

RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Valentín Robledo Torres ¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi ²
Arnoldo Oyervides García ³

RESUMEN

En este estudio se evaluaron 12 genotipos de maíz con amplia diversidad genética, con los objetivos de estudiar la relación entre rendimiento y sus componentes, y estimar correlaciones entre diferentes pares de variables.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para todas las variables estudiadas, tales como: rendimiento, prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olate, número de hileras, peso de mil semillas, peso de olate, porcentaje de grano, profundidad de grano, hojas sobre la mazorca y altura de planta.

El rendimiento máximo fue producido por el genotipo Michoacán 21, con 5 275.5 kg/ha; el híbrido AN-310 y el criollo regional produjeron rendimientos más o menos semejantes.

El rendimiento de grano estuvo correlacionado positiva y significativamente con prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olate, peso de semilla, peso de olate, porcentaje de grano, profundidad de grano y altura de planta. La selección para estas características, individual o conjuntamente, pueden aumentar los rendimientos en maíz.

Palabras clave: Maíz, rendimiento, componentes, correlaciones, temporal.

1. Tesista

2. y 3. Ph D. y M.C. Maestros-Investigadores. Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía. UAAAN.

SUMMARY

In this study twelve genotypes of maize were evaluated with main objective of studying the relation between yield and its components and to estimate correlations for different pairs of variables.

The analysis of variance showed significant differences for all the characters studied such as: grain yield, prolificity, cob length, cob diameter, grain depth, 1 000 grain weight, grain percentage, plant height and number of leaves over the cob.

The maximum grain yield produced by the genotype Michoacan 21 was 5 275.5 kg/ha, the hybrid AN310 and land race of this region produced more or less similar yields.

The grain yield was correlated positively and significantly with prolificity, cob length, cob diameter, seed weight, grain percentage, grain depth and plant height. Selection for these characters individually or combindly would increase total yield in maize.

Key words: maize, yield, components, correlations, drought.

INTRODUCCIÓN

El déficit hídrico, o sequía, es uno de los factores que en mayor grado limitan la producción de los cultivos. El maíz, aun cuando es uno de los cultivos más tolerantes a los déficit hídricos, también es afectado por éstos, de ahí que, año con año, se presenten desde ligeros decrementos hasta pérdidas totales en la producción de grano; esto depende de la intensidad y duración de la sequía y de la etapa fenológica del cultivo. Sin embargo, el maíz es el cultivo más importante a nivel nacional; en primer lugar, por ser el principal componente de la dieta alimenticia del pueblo mexicano y la más importante fuente de carbohidratos.

En lo económico, la producción nacional representa más del 20% del valor conjunto de todos los cultivos y, en superficie sembrada, es el cultivo más importante, con 7 420 623 ha; de éstas aproximadamente el 87.5% son sembradas bajo condiciones de temporal según el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI, 1986).

Breth (1986), menciona que después de la siembra la planta de maíz es particularmente vulnerable a la escasez de agua, dado que las semillas, al germinar, no pueden extraer suficiente agua del suelo, dos semanas antes y después de la floración.

Bolaños y Edmeades (1988) concluyen que la sequía afecta el rendimiento de maíz tropical, al reducir el número de granos y mazorcas por planta, debido a un retraso en el intervalo de la floración y a la pérdida de la viabilidad de los estigmas.

En este experimento se evaluaron 12 genotipos de maíz, con amplia diversidad genética y bajo condiciones de temporal, con los objetivos de estudiar la relación entre rendimiento y sus componentes, y estimar correlaciones entre diferentes pares de variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el período comprendido de junio a noviembre de 1988, en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Los recursos genéticos utilizados en esta investigación, consistieron en un grupo de 12 genotipos, cuya característica principal fue la amplia variabilidad genética en relación a la resistencia a la sequía. Este grupo estuvo formado por dos líneas (AN₂ y AN₂₀), cuatro híbridos (la crusa simple AN₂ x AN₂₀, AN-430R, AN-447 y AN310), dos compuestos balanceados (Compuesto Nepo y Compuesto Norteño), tres variedades de polinización libre (Colección Michoacán 21, Zacatecas 58 y el Criollo regional) y una variedad sintética (VS-201 M), ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Material genético utilizado en la presente investigación.

Genotipo	Descripción
Compuesto Nepo	Mezcla genética para valles altos
AN ₂	Línea endogámica a nivel S ₇
Criollo	Criollo regional
AN-430R	Híbrido doble para el Bajío Mexicano
AN ₂ x AN ₂₀	Crusa simple (♀ del AN-310)
Zacatecas 58	Colección de maíz tolerante a sequía
Compuesto Norteño	Mezcla genética de maíces precoces del Norte de México.
AN-310	Híbrido no convencional con excelente comportamiento en temporal (VS-201 M x AN ₂ x AN ₂₀)
AN-447	Híbrido triple con excelente comportamiento en el Bajío Mexicano
VS-201 M	Variedad mejorada precoz (♂ del AN-310)
Michoacán 21	Colección de maíz tolerante a sequía
AN ₂₀	Línea endogámica a nivel de S ₇

Los materiales difieren ampliamente en otras características como: rendimiento, prolificidad, peso de semilla, tamaño de mazorca, número de hojas, área foliar, ángulo foliar, altura de planta, peso de masa de raíces, además de la diversidad geográfica, ya que proceden de diferentes regiones de la República Mexicana.

Las actividades de campo se iniciaron con el barbecho, nivelación y surcado del terreno. Debido a la falta de precipitación, se aplicó un riego de presiembra para posteriormente depositar tres semillas por mata, con una separación de 30 cm entre éstas. Los tratamientos consistieron en 5 surcos de 12 m de longitud y separados a 80 cm.

En la primera fertilización se aplicó un 33% del nitrógeno y el 100% del fósforo, con base a la recomendación 100-70-00; el resto del nitrógeno fue aplicado al momento de la primera labor.

Treinta días después de la siembra se realizó un aclareo, y se dejó una planta por punto, para tener una densidad de población de aproximadamente 40 000 plantas por hectárea. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones.

Durante el ciclo del cultivo se aplicaron tres fumigaciones de insecticida, la primera a base de Cloropyrifosdietil¹ en una dosis de 600 cc/ en 300 lt de agua/ha; la segunda fue de Carbaryl², en una dosis de 2 kg/ en 300 lt. de agua/ha; y la tercera fue de clorpyrifos-dietil en una dosis de 1.5 lt en 300 lt de agua/ha; además se utilizó hierbester en una dosis de 1 lt en 300/lt de agua/ha. Despues de la tercera aplicación de insecticida, la incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) disminuyó marcadamente, por lo que no fue necesaria ninguna aplicación adicional para su control.

Se tomaron datos sobre 12 características agronómicas, (Cuadro 2). Los promedios de cada variable fueron utilizados para realizar análisis de varianza y estimar las correlaciones fenotípicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en maíz (Cuadro 2) indica diferencias altamente significativas para todas las características estudiadas tales como el rendimiento de grano.

Las diferencias encontradas son debidas a la diversidad genética de los materiales utilizados.

¹ Lorsban 48OE. ² Servin 80 ph.

Cuadro 2. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en maíz bajo temporal.

Cuadrados medios						
Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento Prolíficidad	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de otole	Diámetro de otole
Bloques	2	0.80	22.56	6.91	0.17	0.05
Tratamientos	11	9.38**	331.90**	28.86**	1.24**	0.38**
Error	22	0.44	100.63	1.05	0.04	0.02
C.V. (%)	16.32		9.10	9.02	4.85	5.65

Cuadrados Medios							
Fuente de variación	Número de hileras	Peso de 100 semillas	Peso de otole	Porcentaje de grano	Profundidad de grano	Hojas S/ mazorca	Altura planta
Bloques	0.36	704.12	24110.50	11.98	0.010	0.108	292.06
Tratamientos	7.04**	10113.02**	178301.27**	93.04**	0.131**	0.449**	6148.10**
Error	0.40	350.14	5807.64	5.77	0.006	0.021	91.08
C.V. (%)	4.85	7.41	13.86	14.39	9.78	3.33	4.85

** Significativo al .01 de probabilidad
 C.V. Coeficiente de variación

En relación a los coeficientes de variación, el rango fue de 3.33 a 16.32%, éstos se consideran bajos e indican que la conducción del experimento y los resultados son confiables. Reyes (1985a) menciona que un bajo porcentaje en el coeficiente de variación indica un buen manejo de las unidades experimentales.

El rendimiento en este estudio varió de 342.3 a 5 275.5, con una media de 4 083.7 kg/ha, (Cuadro 3). Las líneas presentaron los menores rendimientos, debido a su bajo vigor, mientras que la mayor producción correspondió al genotipo Michoacán 21. En relación a este carácter, Kuruvadi y Cortinas (1986) indican que es un complejo, controlado por sistemas poligénicos del núcleo, genes del citoplasma y una cadena de eventos interrelacionados e interacciones con el medio ambiente.

Al realizar la comparación de medios de rendimiento, mediante la prueba de diferencia mínima significativa, se observó que nueve genotipos fueron estadísticamente iguales, aunque los tres que presentaron los máximos beneficios fueron: Michoacán 21, AN-310 y el criollo.

La alta producción lograda por el genotipo Michoacán 21, puede ser debido a su potencial de rendimiento, así como a la hipersensibilidad estomática que este material exhibe que lo hace más tolerante a la sequía (Muñoz, 1964).

En el caso del híbrido AN-310, es un material que bajo condiciones de humedad limitada ha mostrado buen comportamiento, sin embargo, se desconocen los mecanismos que contribuyen a esta habilidad, de ahí que se haya incluido para estudiar su comportamiento en relación a sus progenitores (el híbrido AN₂ x AN₂₀ y VS-201M), los cuales presentaron valores inferiores; el híbrido AN-310 manifestó sobredominancia en relación a los dos progenitores. El buen comportamiento del criollo en condiciones de temporal puede deberse a que dichos materiales son el producto de la selección natural como del agricultor, y manifiesta plasticidad en condiciones de estrés.

En cultivos como el maíz, el rendimiento de grano es la característica económicamente más importante, sobre todo cuando se siembra para producción de grano, en lugar de forraje. Pero dado que este carácter es de herencia poligénica y fuertemente influenciado por el ambiente, la determinación de los valores genotípicos de la expresión fenotípica no son precisos y las estrategias de mejoramiento frecuentemente se basan en bajas heredabilidades (Stuber et. al., 1985).

En esta investigación se midieron prolificidad y peso de semilla, además de otras características que de alguna forma están relacionadas con el rendimiento. La prolificidad varió de 91.11 a 127.78% con una media de 110.18. El material criollo mostró el máximo valor con (127.78%) y fue estadísticamente igual a los híbridos AN-447 (124.44%), AN-430R (117.78%), al Compuesto Norteño (116.67)

Cuadro 3. Promedio para diferentes características agronómicas en maíz bajo temporal.

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Prolificidad (%)	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Diámetro de olate (cm)	Número de hileras
Comp. Nepo	4909.9	104.44	13.38	4.29	2.47	13.40
AN ₂	997.4	101.11	7.27	3.24	2.29	12.27
Criollo	5218.4	127.78	12.74	4.17	2.17	12.80
AN-430 R	4646.3	117.78	13.90	4.72	2.97	14.00
AN ₂ X AN ₂₀	4864.7	104.44	13.45	4.18	2.75	12.07
Zacatecas 58	2480.7	101.11	9.10	3.95	2.02	13.40
Comp. Norteño	5109.1	116.67	12.29	4.06	2.25	12.80
AN-310	5268.8	112.22	12.18	4.33	2.65	12.44
AN-447	5113.1	124.44	13.97	4.37	2.72	13.73
V.S. 201M	4778.0	112.22	11.12	4.41	2.52	12.93
Michoacán 21	5275.5	108.89	13.07	4.42	2.44	16.87
AN ₂₀	342.3	91.11	3.88	2.35	1.67	10.30
X	4083.7	110.18	11.36	4.03	2.41	13.08
DMS 5%	1129	16.987	0.837	0.332	0.231	1.074

Genotipo	Peso de 1000 semillas (g)	Peso de olote (g)	Porcentaje de grano	Profundidad de grano (cm)	Hojas s/ mazorca No.	Altura (cm)
Comp. Nepo	322.76	635.27	85.36	0.91	4.52	200.63
AN ₂	189.38	264.00	73.95	0.47	4.02	114.47
Criollo	297.25	640.63	85.90	1.00	4.12	238.27
AN-430 R	228.00	890.37	79.64	0.87	4.60	232.37
AN ₂ XAN ₂₀	234.43	718.67	83.25	0.71	4.60	194.93
Zacatecas 58	296.16	200.67	90.21	0.96	3.50	160.90
Comp. Norteño	274.37	577.53	86.97	0.90	4.48	214.40
AN-310	285.67	674.27	85.39	0.84	4.73	203.97
AN-447	220.10	811.97	82.51	0.82	4.92	236.53
V.S. 201M	328.79	518.13	87.36	0.94	4.37	194.90
Michoacán 21	220.11	567.83	87.43	0.99	4.00	252.17
AN ₂₀	134.91	98.34	71.89	0.34	4.40	116.40
X	252.66	549.81	83.32	0.81	4.36	196.66
DMS 5%	31.687	129.051	4.066	0.135	0.245	16.161

a la variedad sintética 201M y al Híbrido AN-310 que registraron más o menos el mismo valor (112.22%). Tanaka y Yamaguchi (1984) mencionan que el número de mazorcas por planta es mayor a distancias amplias de siembra.

El tamaño de mazorca, longitud y diámetro, es un carácter importante en la determinación del rendimiento, ya que al tener mayor longitud se puede aumentar el número de granos por hilera, y al incrementar el diámetro se incrementa el número de hileras o ancho de grano; de ahí su relación directa con el rendimiento. La longitud de la mazorca fue de 3.88 a 13.97 y una media de 11.36 cm, y el diámetro presentó un valor mínimo de 2.35 y un máximo de 4.72 con una media de 4.03 cm. El híbrido AN-447 manifestó la mayor longitud, seguido por el Híbrido AN-430R (14.67 cm) y AN₂ x AN₂₀ (14.27 cm) y del Compuesto Nepo (13.38 cm) que fueron estadísticamente iguales. Estos datos coinciden con los observados en campo con los híbridos en comparación con las variedades criollas o mejoradas, donde los híbridos presentan una mazorca de mayor tamaño, posiblemente como resultado del vigor híbrido o bien debido a que los progenitores son seleccionados para mayor volumen de mazorca.

El genotipo AN-430R presentó el mayor diámetro (4.72 cm), y fue estadísticamente igual a Michoacán 21 con 4.42 cm y a VS-201M con 4.41 cm. El diámetro de mazorca también es una variable muy relacionada con la longitud de mazorca y es común que sea una resultante de los mismos factores que la longitud de mazorca, aunque es posible encontrar criollos que manifiestan grandes diámetros. Reyes (1985b) indica que la magnitud de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser componentes correlativos con el rendimiento, tales como: longitud, número de hileras, peso de grano y número de mazorcas por planta.

En el caso del número de hileras por mazorca, el genotipo Michoacán 21 presentó el mayor valor medio (16.8%) y resultó estadísticamente diferente de los genotipos que tuvieron en orden descendiente, los valores más altos (AN-430R, 14.0 y AN-447, 13.73). El número de hileras es poco afectado por el ambiente, por lo que es más común que en condiciones limitantes de humedad, se disminuya el número de granos, como consecuencia de una menor cantidad de óvulos fecundados, debido a una alta absorción del polen; esto influye en los rendimientos finales de grano. Otro factor que también influye es el llenado de grano, el cual bajo condiciones limitantes de humedad se ve restringido como consecuencia de una reducida síntesis y traslocación de fotosintatos. El criollo presentó la mayor longitud de grano (1 cm) seguido de Michoacán 21 (0.99 cm), Compuesto Norteño (.90 cm) y AN-430R (0.87 cm) y fueron estadísticamente iguales. La variable longitud de grano está relacionada con el peso de grano, ya que mayor longitud indica mayor acumulación de materia seca y, por lo tanto, mayor peso. El peso de semilla fue un carácter muy variable, cuyo valor máximo correspondió al genotipo VS-201M (328.79 g), seguido por el Compuesto Nepo y el criollo, los cuales fueron estadísticamente iguales. La línea AN₂₀ presentó el peso más bajo alcanzado 134.91 g (Cuadro 3).

En este estudio se encontró que la variable peso de olate está relacionada con diámetro de olate y, a la vez, con porcentaje de grano, ya que este último se considera como el peso de grano sobre el peso de la mazorca por 100. La variable peso de olate fue máxima para el híbrido AN-430R (890.37 g), seguido del híbrido AN-447 (811.97 g) los cuales fueron estadísticamente iguales.

El genotipo AN-430R manifestó el mayor diámetro de olate (2.97 cm) y fue estadísticamente igual a genotipo AN₂ x AN₂₀. Los híbridos alcanzaron los mayores valores para este rasgo debido posiblemente, a que durante el proceso de mejoramiento es frecuente seleccionar progenitores visualmente con base al tamaño de la mazorca, debido a los altos valores de longitud y diámetro, además del vigor híbrido resultante de la crusa de líneas altamente endogámicas.

Con respecto al porcentaje de grano, que es una relación entre dos características (peso de grano/peso de mazorca x 100), es frecuente que los criollos presenten un alto porcentaje de grano en relación al peso total de la mazorca, en el presente caso no fue la excepción, ya que el genotipo Zacatecas 58, fue el que exhibió el máximo porcentaje de grano, seguido por Michoacán 21, ambos materiales son colectas derivadas de poblaciones criollas de polinización libre. En tercer lugar quedó al VS-201M y en cuarto el Compuesto Norteño; la línea AN₂₀ presentó el menor porcentaje de grano. El porcentaje de grano en relación al peso total de la mazorca obtenido en este trabajo, coincide con los resultados publicados por Reyes (1985b).

Las hojas tienen una función importante como aportadores de fotosintatos para el desarrollo de los diferentes órganos de la planta. Las hojas superiores a la mazorca son los principales aportadores al rendimiento de grano.

La alta producción lograda por el genotipo Michoacán 21 puede ser debido a su mayor tolerancia a la sequía, por la hipersensibilidad estomática que este material exhibe. En el caso del híbrido AN-310, es un material que bajo condiciones de humedad limitada ha mostrado buen comportamiento; sin embargo, se desconocen los mecanismos que contribuyen a dicha habilidad, de ahí que se haya incluido a fin de estudiar su comportamiento en relación a sus progenitores (el híbrido AN₂ x AN₂₀ y VS-201M), los cuales presentaron valores inferiores. El buen comportamiento del criollo en condiciones de temporal puede ser debido a que estos materiales son el producto tanto de la selección natural como del agricultor y manifiesta plasticidad en condiciones de estrés.

El híbrido AN-447 fue el que presentó el mayor número de hojas sobre la mazorca; sin embargo, fue estadísticamente igual al híbrido AN-310. Los genotipos Zacatecas 58 y Michoacán 21, presentaron el menor número de hojas; en el caso de Zacatecas 58, presenta además hojas angostas, lo cual permite una reducida transpiración y, a la vez, una área fotosintética reducida con un rendimiento bajo, caso contrario al Michoacán 21, el cual tiene hojas amplias y, a la vez,

presenta hipersensibilidad estomática, lo cual le permite hacer un uso eficiente del agua absorbida y producción de rendimientos aceptables en siembra bajo condiciones de temporal.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre rendimiento, con las siguientes características: prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olate, peso de semilla, peso de olate, porcentaje de grano, profundidad de grano y altura de planta (Cuadro 4). Las variables longitud de mazorca, diámetro de mazorca peso de olate, profundidad de grano y altura de planta, presentaron correlaciones más fuertes con rendimiento, que la prolificidad y peso de semilla, que son considerados componentes importantes del rendimiento.

Las altas correlaciones de longitud de mazorca y diámetro de mazorca con rendimiento de grano, pueden ser debidas a que estas variables influyen directamente en el número de granos por mazorca, considerando como componente del rendimiento, además de prolificidad y peso de semilla.

El rendimiento es un carácter complejo y no es posible cuantificar visiblemente en campo, por lo tanto muchos fitomejoradores utilizan algunas variables correlacionadas con rendimiento, tales como: prolificidad, peso de semilla, altura de planta y tamaño de mazorca entre otros, como indicadores indirectos en la selección de genotipos superiores, tanto en riego como en temporal.

La altura de planta correlacionó con la mayoría de las variables (Cuadro 4). Esto permite deducir que al seleccionar para mayor altura de planta, indirectamente se selecciona para mayor prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olate, número de hileras, peso de olate, porcentaje de grano y profundidad de grano, también indirectamente se incrementa el rendimiento. De esta misma forma es posible interpretar las demás correlaciones positivas.

El número de hojas sobre la mazorca sólo correlacionó positiva y significativamente con peso de olate, el cual correlacionó con rendimiento. La falta de correlación del número de hojas sobre la mazorca con rendimiento, indica que esta variable es poco importante, en comparación con el área y eficiencia foliar en la producción de fotosintatos destinados a la producción de grano.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para rendimiento, sus componentes y otras características agronómicas, en los genotipos estudiados.
2. Los genotipos Michoacán 21, AN-310R y criollo fueron los más sobresalientes, en la mayoría de las características analizadas.

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de características agronómicas en maíz bajo temporal.

Carácter	Prolificidad	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Número de hileras	Peso de 1000 semillas	Profundidad de grano	Hojas s/ mazorca	Altura de planta
Rendimiento	0.745**	0.944**	0.894**	0.674*	0.540	0.609*	0.859**	0.702*
Prolificidad	-	0.731**	0.689*	0.489	0.364	0.397	0.751**	0.412
Longitud de mazorca	-	-	0.934**	0.799**	0.598*	0.521	0.925**	0.607*
Diámetro de mazorca	-	-	-	0.799**	0.671*	0.650*	0.826**	0.714**
Diámetro de oíote	-	-	-	-	0.412	0.235	0.879**	0.210
Número de hileras	-	-	-	-	0.220	0.408	0.536	0.682*
Peso de 1000 semillas	-	-	-	-	-	0.307	0.825**	0.795**
Peso de oíote	-	-	-	-	-	0.312	0.530	0.661*
Porcentaje de oíote	-	-	-	-	-	-	0.919**	-
Profundidad de grano	-	-	-	-	-	-	-	-0.212
Hojas s/ mazorca	-	-	-	-	-	-	-	0.610*
							-	0.833**
							-	0.801**
							-	0.321
							-	0.321

* Significativo al .05 de probabilidad

** Significativo al .01 de probabilidad

3. Los genotipos criollo, AN-447 y AN-430R, resultaron ser los más prolíficos de todos los materiales evaluados.
4. El rendimiento de grano estuvo positiva y significativamente correlacionado con: longitud de mazorca, altura de planta, diámetro de mazorca, peso de oloote, profundidad de grano, prolificidad, porcentaje de grano, diámetro de oloote y peso de semilla. La selección para estas características, individual o conjuntamente pueden aumentar los rendimientos en maíz.

LITERATURA CITADA

- Bolaños, J. y G.O. Edmeades. 1988. La importancia del intervalo de la floración en el mejoramiento para la resistencia a sequía en maíz tropical. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula. Abril 2-9, 1989.
- Breth, S., B. 1986. Principales corrientes de la investigación CIMMYT: una Retrospectiva. México. CIMMYT. p. 18-19.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. p. 477.
- Kuruvadi, S. y H.M. Cortinas, E. 1986. Papel de componentes de rendimiento en el mejoramiento genético del frijol común. Comunna UAAAN. 123:9.
- Reyes, C., P. 1985a. Diseño de experimentos aplicados. 2ed. México. Trillas. 103 p.
- _____. 1985b. Fitogenotecnia básica y aplicada. México. AGR. Editor, S.A. p. 329.
- Stuber,C.W., M.D. Edwards and J.F. Wendel. 1985. Molecular marker facilitated investigations of quantitative traits loci in maize. II. Factors influencing yield and its component traits. 27(4):639-648.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento de grano en maíz. 3ed. México. Colegio de Post-graduados. 120 p.