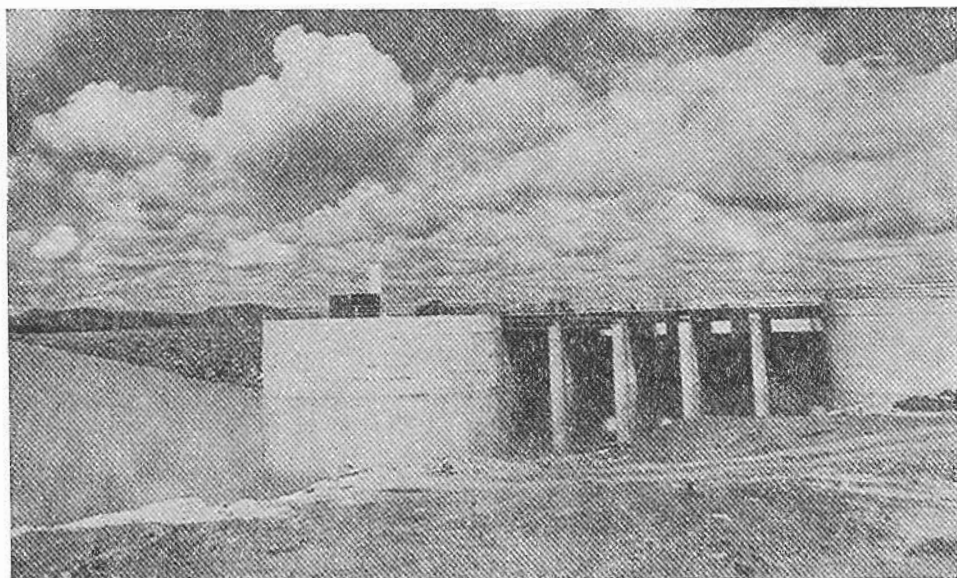


Fig. 9. Presa Constitución en el Estado de Querétaro, se construyó sobre el río Caracol para la rehabilitación de 11.300 hectáreas del distrito de riego de San Juan del Río.

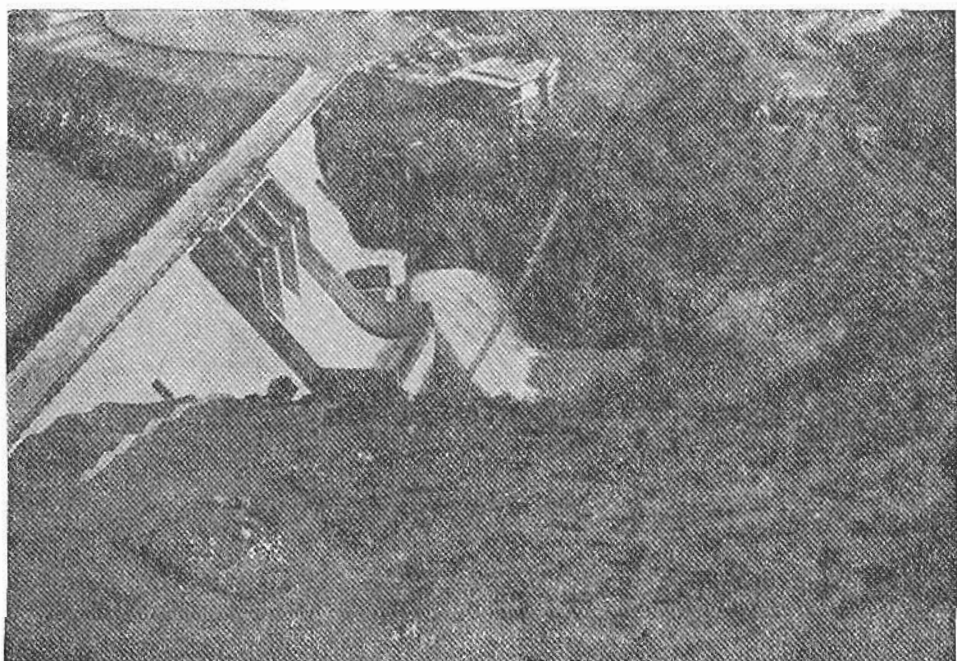


Fig. 10. Presa Ignacio Allende en el Estado de Guanajuato, construida sobre el río La Laja destinada a control de avenidas y riego de 13.400 hectáreas.

Valle de Banderas. La superficie sembrada en el ciclo agrícola 1967-1968 fue de 2.348 hectáreas y el valor total de las cosechas fue de \$ 25.836.800.00.

Los pastizales y las praderas se relacionan con el índice de aridez y con los coeficientes de pastoreo, de la manera siguiente:

- 1) Las áreas áridas y semiáridas con coeficientes de pastoreo de 10 a 50 hectáreas de tierra por cabeza de ganado vacuno;
- 2) Las áreas de transición con coeficientes de pastoreo de 3 a 9 hectáreas de tierra por cabeza de ganado vacuno, y
- 3) Las áreas húmedas y muy húmedas, con coeficientes de pastoreo de 3 a 5 cabezas de ganado vacuno por hectárea de tierra, o sea, 0,2 y 0,12 hectáreas de tierra por cabeza de ganado vacuno.

Las plantas forrajeras que se toman como base para esta información, se refieren a sólo tres de los cultivos que se consideran los más representativos, la alfalfa, el sorgo y el garbanzo.

También se consideran, por la importancia complementaria que tienen, los productos alimenticios que se obtienen de la paja y de los rastrojos de las principales cosechas de gramíneas y de leguminosas, como: trigo, cebada, avena, maíz, sorgo, garbanzo, etc., que se consumen en diferente escala según la zona del país.

En los distritos de riego se ha iniciado la práctica de formar praderas artificiales tecnificadas con una asociación de semillas de dos variedades de zacates forrajeros y una leguminosa como trébol, de rápido crecimiento y de cualidades especiales, obteniéndose una pastura succulenta y de alto rendimiento.

El área sembrada con plantas forrajeras en el ciclo agrícola 1967-1968 fue de 364.000 hectáreas y produjeron pasturas por valor de \$ 949.000,00.

SUMARIO

Las condiciones morfológicas tan peculiares de la República Mexicana así como su clima, determinan que el 56% del territorio nacional sea considerado como árido o semiárido, con una gran deficiencia de agua para el desarrollo de una agricultura intensiva.

Ante tal situación, el Gobierno ha establecido obras hidráulicas en todo el país, con el fin de acelerar el progreso y aumentar el poder adquisitivo de las clases sociales más débiles que pertenecen, en su mayoría, a la población rural. Así, en el año de 1926 expidió la ley sobre irrigación y creó la Comisión Nacional de Irrigación con el fin de desarrollar una vigorosa política de riegos. A partir de esa fecha, las obras hidráulicas se han incrementado año con año, abriendo nuevas tierras al cultivo, mejorando unas y rehabilitando otras.

Se han sembrado de alevinos los depósitos interiores de la República, y en las lagunas litorales se han incrementado los criaderos de camarón, ostión, almeja y distintos tipos de peces y algas.

La producción agrícola dentro de los sistemas de riego representa el 30% de la producción total del país y hay plena confianza en que en un devenir próximo este porcentaje se aumentará con todos los beneficios que traen consigo las obras de riego, como son: caminos, salubridad, asistencia técnica, electrificación, creación de nuevas fuentes de trabajo, servicios, educación, industrialización, etc.

Se ha fortalecido el agro mexicano con los sistemas de riego, pero aún hay mucho por hacer. Entre la obra por realizar podemos recomendar lo siguiente:

1. Efectuar estudios para determinar el plan de riego a seguir para cada ciclo agrícola, en función del almacenamiento inicial y de las entradas probables en cada distrito de riego.
2. Establecer calendarios de riego para cada cultivo para obtener su máximo aprovechamiento.
3. Hacer la planeación de los cultivos más aptos para cada distrito de riego y desplazar los de bajo rendimiento económico.
4. Incrementar la asistencia técnica agrícola en el sentido más amplio posible.

BIBLIOGRAFIA

- ALCORTA, GUERRERO, R., *Esquema Geográfico de México*. Caminos de México, Compañía Hulerá Euzkadi. México, 1966.
- BASSOLS, BATALLA, A., *Recursos Naturales* (climas, agua, suelo). Editorial Nuestro tiempo, México, 1969.
- GARCÍA, E., *Distribución de la precipitación en la República Mexicana*. Publicaciones del Instituto de Geografía, Vol. 1, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1965.
- HERNÁNDEZ, TERÁN, J., *El Agua y la Revolución Mexicana*. Ingeniería Hidráulica de México. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Vol. XXIII, 1969, Nº 4.
- LÓPEZ DE LLERGO, RITA, *Síntesis Geográfica de México*. Publicación Nº 17 del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Río de Janeiro, Brasil, 1969.
- ORIVE ALBA, A., *Uso del agua en México*. Ingeniería Hidráulica, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Vol. XXII, Nº 1, 1968.
- SOTO, C. y E. JÁUREGUI, *Isotermas extremas e Índice de Aridez en la República Mexicana*. Instituto de Geografía, UNAM. México, 1965.