Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos de México

TERESA REYNA T.

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Serie Cuadernos

TERESA REYNA T.

RELACIONES ENTRE LA SEQUÍA INTRAESTIVAL Y ALGUNOS CULTIVOS DE MÉXICO

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos en México

TERESA REYNA T.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, 1970

Primera edición: 1970

© 1970, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, México 20, D. F.

Dirección General de Publicaciones

Impreso y hecho en México

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura es la principal fuente de ocupación nacional, ya que el 47% de la población económicamente activa la practica, por lo que resulta interesante tratar de estudiar los factores que pueden inhibir tan importante actividad humana.

Con base a estos hechos se inició el presente trabajo, en donde se enfatiza como un problema particular, el de la sequía intraestival, conocida y llamada vulgarmente como "sequía de agosto" o "canícula", que reviste indudablemente un gran interés climático, biológico y económico para nuestro país.

Según Mosiño y García (1966) "En nuestro país la sequía relativa o mínimo secundario de precipitación se presenta frecuentemente a mediados de la estación lluviosa, como un receso temporal en la cuantía de las lluvias de esta época, sobre la mitad oriental y sur del país." Ahora bien, en el presente trabajo se pretende aplicar a la biología este estudio, relacionando la sequía intraestival con la produc-

ción de cereales (maíz y cebada) y de legumbres (frijol), todos ellos cultivos económicamente importantes y además básicos en la alimentación de nuestro pueblo.

De los diversos tipos de cultivo que se practican en México: temporal, humedad o jugo y riego, solamente el tercero está exento de la influencia de este fenómeno climático. Por lo tanto se han considerado para este estudio únicamente aquellas áreas de cultivo de temporal en donde se registra la "canícula". El cultivo de jugo o humedad es practicado en forma reducida y en áreas cuyas condiciones climáticas son un tanto especiales, de manera que sólo se hace mención de él aquellos años en que se practicó en algunas de las estaciones aquí tomadas en cuenta.

Se ha visto que no solamente la "canícula" es un factor desfavorable para el rendimiento de los cultivos que nos ocupan, sino que hay muchos otros, tales como: la cantidad de precipitación total anual, la erosión, las plagas, el empobrecimiento de los suelos, el relieve y otros más, que se tratan aquí solamente en forma superficial.

II. ANTECEDENTES

Se han realizado varios estudios acerca de la distribución geográfica y temporal de la lluvia en la República Mexicana y los autores han coincidido en observar que la distribución anual de ésta tiene un carácter bimodal. Es decir, que se presentan dos máximos de precipitación unidos por un mínimo secundario. Esto aunque no ocurre en toda la República, sí se observa en extensas regiones.

A continuación se citan algunos autores que han realizado trabajos sobre este tema, llevando un cierto orden cronológico:

Page (1930), Köppen (1936), Ward R. de C. *et alii* (1936), Trewartha (1943), Wallén (1955), Richard (1957), Jáuregui (1959), García (1965).

El problema específico de la "Sequía de Agosto" fue estudiado por Mosiño y García (1966) quienes denominaron al fenómeno "sequía intraestival" o "sequía de medio verano".

Posiblemente con este trabajo, queda explicado el por-

qué en algunas regiones del país, se presenta la lluvia con carácter bimodal y no con un solo máximo como podría esperarse.

Por otra parte, algunos autores, norteamericanos en su gran mayoría, han venido observando esa disminución de la precipitación en el verano, en proporciones variables cada año, e incluso han hablado a grandes rasgos de que esto influye en la agricultura; datos de esta índole están registrados ya en el *Anuario de Agricultura de Iowa* del año de 1936.

Algunos otros autores dedicados al estudio y mejoramiento de la agricultura, mencionan también este problema, como Russell (1959), que indica la influencia tan marcada que recibe un cultivo cuando el año es seco, y, sobre todo, cuando la sequía se acentúa en la época estival.

Etcheverry y Harding (1933) opinan que una serie de problemas relacionados con las épocas secas y sus efectos sobre los cultivos, podrían ser solucionados satisfactoriamente con la aplicación correcta de la irrigación.

En nuestro país se ha escrito poco acerca de la sequía, que se presenta en zonas bastante extensas y su influencia biológica sobre los rendimientos. Sin embargo, existe un grupo de personas que trabajan en la actualidad en la Escuela Nacional de Agricultura sobre variedades de maíz resistentes a la sequía y a las heladas. Seguramente los resultados que se obtengan serán benéficos para el cultivo de tan importante cereal.

Con la creación de la Productora Nacional de Semillas, se ha logrado un gran adelanto en cuanto a la selección y mejoramiento de una serie de semillas cultivables, así como también a las zonas específicas en donde deben sembrarse, con objeto de mejorar los rendimientos y por lo tanto la economía misma del país.

Las conclusiones consignadas en el presente trabajo, son una simple aportación cuantitativa, que permite valorar la importancia que adquiere la sequía intraestival desde el punto de vista agrícola.

Es de esperarse que se inicien otros trabajos en donde se pueda dar una solución satisfactoria a este problema, y se tengan de esta manera bases más firmes y sólidas que permitan la superación de la agricultura en México.

III. EVALUACIÓN DE LA SEQUÍA

De acuerdo con Mosiño y García (1966) la sequía intraestival, o periodo relativamente seco que se presenta en la temporada lluviosa, afecta una gran parte del país. Estos autores, al estudiar las áreas afectadas por dicho fenómeno hicieron notar que de las 1 900 estaciones meteorológicas que funcionan en el país, dentro del lapso de 1921 a 1960, cerca de la mitad presentan este receso de lluvia.

Le han llamado otros autores a esta etapa relativamente seca, "Canícula", "Sequía de Agosto" y los autores antes mencionados la han denominado como "sequía intraestival" o "sequía de medio verano". Dentro de este estudio se ha seguido el criterio de estos últimos e indistintamente la citaremos como sequía intraestival o como sequía de medio verano.

En el presente trabajo se hizo una selección previa de estaciones que reunieran datos tanto de precipitación como de producción, en un lapso comprendido de 1940 a 1960. Por desgracia estas condiciones fueron un poco difíciles

de reunir, de tal manera que el número de estaciones consideradas aquí se redujo solamente a 101 que quedan dentro del área definitiva de estudio.

El trabajo se inició con la formación de cuadros con los datos de precipitación, tomados para cada estación en particular, y fueron sacados del Archivo de Estaciones Meteorológicas, existente en el Departamento de Climatología del Instituto de Geografía, UNAM, habiendo sido los datos examinados año por año. Para cada uno de los años considerados se calcularon los siguientes parámetros:

a) Precipitación total anual = Σ de las precipitaciones de enero a diciembre, inclusive;

b) Precipitación de mayo a octubre = Σ de las precipitaciones de mayo a octubre;

c) % sobre el total de la precipitación de mayo a octubre =

$$\frac{\text{Precipitación de mayo a octubre.}}{\text{Precipitación total anual.}}$$

Con estos datos, fue posible detectar los años en que se presentó el fenómeno de la sequía intraestival. Posteriormente se hicieron los siguientes cálculos con el objeto de cuantificar la mencionada sequía, utilizando las fórmulas que Mosiño y García (1966) proponen para tal fin.

d) Área del polígono funicular según la fórmula indicada para cada caso (véanse figuras 1, 2, 3 y 4).

1. Área del polígono 1, 2, 3 en que la sequía abarca dos meses.

$$A_{1,\,2,\,3} = (1/2)\ Y_1 - Y_2 + (1/2)\ Y_3$$

2. Área del polígono 1, 2, 3, 4 en que la sequía abarca tres meses.

$$A_{1,2,3,4} = Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4$$

3. Área del polígono 1, 2, 3, 4, 5 y en que la sequía abarca cuatro meses.

$$A_{1,2,3,4,5} = (3/2)\ Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + (3/2)\ Y_5$$

4. Área del polígono 1, 2, 3, 4, 5, 6 en que la sequía abarca cinco meses.

$$A_{1,2,3,4,5,6} = 2Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 + 2Y_6$$

En que las Ys son las precipitaciones medias mensuales de la temporada afectada por la sequía.

Asimismo se calculó:

e) La sequía relativa en porciento según la fórmula siguiente:

$$\text{Sequía Relativa} = \frac{\text{Área del polígono calculada según la fórmula correspondiente}}{\text{Cantidad total de lluvia de mayo a octubre}}$$

Se calculó además:

f) El promedio de sequía relativa de cada estación, para el lapso considerado, con la siguiente fórmula:

$$\text{Promedio de sequía relativa} = \frac{\Sigma \text{ de la sequía relativa de cada año}}{\text{número de años}}$$

Puede apreciarse que el volumen de material por calcular fue sumamente grande, por lo que hubo necesidad de recurrir a las calculadoras electrónicas. En efecto, algunos cálculos fueron hechos en el Centro de Cálculo Electrónico

de la UNAM, en la máquina G-20 y otros por la Sociedad Mexicana de Crédito Industrial, S. A. Algunos más se hicieron en las máquinas calculadoras ordinarias del Instituto de Geografía de la UNAM.

Una vez obtenidos los resultados antes indicados, se procedió a adquirir los datos estadísticos acerca de la producción de maíz, frijol y cebada. Éstos fueron obtenidos de los Archivos de la Dirección General de Economía Agrícola dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

El cultivo que se considera como primordial en este estudio es el del maíz. Los de frijol y cebada se utilizan solamente a manera de comprobación, por lo que el enfoque directo se hace sobre el cereal más importante para México que es precisamente el primero.

Se tomaron para cada estación solamente los datos de cultivos de temporal y se incluyeron en cuadros, en donde también se vaciaron los datos relativos a la precipitación y a la sequía intraestival.

Se hicieron mapas tomando, en un principio, la carta base de la República Mexicana a escala 1: 5 000 000 publicada por el Instituto de Geografía (1948) y posteriormente se hicieron reducciones de la misma. Los trabajos cartográficos consistieron en los siguientes mapas:

a) Mapa de la localización de las estaciones de estudio;

b) Mapa que indica el promedio de la intensidad de la sequía relativa (en %);

c) Mapa del rendimiento por hectárea de maíz en entidades municipales;

d) Mapa del rendimiento por hectárea de frijol solo e intercalado en entidades municipales;

e) Mapa de rendimiento por hectárea de cebada en entidades municipales.

Se formaron gráficas de la distribución de la precipi-

tación y de la temperatura en estaciones tipo; así como también gráficas de correlación entre la sequía intraestival y el rendimiento por hectárea de los cultivos en cuestión.

En vista de que fue imposible incluir aquí el gran volumen de datos que sirvieron de base al presente trabajo, solamente se pusieron algunos cuadros representativos. Si hubiera interés por parte de los lectores en consultar este acervo de datos, se encuentra a su disposición en el Departamento de Climatología del Instituto de Geografía de la UNAM.

IV. INTENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL FENÓMENO

El poder adaptativo del maíz, le ha permitido desarrollarse en los más diversos tipos de clima, de suelo y de relieve; su respuesta ante estos factores es diferente por lo que no siempre se obtienen los mejores resultados.

En nuestro país, el cultivo de dicho cereal se realiza en zonas que pueden tener clima seco, caliente-húmedo y templado húmedo, en donde la temperatura y la precipitación varían grandemente e influyen en el desarrollo de la planta.

Así que el cultivo de esta planta anual en nuestro país, se efectúa desde unos cuantos metros sobre el nivel del mar hasta aproximadamente 3 000 m, Welhausen y colaboradores (1951), sembrándose tanto en planicies como en pendientes. Prácticamente toda la República es sembrada por maíz, aun cuando las condiciones ecológicas de muchos sitios no sean las más adecuadas para su cultivo.

A pesar de esta adaptación a tan diversas zonas, el maíz requiere según algunos autores, un mínimo de precipitación anual de 300 a 400 mm; siendo sobre todo importantes

las caídas de mayo a octubre. En cuanto a la lluvia máxima que necesita, su valor es muy variable; incluso se desarrolla en aquellos sitios que tienen hasta más de 2 500 mm de precipitación total anual.

En la mayor parte de la República, se aplica el cultivo de temporal y este tipo de cultivo está limitado por la cantidad de agua que se concentra en la estación lluviosa del año. Sin embargo, la cantidad total caída durante esta época, así como su duración, son sumamente variables de un año a otro, por lo que nunca se tiene certeza de que la lluvia sea lo suficientemente eficaz para el normal desarrollo del cultivo. Incluso hay años, durante los cuales las lluvias son tan escasas que aunque se logra la germinación puede no haber una cantidad suficiente de humedad para que la nueva planta prospere.

Debido a que la temporada lluviosa en la mayor parte del país queda comprendida de mayo a octubre y a pesar de que a fines de mayo o principio de junio sólo han caído lluvias esporádicas que depositan cierta cantidad de humedad en el terreno, es frecuente que nuestros campesinos elijan esta época para iniciar los cultivos.

Por otra parte, el frijol (*Phaseolus vulgaris*) presenta también una gran adaptación a diversas condiciones ecológicas. Hasta 1964 se dedicaron en México para su cultivo cerca de un millón y medio de hectáreas (Crispín y colaboradores, 1964); pero de ellas no se obtuvieron producciones suficientes para satisfacer las necesidades del consumo local de la población.

Al igual que el maíz, el frijol se ve seriamente afectado por la sequía, por lo que su mejor desarrollo se tiene en zonas cálidas, ya que es muy sensible a las temperaturas extremas, a pesar de que requiere de una cantidad modesta de humedad, si se la compara con la que necesita el maíz, los cambios que se presentan en la precipitación afectan bastante su desarrollo.

En cuanto a la cebada (*Hordeum sp.*), es un cereal que se adapta bien en regiones altas, con temperaturas relati-

vamente bajas, ya que durante épocas muy calurosas y húmedas no prospera. De aquí que la humedad que necesita para su desarrollo no sea muy alta. Es además bastante resistente a la sequía de verano, siempre y cuando ésta no sea prolongada e intensa.

Por las características que requiere su cultivo, la mayor cantidad de cebada se cosecha en el país, en invierno o primavera, que son las estaciones más frías y secas del año; la cebada de verano es poco importante y su cultivo está sumamente restringido.

Por todas estas razones es fácil comprender por qué una temporada seca, durante la etapa lluviosa del año, o sea la sequía intraestival, tiene gran influencia en los diferentes cultivos que nos ocupan.

Distribución geográfica de la sequía intraestival

Debido a que una gran extensión del país se ve afectada por esta corta temporada seca que se presenta en la mitad lluviosa del año, al observar el mapa 1 tomado de Mosiño y García (1966) puede verse que la sequía abarca las zonas que comprenden la mitad oriental y sur del país, desde el paralelo 14°30′ N, hasta la frontera con los Estados Unidos, tanto al norte como al sur del Trópico de Cáncer. En estas zonas la cantidad de lluvia recibida es predominantemente de verano o estival; en tanto que la lluvia invernal recibida tiene poca importancia, pues por lo general no alcanza altos porcentajes. Este fenómeno climático afecta cerca de 900 estaciones cuyos climas pueden ser B, templado-húmedos C, y aun cálido-húmedos A, del sistema de clasificación de Köppen.

Por lo tanto, las áreas con sequía intraestival no necesariamente presentan una disminución de lluvia anual, sino que en muchos casos los días lluviosos del mes sólo se reducen y, por lo tanto, el promedio de la precipitación media mensual disminuye. Con respecto a los promedios de los meses se comprueba excepcionalmente en algunas es-

taciones del norte del país en donde el clima es muy árido, que aun dentro de los meses de la temporada lluviosa (mayo a octubre) se presenta una sequía absoluta, es decir, que no hay precipitación apreciable en ninguno de los días del mes, por lo que su valor mensual es nulo.

Las gráficas II y III ilustran este fenómeno, ocurrido en dos estaciones de Nuevo León para un mismo año; lo que indica que en este lapso se tuvieron precipitaciones escasas y por consiguiente el año fue seco en estas regiones.

Las diferencias en cantidad y distribución de la precipitación, en las estaciones que cubren el área afectada por la sequía, son notables; los rangos promedio de la precipitación total anual caída en el periodo aquí analizado, que es el de 1940 a 1960 (cuadro I), quedan comprendidos entre 183.1 mm que es el valor más bajo registrado en Cuatro Ciénegas, Coahuila, y hasta 2 530 mm, que es el obtenido en Macuspana, Tabasco. Esto nos permite apreciar que hay una gama de valores intermedios que le dan una característica particular a cada estación estudiada.

En la gráfica I aparece la forma en que se distribuye cronológicamente la precipitación y la temperatura en aquellos lugares que presentan la temporada seca, pero manteniendo, a pesar de esto, valores elevados de precipitación.

Es posible observar, que en estos sitios húmedos, la máxima concentración de la lluvia efectivamente queda comprendida de mayo a octubre lo que indica su carácter definitivamente estival; la precipitación va ascendiendo progresivamente a partir del primer mes mencionado, hasta llegar a una etapa en la cual la lluvia disminuye para volver a ascender y formar el segundo pico de precipitación. Esta disminución de precipitación es la que se conoce como sequía intraestival.

El mes en que se presenta el primer máximo de precipitación es muy variable así como también el mes o los meses en que se registra la temporada seca. Una vez más se comprueba que esta temporada seca o "merma" de pre-

cipitación puede caer lo mismo en junio que en agosto o incluso en septiembre, lo que hace que el segundo máximo sea también variable.

En algunas de las estaciones situadas en la vertiente hacia el Golfo de México, se observa que la precipitación invernal, en algunos años, alcanza promedios más o menos altos, lo que se debe a la incidencia de perturbaciones atmosféricas características de esta época del año como son los nortes, cuyo aire frío y húmedo al verse obligado a ascender por las laderas montañosas precipita gran cantidad de humedad (García, 1965).

La gráfica II muestra la forma general de distribución de la precipitación en las estaciones donde la cantidad total de lluvia caída en el año es muy escasa, siendo la etapa seca en ellas muy pronunciada y en ocasiones demasiado prolongada.

Al igual que en las estaciones húmedas, el mes en que ocurre el primer máximo es variable, así como el número de meses secos y en el que ocurre el segundo pico o máximo de precipitación.

No fue posible observar ninguna secuencia en los años en que se presenta la sequía de medio verano en una misma estación, tampoco los meses en que es más álgida su aparición son los mismos ya que en algunas ocasiones se manifestó durante tres años consecutivos con diferentes porcentajes, pero al siguiente no se presentó; esto nos hizo pensar en un principio, que podría seguir cierto ciclo. Sin embargo, durante el siguiente periodo se tuvo sequía solamente en dos años consecutivos para no manifestarse en un tercero.

Como una consecuencia de la disminución de la precipitación y la nubosidad de esta época del año, se observa una elevación en la temperatura, guardando estas condiciones climatológicas una estrecha relación con las etapas de desarrollo de los cultivos.

En la gráfica I se puede ver que la temperatura en las estaciones húmedas en general es alta, siendo en muchos

años y para muchas de las estaciones estudiadas los meses de mayo y agosto los que registran los ascensos mayores de ésta. Sin embargo, las diferencias de temperatura entre el mes más frío y el más caliente del año no son muy marcadas, ya que entre uno y otro no hay más de 7°C de diferencia.

En el caso de la gráfica II se tiene una estación más seca, con una sequía intraestival muy intensa; la temperatura se eleva por arriba de los 30°C, coincidiendo este aumento de temperatura generalmente con la época seca de mediados de la temporada lluviosa. En cambio, se registran oscilaciones de una gran magnitud, que van desde 5° hasta más de 15°C.

Es bien sabido que, para que se inicie la germinación del maíz, se requiere una temperatura de por lo menos 4° C. Se ha visto, por otra parte que, cuando la temperatura es demasiado alta, incluso llega a provocar la destrucción del germen, por lo que se va perdiendo la viabilidad de la semilla, ya que las proteínas que contiene se coagulan y se atrofia el embrión.

Si la máxima temperatura se presenta cuando el maíz está en etapa de crecimiento, puede destruirse la planta completa.

Las bajas temperaturas tienen también efectos desfavorables para los cultivos. Aunque esto parece ser ocasional, en nuestro país por lo general no se presentan temperaturas medias mensuales tan bajas que lleguen hasta el punto de fusión del agua (0°C) y que ocasionen la pérdida de las cosechas, aunque desde luego, en algunos años se registraron en algunas estaciones, pérdidas ocasionadas por la presencia de heladas tempranas.

Durante la época del crecimiento, éste se logra perfectamente, si en el medio se tienen entre 18 y 19°C durante el día y menos de 13°C durante la noche (De la Loma, 1966).

En reportes que aparecen en el *Anuario de Agricultura de Iowa* (1936), se encuentra un artículo en donde se afirma que: "si la cantidad de lluvia en verano disminuye, sin

que la temperatura varíe demasiado, la cosecha no sufre grandes daños; por el contrario, si la lluvia decrece y la temperatura es anormalmente alta, la cosecha puede llegar a perderse totalmente".

El mismo Departamento de Agricultura de Iowa, informa que con una temperatura de 100°F (aproximadamente 38°C) la cosecha se pierde, aun cuando la planta disponga inicialmente de humedad, es decir, que para ellos el factor limitante es la temperatura y no la escasa precipitación como es de suponerse; según Reed (1936) esto viene sucediendo desde 1886, que es el año en el que se cuenta ya con datos estadísticos que permiten hacer esta apreciación; este autor, comenta que el ascenso de temperatura se presenta en los meses de junio, julio y agosto y que probablemente se deba a cambios de presión atmosférica; la explicación que dan Mosiño y García (1966) a la presencia de la sequía intraestival en la República Mexicana, está basada, justamente, en cambios en la circulación atmosférica que se registran en esta época lluviosa. Estos autores hablan de un "retorno al invierno" es decir, que las condiciones de circulación aérea que hacen que la época fría sea la más seca del año, se observan momentáneamente en la corta época del verano en que ocurre el fenómeno en cuestión.

En fin, si esto sucede en una de las principales zonas maiceras de los Estados Unidos, es muy probable que en nuestro país suceda algo similar; solamente que parece más lógico que la pérdida de la cosecha no se deba en sí solamente a la presencia de altas temperaturas, como concreta el Departamento de Agricultura; sino que, al existir una temporada seca, la humedad depositada en el terreno se va perdiendo cada vez más. Estas condiciones con sólo prevalecer por cuatro a seis días provocan el marchitamiento de las plantas y de continuar se obtienen muy bajos rendimientos.

En la actualidad se cuenta con una serie verdaderamente importante de híbridos del maíz, que son resistentes a muchos factores adversos, para cultivarlos se debe tener especial cuidado para seleccionar los específicos, es decir,

aquellos que estén adaptados a la temperatura, precipitación y relieve del terreno en donde se van a cultivar y de esta manera obtener mejores rendimientos.

Localización del área donde se observa la sequía

En el mapa 2 se incluye la localización de las 101 estaciones estudiadas (ver cuadro 1) que presentan sequía intraestival. Éstas forman un área extensa, posiblemente mayor que la aquí considerada. Sin embargo, debido a la carencia de datos de precipitación y producción, en zonas cercanas a las estaciones meteorológicas, el área de estudio se redujo considerablemente y no abarcó el área total afectada.

El mayor número de estaciones quedó concentrado en la porción central y oriental del país, entre los paralelos 18° y 22°N aproximadamente, en tanto que otras quedaron diseminadas en el resto de la zona que está afectada por la sequía.

Intensidad del fenómeno

Al aplicar las fórmulas ya establecidas para cuantificar la sequía relativa resultaron altos porcentajes en algunas zonas. En el mapa 3, se puede ver que dichos porcentajes van desde 10% hasta más de 60%. Este mapa representa el promedio dentro del lapso de 1940 a 1960 de las sequías relativas calculadas para cada año y para cada estación.

En el trazo de este mapa, se emplearon isolíneas de sequía relativa, es decir, se unieron todos aquellos sitios, cuyos porcentajes de sequía eran del mismo valor, trazándose las líneas de 10 en 10%, desde 0 hasta 60% de sequía relativa.

Es importante hacer notar que las fórmulas empleadas para cuantificar la sequía relativa son totalmente adaptables para detectar, en forma rápida y práctica, la presencia de ésta en aquellos sitios en donde se sospecha que pueda existir. Sin embargo, cuando se quiere hacer un estudio detallado del fenómeno para una zona dada, en un año en par-

ticular, puede presentarse ocasionalmente el caso de que la sequía relativa exceda el 100%; generalmente esto ocurre en aquellos años o para aquellas estaciones en que la precipitación de los meses de mayo a octubre es extraordinariamente escasa, tal cual se ilustra en la gráfica III, en la que se aprecia que el área del polígono funicular (punteada) es extremadamente mayor que la suma de las ordenadas que representan la precipitación comprendida de mayo a octubre. La lluvia caída en esta época fue tan insuficiente que produjo una sequía muy grande y demasiado prolongada (de mayo a septiembre). El año en su totalidad de cualquier manera fue seco, aun cuando los meses donde se presentan los dos máximos hubieran alcanzado valores mayores de precipitación.

Se comprende que, si el área del polígono funicular es mayor que la suma de las ordenadas que representan la lluvia caída de mayo a octubre, e incluso, mayor que la suma de la precipitación de todo el año, es de esperarse que la sequía relativa sobrepase al 100%.

Probablemente estos resultados se originan de que debería compararse el área del polígono funicular con alguna otra, ya sea la del polígono bajo la curva de precipitación, de mayo a octubre; o del área total bajo la curva, de enero a diciembre. Si bien la precipitación de mayo a octubre es un término de comparación común a todas las estaciones, en casos extremos como el mencionado puede no ser significativa, ya que el porcentaje resulta exageradamente grande. En cambio, si se le compara con el área total, por muy grande que fuera el área del polígono funicular, el porcentaje nunca sería mayor de 100%.

Los propios autores de las fórmulas, están de acuerdo en ello y en comunicación personal, dicen haber pensado basar en un principio, sus fórmulas, en la comparación de dos áreas.

Para los demás casos, las fórmulas dan la idea exacta de la magnitud de este fenómeno, aun para estaciones que presentan una cortísima temporada seca. Por ejemplo, en la

gráfica IV se puede observar que el área del polígono es tan pequeña, que la sequía es muy poco significativa. El mínimo secundario de precipitación se presentó ahí en agosto; con un descenso tan escaso que, en comparación con los meses que recibieron la máxima precipitación, no permite hablar prácticamente de un mes seco. Por consiguiente, el área del polígono funicular formada resultó tan pequeña, que prácticamente se pierde, al relacionarla con la suma de la precipitación caída de mayo a octubre.

Respecto a la temperatura, en las gráficas III y IV, que representan, respectivamente, una estación con una sequía extraordinariamente intensa y una casi sin canícula, se puede observar que hay diferencias entre una estación y otra. En ambas, las temperaturas son altas, habiendo, sin embargo, una marcada oscilación para la estación más seca; en tanto que en la otra se conserva isotermal.

Para la estación seca estas características climatológicas fueron definitivas en los cultivos. Y según datos estadísticos de producción, la cosecha no se perdió íntegramente, porque se aplicó el sistema de "punta de riego", es decir que, antes de iniciar las labores de siembra, al terreno se le dio un riego moderado, de esta manera, el suelo se mantuvo un tanto húmedo y en la etapa más crítica del desarrollo del maíz, éste dispuso de la poca humedad existente y se logró que la milpa fuera capaz de producir grano.

El mapa trazado para obtener la intensidad de la sequía, guarda una estrecha relación con el que presentan Mosiño y García (1966). En éste al cuantificar la intensidad del fenómeno en %, obtuvieron promedios relativamente más bajos que los obtenidos en el presente trabajo. Esto se debe a que ellos trazaron su mapa en base a un promedio general de precipitación de los años de registro con que contaba cada estación de las afectadas por la sequía; promedio que en muchos casos consideró 40 años, y sobre éste obtuvieron el porcentaje del fenómeno. Esto seguramente aplanó las curvas. En cambio, para los cálculos del presente trabajo, se detectó la sequía año por año, durante los 20 del periodo

considerado; se encontró y calculó tanto la sequía (en %) de cada año, como la sequía promedio; por lo que se emplearon los resultados parciales, en el primer caso los cuales dieron curvas con valores de mayor magnitud y por lo tanto porcentajes mayores.

Sin embargo, se puede apreciar que las intensidades dadas por los autores antes mencionados y las obtenidas mediante el segundo método de sequía calculado aquí son equiparables, es decir, que aquellas zonas que para ellos resultan con una alta sequía (del orden de 15 a 20%), en el presente trabajo están consideradas de la misma manera (del orden de 40 a 60%) y respecto a las de menor sequía se guarda la misma proporción.

La pequeña área donde se tiene más del 60% de sequía relativa, queda comprendida entre la porción NE de Coahuila y el NW de Nuevo León, en donde se tienen precipitaciones menores de 500 mm, las cuales, al no distribuirse correctamente en el año, propician la aridez de estas regiones.

Hay otras zonas en donde se tienen altos porcentajes de sequía, que quedan comprendidos entre 30 y 50%, situadas en la porción NE y NW del Golfo de México, entre los paralelos 15° y 25° N, con penetraciones hacia la parte norte de la Altiplanicie Mexicana; otra pequeña porción localizada en el sureste, que comprende parte de Yucatán y la Isla de Cozumel, así como las regiones limítrofes con Guatemala y Belice.

Generalmente las regiones que quedan situadas en la Vertiente del Pacífico, son menos afectadas por la canícula y los porcentajes de sequía son relativamente bajos, entre 10 y 20%, excepcionalmente mayores de 30%.

Se ha dicho, que la presencia o ausencia de sequía, es importante para el desarrollo agrícola, pero también lo es la forma en que se distribuye la precipitación y la cantidad total anual registrada. Esto nos va a permitir valorar el año como seco o como húmedo. Pues puede presentarse un año sumamente lluvioso, y en estas circunstancias se deposita

una gran cantidad de agua en el terreno, lo que hará que aun cuando el siguiente año sea seco, las consecuencias no se dejen sentir en los cultivos, ya que las plantas disponen de la humedad depositada el año anterior y pueden desarrollarse normalmente.

La presencia del agua en el suelo es esencial en la vida de las plantas, ya que es la substancia encargada de transportar los materiales nutritivos, por lo que es requerida en cantidades mucho mayores que cualquier otra.

Las exigencias de agua por parte del maíz son principalmente marcadas cuando está en el periodo de crecimiento, que se inicia con el desarrollo rápido de los tallos (entallado), hasta el estado blando y pastoso del grano (jiloteado).

Durante las primeras etapas de desarrollo se requiere un mínimo específico de agua, incluso, si el terreno recibe una cantidad adicional, ésta puede ser perjudicial, porque al cesar de proporcionársela y quedar expuesto nuevamente a la sequía el sistema radical de las plantas por ser poco profundo, no alcanza el agua freática y por otra parte, se hace más difícil la aereación del terreno.

Si en las etapas siguientes de crecimiento se empiezan a notar los efectos directos de la sequía en el suelo, las hojas empiezan a marchitarse con la pérdida subsiguiente; hay disminución fotosintética y hasta la muerte si la sequía es prolongada e intensa.

Una sequía moderada puede causar una pérdida apreciable de hoja, pero posiblemente no de grano, ya que en estas circunstancias generalmente se anticipa la maduración de la cosecha. Pero a medida que la sequía se hace más severa, la planta anticipa cada vez más la maduración y el rendimiento del grano desciende más rápidamente también, aunque en este caso puede no perderse en forma considerable la hoja.

Con sequías realmente intensas como las que se presentan en el noreste de México, en donde la precipitación total anual alcanza a ser solamente de 230 mm y donde ésta queda concentrada principalmente en la época lluviosa del verano, con estas cifras tan insignificantes de precipitación y ante

una sequía intraestival de 30 a 40% las cosechas se pierden totalmente, tanto las de maíz como las de cualquier otro cultivo.

Con esto se quiere decir que la precipitación total anual es muy importante para el desarrollo del cultivo, pues si un año es seco, los rendimientos serán bajos, independientemente de que se haya o no presentado la sequía de medio verano. Pero si a este año seco se le añade la presencia de este fenómeno, los rendimientos sufrirán un mayor decrecimiento.

Algunos autores, como Díaz del Pino (1964) opinan que, aun cuando se trate de cultivos de temporal, si se presenta una sequía moderada y la planta es todavía pequeña, sin presentar síntomas de marchitez, se debe aplicar en el terreno el sistema de riego. Por el contrario Russell (1959) y otros opinan que, si el cultivo se está desarrollando en condiciones de sequía moderada y se aplica el riego, el aumento en humedad sólo servirá para que haya mayor desarrollo y mayor cantidad de hojas, pero no de grano.

Bartels y Hobart (1935) realizaron experiencias de este tipo en estaciones experimentales en Arizona, tomando como cultivo base el trigo, y observaron, en efecto, que al aumentar la humedad de los terrenos que presentaban una sequía moderada, el mayor desarrollo de las plantas lo alcanzaban las hojas, mientras que los rendimientos en grano eran los mismos que se habrían podido obtener sin proporcionar el suministro de agua al terreno.

Con todo, cuando se proporciona la cantidad adecuada de agua al maíz se logra además, un mejor aprovechamiento por parte de las plantas de los elementos inorgánicos tales como fosfato, calcio y potasio principalmente.

Como no todas las variedades e híbridos, con los que se cuenta en la actualidad, requieren de la misma cantidad de agua, es muy importante conocer las necesidades de cada uno, para hacer la elección apropiada y cultivarlo en regiones donde la precipitación sea la óptima para el desarrollo máximo del cultivo.

V. LOS FACTORES FÍSICOS Y LOS CULTIVOS

"La agricultura es la más antigua de todas las actividades humanas, y todavía ahora la más importante, por cuanto al número de los que a ella se dedican dado que la vida de la mayoría de la población mundial, probablemente cerca de las dos terceras partes de la total, dependen de ella" (Cohen, 1953).

Se piensa que la agricultura empezó a ser practicada por el hombre para obtener alimentos, fibras, textiles y materias primas, lo que permitió el desarrollo de una serie de importantes industrias.

Para algunos autores, Schery (1956), la agricultura nació probablemente con la aparición de las gramíneas anuales, plantas con semilla, que permitieron su desarrollo. Sin embargo, esta actividad primaria se ve limitada por los factores físicos que la reducen en forma notable. Así por ejemplo, la sequía, la falta de nutrientes del suelo y otros, reducen los rendimientos de los cultivos.

Los factores físicos que más influyen sobre la agricultura son los siguientes: clima, suelo y relieve.

1. Clima. Según Hann (1908), "Clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre."

La agricultura se ve seriamente influenciada por el clima y sus principales elementos que son: temperatura, precipitación, humedad, luz, dirección y fuerza de los vientos.

En el medio ambiente cada factor influye sobre los demás. Las plantas muestran los efectos de la mayor o menor intensidad de los diferentes factores, mediante respuestas funcionales, mediante variaciones en el desarrollo o mediante cambios en su estructura y morfología.

A) *Temperatura.* Proporciona a las plantas las condiciones necesarias para que éstas, realicen funciones complejas.

Agrícolamente es importante ya que permite la germinación de las semillas. Sin embargo, cuando las condiciones de temperatura no están en estrecha relación con la humedad y cantidad de oxígeno disponible en el terreno, las semillas pueden permanecer en estado de reposo hasta que se normalicen las condiciones del medio ambiente.

Para cada especie vegetal se consideran tres temperaturas bien definidas: la máxima, la óptima y la mínima, con las cuales adquieren diferentes grados de desarrollo, siendo la óptima particularmente importante para la morfología y fisiología de las plantas; hay además, ciertas temperaturas límite que son necesarias para que se inicie la germinación y están comprendidas entre los 4.5 y 5.5° C (García, 1967).

Por otra parte, la temperatura determina el periodo vegetativo de las plantas. Éste puede ser corto o largo, de acuerdo con una elevada o baja temperatura media anual.

Generalmente las plantas de lugares con bajas temperaturas medias anuales presentan periodos vegetativos demasiado largos, a veces con etapas de reposo muy prolongadas, en espera de una elevación en la temperatura que les permita

la germinación. Sucede lo contrario con las plantas de lugares cálidos.

B) *Precipitación.* Para que haya una buena cosecha, es indispensable que exista en el suelo cierto grado de humedad que sea capaz de satisfacer las exigencias de la planta.

Se puede decir que, no solamente es importante la cantidad total anual de la lluvia caída en un lugar, sino también la forma en que ésta haya sido distribuida en el año.

Un contenido bajo de agua, pero suficiente para un buen crecimiento, estimula el mayor desarrollo de las raíces, determinando de esta manera, un notable aumento en la superficie de absorción, lo que es del todo benéfico para los cultivos.

Por el contrario, la falta de agua en el suelo para cualquier tipo de vegetación se traduce en el marchitamiento de la planta. En el caso particular de los cultivos, éstos reaccionan ante una sequía prolongada plegando sus hojas y reduciendo así la cantidad de agua que transpiran y, con ello, sus demandas de agua del suelo; de esta forma, se conserva la relación entre el agua absorbida y el agua perdida, manteniéndose el balance hídrico normal.

Hay diversos tipos de precipitación. Uno de los mejores para el desarrollo agrícola, es el tipo frontal o ciclónico que es sumamente efectivo para los cultivos (García, 1967).

Existen por otro lado, otras formas de precipitación, tales como la nieve, el granizo, las heladas, que generalmente son destructoras para los cultivos.

a) *Nieve.* Es la precipitación en forma sólida, que puede ser nociva para la agricultura cuando su caída se acumula y adquiere un grosor de varios milímetros o incluso centímetros.

Sin embargo, algunos autores opinan que cuando ésta cae fuera de las etapas de siembra, al empezarse a fundir, el agua se infiltra y permite que el terreno permanezca húmedo, dicha humedad puede ser aprovechada por los siguientes cultivos.

b) *Granizo.* Sus efectos son también desfavorables para los cultivos, sobre todo cuando éstos están en floración y son golpeados por estas unidades que son densas y pesadas, y que incluso acaban destruyendo la planta.

c) *Heladas.* Las cosechas pueden en ocasiones perderse totalmente, ya sea por la presencia de las heladas prematuras o de las tardías.

En ocasiones el hielo y deshielo del suelo, puede ejercer un efecto perjudicial sobre el sistema radical de las plantas, rompiendo y destruyendo muchas raíces, con perjuicios para la cosecha o para el desarrollo vegetativo.

Por consiguiente, se debe tener en consideración que el ciclo vegetativo de la planta que se vaya a cultivar, quede comprendido en una etapa en la cual no se presenten todavía las heladas tardías, pero que tampoco se alargue como para que existan las prematuras.

La nieve, el granizo y las heladas, parecen tener pocos efectos destructores para la vegetación natural, pero son grandemente destructivos de la vegetación cultivada.

C) *Humedad.* Este factor es de gran importancia para la vegetación, afecta directamente la transpiración vegetal. Con frecuencia la cantidad de vapor de agua que pierden las plantas, determina que puedan o no vivir en un habitat determinado.

El vapor de agua se encuentra distribuido en el aire mucho más uniformemente que el agua en el suelo.

La humedad guarda una estrecha relación con la temperatura y con el viento; a mayor temperatura la humedad disminuye, la presencia de vientos cálidos y secos ocasiona una disminución en la humedad atmosférica y esto trae como consecuencia en las plantas, el adelanto en la maduración y por lo tanto una reducción notable en los rendimientos.

D) *Luz.* Hay muchos aspectos acerca de la luz que hasta la actualidad, no son bien conocidos; algunos autores, sin embargo han podido comprobar, que es un factor que puede modificar los tegumentos de las semillas en relación con la permeabilidad al agua y al oxígeno. Se ha visto también,

que en la obscuridad se producen plantas altas con sistema radicular deficiente, la luz difusa determina la formación de plantas menos altas, y la luz plena, plantas achaparradas, con raíces largas y muy ramificadas.

En el caso particular de los cultivos, tampoco se tienen estudios lo suficientemente detallados, en donde se hable de la influencia decisiva de este factor.

E) *Viento.* Es indudable que este elemento puede en ocasiones, según la velocidad que tenga, adquirir un valor negativo para los cultivos, ya que puede quebrarlos y destruirlos; y en ocasiones sus efectos se pueden modificar, por la presencia de una cubierta vegetal cercana a los campos de cultivo, pues ésta actúa como un obstáculo para el movimiento del aire, retardándolo o desviándolo.

Por otra parte, puede tener gran influencia sobre la humedad ambiente, ya que si es seco disminuye la cantidad de humedad, al acarrear al aire un poco más húmedo que se encuentra en la capa superficial lo que provoca un aumento en la transpiración de las plantas y evaporación del agua a partir del suelo con lo que se pierde una mayor cantidad de agua.

Los vientos secos son también perjudiciales durante la floración, pues hay una rápida evaporación de las secreciones de los estigmas de las flores, lo que dificulta la polinización.

La influencia del viento, como agente de diseminación para aquellas especies que utilizan este medio, es sumamente importante.

2. Suelo. El suelo es la capa superior de la corteza terrestre que contiene predominantemente partículas tanto orgánicas como inorgánicas resultantes de la desintegración o descomposición de los materiales primarios. Sobre esta capa las plantas son capaces de arraigarse, desarrollarse y crecer, ya que de ella obtienen sustancias nutritivas y el agua fisiológica. Dentro de las sustancias minerales requeridas por las plantas están principalmente: el nitrógeno, el

fósforo, el calcio y otros elementos que son absorbidos en cantidades menores.

La capa del suelo en donde hay un mayor desarrollo del sistema radical de las plantas y que, desde el punto de vista agrícola tiene una mayor importancia, recibe el nombre de "tierra o suelo arable" o "tierra laborable".

Hay una serie de suelos que tienen, desde luego, propiedades características en cuanto a su productividad y fertilidad natural, las que están dadas por el grado de acidez, la cantidad de oxígeno disponible y las cantidades de elementos minerales que pueden aportar a la planta.

El contenido de humedad del suelo está, en parte, de acuerdo con la cantidad de agua que haya recibido, ya sea en forma de riego o de lluvia. Sin embargo, en nuestro país los sistemas de riego, con excepción de la porción norte de la República, todavía no alcanzan el desarrollo necesario e importantísimo que deberían tener. Así que la mayor parte de nuestros suelos solamente cuentan con el aporte de agua que es proporcionado por las lluvias. Desgraciadamente no siempre se tiene la certeza de que las lluvias sean lo suficientemente abundantes para obtener la máxima productividad.

Cuando los elementos minerales del suelo se han agotado por la actividad misma de los cultivos, deben reponerse al terreno en forma de abonos y fertilizantes, pues de otra manera se corre el riesgo de que haya un descenso en el rendimiento del producto.

Por otra parte, debe también existir en el suelo de labor una cantidad adecuada de materia orgánica. Algunos autores opinan que ésta se puede aumentar, si se dejan los mismos residuos de las cosechas sobre el terreno; sin embargo, creemos que ésta no es una práctica del todo recomendable, pues hay una serie de organismos, hongos en su mayoría, que podrían infestar las siguientes cosechas, si se dejaran estos desechos sobre el terreno, especialmente cuando el drenaje no es el adecuado.

Los suelos erosionados presentan inconvenientes serios

para la agricultura de la misma manera que los inundables por no tener la cantidad adecuada de oxígeno; de tal suerte que la conservación de los suelos resulta verdaderamente indispensable cuando se desea que la productividad en los cultivos se acreciente.

3. Relieve. Sin duda alguna, éste es un factor físico que guarda también una relación muy íntima con el rendimiento de los cultivos.

Tomando en cuenta las zonas en donde se practica la agricultura y los rendimientos que se obtienen se podría generalizar, diciendo que la altitud y en especial la pendiente del terreno, influyen en el desarrollo del vegetal.

Por lo general los terrenos con pendiente suave o totalmente planos resultan magníficos para la agricultura, no así aquéllos en donde la pendiente se va acentuando hasta que hace casi imposible poner en práctica las técnicas agrícolas mecanizadas. A medida que la altitud del terreno va aumentando, la lluvia no queda distribuida normalmente, el agua de la parte superior escurre rápidamente, por lo que las plantas que se están desarrollando en estos sitios sufren constantemente de sequía, en tanto que la parte baja presenta problemas de drenaje y se pueden ocasionar inundaciones, las plantas de estos sitios inundados pueden morir, porque sus raíces se pudren.

Además, la erosión causada por el deslizamiento del agua sobre los terrenos sumamente inclinados es muy intensa e influye notablemente en la fertilidad y en los cambios de estructura del mismo suelo.

Por supuesto, el clima está influido por la altitud, de modo que en terrenos muy altos la temperatura es menor y probablemente no sea la óptima para el cultivo que se está tratando de desarrollar.

Algunos autores, Weaver (1950), por ejemplo, dice que: "el poder de germinación de las semillas y su viabilidad decrecen con la altitud".

VI. BREVES DATOS ACERCA DEL MAÍZ

División: *Embryophyta Siphonogama*
Subdivisión: *Angiospermae*
Clase: *Monocotyledoneae*
Orden: *Glumiflorae*
Familia: *Gramineae*
Tribu: *Maydeae*
Gen. y Esp. *Zea mays* L.

1. Breve historia del maíz. En la actualidad el maíz (*Zea mays*) es cultivado en todo el mundo como planta anual, sin embargo, su origen sigue siendo motivo de discusión para muchos autores.

Hasta antes de 1492, el maíz en América, era la materia alimenticia básica en casi todo este continente (Finan, 1950). Fue en esta época cuando se llevó a Europa y se empezó a hablar de su procedencia.

Algunos botánicos de la antigüedad creyeron que este cereal era originario de México; para muchos naturalistas

de la actualidad el maíz es una "variación brusca" del teosintle (*Euchlaena*) que es muy común en México (Reiche, 1964). Sin embargo para Mangelsdordf y Smith (1949), esta teoría ya ha quedado nulificada.

Para otros autores, el maíz se fue extendiendo desde el centro de los Andes hasta el norte de América Central y México (Schery, 1956).

Probablemente la distribución misma de la planta, no ha permitido establecer su origen exacto, pero sí se puede decir, que su aparición de cualquier manera fue en América (Finan, 1950, y otros).

2. CARACTERES BOTÁNICOS. El maíz es una planta generalmente herbácea, con tallos nudosos y huecos, éstos pueden tener ramas laterales basales, que en ocasiones pueden formar mazorcas. Las hojas son largas y envainadoras y se encargan de efectuar la respiración, la transpiración y la función clorofiliana. La inflorescencia estaminada paniculada (espiga), aparece en lo alto del tallo; la inflorescencia pistilada o mazorca, a los lados y a lo largo del tallo protegidas por brácteas. Los estigmas florales forman una especie de cabellera y cuando están polinizados, producen la maduración de las semillas o granos.

Las flores son desnudas y rodeadas por brácteas, generalmente son hermafroditas y de polinización libre.

El sistema principal de raíces fibrosas se deriva de las de sostén que salen de los primeros nudos sobre el suelo; se puede decir que su raíz es superficial.

El grano está formado por dos partes: el germen o embrión que ocupa del 6 al 13% del total del grano, principalmente oleoso, y el endospermo, de mayor tamaño, formado por sustancias de reserva, primordialmente almidón.

Los granos blandos son ricos en almidones pero no en proteínas ya que el contenido de nitrógeno en éstos es mínimo, generalmente este tipo de maíz es cultivado en nuestro país en zonas calientes. En cambio los granos duros, tienen un alto contenido de proteínas y se cultivan en lugares altos y menos cálidos.

Algunos autores (Schery, 1956), opinan en cuanto al color del grano que cuando es amarillo tiene mayor contenido de vitaminas que cuando es blanco.

Según su periodo vegetativo las plantas pueden alcanzar desde un metro hasta cinco, generalmente los maíces de alturas menores son de periodos vegetativos cortos y viceversa.

Es el maíz uno de los cultivos más atacado por una serie de organismos que lo destruyen ocasionando grandes pérdidas en las cosechas.

Algunas plagas del maíz

En muchas ocasiones las pérdidas de las cosechas del maíz se debieron a la presencia de plagas y enfermedades de tal manera que éstas son altamente desfavorables para la agricultura. Se mencionan solamente algunas que se sabe son las más nocivas para el cereal que nos ocupa.

Entre ellas es común que se presenten parásitos en los campos de cultivo cuya acción es perjudicial, como por ejemplo ciertos hongos; se ha visto que su presencia se debe generalmente a una excesiva humedad ambiente o a que la temporada lluviosa se prolonga demasiado; sin embargo, hay algunos tipos que se presentan aun en épocas secas y calientes. Es ya sabido, que existen hongos que causan daño a las cosechas; sin embargo, todavía en la actualidad no se ha podido calcular hasta qué grado sean estos daños importantes económicamente para los rendimientos del maíz.

A continuación y en forma somera, se mencionan algunos de los que son más comunes en los campos de cultivo de nuestro país (Niederhauser, 1949). Dentro de los que causan pudriciones en la raíz se encuentran los siguientes:

A. *Rhizoctonia*
B. *Fusarium*
C. *Sclerotium*
D. *Diplodia*

Los síntomas que estos organismos ocasionan en las plantas, se traducen en la marchitez y enrollamiento de las hojas; esto se debe a que, aun cuando la planta disponga de una cantidad adecuada de agua, no la puede absorber porque estos organismos han provocado lesiones en la raíz, la que en ocasiones llega a podrirse totalmente y al morir por esta causa no tiene ya posibilidades de efectuar su función.

A continuación se mencionan algunos que causan pudriciones en las mazorcas y cañas del maíz, y que desde el punto de vista agrícola tienen también una gran importancia.

A. *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wr.= *Fusarium moniliforme Sheld*
B. *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.
C. *Nigrospora oryzae* (Berk and Br.) Petch.
D. *Ustilago maydis* (Beckm) Ung.

Todos estos parásitos ocasionan lo que vulgarmente se llama "pudriciones en las mazorcas", algunos ocasionan también "pudriciones en las cañas". Muchas veces los daños son tan severos que gran parte de la pérdida de la cosecha se debe a este tipo de invasiones al maíz.

En cuanto al último hongo aquí mencionado, cabe aclarar que algunos agricultores de las zonas secas y calurosas de nuestro país, no consideran que sea un factor negativo para su cosecha, sino por el contrario, es codiciado debido a que es comestible y muy apreciado por su exquisito sabor, de tal manera que prefieren el desarrollo del hongo al de la misma mazorca. Son también nocivos, todos aquellos hongos que parasitan las hojas; entre ellos tenemos:

A. *Puccinia sorghi* (Schw.)
B. *Helminthosporium turcicum* (Pass.)

El primero ocasiona el "chahuixtle" o "roya" y el segun-

do el "tizón de la hoja". Por otra parte, el segundo ha sido en los últimos años, causante de una gran pérdida de la cosecha, principalmente de maíces tropicales.

Las enfermedades producidas por hongos y las pérdidas provocadas por los mismos serán más leves cuando nuestros campesinos usen variedades de híbridos resistentes, que se adapten a las necesidades ecológicas de cada región; cuando apliquen convenientemente la rotación de cultivos, y utilicen los que no sean susceptibles al ataque de estos parásitos, y además, usen abonos y fertilizantes que permitan el desarrollo de plantas más vigorosas y productivas.

Las bacterias y los virus son también importantes desde el punto de vista agrícola, así como algunos nematodos que llegan, en ocasiones, a causar pérdidas considerables (Hernández, 1967).

Otras plagas del maíz, no menos importantes, son los insectos, incluso encontramos en algunas de nuestras estaciones, principalmente en las del sureste, como Campeche, Mérida y Progreso, que hubo años en que la cosecha de más de 350 hectáreas sembradas, se perdió íntegramente por la acción destructora de estos animales. En las zonas específicas que mencionamos, la pérdida se debió principalmente a la presencia de la langosta en años muy lluviosos.

En forma sintetizada, podemos decir, que hay insectos que producen lesiones en diferentes tejidos de la planta y en diferentes etapas del desarrollo de la misma.

Algunos de los más importantes y comunes como plagas del maíz son los siguientes:

1. *Taeniopoda stali* (chapulín) que destruye el follaje y los cabellos del elote.

2. *Schistocerca sp.* (langosta) ataca en forma devastadora los campos de cultivo, ocasionando grandes pérdidas de follaje verde y tierno.

3. *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero del maíz) se alimenta de las cañas y hojas tiernas. En ocasiones de las inflorescencias, o hasta de las mazorcas no maduras.

4. *Heliothis zeae* (gusano elotero) destruye el elote y la mazorca, por lo que los daños que causa influyen directamente en el rendimiento del grano.

Se podrían seguir mencionando muchos otros que son también nocivos, como las chicharritas, araña roja, pulgón, etcétera, así como otros que no sólo son parásitos, sino que pueden ser transmisores de bacterias y virus que ocasionan enfermedades en las plantas de maíz.

Algunos otros son importantes porque atacan al maíz ya colectado y almacenado; sin embargo, no interfieren en el rendimiento real del grano al momento de ser recogida la cosecha.

Dentro de las plagas de menor importancia para el maíz, se encuentran algunos mamíferos, tales como: *Sylvilagus* (conejos), *Lepus* (liebres), *Geomys* y *Cratogemis* (tuzas llaneras o milperas) y en ocasiones hasta algunos *Mus musculus* (ratones). Estos roedores pueden invadir campos que se acaban de sembrar en donde las semillas, o no han germinado, o lo empiezan a hacer y son comidas por estos animales.

Algunas aves pueden también ser importantes agrícolamente, como es el caso de los cuervos y de otras más.

Otro de los problemas con los que se tiene que enfrentar el maíz, durante su desarrollo, es con la competencia de las llamadas "malas hierbas" o "malezas".

La milpa se debe mantener limpia de todo tipo de vegetación secundaria por lo menos hasta que sus hojas proporcionan la sombra suficiente para que no haya desarrollo de plantas que le impidan alcanzar su desarrollo completo. Pues, por una parte, hay competencia para la obtención tanto de agua como de nutrientes y, por otra, las raíces de las malezas suelen alcanzar un mayor desarrollo y una mayor eficacia que las del maíz mismo.

En Illinois, por ejemplo, se ha visto que cuando el suelo laborable se mantiene libre de estas plantas, los rendimientos del maíz, son sumamente elevados, mientras que ante la acción de las malas hierbas, los rendimientos suelen bajar

en una o más toneladas, según el grado de desarrollo que alcancen éstas.

Nuestros terrenos se ven invadidos constantemente por la avena silvestre (*Avena fatua*), la mostaza silvestre (*Sinapsis arvensis*) y por otra serie de plantas, entre ellas principalmente compuestas silvestres.

Cuando se efectúan las escardas correctas sobre el terreno cultivado, se puede evitar la incidencia de este tipo de vegetación, pero cuando ni siquiera éstas son efectivas, se pueden aplicar herbicidas especiales, cuyos usos son del todo recomendables.

VII. CORRELACIÓN ENTRE LA SEQUÍA INTRAESTIVAL Y LOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS

A. *Maíz* (*Zea mays*)

Los principales factores que ocasionan el escaso rendimiento del cultivo del maíz, independientemente de la sequía intraestival, los hemos ya mencionado y no es raro que las plagas y enfermedades se hayan incrementado paulatinamente debido al monocultivo que por muchos años ha imperado en diversas regiones del país. Esta práctica ha traído como consecuencia una erosión y un empobrecimiento notorio en nuestros suelos.

Por otra parte, se siguen utilizando semillas de maíz criollo, de las que se sabe que aproximadamente hay 5000 variedades y de las cuales ya se han comprobado sus adaptaciones climáticas a las diferentes regiones del país, pero de las que se obtienen producciones muy bajas; además, cuando una variedad específica de una zona es llevada a otra diferente, los resultados son malos o incluso llega a perderse toda la cosecha.

Los rendimientos pudieran ser mayores si se utilizaran los híbridos y variedades con los que se cuenta en la actualidad y que se han obtenido a base de selecciones de todos aquellos que reúnen las características deseadas, para que una vez cruzadas, se puedan obtener rendimientos altos ya que son más resistentes a la sequía, a las heladas, a las plagas, etcétera; de esta manera, se tienen cultivos cada vez mejores con la certeza de que se obtendrán óptimos resultados.

Aun siendo el maíz el cultivo tradicional en México (Díaz, 1953), reporta rendimientos sumamente bajos, de 500 a 600 kilogramos por hectárea. Comenta este autor que son los rendimientos promedio más bajos del mundo.

Sin embargo, en la actualidad se ha visto un incremento en su cultivo, pues mientras algunos países de Centroamérica, e incluso de Sudamérica (Venezuela), todavía para el año de 1961, reportaban como promedio 542 kg por hectárea (Venturini, 1965), en México, los rendimientos son superiores, lo que indica, que no solamente en nuestro país se registran rendimientos tan bajos como afirma el mencionado autor.

Para Tamayo (1963), la mayor parte de los Estados de la República, hasta el año de 1959, tuvieron rendimientos de más de 900 kilogramos, y en muy pocos fueron entre 500 y 700 kilogramos por hectárea.

Según Guerrero (1966), el rendimiento por hectárea en 1925 fue de 670 kilogramos. De esta época a 1962 hubo un incremento de 40% aproximadamente, ya que en este último año se tuvieron rendimientos mayores de 938 kilogramos.

En las 101 estaciones estudiadas, solamente en dos de ellas que fueron Amealco, Querétaro y Castaños, Coahuila, se obtuvieron menos de 500 kilogramos de rendimiento promedio de los años considerados; pero hay muchas otras que aún teniendo una sequía más intensa produjeron más.

Si tanto el porcentaje de sequía relativa, como la cantidad total anual de lluvia varían de una estación a otra,

los rendimientos tendrán que ser heterogéneos para cada estación.

En el mapa 4 podemos comprobar que las regiones afectadas por las más altas sequías (40, 50 o hasta 60%) son en donde se obtienen los más bajos rendimientos de este cereal.

En las cinco estaciones de Coahuila y las doce de Nuevo León, que fueron estudiadas, se presenta en forma marcada la sequía intraestival, los valores de la precipitación total son bajos y los mismos datos estadísticos de producción ponen de manifiesto rendimientos anuales sumamente bajos, comprendidos entre 400 y 700 kilogramos por hectárea. Esta cifra ha sido el valor máximo que han alcanzado las cosechas como promedio durante 20 años. Se ha observado que a medida que la sequía se acentúa, los rendimientos rara vez son mayores que las cifras mencionadas.

Cuando se registran sequías relativas comprendidas entre 20 y 40%, los rendimientos son bajos, aun en las estaciones que tienen precipitaciones mayores de 1000 mm, y por supuesto, se nota una mayor disminución en sitios con precipitaciones que escasamente sobrepasan los 300 mm, en este caso se obtienen entre 500 y 800 kilogramos por hectárea.

En la gran mayoría de estaciones con sequía entre 10 y 20%, se pudo observar un aumento en los rendimientos que va desde 600 hasta más de 1000 kg por hectárea, no obstante que algunas estaciones presentan precipitaciones anuales menores de 1000 mm. Por otra parte, en el mismo mapa 4, se aprecia que la mayoría de las estaciones de Veracruz y Tabasco, a pesar de tener sequías relativas considerables (más de 30%) tienen rendimientos superiores a 700 kilogramos. García (1965), describe a esta zona del Golfo como una de las más lluviosas de la República, con precipitaciones que van de 1500 a más de 4000 mm anuales; de tal manera que, con valores tan altos de precipitación, no importa que el porcentaje de sequía relativa sea alto, ya que por muy poco que llueva en el mes más seco en com-

paración con las otras estaciones, se tienen precipitaciones considerables. La prueba de ello es que, en ningún año, para las estaciones de esta zona, existen datos que indiquen que la pérdida de las cosechas se debió a la sequía.

Por lo tanto, los rendimientos más altos se tuvieron en la faja de la Vertiente del Golfo de México, situada al sur del paralelo 25°N hasta los Estados de Tabasco y Chiapas, en donde las precipitaciones son superiores a 1000 mm, y, por consiguiente, la acción de la canícula no tiene importancia.

Por ejemplo, en la estación de Nautla, Veracruz (cuadro II) se puede ver que tiene una sequía relativa de 40% que resulta ser alta; sin embargo, la cantidad total de lluvia es superior a 1400 mm, por estar situada en la zona lluviosa a que hace referencia la autora antes mencionada, se logran obtener rendimientos superiores a 1000 kilogramos por hectárea, a pesar de la canícula, pues la distribución anual y abundancia de las lluvias, inhiben la acción de la sequía; a pesar de abarcar ésta algunos meses dentro de la época lluviosa. Pues el descenso es tan poco importante, comparado con toda la lluvia recibida, que aún así no se les puede llamar a los meses con canícula propiamente "secos".

Hubo otras ocasiones, aunque fueron muy pocas, en que la pérdida se debió a la pudrición de la raíz y los tallos del maíz, ocasionada por el exceso de lluvia recibida, que para las estaciones del Golfo fue superior a 1500 mm. Para otras del norte de la República en algunos años, fueron mayores de 950 mm, presentándose la temporada seca en pocos días y siendo poco intensa la reducción de las lluvias.

Se graficaron los rendimientos del maíz para relacionarlos con la sequía relativa. Con tal fin, se separaron en gráficas diferentes las estaciones de 200 a 1000 mm de lluvia al año y las mayores que esta última cantidad.

En la primera gráfica (gráfica v) puede verse que los puntos siguen aproximadamente una curva parabólica, por lo que se ve que hay una relación inversa, es decir, a mayor sequía corresponde un menor rendimiento; lo mismo

ocurrió con los puntos de la gráfica VI. En ambas gráficas parece ser que el límite de sequía que no afecta grandemente los cultivos está comprendido entre 15 y 20% de intensidad, pues cuando se tienen porcentajes mayores los rendimientos por hectárea decrecen rápidamente. Sin embargo, los cultivos tienen mayores probabilidades de prosperar en las zonas con precipitación anual superior a 1000 mm a pesar de que se presente la sequía estival.

Por otra parte hay híbridos que son muy resistentes a las sequías extremas, y con algunos de ellos se han logrado producciones superiores a 5000 kilogramos por hectárea en zonas de la porción norte del país.

B. *Frijol* (*Phaseolus vulgaris*)

Los rendimientos obtenidos para el frijol (mapa 5) son realmente bajos. Éste es un cultivo que aunque es importante en México, pues ocupa el tercer lugar en producción, todavía no alcanza el impulso agrícola que debía tener. Junto con el maíz, es la base de la alimentación del pueblo, de él se obtienen cantidades apreciables de proteínas, grasas, almidones y, además, puede usarse como forraje para los animales.

Su producción se ve afectada seriamente por plagas y factores climáticos adversos; principalmente por la sequía, observándose que el cultivo de temporal no siempre es el adecuado, pues mientras que con este tipo de cultivo se obtienen solamente arriba de 300 kilogramos por hectárea al aplicar el sistema de riego se recogen hasta 1000 kilogramos.

Por lo general en nuestro país, se siembra al frijol intercalado con el maíz, ésta es una medida errónea aunque es verdad que el frijol fija el nitrógeno en el suelo que después es tomado por el maíz, pero, de cualquier forma ni de uno ni de otro se obtienen los rendimientos más altos.

La competencia entre los dos cultivos se inicia desde el momento de la germinación; la profundidad a la que deben

colocarse las dos clases de semillas, difiere pues de quedar al mismo nivel, brota primero la del maíz y su desarrollo queda adelantado con respecto al del frijol; los nutrientes tienen que ser compartidos entre los dos cultivos y en ocasiones por otras plantas como calabaza y chiles, por lo cual se puede deducir que los cultivos intercalados tienen muy poco de positivo.

Cuando se practica el cultivo intercalado es común sembrar frijol de enredadera, el cual aprovecha las cañas del maíz para guiarse en ellas, de esta manera ambos aprovechan la luz que es tan importante en la vida de las plantas. Como respuesta a este elemento, efectúan la fotosíntesis que permite la fijación del anhídrido carbónico y la formación de sustancias orgánicas.

Los fotoperiodos de estas plantas, hasta la actualidad parecen no estar bien estudiados; sin embargo hay datos que indican que las plantas mejor asoleadas producen más.

1. *Frijol intercalado*

No en todas las zonas afectadas por la sequía es cultivado el frijol intercalado. En la mayoría de las estaciones situadas al norte del paralelo 22°N, en donde la intensidad de la sequía es alta, se cultiva únicamente el frijol solo, del cual se obtienen rendimientos altos.

En las estaciones del centro y algunas del Golfo de México, se cultiva tanto el frijol solo como el intercalado, notándose que bajo las mismas circunstancias en el mayor número de casos la producción de frijol solo es superior al del intercalado; pues mientras del primero se obtienen entre 500 y 800 kilogramos, del segundo solamente de 100 a 300 kilogramos por hectárea.

La correlación entre la sequía y el rendimiento en el frijol, no es tan clara como en el maíz. Los rendimientos en sí de esta legumbre son bajos aun en aquellos sitios con precipitaciones mayores de 1000 mm, porque hay otra serie de factores que actúan en forma directa sobre el cultivo,

y tendrían que ser analizados en forma independiente para definir la interrelación exacta que guardan unos con otros.

Generalmente las zonas poco productoras del maíz, lo son también de frijol; solamente en algunas estaciones de Puebla, Chiapas y Veracruz se tienen rendimientos del orden de los 300 a los 600 kilogramos por hectárea. La distribución y cantidad de la precipitación para estos Estados es alta, si se le compara con otras zonas de la República así que la humedad que se deposita en el terreno permite el desarrollo tanto del maíz como del frijol.

2. Frijol solo

Es cultivado en la mayor parte de las estaciones estudiadas, lográndose un rendimiento considerable. No se forma una faja continua como en el caso del maíz pero sí se puede observar que en los Estados de Morelos, Puebla, parte de Veracruz y Tabasco se tienen las mejores producciones. Con esto se pone de manifiesto que aunque el frijol requiere de menor cantidad de humedad que el maíz, prospera con mayor facilidad en regiones que presentan sequía intraestival; pero con precipitaciones altas, superiores a 1000 mm.

Al graficar rendimientos de frijol solo y sequía relativa (gráfica VI) para las estaciones con precipitaciones comprendidas entre 200 y 1000 mm se obtuvo al igual que en el caso del maíz, una curva en donde se observa que, a mayor sequía, se tiene menor producción y, viceversa, los límites de sequía entre 15 y 20% son soportados por el cultivo, obteniéndose todavía rendimientos normales. A intensidades mayores de las ya citadas, empieza a decrecer la producción, ampliándose los límites cuando los valores de la precipitación van más allá de los 1000 mm.

Cuando el frijol se perdió por sequía, en el mayor número de casos, la sequía fue mayor de 30%.

Hay reportes estadísticos acerca de las pérdidas en algunas estaciones de Tamaulipas, Nuevo León y Veracruz, debidas a la presencia de heladas y plagas.

Por exceso de agua se perdió el cultivo al presentarse años con precipitaciones superiores a 1400 mm.

El frijol negro es ampliamente cultivado y parece ser más resistente a la sequía que los de colores claros, como son: el canario, el rosita, el bayo y otros.

C. *Cebada* (*Hordeum sp*)

La cebada es un cultivo poco desarrollado en México, hasta 1962 la industria cervecera importaba anualmente más de 15 000 toneladas. Y ha sido esta demanda en la industria la que ha permitido que en la actualidad haya una tendencia a aumentar su producción.

Es un cereal utilizado más bien para fines industriales, que para el consumo general del pueblo. Su uso principal es la obtención de la malta que se aprovecha en la industria cervecera; en menor escala se emplean otras variedades como forraje verde o como productoras de grano para la alimentación de aves y de otros animales.

Como presenta adaptaciones a regiones secas y con bajas temperaturas, esto le ha proporcionado al agricultor tantas o mayores ganancias, que las que ha venido obteniendo con las siembras, de maíz o de trigo de temporal.

En su rendimiento pueden influir favorable o desfavorablemente condiciones meteorológicas anormales como son: la sequía, las heladas tempranas o la presencia de granizadas. Por lo que sólo se cultiva en una minoría de las estaciones aquí estudiadas.

Los Estados que tienen clima frío y verano más o menos seco por estar afectados por la sequía intraestival, son los que reúnen las mejores condiciones para su desarrollo, así por ejemplo, en Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y parte de Hidalgo, donde es más cultivada y donde, por otra parte, se obtienen los más altos rendimientos; comprobándose que en estos sitios, resulta ser mucho más productiva la cebada (de la cual se obtienen entre 700 y 1000

kg) que el maíz (del cual sólo se obtienen de 400 a 700 kilogramos por hectárea).

En cambio, en el estado de Veracruz, que cuenta con una precipitación mayor, su cultivo está restringido y sus rendimientos no van más allá de 700 kilogramos por hectárea, debido probablemente a la alta temperatura.

En Michoacán y Guanajuato, la precipitación no es tan abundante como en Veracruz, pero tampoco tan escasa como en los Estados del norte, de tal manera que la producción es de 700 a 1000 kilogramos por hectárea. Además la sequía que tienen estos Estados tampoco es superior al 30%. Estas condiciones hacen estas zonas aptas para el cultivo de este cereal.

El hecho de que se alcance la germinación y la continuidad del desarrollo de este cultivo, cuando se tiene ya establecida la época lluviosa, y después se presenta un receso en la cantidad de lluvia caída en la mitad de aquella época y, a pesar de ello se logra la obtención del grano, indica que la cebada es más resistente a la sequía que el maíz y que el frijol.

En la gráfica VII se ve que aún con una intensidad de sequía superior al 50%, los rendimientos se mantienen más o menos altos (superiores a 600 kilogramos). La sequía límite para el cultivo de la cebada es aproximadamente entre 30 y 35%, mientras que para el maíz y el frijol es entre 15 y 20%, es decir que, teniendo estas intensidades límites para los cultivos, el descenso en la curva de rendimientos es rápido y se empieza a acentuar bajando cada vez más la producción.

Siendo la cebada resistente a la sequía y cultivándose en áreas donde otros cultivos no podrían prosperar favorablemente, todavía existen otras plantas cultivables también que son más resistentes a las condiciones desfavorables que prevalecen en gran parte del país.

En la última década se ha venido incrementando el cultivo del sorgo (*Sorghum vulgare*) cuyas características botánicas tales como el gran desarrollo del sistema radicular

(mucho mayor que el del maíz), y las hojas relativamente escasas, que limitan la transpiración y por lo tanto la pérdida excesiva del agua, le han permitido adaptarse a las condiciones más adversas.

Por otra parte, los sorgos, que pueden resistir veranos secos y cálidos, presentan en la temporada seca un estado de semirreposo, al cual han denominado varios autores, "periodo de latencia" en el que se detiene su crecimiento y cesan casi por completo sus funciones, para volverlas a reanudar al caer nuevamente la lluvia.

Los cultivos de sorgo están muy extendidos en las zonas semiáridas de Arabia y la India. En otras regiones del mundo donde el clima es demasiado seco o cálido para el maíz, se le cultiva típicamente. Esto hace incosteable el cultivo del maíz y se le substituye por el sorgo.

Es un cereal que se utiliza en África y Asia para el consumo humano; de las semillas se preparan harinas que son consumidas en forma de tortillas o panecillos; otras variedades son utilizadas para la fabricación de jarabes, escobas, o bien como pasto y forraje para el ensilado.

Con el desarrollo subsecuente de este cereal en México, probablemente se logren rendimientos más altos que los ya obtenidos (más de 2000 kilogramos), en aquellos sitios donde se ha visto que el maíz no proporciona al campesino ni siquiera el rendimiento mínimo para su alimentación.

El girasol (*Helianthus annuus*) de la familia de las Compuestas y probablemente oriunda de México, es una planta que se sabe es muy resistente a la sequía. Actualmente se ha incrementado mucho su cultivo y es utilizado para extraer aceites, hacer margarinas, jabones y otros derivados.

En la República Mexicana se le ha empezado a cultivar en algunas zonas de Baja California y de Sonora, obteniéndose muchas ventajas de su cultivo.

Probablemente sea un cultivo que se pueda adaptar también en zonas que presentan la sequía intraestival, lográndose mejores producciones que las del maíz, del frijol y quizá hasta de la cebada misma.

En la gráfica VIII se ve cómo, con un mismo grado de sequía (línea gruesa continua), los cultivos que aquí nos ocupan, reaccionan en forma diferente ante este factor climático y se tienen de ellos rendimientos con valores muy diferentes; a altas sequías hay descensos de rendimiento tanto en el maíz (línea delgada continua), como en la cebada (línea punteada), principalmente en los años en que la precipitación total anual es baja. Si se tiene un alto porcentaje de lluvia anual y ésta se concentra en los meses lluviosos de mayo a octubre, presentándose la sequía en éstos en la mitad de la temporada, los rendimientos bajan; pero no tanto como en los años en que, aparte de presentarse la sequía de medio verano, la mayor cantidad de lluvia queda concentrada en esta época, siendo los demás meses del año extremadamente secos e impidiéndose de esta manera que se deposite humedad en los terrenos.

En el mayor número de años, se tienen por lo general más altos rendimientos para la cebada que para el maíz, y siendo por otra parte, rendimientos más uniformes, no hay una diferencia tan marcada entre las producciones de un año a otro como sucede con el maíz.

Los rendimientos obtenidos para cada año, no guardan la misma relación que se tiene para las gráficas generales de rendimiento y sequía relativa. Cuando se formaron éstas, se tomaron promedios; en cambio, al hacer esta otra, se tienen curvas más pronunciadas, en donde pudieron haber influido otras causas en la menor o mayor producción y no deber su magnitud solamente a la presencia o ausencia de la sequía intraestival.

VIII. CONCLUSIONES

La importancia y extensión de la sequía intraestival, se confirman al probar que las estaciones aquí estudiadas presentan este fenómeno climático en mayor o menor cuantía.

Al aplicar las fórmulas dadas por Mosiño y García (1966), se cuantificó la intensidad que tiene dicha época seca en varias regiones del país. En casos excepcionales, estas fórmulas no dieron la idea exacta de este fenómeno, por lo que se piensa que sería conveniente revisar y quizá modificar las fórmulas ya existentes con objeto de que puedan abarcar la totalidad de casos.

En todas aquellas zonas en donde se tienen menos de 1000 mm de precipitación total anual y que están afectadas por la sequía de medio verano, es muy probable que se obtengan bajos rendimientos en los cultivos que no son resistentes a la sequía.

Siendo importante la presencia o ausencia de la sequía de medio verano para el desarrollo de los cultivos, también lo es la forma en que se distribuye la precipitación

caída. Cuando está más o menos uniformemente repartida, hay mayores probabilidades de obtener una buena cosecha.

El maíz y el frijol son cultivos sensibles a la sequía. Cuando ésta tiene una intensidad entre 15 y 20%, sus rendimientos empiezan a ser afectados y por consiguiente hay una baja producción.

La cebada, aunque es cultivada en menor escala, se adapta mejor a las condiciones secas que predominan en gran parte del territorio nacional, sus rendimientos pueden ser altos aun en zonas con una sequía mayor de 30 o 35%.

Las necesidades de agua para los tres cultivos que nos ocupan, son primordialmente importantes durante las etapas de desarrollo y la formación del grano.

En las regiones que verdaderamente resulta incosteable el cultivo de las plantas en cuestión, deben restringirse las áreas laborables de temporal y suplirse por otras que se adapten a las condiciones particulares de cada zona.

En países como el nuestro, con extensiones tan amplias de suelos que se caracterizan por ser secos, áridos, se le debe dar una gran importancia a la planeación de sistemas de riego, que suprimieran el cultivo de temporal, cuando de éste no se logran los mejores rendimientos económicos.

Es de esperarse que, en nuestros campos, se les dé también un mayor impulso a los cultivos que se sabe son resistentes a la sequía, como el sorgo, el girasol y otros, de los cuales se pueden obtener rendimientos superiores a los del maíz, que día a día se ha convertido en el cultivo tradicional y poco productivo en la mayor parte de la República. No obstante, el uso de variedades mejoradas de plantas cultivables, puede en gran parte solucionar problemas relacionados con las escasas producciones que se han venido registrando.

Es de desearse que con la colaboración de profesionistas conscientes de su responsabilidad, se tenga una mejor planeación económica del país; que nuestros campesinos sean ayudados, guiados, para que de esta manera suba su nivel de vida.

IX. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

BAILEY, L. H., *Manual of Cultivated Plants*, The Macmillan Co. New York, USA., 1951, pp. 38-45.

BALACHOWSKY, S. A. *Entomologie appliquée à l'agriculture*, Masson et Cie, Éditeurs. T. 1, premier volume, 1962, pp. 125-128.

Banco Nacional de Crédito Agrícola y Ganadero, S. A., *Roedores nocivos a la agricultura y su combate*. México, D. F., 1954, pp. 1-48.

Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana, tomo XXXVI, 1912, pp. 557-854.

CASWELL, G. H., *Agricultural Entomology in the Tropics*. Ed. Ward Arnold (Publishers) LTD. 1962, pp. 30-32. *The Tropics*. Ed. Ward.

VIII Censo General de Población. Resumen General, EUM, 1960, pp. 145-147.

CIAINE. Demostración Agrícola, INIA., SAG. 1965. Circ. Núm. 9 pp. 2-16.

COHEN, R. L., *Economía de la agricultura* (Trad. Manuel Mesa), 1953, Fondo de Cultura Económica, México-Buenos Aires, pp. 9-178.

COLWELL, E. U., *Fertilizante comercial conteniendo nitrógeno y fósforo para aumentar los rendimientos del maíz*. Foll. Div. Núm. 1 Ofna. Est. Esp., SAG. 1947, México, D. F., pp. 1-12.

CRISPÍN, M. A. A. ORTEGA y C. y C. GALLEGOS, B., *Enfermedades y plagas del frijol en México.* INIA., SAG. Foll. Div. Núm. 33. 1964, pp. 1-41.

DE LA LOMA, J. L., *Ecología vegetal.* Depto. Fitotecnia. ENA., SAG. 1966, pp. 1-157.

Dirección General de Economía Agrícola, 1940-1960. *Datos estadísticos anuales de la producción de maíz, frijol y cebada para cada Estado de la República Mexicana.* SAG.

DÍAZ, P. A., *El cultivo del maíz.* Ed. La Carpeta, México, D. F., 1953, pp. 1-98.

DÍAZ, P. A., *El maíz.* Ed. Agr. Truco. México, D. F. 1964, pp. 1-35.

Esquema social y económico de los Estados de la República Mexicana ANSA. T. I-VIII. México D. F., 1964.

ETCHEVERRY, B. A. y HARDING, S. T. *Irrigation Practice,* vol. 1, 2a. Ed. New York, 1933, pp. 18-25.

FINAN, J. J., *Maize in the Great Herbals.* Chronica Botanica Company, Waltham, Mass., USA., 1950.

GARCÍA, E., *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen* (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), México, D. F., Offset Larios, I-VIII, 1964, 1-71.

GARCÍA, E., *Distribución de la precipitación en la República Mexicana.* Publ. Inst. de Geografía. México, UNAM., vol. 1, 1965, pp. 171-191.

GARCÍA, E. *Apuntes de climatología.* Ed. mimeográfica. I-V, I-III, 1967.

GUERRERO, G. M. *Cultivo de cereales, leguminosas y tubérculos.* Tesis Profesional. Depto. Geogr. UNAM., 1966, pp. 1-71.

HERNÁNDEZ, A. L., *Comportamiento de tres variedades de maíz al ataque de Heterodera punctata,* Thorne, Ponencia V Congreso Nacional. Soc. Mex. Fitopatología. Chapingo, Méx. 1967, pp. 1-18.

HERNÁNDEZ, X. E., *La agricultura en los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento.* IMRNR., parte II, tomo 3: 1959, pp. 3-57.

Iowa State Departament of Agriculture. Iowa Year Book of Agriculture. The State of Iowa. USA. 1936, pp. 6-449.

JÁUREGUI, E. O., *Notas sobre la precipitación en Tacubaya para el periodo 1900-1958.* Ing. Hidr. en México. 1959, pp. 3-5.

KLAGES, W. H. K., *Ecological Crop Geography.* The Macmillan Company. 1942, pp. 135-185.

KÖPPEN, W., *Climatología* (versión de Pedro R. Hendrich Pérez). Fondo de Cultura Económica. México. Buenos Aires. 1948, pp. 233-234.

López, E., *Climatología de la República Mexicana.* Soc. Cient. Antonio Alzate, México, 1922, pp. 130-136.

Marino A. M. Navarro e I. Narváez, *Cómo producir cebada maltera de mejor calidad.* INIA., SAG. Foll. Div. Núm. 31, 1963, pp. 3-12.

Mckelvey, J. J. y F. Osorio A., *Control del gusano cogollero del maíz.* Ofna. Est. Esp., SAG. México, D. F. 1949, pp. 1-16.

Mosiño, A. P., *Factores determinantes del clima en la República Mexicana con referencia especial a las zonas áridas.* Inst. Nal. de Antrop. e Hist., México, 1966, pp. 5-22.

Mosiño, A. P. y E. García, *Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana.* Unión Geográfica Internacional, Conf. Reg. Lat. Amer. Tomo III. 1966, pp. 500-615.

Muñoz, O. A., *El cultivo del maíz en la Mesa Central,* INIA. Circ. CIB Núm. 6. SAG. México, D. F., 1966, pp. 3-14.

Niederhauser, I. S., *Enfermedades del maíz en México.* Foll. Div. Núm. 9. Ofna. Est. Esp., SAG. Méx. D. F. 1949, pp. 5-39.

Ortiz, C. J. H. Alarcón, C. y R. Maciel, R., *Siembre maíz H-412 en la zona de Matamoros, Tamps.* INIA. Cir. CIANE Núm. 16. CIANE, SAG. México, D. F. 1966, pp. 3-10.

Roberts, M. L. E. J. Wellhausen, G. Palacios de la Rosa y A. Cuevas, R., *Rocamex V-25 y Rocamex VS-101. Nuevas variedades mejoradas de maíz de madurez precoz para la Mesa Central.* Ofna. Est. Esp., SAG. México, D. F. 1949, pp. 5-23.

Russell, J. E. y W. Russell, *Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas.* Aguilar, Madrid, 1959.

Schery, R. W., *Plantas útiles al hombre.* Colec. Agr. Salvat. Barcelona-Madrid, 1959, pp. 481-531.

Tamayo, J. L., *Geografía general de México.* Tall. Graf. Nación. México, D. F. II, 1949, 473-550.

Tamayo, J. L. *Geografía económica y política.* Manuales Universitarios, UNAM. 1963, pp. 89-120.

Vargas, R., *Procedimiento que debe seguirse para hacer menos inseguras las cosechas de maíz.* Secretaría de Fomento. México, D. F. 1912, pp. 1-10.

Vázquez, G. L., *Tercer curso de zoología. Arthropoda II Mandibulata,* OGP., UNAM., México, D. F., 1961.

Venturini, O., *Uso de la tierra en las cuencas altas de Ghama y el Santo Domingo.* Rev. Geogr. Universidad de los Andes, Mérida-Venezuela. Vol. VI. 1965, pp. 63-89.

Vizcayo, C. I., *Agricultura en Nuevo León.* Inst. Est. Soc. de Monterrey, A. C. 1953, pp. 3-42.

WALLÉN, C. C., *Some Characteristics of Precipitation in Mexico*, Geografiska Annaler. 1955, pp. 1-85.

WEAVER, J. E. y CLEMENTS, F. E., *Ecología vegetal.* Acme Agency, Soc. Resp. Lta. Buenos Aires, 1950.

WELLHAUSEN, E. J., ROBERTS, L. M., MUÑOZ, J. M. y LINTON, C., *Frijol Rocamex 1, 2 y 3. Tres variedades mejoradas para siembra de temporal en la Mesa Central.* Foll. Div. Núm. 8. Ofna. Est. Esp., SAG. México, D. F. 1949, pp. 3-19.

WELLHAUSEN, E. J. ROBERTS, L. M. y E. HERNÁNDEZ, W., colab. P. C. Mangelsdorf., *Razas de maíz en México.* Foll. Tec. Núm. 5. Ofna. Est. Esp., SAG. México, D. F. 1951, pp. 5-1 237.

CUADROS, GRÁFICAS, FIGURAS Y MAPAS

CUADRO I

RENDIMIENTOS POR Ha EN RELACIÓN CON LA SEQUÍA RELATIVA Y LA PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL

Nº en mapa	*Estación*	*Precipitación total anual*	*Sequía relativa (%)*	*Rendimiento por Ha maíz*	*Rendimiento por Ha frijol solo*	*Rendimiento por Ha frijol intercalado*	*Rendimiento por Ha cebada*
			CAMPECHE				
1	Campeche	1 016.0	11.25	986	459	318	—
			COAHUILA				
2	Castaños	402.4	34.3	495	428	—	—
3	Cuatro Ciénegas	183.1	53.2	572	354	313	—
4	General Cepeda	396.9	25.5	605	390	195	907
5	Progreso	382.4	61.0	589	382	—	786
6	Sabinas	432.9	51.4	563	398	—	702
			CHIAPAS				
7	Altamirano	1 621.5	20.5	769	303	234	—
8	Comitán	1 029.8	29.8	927	233	305	—
9	Simojovel	1 470.9	15.1	803	321	226	—
10	Tapachula	2 488.9	18.0	1 086	460	217	—
11	Tonalá	1 796.1	9.5	832	—	—	—
12	Tuxtla Gutiérrez	948.2	21.8	884	449	382	—
13	Villa Flores	1 198.2	15.1	908	448	—	—
			CHIHUAHUA				
14	Bachíniva	444.1	18.9	623	284	232	—
15	Camargo, Cd.	295.0	27.0	1 015	—	—	—
			DURANGO				
16	Lerdo, Cd.	239.0	35.4	520	—	—	—
			GUANAJUATO				
17	Iturbide	518.7	19.4	524	478	204	—
18	Ocampo	461.2	22.1	516	377	211	641
19	Sn. Diego de la Unión	383.9	25.5	543	320	154	—

Nº en mapa	*Estación*	*Precipitación total anual*	*Sequía relativa (%)*	*Rendimiento por Ha maíz*	*Rendimiento por Ha frijol solo*	*Rendimiento por Ha frijol intercalado*	*Rendimiento por Ha cebada*
			GUERRERO				
20	Acapulco	1 412.9	23.8	774	375	312	—
21	Azoyú	1 426.9	22.5	843	328	—	—
			HIDALGO				
22	Calnalí	2 116.5	16.6	674	324	236	—
23	Huejutla	1 659.5	36.9	678	335	—	—
24	Huichapan	437.1	32.2	501	—	204	779
25	Ixmiquilpan	360.5	29.5	496	—	—	—
26	Jacala	722.8	26.4	579	—	188	500
			HIDALGO				
27	Molango	1 438.0	23.1	737	394	215	669
28	Pachuca	386.8	30.8	466	—	250	687
29	Tula de Allende	699.4	23.1	588	—	201	607
30	Tulancingo	552.9	29.2	612	265	234	662
			JALISCO				
31	Autlán	729.1	20.7	883	539	230	—
32	Tapalpa	849.4	15.1	848	—	194	600
			MÉXICO				
33	Tejupilco	1 670.6	9.5	662	385	177	—
34	Tenancingo	1 290.7	12.7	754	365	213	—
35	Teotihuacán	559.6	13.9	607	640	254	—
			MICHOACÁN				
36	Acuitzio del Cange	930.5	10.1	692	—	218	768
37	Huacana, La	908.0	16.2	686	—	—	—
38	Tepalcatepec	620.1	15.6	663	—	—	—
39	Uruapan	1 630.6	10.2	740	301	208	—
40	Zitácuaro	950.2	11.1	702	482	209	744
			MORELOS				
41	Axochiapan	872.9	17.1	759	709	—	—
42	Cuernavaca	1 061.0	13.2	934	847	491	—
43	Jonacatepec	884.2	16.8	892	534	—	—

Nº en mapa	*Estación*	*Precipitación total anual*	*Sequía relativa (%)*	*Rendimiento por Ha maíz*	*Rendimiento por Ha frijol solo*	*Rendimiento por Ha frijol intercalado*	*Rendimiento por Ha cebada*
			NUEVO LEÓN				
44	Cadereyta	659.6	41.5	625	418	—	—
45	Cerralvo	582.6	48.4	553	623	—	—
46	Ciénega de Flores	624.2	42.4	563	572	—	—
47	General Bravo	533.3	48.9	577	414	—	—
48	Herreras, Los	505.4	54.9	698	454	—	—
49	Iturbide	580.4	29.3	666	366	—	—
50	Lampazos	395.3	66.4	629	378	—	—
51	Linares	765.2	43.1	639	417	—	766
52	Montemorelos	742.1	44.5	659	315	—	859
53	Monterrey	634.1	38.9	631	—	—	—
54	Rayones	567.7	47.8	558	—	—	736
55	Santiago, Villa	945.8	39.7	551	408	—	851
			OAXACA				
56	Huajuapan de León	720.5	27.1	541	—	218	—
57	Ixtepec, Cd.	909.2	30.5	622	—	216	—
58	Matías Romero	1 301.7	15.2	686	—	—	—
59	Miahuatlán	654.7	23.2	551	—	246	—
60	Salina Cruz	1 041.2	39.2	670	—	—	—
61	Sn. Carlos Yautepec	609.3	21.1	613	329	—	—
62	Tehuantepec	900.2	35.5	667	—	—	—
			PUEBLA				
63	Chiautla	801.7	16.0	646	520	266	—
64	Piaxtla	848.0	17.3	615	—	377	—
65	Puebla	822.9	12.7	644	—	159	552
66	Tecamachalco	618.9	33.2	570	—	—	—
67	Tepeaca	797.7	24.9	674	440	210	499
68	Teziutlán	1 672.9	25.5	724	—	206	423
69	Tlacotepec	521.0	36.1	563	290	140	—
70	Tlalchichuca	740.9	18.8	738	334	265	584
71	Tlaxco	2 420.0	15.0	850	309	—	—
			QUERÉTARO				
72	Amealco	633.6	19.7	434	—	207	569

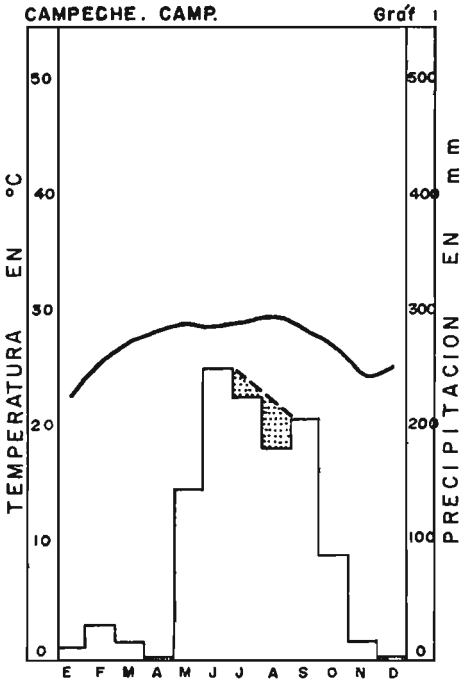
Nº en mapa	*Estación*	*Precipitación total anual*	*Sequía relativa (%)*	*Rendimiento por Ha maíz*	*Rendimiento por Ha frijol solo*	*Rendimiento por Ha frijol intercalado*	*Rendimiento por Ha cebada*
			QUINTANA ROO				
73	Cozumel	1 570.1	37.5	799	571	343	—
			SAN LUIS POTOSÍ				
74	Matehuala	439.9	36.2	569	—	164	753
75	Río Verde	497.0	30.8	739	655	264	—
76	San Luis Potosí	359.4	30.0	582	344	195	1 509
			SINALOA				
77	Culiacán	630.4	16.9	1 081	741	—	—
			TABASCO				
78	Comalcalco	2 260.9	33.1	717	516	—	—
79	Macuspana	2 530.4	24.0	764	513	—	—
			TAMAULIPAS				
80	Abasolo	642.9	49.3	647	493	—	—
81	Aldama	628.8	30.3	835	551	—	—
82	Burgos	727.3	63.7	588	328	—	—
			TAMAULIPAS				
83	San Fernando	651.0	50.9	818	442	—	—
84	Tampico	1 079.9	37.0	787	385	—	—
			TLAXCALA				
85	Apizaco	859.3	11.2	580	—	184	618
			VERACRUZ				
86	Atzalán	2 053.2	33.5	872	685	563	849
87	Córdoba	2 199.1	15.7	1 154	424	—	—
88	Huatusco	1 745.8	15.7	864	380	216	—
89	Jalacingo	1 740.5	36.6	687	285	195	—
90	Misantla	2 275.5	22.1	885	—	—	—
91	Nautla	1 401.5	40.0	1 000	592	—	—
92	Orizaba	2 035.5	11.5	961	538	—	—

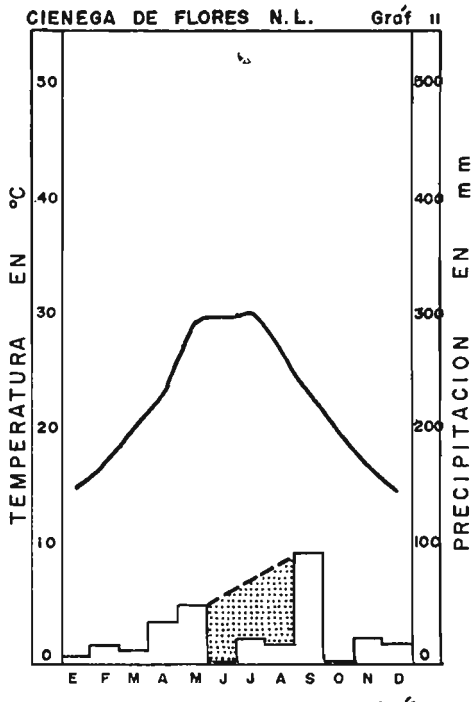
Nº en mapa	*Estación*	*Precipitación total anual*	*Sequía relativa (%)*	*Rendimiento por Ha maíz*	*Rendimiento por Ha frijol solo*	*Rendimiento por Ha frijol intercalado*	*Rendimiento por Ha cebada*
93	Otatitlán	2 093.4	17.8	1 007	491	—	—
94	Ozuluama	1 373.9	31.6	774	481	—	—
95	Sn. Andrés Tuxtla	1 995.5	22.8	1 107	639	—	—
96	Soledad de Doblado	943.8	27.2	833	477	—	—
97	Veracruz	1 667.6	19.3	941	470	—	—
98	Vigas, Las	1 346.4	29.2	759	—	—	620
			YUCATÁN				
99	Mérida	940.0	19.9	665	243	211	—
100	Progreso	469.0	48.6	634	—	217	—
			ZACATECAS				
101	Sn. Pedro Piedra Gorda	450.0	31.2	513	208	171	—

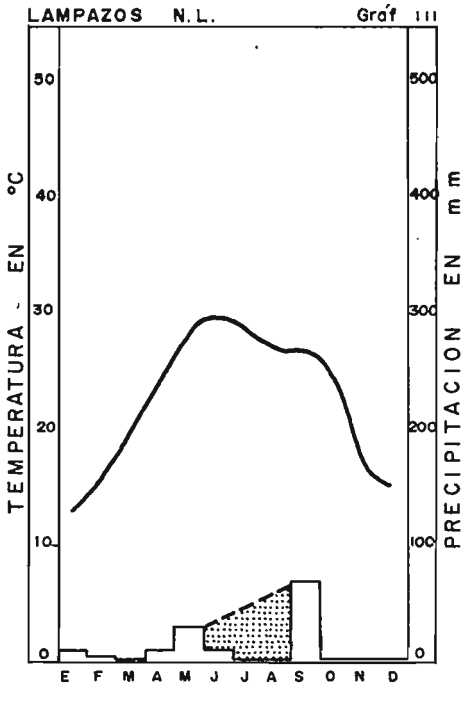
CUADRO II

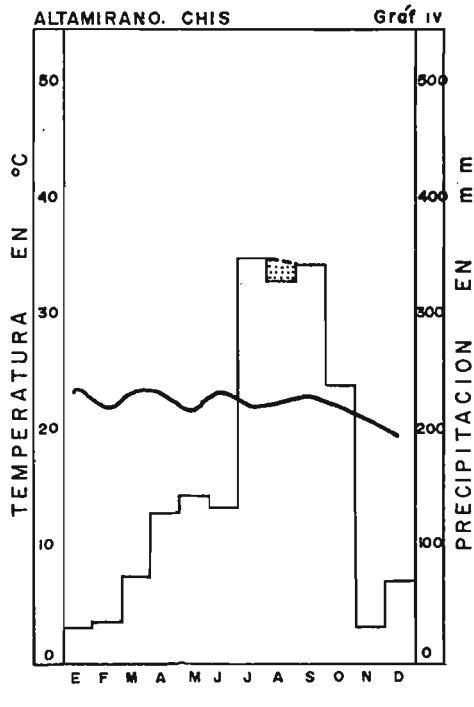
30,076,2 NAUTLA, VERACRUZ

	MAÍZ			FRIJOL INTERCALADO			FRIJOL SOLO			CEBADA							
Años	*Sup. Ha*	*Rend. Ha*	*Prod. Kg*	*Sup. Ha*	*Rend. Ha*	*Prod. Kg*	*Sup. Ha*	*Rend. Ha*	*Prod. Kg*	*Sup. Ha*	*Rend. Ha*	*Prod. Kg*	*Area Poligono*	*S.R. Sequía relativa (%)*	*Precip. May-Oct. (P)*	*Precip. total anual (P)*	*P — p en (%)*
1940	410	1 200	492 000										94.0	22.1	426.0	765.1	60
1941	410	1 200	492 000										409.5	98.6	415.5	954.5	40
1942	500	600	300 000	No se sembró			113	200	22 600				No hubo sequía		627.0	912.3	70
1943	500	700	350 000	No se sembró			200	190	38 000				131.3	47.8	274.5	648.0	40
1944	800	700	560 000										378.5	45.2	836.5	1 126.5	70
1945	1 200	500	600 000	No se sembró			135	800	208 000				60.3	10.8	559.4	803.4	70
1946	996	800	796 800	No se sembró			800	400	320 000				520.5	68.9	755.5	1 151.5	70
1947	500	1 500	750 000	25	400	20 000	90	700	63 000				190.0	33.0	575.0	967.0	60
1948	162	1 500	243 000	21	300	6 300	83	1 000	83 000				30.3	6.1	498.0	902.8	60
1949	438	910	398 580	No se sembró			289	650	187 850				665.8	84.3	789.9	1 279.4	60
1950	2 400	800	1 920 000	No se sembró			200	500	100 000				402.3	51.1	786.5	1 432.5	50
1951				Siembra de Jugo			Siembra de Jugo						856.4	51.2	1 671.6	2 433.6	70
1952	3 125	1 000	3 125 000	Siembra de Jugo			Siembra de Jugo						321.0	30.2	1 061.5	1 373.5	80
1953	1 125	845	950 625	Siembra de Jugo			300	500	150 000				259.5	37.2	698.5	857.8	80
1954	1 149	870	999 630	Siembra de Jugo			Siembra de Jugo						694.8	53.9	1 288.5	1 751.0	70
1955	1 021	1 010	1 031 210	Siembra de Jugo			Siembra de Jugo						679.8	32.5	2 093.0	2 831.0	70
1956	1 835	1 100	2 018 500	Siembra de Jugo			Siembra de Jugo						309.0	24.3	1 272.5	1 817.0	70
1957	2 330	1 500	3 495 000	Siembra de Jugo			Siembra de Jugo						45.0	6.8	664.0	1 083.5	60
1958	3 500	1 143	4 000 000	No se sembró			210	650	136 500				270.5	30.1	900.0	1 528.0	60
1959	1 132	1 000	1 132 000	No se sembró			140	750	105 000				232.5	52.2	445.5	795.5	60
1960	1 000	1 100	1 100 000	No se sembró			120	760	92 200				82.0	13.2	620.0	887.5	70
PROM.		1 000		No es área de temp.				592		No se cultiva				40.0	1 040.1	1 401.5	


CAMPECHE. CAMP.
Graf I
TEMPERATURA EN °C
PRECIPITACION EN mm
0
10
20
30
40
50
0
100
200
300
400
500
E F M A M J J A S O N D

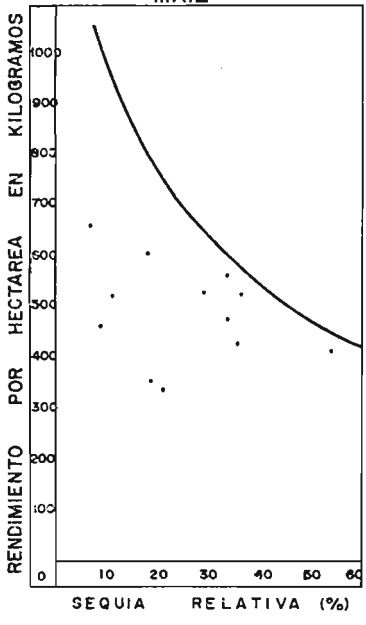

CIENEGA DE FLORES N.L.
Graf II
TEMPERATURA EN °C
PRECIPITACION EN mm
0
10
20
30
40
50
0
100
200
300
400
500
E F M A M J J A S O N D


LAMPAZOS N.L.
Graf III
TEMPERATURA EN °C
PRECIPITACION EN mm
0
10
20
30
40
50
0
100
200
300
400
500
E F M A M J J A S O N D

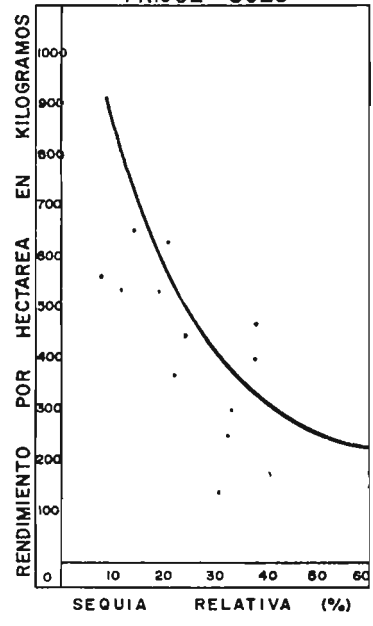

ALTAMIRANO. CHIS
Graf IV
TEMPERATURA EN °C
PRECIPITACION EN mm
0
10
20
30
40
50
0
100
200
300
400
500
E F M A M J J A S O N D

CORRELACION ENTRE EL RENDIMIENTO POR HECTAREA Y LA SEQUIA RELATIVA

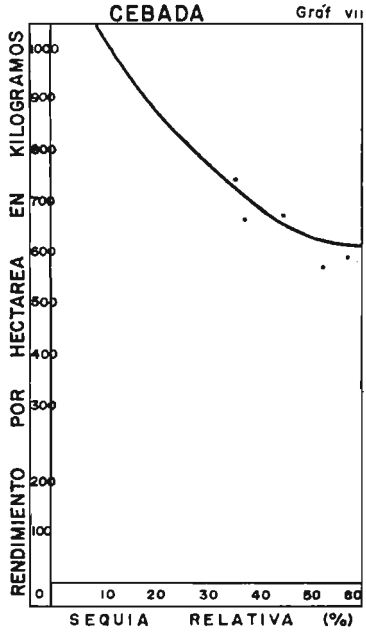
MAIZ Graf v

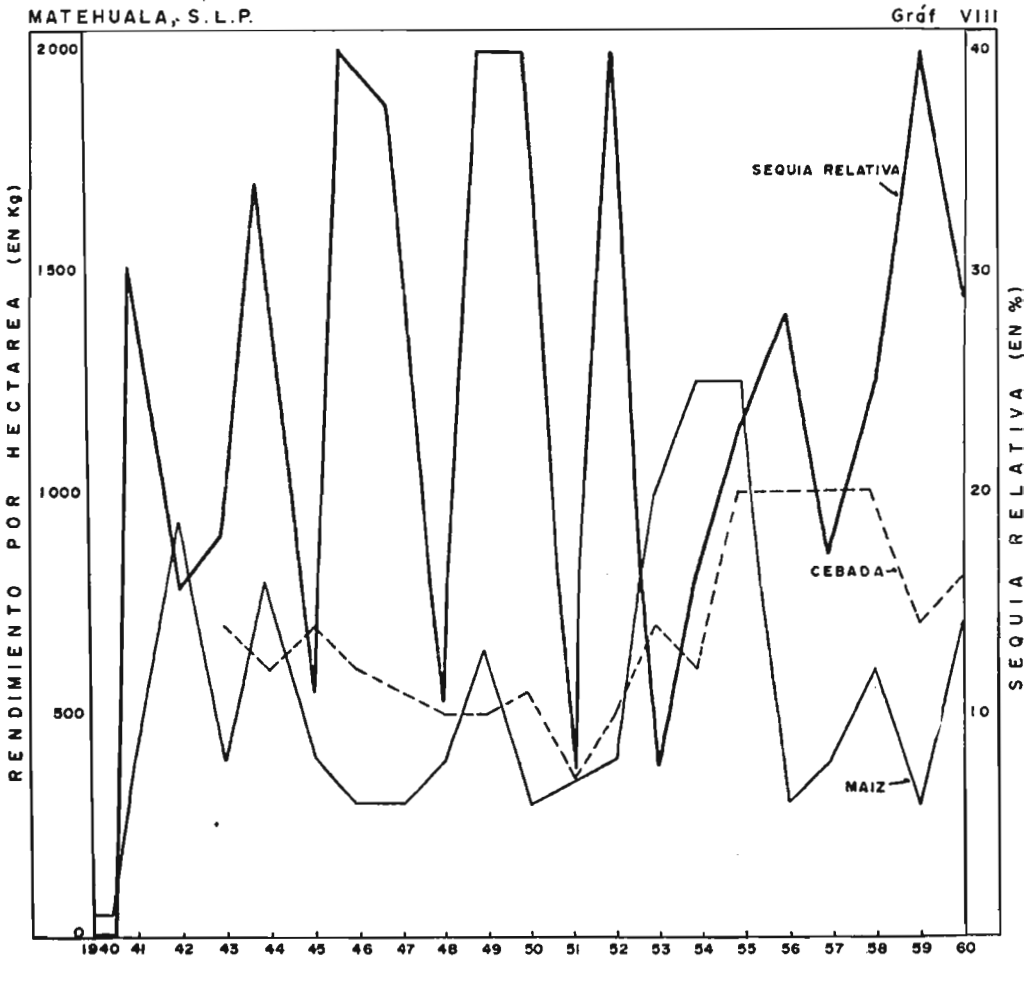


FRIJOL SOLO Graf vi



CEBADA Graf vii




MATEHUALA, S.L.P.
Gráf VIII
RENDIMIENTO POR HECTAREA (EN Kg)
SEQUIA RELATIVA (EN %)
2000
1500
1000
500
0
40
30
20
10
SEQUIA RELATIVA
CEBADA
MAIZ
1940 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60

DEFICIT DE PRECIPITACION ESTIVAL

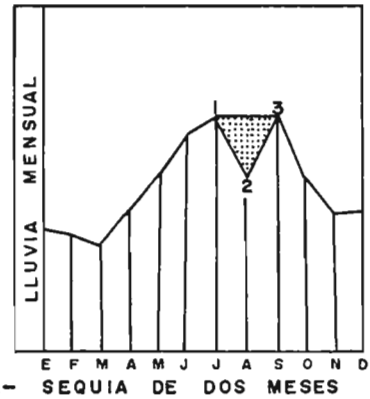


Fig1.- SEQUIA DE DOS MESES

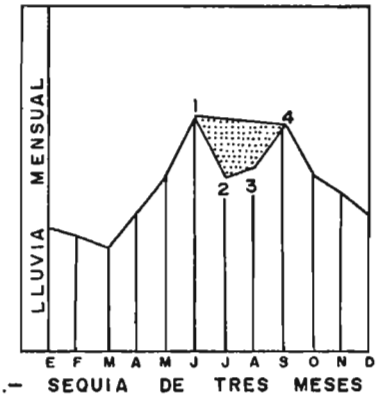


Fig 2.- SEQUIA DE TRES MESES

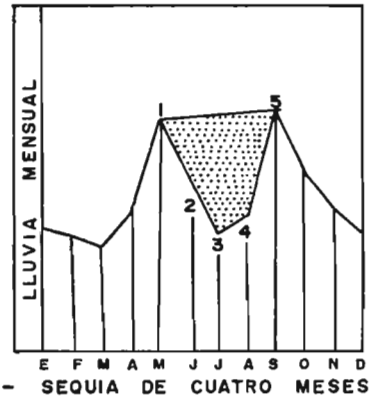


Fig 3.- SEQUIA DE CUATRO MESES

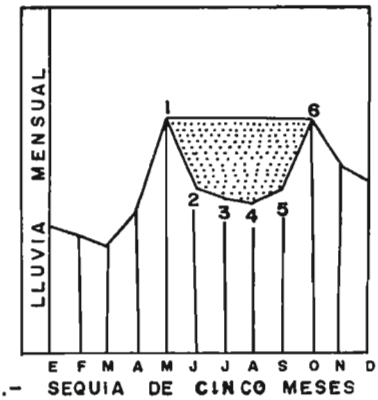


Fig4.- SEQUIA DE CINCO MESES

115° 110° 105° 100° 95° 90° 85°

30° 25° 20° 15°

Trópico de Cáncer

MAPA I

TOMADO DE MOSIÑO Y GARCIA (1966)

AREAS AFECTADAS POR

LA SEQUIA INTRAESTIVAL

100 0 200 400

KILOMETERS

115° 110° 105° 100° 95° 90° 85°

30° 25° 20° 15°

MAPA 2

AREA DE ESTUDIO AFECTADA
POR LA
SEQUIA INTRAESTIVAL

100 0 200 400
KILOMETROS

DIBUJÓ – JOSÉ SEDANO P.

FORMÓ – TERESA REYNA T.

MAPA 3

INTENSIDAD DE LA SEQUIA RELATIVA

(EN %)

DE 0 A 20%

DE 20 A 30%

DE 30 A 40%

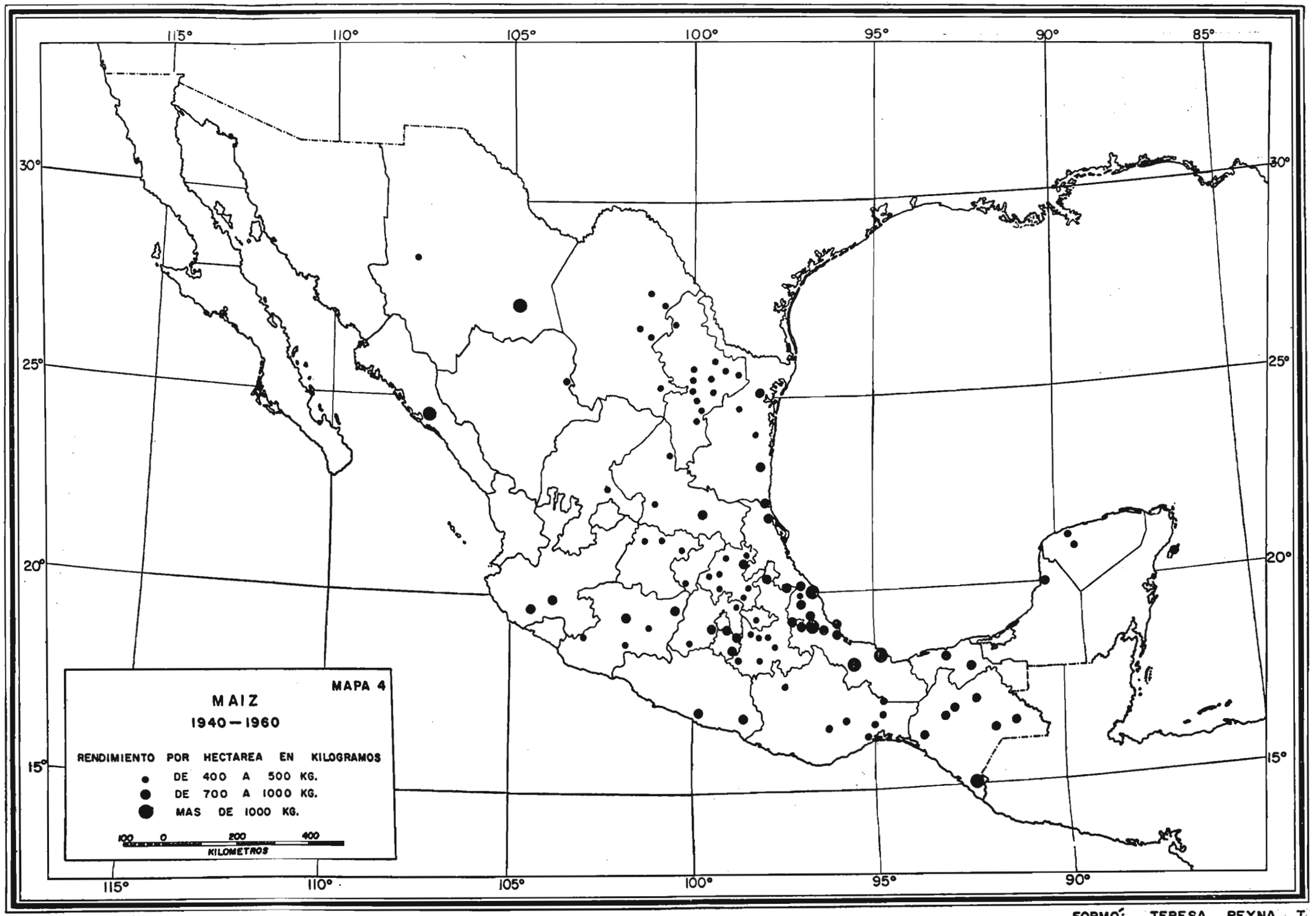
MAS DE 40%

100 0 200 400

KILOMETROS

DIBUJÓ- JOSE SEDANO P.

FORMÓ-TERESA REYNA- T.



DIBUJÓ: J. LUIS SEDANO P.

FORMÓ: TERESA REYNA T.

115° 110° 105° 100° 95° 90° 85°

30° 25° 20° 15°

MAPA 5

FRIJOL SOLO E INTERCALADO

1940-1960

RENDIMIENTO POR HECTAREA EN KILOGRAMOS

SOLO		INTERCALADO	
●	DE 200 A 500 KG.	o	DE 100 A 300 KG.
●	DE 500 A 600 KG.	O	DE 300 A 600 KG.
+	NO SE CULTIVA		

100 0 200 400

KILOMETROS

DIBUJÓ: JOSÉ LUIS SEDANO P.

FORMÓ: TERESA REYNA T.

115° 110° 105° 100° 95° 90° 85°

30° 25° 20° 15°

MAPA 6

CEBADA

1940 — 1960

RENDIMIENTO POR HECTAREA EN KILOGRAMOS

- DE 400 A 700 KG.
- DE 700 A 1000 KG.
- MAS DE 1000 KG.
- \+ NO SE CULTIVA

100 0 200 400

KILOMETROS

DIBUJÓ: J. LUIS SEDANO P.

FORMÓ: TERESA REYNA T.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 5

II. ANTECEDENTES 7

III. EVALUACIÓN DE LA SEQUÍA 11

IV. INTENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL FENÓMENO . 17

Distribución geográfica de la sequía intraestival 19

Localización del área donde se observa la sequía . . . 24

Intensidad del fenómeno 24

V. LOS FACTORES FÍSICOS Y LOS CULTIVOS 31

VI. BREVES DATOS ACERCA DEL MAÍZ 39

Algunas plagas del maíz 41

VII. CORRELACIÓN ENTRE LA SEQUÍA INTRAESTIVAL Y LOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS 47

A. Maíz (*Zea mays*) 47

B. Frijol (*Phaseolus vulgaris*) 51

1. Frijol intercalado 52

2. Frijol solo 53

C. Cebada (*Hordeum sp*) 54

VIII. CONCLUSIONES 59

IX. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA 61

CUADROS, GRÁFICAS, FIGURAS Y MAPAS 65

En la Imprenta Universitaria, bajo la dirección de Rafael Moreno, se terminó la impresión de *Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos en México*, el día 24 de febrero de 1970. Su composición se paró en tipos Old Style 12:14, 10:12, 8:10 y Bodoni 14:14. Se tiraron 1,000 ejemplares.