

RESPUESTA DE GRUPOS DE MAÍZ DE DIFERENTE PRECOCIDAD A ETAPAS DE SEQUÍA CONTROLADA

Salvador Martín del Campo Valle y Maximino Luna Flores¹

RESUMEN

Nueve variedades de maíz (*Zea mays* L.) de temporal, clasificadas en tres grupos de precocidad con 3 variedades por grupo, fueron sometidas a cuatro períodos únicos de sequía en las siguientes cuatro etapas fenológicas: de emergencia a 30 días, de 30 a 60 días, de 60 a 90 días y de 90 a 120 días después de la siembra. Cada etapa de sequía consistió en suspender el riego por aproximadamente 30 días, excepto en los tratamientos control los cuales se mantuvieron con humedad edáfica aprovechable durante todo el ciclo. Se observaron diferencias altamente significativas entre los efectos debidos a las etapas de sequía, a la precocidad y a las variedades dentro de grupos, pero las interacciones entre las etapas de sequía y grado de precocidad y de éstas con variedades no fueron significativas. Las correlaciones fenotípicas entre días a floración, rendimiento de grano y biológico, índice de cosecha y otros ocho caracteres fueron positivas y altamente significativas. No hubo correlación entre los índices de área foliar y de cosecha.

SUMMARY

Nine maize (*Zea mays* L.) cultivars developed for dryland conditions, divided in three maturity classes with three cultivars per class, were subjected to four single drought stress treatments at the following four successive phenological stages: from seedling emergence to 30 days, from 30 to 60 days, from 60 to 90 days, and from 90 to 120 days after planting. Each drought stage consisted in suspending the irrigation for approximately 30 days, except in the controls, which had available soil moisture during the entire cycle. Results showed significant differences among drought stages, maturity classes and cultivars within each class, whereas the interactions among these factors were not significant. Phenotypic correlations among days to tasseling, grain yield, dry matter production, harvest index and eight more traits, were positive and significant, while between leaf area index and harvest index there was no correlation.

¹ Investigadores del Programa de Maíz del INIFAP, en Pabellón, Ags. y Durango, Dgo., respectivamente.

INTRODUCCION

Casi en todas las zonas temporaleras de México se presenta un período de sequía durante el verano, conocido como canícula o sequía intraestival (Mosiño y García, 1968); ésta generalmente coincide con etapas críticas del desarrollo de los cultivos, como la floración, ocasionando pérdidas a la agricultura.

En la región semiárida de altura del Norte Centro de México, además de la canícula, los cultivos temporaleros también padecen de escasez de agua durante el resto del ciclo biológico (Luna *et al.*, 1980). En esta región se cultiva anualmente un promedio de poco más de dos millones de hectáreas; de ellas, cerca de la mitad se destinan al cultivo de maíz, y de éste alrededor de 90 por ciento corresponde a siembras de temporal.

Los rendimientos medios de maíz de los últimos años, en la región semiárida de altura del Norte Centro de México son muy inferiores (640 a 800 kg/ha) al promedio nacional (1800 kg/ha); esto se debe fundamentalmente a la escasa distribución de la precipitación, que fluctúa entre 250 y 450 mm durante la estación de crecimiento, y a su errática distribución.

Cuando las lluvias del temporal se retrasan, las heladas tempranas ocasionan fuertes pérdidas de las cosechas. Para la citada región, las estadísticas indican que las pérdidas ocasionadas por sequía, heladas y otras causas ambientales son del orden de 21, 3.4 y 3.1 por ciento, respectivamente. Solamente en la región de El Llano, Aguascalientes, en los últimos 13 años las pérdidas por sequía han sido del 40 por ciento y el rendimiento medio ha sido de 321 kg/ha.

Ante esa situación, se planteó el presente trabajo para observar la respuesta de tres grupos de variedades de maíz de temporal de diferente precocidad a períodos de sequía controlada aplicados en distintas etapas fenológicas, bajo la hipótesis de que existe respuesta diferencial de los grupos de variedades a dichos períodos de sequía.

REVISION DE LITERATURA

Los mejores indicadores del grado de resistencia a sequía, en especies cultivadas de plantas, son los órganos de importancia económica (Denmead y Shaw, 1960; Dampney y Aspinall, 1976).

Las plantas xerófitas, que son las más resistentes a la sequía, presentan dos formas de resistencia, a saber: mediante evasión o escape, y tolerancia (Levitt, 1972). En el primer caso, la planta evade la falta de agua, como ocurre con las plantas efímeras. En el segundo caso, la planta resiste la falta de agua sobreviviendo a las deficiencias hídricas.

Mediante el mejoramiento genético es posible lograr cierto grado de tolerancia a la sequía en especies vegetales cultivadas. En México, los trabajos sobre resistencia a sequía en maíz se iniciaron en 1957 (Muñoz, 1964). La variación en la capacidad de las plantas para resistir la sequía puede verse desde el punto de vista de resistencia filogenética o como resistencia ontogénica. El primer caso se refiere a la variación de los patrimonios genéticos logrados por la vía evolutiva y se refleja en las diferencias entre órdenes, géneros, especies, etc. La resistencia ontogénica se refiere a la resistencia diferencial que muestra una planta a través de su ciclo biológico; es decir a la variabilidad en resistencia entre las etapas de semilla, de plántula, de floración, etc.

Después de haber analizado diversos conceptos sobre resistencia a la sequía, Muñoz (1980) la define como la capacidad de la planta para producir de manera aceptable bajo sequía, en función de su potencial genético y de la interacción del genotipo con la tensión hídrica.

Muñoz (1964), al estudiar la transpiración bajo riego y bajo sequía de una línea latente^{1/} de maíz derivada de la colección Mich-21, encontró que bajo riego la línea latente transpiró más que dos líneas susceptibles, pero que bajo sequía transpiró menos; a este atributo se le conoce como hipersensibilidad estomática.

Denmead y Shaw (1960) aplicaron tratamientos de sequía en maíz en las etapas de crecimiento vegetativo (V), de floración (F) y de llenado de grano (G); encontraron reducción en el rendimiento de grano de 25, 50 y 21 por ciento, respectivamente. Cuando la sequía abarcó dos etapas, la que más afectó al rendimiento fue V + F y la que menos la afectó fue V + G. También observaron que el área de la hoja de la mazorca fue significativamente menor en relación al testigo mantenido con riego, cuando la se

^{1/} Se conoce como línea latente de maíz a la que tiene capacidad de reanudar su crecimiento y desarrollo después de haber estado sometida a un período de sequía que la mantuvo a una tasa de crecimiento cercana a cero.

quía se aplicó en las etapas V, F, V + F, V + G y F + G. La altura final de la planta y la longitud de la mazorca, solamente fueron afectadas cuando la sequía se aplicó en las etapas V + F.

Fernández y Laird (1956) aplicaron tratamientos de 0, 4, 8 y 11 días de sequía al maíz durante la etapa de floración, en cultivos fertilizados y no fertilizados; encontraron que el cultivo no fertilizado mostró menor número de plantas marchitas que el fertilizado; a medida que se incrementó la aplicación de nitrógeno, aumentó el porcentaje de marchitez y la reducción del rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado durante los meses de abril a agosto de 1981 en el Campo Agrícola Experimental Pabellón (Aguascalientes), dependiente del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro (CIANOC), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

El trabajo consistió en la evaluación de nueve variedades de maíz de temporal bajo los cuatro períodos de sequía siguientes: Etapa 1, de emergencia de plántulas hasta los 30 días; Etapa 2, de los 30 a 60 días; Etapa 3, de los 60 a 90 días; y Etapa 4, de los 90 a 120 días después de la siembra. También hubo un tratamiento testigo con humedad favorable durante todo el ciclo. Las variedades fueron divididas en tres grupos de precocidad con tres variedades cada uno (Cuadro 1).

Cuadro 1. Grupos de variedades de maíz utilizados en diferentes etapas de sequía.

Precoces	Intermedias	Tardías
H-204	VS-201	H-222
VS-203	VS-202	H-221
Criollo	Cafime	H-220

Las variedades VS-203, VS-202 y los híbridos H-204, H-221 y H-222 contienen en su germoplasma genes de la colecta Zac-58 que es muy precoz y ha mostrado algunas características de tolerancia a la sequía; el resto de variedades mejoradas, así como el híbrido H-204, contienen genes de la raza Bolita, del que también se ha indicado

que posee características de resistencia a sequía (Luna, 1979; Peña *et al.*, 1981). Posiblemente, el criollo posea genes de Bolita y de Zac-58 (1).

El experimento se inició el 1º de abril, en un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. En la parcela principal estuvieron las etapas de sequía; en las sub-parcelas estuvieron los grupos de precocidad y dentro de éstos se anidaron las variedades. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = u + B_i + ES_j + (C_{ij}) + GP_k + V_1(GP)_k + (ES \times GP)_{jk} + (ES \times V(GP))_{jkl} + (C_{ijkl})$$

donde:

$$i = 1, 2, \dots, 4; j = 1, 2, \dots, 4; k = 1, 2, 3; l = 1, 2, 3$$

u = Efecto general.

B_i = Efecto del bloque i -ésimo.

ES_j = Efecto de la etapa de sequía j -ésima.

C_{ij} = Efecto de error asociado a las parcelas principales.

GP_k = Efecto del grupo de precocidad k -ésimo.

$V_1(GP)_k$ = Efecto de la variedad 1-ésima dentro del grupo de precocidad k -ésimo.

$(ES \times GP)_{jk}$ = Efecto de interacción de la Etapa de Sequía j -ésima y el grupo de precocidad k -ésimo.

$(ES \times V(GP))_{jkl}$ = Efecto de la interacción entre la etapa de sequía j -ésima por la variedad 1-ésima dentro del grupo de precocidad k -ésimo.

C_{ijkl} = Efecto de error asociado a las parcelas chicas.

La parcela principal estuvo constituida por 36 surcos de 5.0 m largo, separados 0.76 m; la sub-parcela consistió de 12 surcos y cada variedad ocupó una parcela de 4 surcos.

Las prácticas de cultivo realizadas fueron las recomendadas para producir maíz de temporal en el CIANOC; la densidad de población fue de 39,500 plantas por hectárea y la dosis de fertilización 40-40-00, aplicada al momento de la siembra.

(1) Observación de los autores de este artículo.

En cada período de sequía se suspendió el riego por un lapso de 30 días, esperando que las variedades en estudio estuvieran sometidas a PMP^{1/} edáfico durante la segunda mitad de ese lapso. Al terminar el primer período de sequía se inició el segundo, y así sucesivamente hasta completar los 4 períodos.

En seis plantas con competencia completa se determinaron las siguientes características: altura de planta (ALPL) y de mazorca (ALMZ), diámetro del tallo (DIATA), número de ramas de la espiga (RAES), número de hojas arriba de la mazorca (NH/MZ), índice de área foliar (IAF), días a floración masculina (DFM) y femenina (DFF), largo del grano (LGR), anchura del grano (AGR), número de hileras de la mazorca (HIL), número de granos por hilera (GR/HIL), peso de 200 semillas (PSEM), longitud de mazorca (LMZ) y diámetro de la mazorca (DIAM). Finalmente se midió el rendimiento de grano (REND) y biológico (RB) en 20 plantas con competencia completa. Todas las variables se midieron cuando el carácter había alcanzado la máxima expresión. La ALPL se midió del suelo a la punta de la espiga y la de MZ al nudo de la inserción de ésta; en el RAES se contaron ramas primarias y secundarias; el IAF se estimó multiplicando el largo por el ancho de la base de la hoja por 0.75, se sumó el área de todas las hojas para obtener el de cada planta y se dividió entre la superficie que ocupaba cada planta; los días a floración se registraron cuando aproximadamente el 50% de las plantas habían alcanzado esta etapa; el largo y anchura del grano se obtuvieron con vernier, en 200 semillas tomadas al azar del total. La relación REND/RB generó el índice de cosecha (IC).

Se realizaron análisis de varianza para las variables: REND, ALPL, ALMZ, DFM, DFF y RB. Además, se estimaron coeficientes de correlación fenotípica entre las variables que se indicaron anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este trabajo son producto de un sólo año de estudio, por lo que su discusión queda limitada a esta condición. En la información del Cuadro 2, puede observarse que hubo diferencias altamente significativas entre los efectos debidos a las etapas de sequía, a los grupos de precocidad y a las variedades dentro de cada grupo, para las seis variables analizadas; sin embargo, las interacciones de las etapas de sequía con grupos de precocidad y con variedades dentro de los grupos, no fueron significativas para rendimiento de grano ni para rendimiento biológico.

^{1/} Punto de marchitamiento permanente.

Cuadro 2. Cuadrados medios de seis variables en el experimento de etapas de sequía con variedades de maíz de temporal.

Fuente de Variación	gl	Cuadrados medios					
		REND	ALPL	ALMZ	DFM	DDF	RB
Bloques	3	911808	217.1	183.7	4.81	10.58	9146
Etapas de Sequía (ES)	4	8027479**	2120.0**	1456.4**	209.61**	356.29**	406525**
Error (a)	12	944430	192.4	258.9	6.52	11.71	27725
Grupos de Precocidad (GP)	2	28382273**	14541.7**	7797.6**	2527.17**	3625.12**	449049**
ES x GP	8	685864	407.2**	196.1**	10.26**	13.23**	11850
Variedades (V):x (GP)	6	3657062**	875.4**	568.1**	160.36**	280.23**	71622**
ES x V (GP)	24	300727	255.0**	93.3**	5.92**	9.23**	6028
Error (b)	120	479964	93.9	35.4	2.32	3.47	8908
Total	179						
C.V. = (%)		23.4	6.6	10.8	2.2	2.6	17.6

** = Significativo al 1% de probabilidad de error.

Estos resultados señalan que si bien los efectos de la sequía sobre el rendimiento de grano y biológico del maíz difieren significativamente en función de la etapa de desarrollo en que incide la sequía, tales diferencias fueron estadísticamente iguales para las nueve variedades evaluadas. Es decir, que en este estudio no se detectaron diferencias genotípicas en resistencia a la sequía, al menos para la intensidad de sequía aquí aplicada, en términos de producción de grano y de materia seca, aún cuando sí las hubo para altura de planta y mazorca y para días a floración. Conviene señalar además, que en términos relativos, el efecto de la sequía en estos nueve genotipos fue menor que el encontrado por otros autores con diferentes variedades de maíz; posiblemente, los genotipos aquí usados tengan cierto grado de tolerancia a la sequía o la intensidad de ésta fue menor que en otros trabajos.

En el Cuadro 3 se puede apreciar que las variedades de ciclo tardío rindieron más que las de ciclo intermedio y éstas más que las precoces, bajo cualquiera de las etapas de sequía. Situación semejante en cuanto a esta respuesta se observó en las demás características estudiadas, con excepción del índice de cosecha.

Los rendimientos que se obtuvieron con los tratamientos testigo fueron más bajos de lo esperado. El rendimiento obtenido con el tratamiento de sequía en la etapa 3 fue el más bajo en comparación con el obtenido en otras etapas de sequía, tanto en los genotipos precoces como en los intermedios y tardíos.

La sequía en la etapa 3 (ES3) se aplicó en plantas de 60 a 90 días de edad, y de acuerdo a la información del Cuadro 3, los genotipos precoces alcanzaron su floración entre los 65 y 69 días, los intermedios entre los 72 y 78 días y los tardíos entre 81 y 87 días.

De ello, se puede deducir que en la etapa ES-3 los maíces precoces fueron afectados por sequía hasta por 21 a 27 días del período de llenado del grano, mientras que los tardíos fueron afectados sólo por 3 a 9 días hasta el inicio de la floración. Dado que a los 90 días se aplicó el riego de recuperación que marcó el fin de ES-3, y que los genotipos intermedios fueron los que más disminuyeron su rendimiento de grano en relación al testigo, se infiere que la floración y los primeros días de llenado de grano corresponden a la etapa más susceptible a la sequía en maíz. Estos resultados muestran buena concordancia con los encontrados por Denmead y Shaw (1960), quienes concluyeron que la floración es el período más vulnerable a la sequía.

Cuadro 3. Promedios de rendimiento de grano, caracteres agronómicos e índices de eficiencia, en grupos de variedades de maíz de diferente precocidad sometidas a cuatro etapas de sequía.

	Etapa de sequía	Grupo de precocidad	REND (kg/ha)	ALPL (cm)	ALMZ (cm)	DFM	DFF	RB (ton/ha)	IAF	IC
21	1	P	2361	146	56	61	63	11.1	1.44	0.34
		I	2946	157	67	66	69	14.0	1.85	0.33
		T	3864	160	72	74	79	14.9	2.05	0.43
	2	P	2600	132	46	62	64	9.7	1.34	0.48
		I	3794	139	51	66	69	13.1	1.59	0.47
		T	4411	163	60	73	77	14.5	1.65	0.52
	3	P	1751	123	37	65	69	7.2	1.22	0.42
		I	1981	134	46	72	78	8.6	1.49	0.35
		T	3090	157	64	81	87	9.4	1.59	0.54
	4	P	2344	135	43	63	66	8.0	1.23	0.52
		I	3209	153	59	68	73	11.3	1.54	0.45
		T	3436	175	72	76	81	11.5	1.82	0.51
	Testigo bajo riego	P	2337	122	39	64	66	7.8	1.08	0.50
		I	3059	140	51	69	73	9.8	1.53	0.52
		T	3468	159	68	76	81	9.8	1.74	0.61
DMS 0.05			499	13.6	8.3	2.1	2.6	1.3		

P = Precoz; I = Intermedio; T = Tardío.

El rendimiento de biomasa, en general, mostró la misma respuesta que el rendimiento de grano; se observaron diferencias significativas entre el grupo precoz y el intermedio, pero no entre éste y el tardío. Asimismo se observó que la producción de materia seca se va reduciendo conforme la sequía incide en etapas fenológicas más cercanas a ES-3, ya que ésta fue la más afectada. Respuestas similares se observaron en la altura de la planta y de la mazorca, y en el IAF.

En comparación con el testigo de riego, la ES-3 retrasó la floración, mientras que la sequía en las etapas 1 y 2 tendieron a adelantar la floración. Esto último concuerda con lo que han encontrado otros autores como Levitt (1972), Dampney y Aspinall (1976) y Luna *et al.* (1980), quienes informan que bajo condiciones favorables de cultivo, el maíz alarga su ciclo. Sin embargo, observaciones de algunos años en los cultivos de maíz en las zonas semiáridas de México indican que cuando la sequía se presenta algunos días antes de la floración, ésta se retrasa.

Dentro de cada grupo de precocidad, el IC del testigo con riego fue superior al de maíz sometido a sequía en las cuatro etapas; la reducción por sequía fue de 12% en promedio en el grupo precoz, 23% en el intermedio y 18% en el tardío. La etapa de sequía que más afectó al IC fue la primera (32%), seguida de la tercera (19%); la segunda y cuarta etapas redujeron al IC en 9%. Comparando los grupos de precocidad, las variedades tardías en promedio superaron a las intermedias y precoces en IC, pero éstas últimas resultaron iguales entre sí.

En el Cuadro 4, donde se muestran las correlaciones simples posibles entre distintas características evaluadas, se observa que el IAF correlacionó en forma positiva y altamente significativa con las variables estudiadas, excepto con IC; esto indica que existe asociación entre estas características y, por lo tanto, al verse modificada una de ellas por efecto de sequía o alguna otra causa, se verían afectadas las demás. De todos los caracteres estudiados, el IC fue el único que no correlacionó con todos los caracteres, posiblemente indicando que el IC es un carácter complejo. Lo anterior también indica que conforme más tardío sea el maíz, mayor es su potencial de rendimiento.

Puede apreciarse en el Cuadro 5 que el rendimiento correlacionó significativa y positivamente con IC, LMZ, AGR, GR/HIL y con PSEM, pero negativamente con LGR; no correlacionó con HIL. Lo anterior quiere decir que cuanto mayores sean la longitud de

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas simples entre rendimiento de grano, caracteres vegetativos, índices de eficiencia y rendimiento biológico, de variedades de maíz de temporal evaluadas en cuatro etapas de sequía, incluyendo a un testigo bajo riego.

Variable	REND	ALPL	LAMZ	DIAM	RAES	NH/MZ	IAF	DFM	DFF	IC	RB
REND		0.59**	0.53**	0.52**	0.55**	0.51**	0.52**	0.39**	0.33**	0.46**	0.80**
ALPL			0.87**	0.66**	0.63**	0.68**	0.71**	0.54**	0.50**	0.16**	0.57**
ALMZ				0.61**	0.67**	0.62**	0.79**	0.54**	0.51**	0.09	0.55**
DIAM					0.42**	0.42**	0.66**	0.21**	0.15*	0.02	0.59**
RAES						0.66**	0.68**	0.62**	0.63**	0.10	0.56**
NH/MZ							0.63**	0.76**	0.74**	0.20**	0.42**
IAF								0.52**	0.53**	0.07	0.63**
DMF									0.97**	0.23**	0.24**
DFF										0.17*	0.20**
IC											-0.11

*, ** = Significativo al nivel de 5 y 1% de probabilidad de error, respectivamente.

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas simples entre rendimiento de grano, componentes del rendimiento e índice de cosecha de variedades de maíz de temporal evaluadas en cuatro etapas de sequía más un testigo bajo riego.

Variable	REND	IC	LMZ	LGR	AGR	HIL	GR/HIL	PSEM
REND		0.47**	0.62**	-0.19*	0.21*	0.12	0.50**	0.21**
IC			0.32**	0.23**	-0.09	0.14	0.44**	0.05
LMZ				-0.20**	0.06	0.30**	0.83**	0.01
LGR					-0.12	0.23**	-0.05	0.13
AGR						-0.51**	-0.04	0.56**
HIL							0.34**	-0.28**
GR/HIL								0.13

*, ** = Significativo al nivel de 5 y 1% de probabilidad de error, respectivamente.

la mazorca, la anchura de grano, el número de granos por hilera y el peso individual del grano, mayor será el rendimiento de grano esperado, mientras que el número de hileras por mazorca no lo afecta. Varios autores coinciden con estos resultados, sobre todo en relación con los componentes directos de rendimiento de grano, como son el número de granos y su peso individual.

El IC mostró correlación solamente con aquellos componentes del rendimiento que se asocian con el número de granos, como LMZ y GR/HIL, pero no correlacionó con los componentes que se relacionan con tamaño del grano, como PSEM y AGR.

Entre el número de granos por hilera y el peso individual de la semilla no hubo correlación, aunque la hubo en forma independiente entre ellos y el rendimiento de grano. Esto parece indicar que estos dos componentes de rendimiento contribuyen en forma independiente a la producción de grano; sin embargo, se han dado evidencias que el tamaño del grano disminuye cuando aumenta el número de granos por planta, y viceversa, por lo que se ha interpretado que el tamaño del grano ejerce una acción compensatoria sobre el rendimiento de grano (Eastin y Sullivan, 1974).

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo, derivadas de un sólo año de estudio, son las siguientes:

1. Existen efectos altamente significativos de las etapas de sequía y de la precocidad sobre el rendimiento del maíz, pero no los hubo de la interacción entre ambos factores, ni de la interacción entre etapas y variedades.
2. La sequía que más afectó al rendimiento en los tres grupos de genotipos fue la que se dió de los 60 a los 90 días.
3. Para altura de planta y mazorca, días a floración masculina y femenina se detectaron efectos altamente significativos de las etapas de sequía, de la precocidad, de su interacción y de variedades.
4. La sequía en plantas de 0 a 30 y 30 a 60 días adelantó la floración mientras que la sequía en plantas de 60 a 90 días la retrasó.

5. Hubo correlación positiva entre el rendimiento de grano y el biológico y de éstos con altura de planta y mazorca, con diámetro de la mazorca, con número de hojas arriba de la mazorca, con índice de área foliar y con días a floración masculina y femenina. También la hubo entre el rendimiento de grano y longitud de la mazorca, la anchura del grano, el peso individual de la semilla y el número de granos por hilera, pero no la hubo con el número de hileras por mazorca.

BIBLIOGRAFIA

- Dampney, H.B. and D. Aspinall. 1976. Water deficit and inflorescence development in *Zea mays* L. *Plant Cell Physiol.* 17:77-82.
- Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52:272-274.
- Eastin, J.D. and C.Y. Sullivan. 1974. Yield considerations in selected cereals. P. 871-877. In: Bielecki, L. A.R. Ferguson, and M.M. Creswell (eds.). *Mechanisms of regulation of plant growth.* Bulletin 12, R. Soc. of N.Z., Wellington.
- Fernández G., R. y R.J. Laird. 1958. Efectos de la sequía durante el espigamiento en maíz fertilizado con diferentes cantidades de nitrógeno. Folleto Téc. No. 30. Oficina de Estudios Especiales, Sría. de Agric. y Ganadería, México.
- Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stress. Academic Press. New York. 697 p.
- Luna F., M. 1979. Posibilidades de obtención de variedades de maíz tolerantes a la sequía mediante el uso de polen y estigmas resistentes a la desecación. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Luna F., M., M.R. Wong R., J.E. Gutiérrez y L.G. López M. 1980. Condiciones termoplumiométricas limitativas bajo las que se cultivan maíz de temporal en Durango. Memorias VIII Congreso Nacional de Fitogenética. Uruapan, Michoacán.
- Mosiño A., y E. García. 1968. Evaluación de la sequía intra-estival en la República Mexicana. C.P. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Muñoz O., A. 1964. Observaciones de la transpiración y apertura estomatal en tres líneas de maíz sometidas a sequía. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Muñoz O., A. 1980. Resistencia a la sequía y mejoramiento genético. *Ciencia y Desarrollo* 33: 26-35.
- Peña R., A. 1981. Comportamiento de maíces mejorados mediante diversas metodologías y criterios de selección bajo condiciones de temporal. Tesis Profesional. Univ. de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.