

# Las sequías en México: historia, características y efectos

ENRIQUE FLORESCANO MAYET\*  
JAIME SANCHO Y CERVERA\*\*  
DAVID PEREZ GAVILAN ARIAS\*\*\*

## INTRODUCCION

Durante toda su existencia el hombre ha sufrido constantemente los efectos de las sequías. Estas han afectado en diverso grado y de diferente manera a las actividades humanas, pero especialmente a las que tienen como base la agricultura. Así, desde que el hombre cultivó las primeras plantas, ha sido la sequía uno de sus principales enemigos. En México ha sido un flagelo permanente de los agricultores, aun cuando la percepción de este fenómeno y de sus consecuencias ha variado a través del tiempo. Así, en 1460 los habitantes del valle de México lo percibieron de esta manera:

“En este año llovió fuego, es decir que hizo tanto sol que parecía llover fuego por cuya causa se desarraigaron los más grandes ahuehuetes y se secaron los más gruesos.”

En la actualidad, la sequía se define como “un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación o el escurrimiento natural en un período es menor que su valor normal, y cuando esta deficiencia es suficientemente grande y prolongada para dañar las actividades humanas”.

Durante los últimos años, los efectos de las sequías se han dejado sentir con gran intensidad. Se recuerda en especial la que afectó al Africa Oriental en 1973 y 1974, que provocó la muerte de más de 100 000 personas y de cientos de miles de animales. En 1975 se inició, en la costa oeste de Estados Unidos, una sequía que parece extenderse hasta el istmo centroamericano. Sus efectos se han sentido en México desde 1977, año de precipitación deficiente que dejó un saldo de numerosos siniestros.

Sin embargo, los terribles efectos conocidos de la sequía contrastan con el limitado conocimiento científico sobre ella, sobre todo si lo comparamos con el nivel alcanzado en el estudio de otros fenómenos hidrometeorológicos. Una de las razones que explican esta pobreza de conocimientos acerca de un fenómeno tan importante en la historia pasada y presente de México es que el inicio y fin de las sequías no son fácilmente perceptibles y sólo pueden apreciarse por sus consecuencias. Por otra parte, las sequías tienen diferentes significados para los distintos especialistas que las estudian, lo cual ha dificultado establecer criterios uniformes que expliquen su dinámica. En el caso concreto de México, la escasez de conocimientos obedece, además, a la falta de investigaciones profundas y continuadas.

\* Director de Estudios Históricos del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

\*\* Director de Inventarios de Agua y Suelo, Comisión del Plan Nacional Hidráulico.

\*\*\* Profesor de la maestría sobre Planeación de los Recursos Hidráulicos (UPICSA, IPN), miembro de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico.

Con el propósito de mejorar el conocimiento acerca de las sequías en México, se inició un estudio histórico en el que se intentó recopilar las manifestaciones y consecuencias que han tenido en diferentes épocas; asimismo, se ha efectuado un análisis estadístico —que se apoya en datos de precipitación— cuyo fin es conocer las características principales del fenómeno relativas a su extensión, duración, magnitud y frecuencia.

Los resultados de dicho estudio, concluido en marzo de 1978, son la base de este artículo, que esperamos permita dar una idea más precisa del significado de la sequía en nuestro país y provoque nuevas investigaciones sobre un fenómeno cuyas repercusiones afectan a la agricultura, la ganadería, la generación de energía, el abastecimiento de agua a la población y a la industria, la calidad del agua y, en suma, a la economía toda del país.

## BREVE HISTORIA DE LAS SEQUIAS EN MEXICO

Lo que menos se conoce de las sequías en México es su manifestación y recurrencia en el pasado, sus características hidrometeorológicas y sus efectos económicos y sociales. Lo que aquí se presenta es un resumen general de una investigación más amplia, cuyos propósitos son establecer una primera cronología de su recurrencia y evaluar su importancia en las épocas antigua, colonial, moderna y contemporánea.<sup>1</sup>

### *La sequía en el México antiguo*

Aun cuando los conocimientos actuales y las fuentes disponibles no permiten fijar con exactitud la recurrencia, extensión y características de las sequías en esta época, los datos colectados indican que fue un fenómeno frecuente y que sus efectos tuvieron consecuencias devastadoras en la economía de los pueblos prehispánicos.

Aceptando que el registro cronológico es muy incierto y que seguramente las sequías que se citan en los textos fueron las más rigurosas o de efectos más considerables, es posible evaluar la importancia que tuvieron por sus efectos económicos, sociales y políticos. Fuentes indígenas y crónicas antiguas señalan que, en esos años en que “llovía fuego” o no había suficiente precipitación pluvial, se perdían las cosechas de maíz, bajaba el nivel de la laguna de México, las

1. Bajo la coordinación de Enrique Florescano, participaron en esta investigación las siguientes personas: Elena Sánchez Mora (La sequías en la época prehispánica); E. Florescano (Las sequías en la época colonial); Guillermo Padilla y Luis Rodríguez Viqueira (Las sequías en el siglo XIX), y Guadalupe Castorena (Las sequías en el México contemporáneo). Los resultados de esta investigación se publicaron en *Estudio histórico de la sequía en México*, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, 1980.

chinampas quedaban encalladas en la tierra y los cultivos y cosechas se reducían. Cuando la sequía se prolongaba por dos o más años, no había simiente para sembrar y los efectos aumentaban y se multiplicaban. La pérdida parcial o total de las cosechas producía escasez, agotamiento de las reservas acumuladas en los graneros familiares y estatales y, en los casos más graves, hambre.

En los años de sequía, las autoridades de los pueblos del valle de México establecían diversas medidas para combatir los efectos. Se prohibía sacar maíz, “so pena de la vida”, y se mandaba traer dicho grano de otras provincias: “de Totonacapan se traía a cuestras el maíz, porque había mucha hambre”. En otros casos, los habitantes recurrían a diversos alimentos: “echaban mano de las raíces de los tulares, pescado blanco, ranas y camarones de la gran laguna”.

En los casos de sequía severa las fuentes indican que sus efectos eran desastrosos, sobre todo para los habitantes de menos recursos, los macehuales, que eran la mayoría. En la sequía registrada de 1450 a 1454 se dice “que llegó a tanto la penuria, que se vendían los unos a los otros, por precio de maíz”. Sahagún registra esta información: “Y cuando acontecía la dicha hambre, entonces se vendían por esclavos muchos pobres, hombres y mujeres, y comprábanlos los ricos que tenían muchas provisiones allegadas”.

Cuando el hambre hacía presa de amplios sectores de la población campesina, grandes contingentes emigraban hacia los lugares donde no se había manifestado: “viendo el Rey la mortandad que avía... díoles licencia, y permiso, para que pudieran salir del reino, a buscar que comer... y de esta vez dizen que salieron muchos que nunca más bolvieron”. Algunas fuentes mencionan también la aparición de epidemias y enfermedades: “Empezó la gente a desfallecer y a andar marchita y flaca con la hambre que padecían y otras a enfermar, comiendo cosas contrarias a la salud”.

La sequía, al afectar a la agricultura, también interrumpía otras actividades importantes de las sociedades prehispánicas, como la guerra. Clavijero dice: “En el tiempo que se hacía la guerra a la república de Tlaxcala, se padeció hambre en algunas provincias del imperio mexicano, ocasionada de la sequedad de 2 años... al año siguiente... se logró una buena cosecha y, libres ya de las angustias del hambre, salieron las tropas mexicanas a la guerra contra Cuauhtemallan...”

En resumen, a pesar de la escasa información acumulada, puede afirmarse que la sequía afectaba gravemente a las poblaciones prehispánicas, puesto que golpeaba el centro mismo de su sustento: la agricultura de granos. Sin duda por ello, estas sociedades crearon una ciencia, la astronomía, dedicada a estudiar las relaciones entre los fenómenos meteorológicos y el ciclo agrícola; asimismo, desarrollaron medidas concretas para disminuir los efectos de la sequía: obras hidráulicas, sistema de cultivo por chinampas y terrazas irrigadas, calendario agrícola, sistemas de almacenamiento, etc. Aunque recientemente han aumentado los estudios sobre estos aspectos, todavía se requiere de más investigación para precisar la importancia de la sequía en esta época.

Importa destacar que la dependencia de los agricultores prehispánicos del valle de México con respecto al maíz, más las características propias de esta planta y las condiciones

climatológicas de la región, hacían de la agricultura una actividad extemadamente sensible a la sequía y las heladas, dos fenómenos característicos de la zona. Debido a que el maíz es originario de regiones con menor altitud que el valle de México, tenía y tiene poca resistencia a las heladas y es particularmente vulnerable en las etapas de germinación y formación de la espiga, cuando los requerimientos de humedad son muy altos. De ahí que una estación de lluvias tardía, combinada con heladas tempranas, resulten fatales para una agricultura con estas características.

#### *Las sequías en la colonia*

Para esta época, la investigación permitió descubrir, en los 300 años que van de 1521 a 1821, 50 casos documentados de sequía en el valle de México y 26 en el área del Bajío. De los registrados en el valle de México, ocho abarcaron dos años consecutivos (1597-98, 1620-21, 1641-42, 1691-92, 1701-02, 1764-65, 1772-73 y 1808-09), y dos se prolongaron por tres años (1616-17-18 y 1778-79-80). La cronología de las sequías del valle de México y del Bajío muestra que en muchos casos el fenómeno afectó simultáneamente a zonas muy amplias del virreinato; empero, habría que tener más información para precisar su extensión. El estudio conjunto de la producción y los precios de los productos agrícolas señala también la presencia de ciclos agrícolas de diez años en promedio que generaban aumentos y disminuciones en la producción. En todos los casos de disminución de la producción agrícola se pudo establecer que la causa fue la sequía, las heladas o el granizo, o una combinación de dichos factores.

Las fuentes consultadas (documentos de diezmos eclesiásticos que registran los montos de la producción agrícola por pueblos, libros de precios del maíz, actas de cabildo y crónicas), registran sólo las sequías que causaron consecuencias graves en la agricultura, la economía o la sociedad colonial. Es decir, dan cuenta de los casos más severos, pero raramente de los leves. Entre los primeros se registran sequías al principio de las siembras (abril-mayo) y en la época de lluvias (junio-septiembre), así como las que abarcan las épocas de germinación y maduración del maíz (abril-septiembre). Cuando la presencia de sequías coincidió con otros fenómenos meteorológicos, como heladas y granizadas, la conjugación provocó algunas de las catástrofes agrícolas más graves de la época colonial, como las crisis de 1695, 1785 y 1808-09.

Veamos ahora, en forma muy resumida, las consecuencias de las sequías en la economía y la sociedad coloniales. El efecto inmediato era la reducción de las cosechas. La disminución era más o menos grave dependiendo de que la sequía hubiera sido muy intensa y prolongada, y según su extensión o concentración en la zona cerealera. Sólo en el caso de las sequías muy severas hay datos suficientes para determinar con cierta precisión su intensidad y el área geográfica que cubrieron. Las de 1785 y 1808-09 afectaron, por ejemplo, a la mayor parte de la zona de los cereales y fueron muy intensas.

La reducción de la producción agrícola provocaba la escasez de los productos, a la cual seguía, de manera mecánica, la carestía inmediata de los cereales y de otros artículos de primera necesidad. La escasez y carestía de maíz

provocaban el alza de precios en los demás cereales y también en la carne. Las sequías más severas, al tiempo que ocasionaban una fuerte contracción de las cosechas, producían gran mortandad en la ganadería, lo cual hacía más grave y profunda la crisis en la agricultura. La muerte del ganado, a su vez, incrementaba la carestía y hacía subir más rápidamente los precios de los alimentos básicos y, sobre todo, afectaba a las siembras del año siguiente en virtud de que se reducía el número de animales de tracción que se empleaba en los cultivos.

La escasez y carestía generaban otros problemas económicos y sociales, que hacían de la crisis agrícola uno de los fenómenos más catastróficos de la sociedad colonial. En todos los casos de malas cosechas y carestía de los alimentos básicos, las consecuencias del fenómeno natural resultaban agravadas por factores sociales, como la especulación y el acaparamiento.

Las crisis agrícolas más graves provocaron, además de la inmediata escasez, carestía y especulación, grandes movimientos migratorios, propagación e intensificación de epidemias, paro en las actividades económicas, desempleo en el campo y las ciudades, muertes masivas de población indígena y campesina, tensión social en las ciudades y en ocasiones alborotos y motines populares. Las sequías de 1624, 1695, 1749, 1785 y 1808-09 tienen estas características.

La explicación de la intensidad y gravedad de los efectos se encuentra en el papel central que ocupaba la agricultura en la economía de la sociedad colonial. Era la actividad principal de la mayoría de la población y la base que sustentaba las otras actividades. La mayor parte de la población dependía del maíz como alimento principal, que casi carecía de sustituto, pues el trigo y la carne eran más caros y su precio también se elevaba con la pérdida de las cosechas de maíz y de los pastos. Además, la política comercial de la época y el bajo desarrollo de los caminos y transportes impedían que, en los casos de disminución grave de la producción de maíz, éste se trajera de otras regiones o se importara. Debido a lo anterior, una reducción importante de la cosecha de maíz provocaba una crisis general en la economía colonial y graves conflictos sociales y políticos. La suspensión parcial o total de las actividades económicas no agrícolas (minería, manufacturas y artesanías textiles), las migraciones y el desempleo aumentaban la criminalidad y las tensiones sociales, tanto en el campo como en la ciudad.

#### *Las sequías en el siglo XIX (1821-1910)*

La investigación realizada por Guillermo Padilla y Luis Rodríguez Viqueira sobre las sequías en este período, muestra que fueron un fenómeno recurrente y devastador en la agricultura, cuyos efectos, como en la colonia, se extendían a toda la economía.

La información para los años 1821 a 1874 es muy pobre, debido a la ausencia de fuentes y de registros adecuados de las actividades agrícolas. En dichos años sólo se registraron 11 sequías. En cambio, para los años que van de 1875 a 1910 se encontraron fuentes representativas y continuas que señalan la presencia de 29 casos de sequía en 35 años.

En el período en su conjunto destacan, por su severidad y

amplios efectos económicos y sociales, las sequías de 1822-23 y 1834-35 en Yucatán, la de 1854 en Querétaro y la de 1868, que afectó un área muy extensa del país (Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Aguascalientes, Nuevo León, Coahuila y el valle de México). Durante el Porfiriato, las sequías más severas se presentaron en 1875, 1882, 1884-85, 1891-92, 1896, 1901 y 1908.

Aunque la escasez de datos acerca del período 1821-1874 impide formular generalizaciones, en algunas regiones del país, como Yucatán, se percibe un sensible deterioro de las defensas sociales ante la repetición de sequías, inundaciones y plagas de langosta. De 1807 a 1835 esta región padece la recurrencia de fenómenos meteorológicos y plagas que producen vastas migraciones, hambres y tumultos entre la población indígena. En los años 1822-23 y 1834-35, las sequías convirtieron a Yucatán en una zona de desastre. El Gobierno federal dictó medidas especiales para aliviar la situación, entre ellas la libre importación de cereales cada vez que la agricultura era afectada por siniestros climáticos.

La información colectada sobre el Porfiriato —más rica— permite observar también la concentración de la sequía en regiones específicas y durante períodos prolongados. De 1875 a 1910 se registran 17 años de sequía en la región que comprende a los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala, y 16 años de sequía en la región de Durango, Zacatecas, Aguascalientes y San Luis Potosí. En este último estado se contaron 13 sequías en los 35 años del período.

Las fuentes indican que en el siglo pasado, la sequía, además de afectar a los cultivos de subsistencia tradicional (maíz, frijol) y a la ganadería, perjudicaba también a los cultivos comerciales, como el algodón y la cebada, y a las fábricas e industrias movidas por agua. Las sequías más graves producían la conocida secuela de escasez y carestía de los alimentos básicos, así como hambre, migraciones, paro de actividades, desempleo, tumultos en las ciudades, epidemias y mortandades entre los habitantes más pobres. Como en la época colonial, en el siglo XIX se encuentra una estrecha correlación entre los efectos de la sequía y el incremento de la violencia en el campo y en las ciudades.

Es significativo, por otra parte, que a pesar de la diversificación de cultivos, del desarrollo del transporte ferroviario, de los adelantos tecnológicos y de la creación de presas y bordos, en el Porfiriato hubiera crisis agrícolas tan devastadoras como las de 1875 y 1892, cuyas características y efectos sociales sólo son comparables con las grandes catástrofes de la época colonial. Para aliviar en algo estas graves calamidades, el Gobierno decretó la importación libre y sin impuestos de cereales, que generalmente se compraban en Estados Unidos. El Gobierno federal también solía comprar granos en las zonas no afectadas y distribuirlos en las que tenían mayores problemas. La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas colaboraba en estas campañas mediante la rebaja de los fletes de transporte. Tanto el Gobierno federal como los estatales promovían la creación de grandes depósitos de cereales y vendían los granos a precios bajos entre la población más pobre. Todo esto se acompañaba de medidas contra la especulación y el acaparamiento, que tenían poco efecto.

### *Las sequías en el período 1910-1977*

La investigación realizada por Guadalupe Castorena acerca de la sequía en este siglo se apoyó principalmente en la prensa periódica y muestra la presencia de 38 sequías en los 68 años comprendidos de 1910 a 1977. En este lapso se encontraron seis sequías consecutivas a lo largo de varios años: 1917-28 (en este período hubo sequías todos los años, aunque no siempre en las mismas regiones), 1932-35, 1937-39, 1949-51, 1969-72 y 1975-77. De 1930 a 1977 se registraron varias sequías severas; destacan las extremadamente graves de 1935, 1957, 1960, 1962, 1969 y 1977. O sea, que desde 1930 en adelante observamos un cambio climático favorable a la manifestación de la sequía.

Según la información disponible, los estados más afectados fueron Coahuila, con 22 sequías durante el período examinado; Nuevo León, con 18; Chihuahua, con 13, y Sonora y Tamaulipas, con 12 cada uno.

La abundante, aunque no exhaustiva, información recogida, permite observar con mayor precisión los efectos económicos provocados por la sequía. En los casos en que fue severa o extremadamente severa, la notable caída de la producción de granos básicos y de cultivos comerciales se refleja con gran fuerza en el comercio exterior del país. En esos años se reduce considerablemente la exportación de productos agrícolas y ganaderos, en tanto que las importaciones de granos y productos vegetales muestran un crecimiento súbito. Otros datos confirman que la sequía también ocasiona la reducción de la superficie sembrada, el decrecimiento sensible en los rendimientos y las caídas fuertes de la producción en términos físicos y en valor. La ganadería continuó siendo una de las actividades más afectadas, pues la sequía provocaba también la disminución de la producción y de las exportaciones y el incremento correlativo de las importaciones. Las fuentes señalan, asimismo, las fuertes pérdidas en los recursos forestales, al crearse un ambiente propicio a los grandes incendios en áreas boscosas.

Como en el pasado, el resultado inmediato de las sequías se manifestó en el alza de los precios de los productos agrícolas, que afectó particularmente a los habitantes de más bajos ingresos. Estas presiones sobre la mayoría de la población se agudizaron por el desempleo agrícola y el paro de fábricas e industrias agropecuarias, las cuales dieron lugar a migraciones intensas, incrementaron la salida de braceros y provocaron protestas y movilizaciones campesinas.

Ante la repetición y crudeza de las sequías en las últimas décadas, el Gobierno federal importó grandes cantidades de cereales y alimentos para atender de inmediato las zonas de desastre y, en el caso de las más severas, amplió los créditos y los plazos de pago a los agricultores más dañados. Los gobiernos federal y estatales también adoptaron medidas de corto y mediano plazos para disminuir los efectos de la sequía, tales como construir presas, bordos y aguajes, e incrementaron los sistemas de dotación de agua a pueblos y ejidos. En 1969 se creó el "Plan de lucha contra las sequías", con el fin de proporcionar trabajo a los desempleados en las zonas de desastre.

Sin embargo, es notorio que éstas y otras medidas no han sido suficientes para frenar o resolver los crecientes pro-

blemas creados por la recurrencia y severidad de las sequías. En los últimos dos decenios, a los persistentes y catastróficos efectos de la sequía se han agregado problemas estructurales que han debilitado la situación de la agricultura y de la economía del país. Desde mediados de los años sesenta el sector agrícola dejó de crecer y comenzó a ser deficitario. La producción, el área sembrada y los rendimientos de los cultivos básicos y tradicionales (maíz, frijol y chile) tienden a descender. Así, el país ha dejado de ser autosuficiente en sus cultivos básicos tradicionales y se ha convertido en un fuerte importador, a tal punto que en ocasiones ha comprado en el exterior más de 25% del equivalente a la producción interna de maíz, y más de 50% de la de trigo. O sea, que el sector agrícola no sólo ha dejado de ser generador de divisas, como en el período 1940-1960, sino que ahora es incapaz de satisfacer la demanda interna y crea déficit en la balanza comercial del país. Por otro lado, la insuficiencia del sector para satisfacer la demanda nacional también ha influido, aunque indirectamente, en el proceso inflacionario, que en los últimos años ha disparado los precios agrícolas. De ahí que, antes esta situación estructural de la agricultura, los efectos de la sequía tiendan a ser cada vez más rigurosos para la economía del país (véase, al final de este artículo, la cronología de las sequías registradas de 1052 a 1977).

### CARACTERÍSTICAS DE LAS SEQUIAS EN MEXICO

En la actualidad, la sequía se define como una disminución de la precipitación pluvial o de los escurrimientos, que afecta a las actividades humanas. Aunque no existe una metodología específica y exacta para hacer predicciones anuales o estacionales del fenómeno, es posible hacer algunas inferencias mediante el análisis estadístico de los registros históricos. Para realizar dicho análisis de las precipitaciones, se definió una red base de 157 estaciones climatológicas, distribuidas a lo largo y ancho del país con un registro histórico mínimo de 20 años. Como en muchas estaciones había datos faltantes y diferencias en longitud de sus registros, se procedió a completarlos para hacer el análisis con datos homogéneos.<sup>2</sup>

La metodología utilizada toma como base la precipitación total anual en cada estación seleccionada, para períodos de uno, dos, tres y cinco años continuos, y considera a la media como el parámetro indicativo del valor "normal" de la precipitación. A los datos de precipitación se aplicaron diferentes distribuciones de probabilidad de sequía, considerando los distintos porcentajes de precipitación pluvial en las estaciones seleccionadas, para buscar aquella con la cual la precipitación mostrara un mejor ajuste.

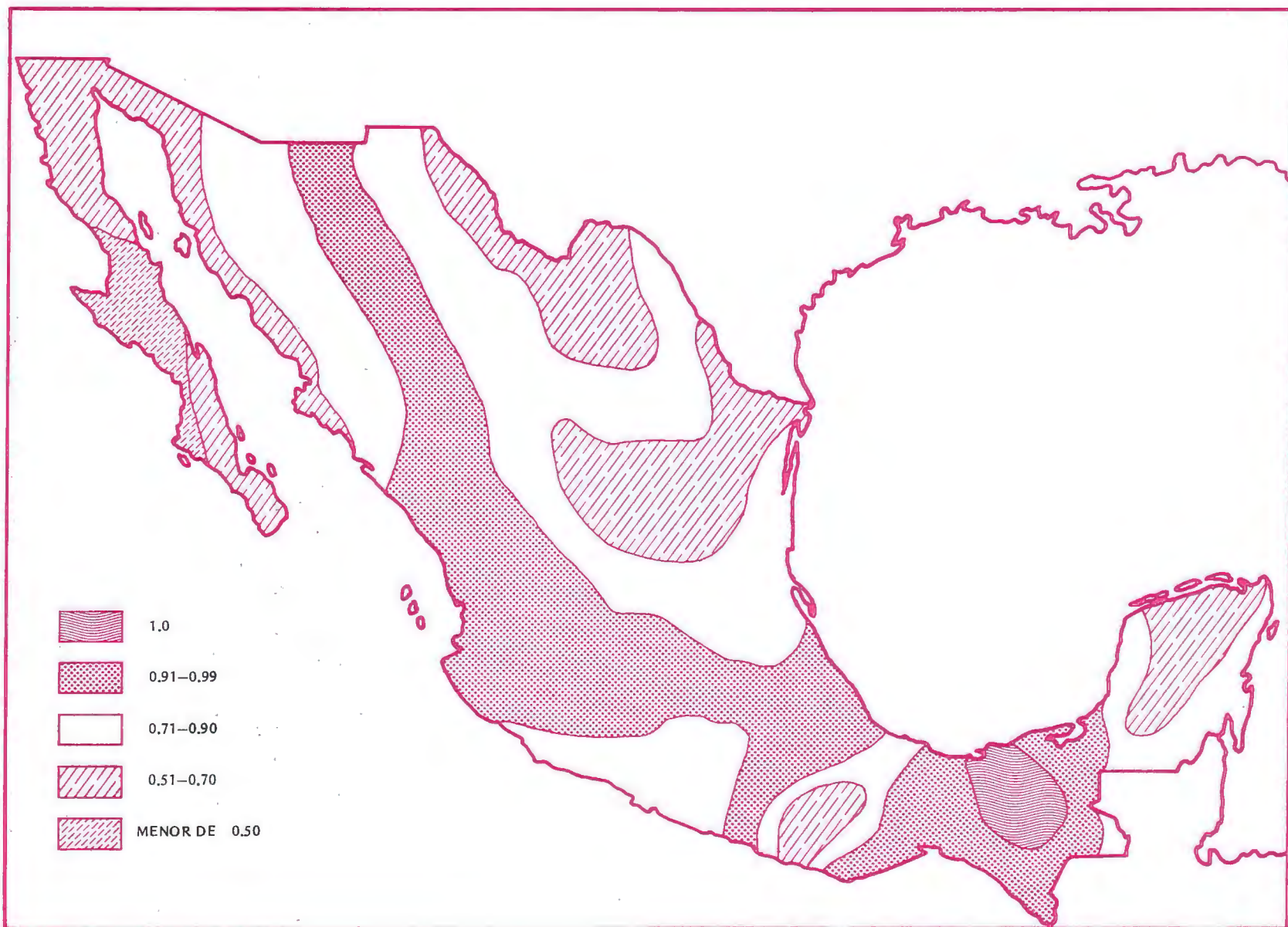
Los resultados que se obtuvieron al aplicar esta metodología son los siguientes: a) la variabilidad<sup>3</sup> de la precipitación es un indicador del riesgo de sequía: hay mayor variabilidad donde existe mayor riesgo; b) la probabilidad, en cada estación seleccionada, de que se presenten diferentes porcentajes de la precipitación normal para períodos de uno,

2. Comisión del Plan Nacional Hidráulico, *Análisis de las sequías*, SARH, México, septiembre de 1977.

3. Variabilidad se define como la desviación estándar dividida por la media:  $X_i \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{2}$

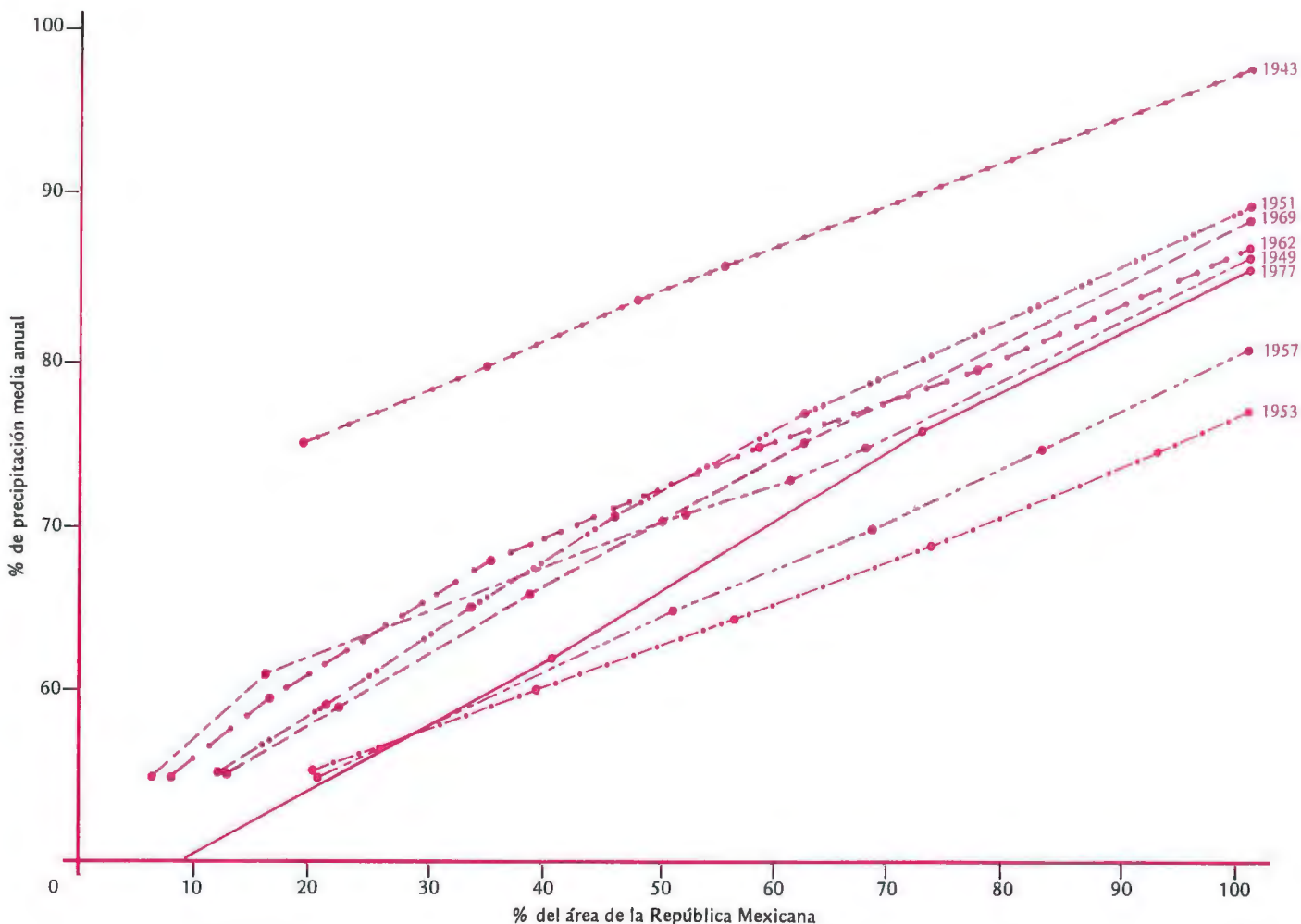
GRAFICA 1

México: probabilidad de tener precipitaciones iguales o mayores a 75% de la normal, para períodos de un año



GRAFICA 2

*Distribución área-intensidad de las sequías en México*

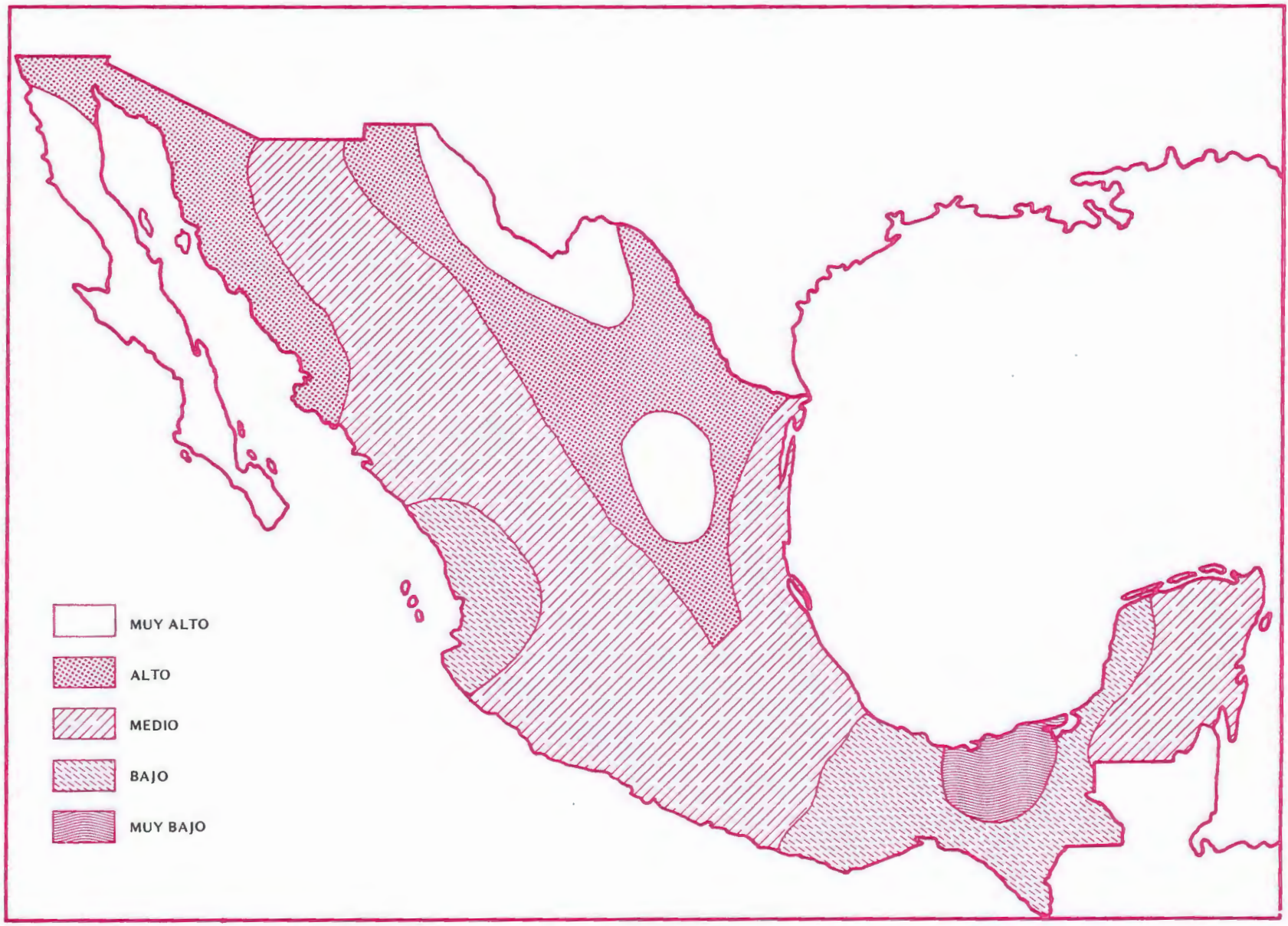


dos, tres o cinco años continuos (en la gráfica 1 se presenta un mapa del país para períodos de un año y 75% de la precipitación normal; c) curvas, para todo el país, que definen las características de extensión, magnitud, duración y frecuencia de la deficiencia de la precipitación; d) clasificación, en términos de extensión-intensidad, de las sequías más severas de los últimos 40 años, incluyendo la de 1977 (en la gráfica 2 se ilustra la comparación de las diferentes sequías. Como se aprecia, en 1953 se presentó la más intensa de ese período, en tanto que la de 1977 se ubica en el tercer lugar).

Los resultados obtenidos permiten caracterizar el fenómeno de las sequías en la forma siguiente. Las regiones con mayor riesgo son la península de Baja California, el norte de Coahuila, la zona candelillera de Nuevo León y San Luis Potosí y la costa de Guerrero, mientras que las de menor riesgo son la porción sur de Sinaloa, Nayarit, el centro del

país y el sureste, excepto la península de Yucatán. Existen zonas intermedias, entre las que se tienen unas de alto riesgo, como el altiplano central del norte y la costa de Sonora, y otras, como la porción de las Sierras Madres y la península de Yucatán, que presentan un riesgo un poco menor. En la gráfica 3 se muestra el riesgo de sequía, el cual se precisó a partir de los diferentes resultados obtenidos, entre ellos la variabilidad.

La variabilidad de la precipitación y el riesgo de sequías tienen una alta correlación con las zonas áridas del país, al corresponder la mayor variabilidad o riesgo con aquellas catalogadas como áridas o semiáridas. Lo anterior da una idea de las extensas áreas que se ven afectadas regularmente por el fenómeno, así como de la severidad que alcanza en cada región del país. Esto se corrobora mediante el estudio de las sequías más severas de los últimos 40 años, las cuales afectaron más de 60% del territorio, llegándose incluso a



registrar un caso (la sequía de 1953) en que prácticamente fue afectada toda la república. En general las sequías no presentan un patrón de comportamiento definido, pudiendo afectar cualquier parte del país. Sin embargo, la península de Baja California presenta un comportamiento diferente al resto, debido al factor climático, dado que se rige por otro tipo de fenómenos meteorológicos, como son los equipatas y la precipitación invernal. Esto hace que cuando hay deficiencia de precipitación en otras partes del país, aquí no se manifieste tal situación, y viceversa.

#### LA SEQUIA DE 1977 Y SUS CONSECUENCIAS

Durante todo el año de 1977 se tuvieron constantes noticias sobre lugares afectados por la falta de precipitación o por el reducido almacenamiento de agua en los vasos. En algunos casos, las noticias fueron muy alarmantes, como cuando se informó de pérdidas de cosechas en Oaxaca o falta de almacenamiento de agua en el norte de Sinaloa y el sur de Sonora.

Con la finalidad de tener un conocimiento más preciso de las características de la sequía de 1977 y de las pérdidas que originó, se hizo una evaluación de sus efectos, que se basó en los siguientes datos: precipitación registrada en el año; nivel de los vasos más importantes del país en el mes de octubre (que es cuando se decide la superficie que se va a sembrar en el período de otoño-invierno, comparando este dato con el nivel normal en el mismo mes), y, finalmente, análisis de los efectos observados en diferentes sectores económicos, principalmente el agropecuario (para esto se recurrió a la información periodística y a datos obtenidos en las dependencias gubernamentales respectivas).

En la gráfica 4 se observa que en más de 50% del país la precipitación fue deficiente. Las regiones de mayor carencia fueron Oaxaca la costa de Guerrero, partes de Veracruz, Sonora y Sinaloa, Chiapas, Tabasco y una porción del altiplano. Para tener una idea de su magnitud, en la gráfica 2 se compara la de 1977 con otras sequías de los últimos 40 años. Se observa que la de 1977 sólo es superada por dos; empero, para aproximadamente 30% del país, la de 1977 resulta ser la más severa.

Una consecuencia inmediata de la deficiencia de precipitación es el bajo almacenamiento (comparado con su nivel normal) de los vasos cuya cuenca de captación se ubica en las áreas de deficiencia pluvial. Los casos más dramáticos fueron los de las presas de las Lajas y las Vírgenes, en Chihuahua, y Benito Juárez, en Oaxaca, cuyos almacenamientos en el mes de octubre eran respectivamente de 10, 31 y 25 por ciento del almacenamiento normal en esa fecha. Otros vasos que presentaban niveles bajos fueron Malpaso (Chiapas) 78%, Temascal (Oaxaca) 59%, Humaya (Sinaloa) 48%, Oviachi (Sonora) 73%, Novillo (Sonora) 55%, y La Angostura (Sonora) 65 por ciento.

La presencia de bajos almacenamientos en el mes de octubre (principio del ciclo agrícola de invierno) implicó serias restricciones para la siembra en las superficies de riego, dado el bajo nivel de agua de los vasos. Así, en el noroeste no se sembraron 350 000 ha. de dobles cultivos. Por otro lado, en los vasos cuyo fin es generar energía, los bajos almacenamientos significan una reducción tanto en la po-

tencia como en la energía generada. Aun cuando todavía en esos meses no se presentaban problemas serios, se preveía que, por el nivel de las presas de La Angostura, Malpaso y Temascal, habría una reducción en su producción de energía en los próximos meses. Se buscaba remediar esta situación mediante el recurso de provocar lluvia estimulando nubes.

El sector más directamente afectado fue el agropecuario. Aparte de las superficies de dobles cultivos que no se sembraron, se estima que la sequía afectó más de un millón de hectáreas y que en más de 500 000 ha. de esa superficie hubo pérdida casi total de la cosecha. Las pérdidas económicas por este concepto se estimaron en 5 000 millones de pesos. Por otro lado la ganadería también sufrió graves daños y aún los está sufriendo. Se calcula que murieron 45 000 cabezas de ganado, con pérdidas superiores a 2 000 millones de pesos.

Otra actividad que también ha resentido los efectos de esta sequía es la silvicultura, al ocurrir incendios graves en los estados de Tlaxcala y Campeche.

Los datos que arrojó la evaluación ubican a 1977 como uno de los años más secos del siglo. Las pérdidas, al menos en el sector agrícola, han sido muy cuantiosas, al punto que en algunos estados de la república se calificó a 1977 como catastrófico para la agricultura. El nivel de los almacenamientos en algunas regiones del país hace presumir que los efectos de esta sequía se extenderán más allá de 1978.

#### PERSPECTIVAS DEL ESTUDIO; PREDICCIÓN Y COMBATE DE LAS SEQUIAS

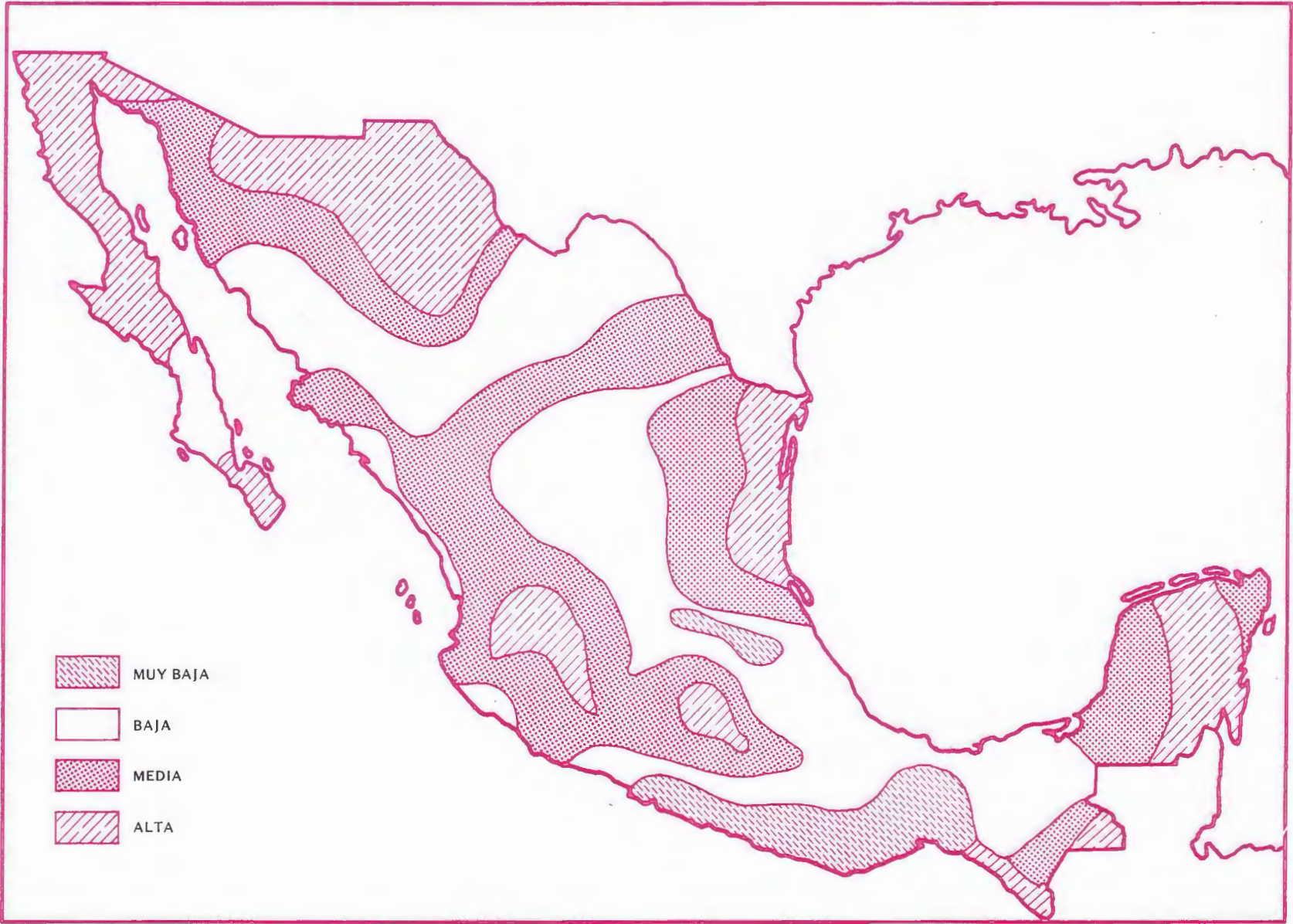
Considerando el estado que actualmente guarda el estudio de las sequías, puede decirse que las perspectivas de la investigación en este campo son muy amplias. Es indispensable relacionar el análisis estadístico aplicado a sequías recientes con las épocas históricas, lo cual ya se ha iniciado, y muestra que ambos enfoques se enriquecen mutuamente. El análisis estadístico aporta sugerencias acerca de zonas en donde es factible que hayan ocurrido sequías importantes en el pasado, cuyo estudio permitiría conocer mejor la recurrencia y las características de los efectos causados por este fenómeno. Por otro lado, la investigación histórica permite identificar las áreas en las cuales la sequía ha tenido graves consecuencias, lo que indica la necesidad de conocer mejor el riesgo con el fin de definir acciones para combatirla. Asimismo, el análisis estadístico de las pruebas históricas de la sequía ayuda a determinar la recurrencia periódica del fenómeno, en caso de que exista, lo cual permitiría predecir su ocurrencia. Es también factible relacionar las sequías con otros fenómenos, como manchas solares, cambios en la temperatura oceánica e isobaras.

En cuanto a la investigación histórica, ésta se ha visto limitada tanto por las reducidas áreas estudiadas como por las fuentes. Así, en el futuro será necesario ampliar la investigación a otras zonas del país y consultar otras fuentes, especialmente archivos y periódicos locales. También es conveniente realizar un análisis más profundo de los efectos económicos, sociales y políticos provocados por las sequías, destacando las que ya han sido caracterizadas, como la de 1953. Asimismo podrían iniciarse investigaciones apoyadas en otras técnicas y métodos con el fin de corroborar,



GRAFICA 4

Precipitación en México en 1977



completar y ampliar la información obtenida en fuentes escritas. Los estudios dendrocronológicos, del polen, del clima y los que se basan en la botánica deben aportar resultados que permitan enriquecer, afinar y corregir los resultados de la investigación histórica.

No sólo el análisis histórico y el estadístico presentan amplias perspectivas de investigación. La predicción del fenómeno es uno de los instrumentos más útiles para reducir sus efectos en el largo plazo. Sin embargo, no se prevé en los próximos años la determinación de una metodología que produzca resultados satisfactorios. Por ello es conveniente dar mayor importancia tanto al estudio de los diferentes métodos para combatirlo, como a la construcción de presas y al almacenamiento de granos —que se practicaban desde épocas remotas—, o a la creación de programas de auxilio en aquellas zonas que se han definido como las más vulnerables a la sequía.

Otro aspecto muy importante es clasificar y ponderar los efectos que generan las sequías. Parte de esto es posible con apoyo en el análisis de los datos históricos, pero se requiere también un mayor conocimiento de las relaciones sequía-producción agrícola (temporalera y de riego), sequía-generación de energía, sequía-abastecimiento de agua, etc. Para ello es indispensable definir modelos que permitan tomar en cuenta la relación entre el fenómeno y las diferentes actividades humanas.

El análisis de las sequías en años específicos podría aportar mucho, tanto al mejor conocimiento de sus causas como al de sus efectos. De esta manera, al establecerse la relación entre la deficiencia de la lluvia, la presión atmosférica y otros fenómenos que influyen en el clima, será posible analizar las causas que provocan la sequía y a la vez se podrá contar con más elementos para su predicción y combate. □

### *Cronología de las sequías registradas, 1052-1977*

<i>Año</i>	<i>Lugar</i>	<i>Acciones y consecuencias</i>
entre 1500 a. C. y 300 d. C. hacia 1052	Valle de México Tula y alrededores	Posible adopción de sistemas de riego Hambre, mortalidad, una de las posibles causas de la caída del Imperio Tolteca
hacia 1064	Coatepec	Se secó la vegetación y murieron muchos animales
hacia siglo XII	Bajío	Disminuye la precipitación. Afecta a la agricultura
1287-1296	Chalco y Otlattepec	La sequía y el calor son intensos. Hambre
1328	El Peloncillo	Duró 4 años. Todo se secó
1332-1335	Chalco y Coyoacán	Duró 4 años. Hambre
1347	Chalco	Hambre; terminó con la guerra entre chalcas y mexicas
1448	Chalco	
1450-1456	Valle de México	Muertes y migración
1460-1464	México-Tenochtitlan	Se secó la vegetación
1502	Coacolman	Hambre, plagas y migración
1514	México-Tenochtitlan	Pérdida de cosechas, hambre
1543	Ciudad de México	Escasez de maíz y frijol
1576	Ciudad de México	Hambre
1580	Ciudad de México	Se pide al Arzobispo que ruegue por la lluvia
1587	Ciudad de México	Hambre
1591	Ciudad de México	Precios elevados de los cereales
1594	Ciudad de México	Precios elevados de los cereales
1597	Ciudad de México	Cosechas bajas
1598	Ciudad de México	Cosechas bajas
1611	Ciudad de México	
1616	Ciudad de México	Escasez extrema de alimentos
1618	Ciudad de México	Precios elevados de los cereales
1620	Coyoacán	Escasez de pan
1621	Ciudad de México	Escasez de maíz
1624	Tacuba	Sequía severa, precios elevados
1639	Valle de México	
1641-1642	Ciudad de México	Escasez de granos, enfermedades y muertes
1653	Centro del país	Enfermedades atribuidas a la sequía
1661	Centro del país	Escasez de granos
1663	Centro del país	Hambre, epidemias
1667-1668	León, Celaya	Muertes, enfermedades y epidemias
1678	Valle de México	
1684	León, San Miguel	
1686	Silao, Irapuato	Precios elevados
1691	Valle de México, Bajío	Traen a la Virgen de los Remedios
1692	Valle de México, Bajío	Escasez de granos, motines
1693	Bajío	Precios elevados
1695	Valle de México, Bajío	Escasez de granos
1696	Bajío	Precios elevados
1701	Valle de México, Bajío	Ruegos a la Virgen pidiendo lluvias. Precios elevados
1702	Valle de México, Bajío	Precios elevados
1703	Bajío	Precios elevados
1705	Ciudad de México	
1711	Ciudad de México	Precios elevados de los granos
1713	Chalco, Bajío	Cosechas bajas, precios elevados

<i>Año</i>	<i>Lugar</i>	<i>Acciones y consecuencias</i>
1720	Valle de México	
1735	Bajío	Precios elevados
1749	Valle de México, Bajío, SLP	Precios elevados
1755	Tlalmanalco	Precios elevados
1764	Tlalmanalco	
1765	Ciudad de México	Precios moderados
1767	Zirándaro	Precios moderados
1768	Valle de México	Escasez de granos
1769	Zirándaro	Precios moderados
1770	Valle de México, Bajío, SLP	Cosechas bajas
1771	Bajío	Precios elevados
1772	Valle de México, Guanajuato	Precios elevados
1773	Valle de México, Zirándaro	Precios elevados
1778	Ciudad de México	Precios moderados
1779	Chimalhuacán, Huehuetoca, Atenco	Precios moderados
1780	Valle de México, Maravatío	Precios moderados
1781	Maravatío	Precios moderados
1785	Valle de México, Bajío, norte y sur del país	Pérdida general de las cosechas, gran carestía, hambre, migraciones
1802	Ciudad de México	Oraciones a la Virgen pidiendo lluvias
1804	Huatla	Pérdida de siembras
1805	Yucatán	Gran mortandad y migraciones
1807	Yucatán	Pérdida de las cosechas
1808-1809	Casi todo el país	Sequía generalizada, pérdida de la mayor parte de las cosechas
1817	Yucatán	Pérdida de las cosechas
1822-1823	Yucatán	Pérdida de las cosechas, se permite libre importación de harina
1830	Ciudad de México	Falta de agua en la capital
1831	Valle de México	Se afectaron los potreros encareciéndose la carne
1834-1835	Yucatán	Escasez de maíz, tumultos
1836	Valle de México	Se intenta traer a la Virgen de los Remedios
1842	Guadalajara	Falta de agua en la ciudad. Se elabora un proyecto de acueducto
1843	Veracruz, Chiapas	Se pierden los cultivos de algodón
1850	Durango	Pérdida de cosechas
1854	Querétaro	Bajas cosechas
1868	Casi todo el país	Sequía severa. Pérdida de las cosechas y muerte del ganado
1875	Norte del país	Sequía severa
1877	Casi todo el país	Pérdida de cosechas. Precios elevados
1878	Ciudad de México	Epidemias, baja el nivel del lago de Texcoco
1880	Norte del país	Muerte del ganado
1882	Mesa central y litoral del Pacífico	Cosechas bajas
1884	Mesa central y norte del país	Pérdida de cosechas y ganado. Venta de agua potable a precios excesivos
1885	Oaxaca y Zacatecas	Pérdida de cosechas
1891	Valle de México y Bajío	Pérdida de cosechas; se requiere importar cereales
1892	Casi todo el país	Cosechas bajas
1893	Ciudad de México	Cosechas bajas. Se importa maíz y frijol
1896	Ciudad de México, norte del país	Pérdida de cosechas
1905	Otumba, SLP, Guanajuato	Pérdida de cosechas; la de maíz, casi nula
1908	N. León, SLP, Qro. Zac.	Mala cosecha en general
1909-1910	Centro y norte del país	Mala cosecha en general
1917	Casi todo el país	Pérdida de las cosechas
1921	Norte y noroeste	Muerte del ganado. Pérdida de las cosechas
1923	Norte y centro del país	Pérdida de las cosechas. Problemas de abastecimiento de agua en Zacatecas
1925	Norte	Muerte de ganado. Pérdidas de cosechas. Desempleo, incendios forestales
1932	Todo el país	Pérdida de cosechas. Muerte del ganado. Se paralizan minas en SLP
1935	Casi todo el país	Pérdida de cosechas. Muerte del ganado. Problemas de abastecimiento de agua. Desempleo
1941	Centro del país	Pérdida de las cosechas. Se secan manantiales
1943	Casi todo el país	Pérdida de las cosechas. Muerte de ganado
1949	Norte y centro del país	Presas bajas, problemas de generación de energía en Necaxa
1951	Casi todo el país	Presas bajas, muerte de ganado, pérdida de cosechas, problemas de generación de energía
1953	Casi todo el país	Grandes pérdidas en la agricultura. Se estima que fueron afectados 60 000 campesinos
1957	Casi todo el país	Grandes pérdidas en la agricultura. La SRH plantea la construcción de presas y la perforación de pozos
1958	Casi todo el país	Problemas de generación de energía y de abatimiento de agua. Pérdidas en la agricultura.
1960	Norte del país	Incendios de bosques. Pérdidas en la agricultura y ganadería
1962	Casi todo el país	Pérdidas en la agricultura y la ganadería. Muertes en Monterrey, se secan pozos y presas
1969	Casi todo el país	Problemas de abastecimiento de agua. Pozos secos. Pérdidas en la agricultura y ganadería
1972	Norte del país	Altas temperaturas, niños deshidratados. Pérdidas en la agricultura y la ganadería. La SOP organiza planes de emergencia
1977	Casi todo el país	Pérdidas graves en la agricultura y la ganadería. Incendios forestales. Fuente calor: niños deshidratados