

233



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA**

**EVALUACION AGRONOMICA Y FISIOTECNICA DE
VARIEDADES DE SORGO (Sorghum bicolor (L.)
Moench) TOLERANTES AL FRIO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O**

PRESENTA:

SILVIA BERROCAL IBARRA



MEXICO, D. F.

DICIEMBRE, 1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	iii
LISTA DE CUADROS DEL APENDICE	vi
RESUMEN	viii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
MATERIALES Y METODOS	18
RESULTADOS Y DISCUSION	23
EFECTOS DE FECHA DE SIEMBRA Y NIVELES DE HUMEDAD	23
Desarrollo	26
Rendimiento de grano y sus componentes	36
Producción de materia seca	44
Indices de eficiencia	49
Eficiencia de la distribución de materia seca (Indice de cosecha)	49
Eficiencia de acumulación de materia seca en el grano en función de tiempo (EFMETE).....	52
RESPUESTAS GENOTIPICAS	56
CORRELACIONES	66
INTERACCION GENOTIPO X FECHA DE SIEMBRA	74
INTERACCION GENOTIPO X NIVEL DE HUMEDAD	78
INTERACCION GENOTIPO X FECHA DE SIEMBRA X NIVEL DE HUMEDAD	79

	Pág.
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFIA	85
APENDICE	94

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Pág.
1	Significancia de las fechas de siembra (FS), niveles de humedad (NH) y genotipos (G), y de sus interacciones sobre 9 variables medidas, de acuerdo a los análisis combinados. Montecillos, Méx. 1983	24
2	Días a floración (DF), promedio de 36 genotipos en función de fechas de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	27
3	Periodo de llenado de grano (PLLG) promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	31
4	Días a madurez fisiológica (DMF), promedio de 36 genotipos en función de fechas de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	34
5	Rendimiento económico por parcela (REPAR) en kg promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	37
6	Número de granos por parcela (NGPAR), promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	38
7	Tamaños de grano (TG) promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	41

Cuadro	Pág.
8 Rendimiento biológico por parcela (RBP <u>A</u> R) en kg promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS), y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	46
9 Índice de cosecha (IC), promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	50
10 Eficiencia metabólica para rendimiento económico (EFM <u>E</u> TE) promedio de 36 genotipos en función de fechas de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983	53
11 Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del grupo 1. Montecillos, Méx. 1983	57
12 Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del grupo 2. Montecillos, Méx. 1983	58
13 Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del grupo 3. Montecillos, Méx. 1983	59
14 Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del grupo 4. Montecillos, Méx. 1983	60
15 Coeficientes de correlación entre las variables indicadas en cada uno de los 4 grupos de genotipos estudiados. Montecillos, Méx. 1983	68

1. Precipitación (mm) y temperaturas máximas y mínimas (°C) durante el período en que se realizaron los experimentos, se indican las fechas de siembra (FS) y los períodos en que los cuatro grupos de genotipos alcanzaron la iniciación floral (IF), la floración (DF) y la madurez fisiológica (DMF) en cada fecha de siembra (1 y 2). Montecillos, Méx.1983..... 28

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro	Pág.
1A Rendimiento económico y biológico (REPAR y RBPARG) promedio por genotipo del grupo 1 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación al Fl ₂ . Montecillos, Méx. 1983	95
2A Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano - - (EFMETE) promedio por genotipo del grupo 1 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación FS ₂ . Montecillos, Méx. 1983	96
3A Número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del grupo 1, en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación a FS ₂ . Montecillos, Méx. 1983	97
4A Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano (EFMETE); promedio por genotipo del grupo 2 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación a FS ₂ . Montecillos, Méx. 1983	98
5A Número de granos por parcela (NGPAR), promedio por genotipo del grupo 2 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación a FS ₂ . Montecillos, Méx. 1983	99
6A Rendimiento económico y biológico (NGPAR y RBPARG) promedio por genotipo del grupo 3 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación a FS ₂ . Montecillos, Méx. 1983	100
7A Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano (EFMETE) promedio por genotipo del grupo 3 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS ₁ en relación a FS ₂ . Montecillos, Méx. 1983	101

Cuadro

Pág.

8A	Número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del grupo 3 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_1 en relación a FS_2 . Montecillos, Méx. 1983	102
9A	Rendimiento económico y biológico (REPAR y RBPAP) promedio por genotipo del grupo 4 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_1 en relación a FS_2 . Montecillos, Méx.1983 ¹	103
10A	Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano - - (EFMETE) promedio por genotipo del grupo 4 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_1 en relación a FS_2 . Montecillos, Méx.1983 ¹	104
11A	Número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del grupo 4 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_1 en relación a FS_2 . Montecillos, Méx. 1983	105
12A	Rendimiento económico (REPAR) y número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del grupo 2 en cada nivel de humedad y porcentaje de NH_1 en relación a NH_2 . Montecillos, Méx. 1983	106
13A	Período de llenado de grano (PLLG) promedio por genotipo del grupo 2 en cada nivel de humedad y porcentaje de NH_1 en relación a NH_2 . Montecillos, Méx. 1983	107

R E S U M E N

La presente investigación es parte del programa de formación de variedades de sorgo para grano tolerantes al frío, de alto rendimiento, con calidad de grano apropiada para la alimentación humana y adaptadas a las condiciones de los Valles Altos de México, que se realiza en el Area de Fisiotecnia del Centro de Genética del Colegio de Postgraduados y tuvo como objetivo fundamental: el detectar, a través de evaluaciones en diversas condiciones de disponibilidad de humedad y fecha de siembra dentro de los Valles Altos, aquellos genotipos que además de alto rendimiento de grano, presentaran buena adaptación a cambios ambientales así como características agronómicas y fisiotécnicas sobresalientes.

El material usado en el presente estudio, consistió en 128 genotipos de sorgo para grano tolerantes al frío, con grano sin testa y de color claro. Este material se subdividió en 4 grupos de 32 genotipos cada uno, a los cuales se les añadieron como testigos 2 variedades comerciales (VA-130 y VA-110) y 2 líneas experimentales, formadas por el Programa de Sorgo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Cada uno de estos grupos de 36 genotipos se

evaluó bajo 4 condiciones ambientales determinadas por la combinación de 2 fechas de siembra (5 de mayo y 15 de junio) y 2 regímenes de humedad (con riego y sin riego durante las etapas reproductivas; este último dependiente tan solo de las lluvias a partir de los 34 días después de la siembra, momento que se estimó que se presentó la iniciación floral. Los 16 experimentos resultantes se establecieron en el Campo experimental del Colegio de Postgraduados, situado en Montecillos, Méx., bajo un diseño de látice simple 6 x 6 con 2 repeticiones.

Se encontró que: El retraso de la fecha de siembra alargó los días a floración y consecuentemente los días a madurez fisiológica, pero no el período de llenado de grano, en algunos grupos de genotipos. Por otro lado, la variación de los niveles de humedad no causó efectos importantes sobre el desarrollo de los mismos.

El retraso de la siembra ocasionó disminuciones en el rendimiento económico (REPAR), número de granos (NGPAR), rendimiento biológico (RBPAR), eficiencia metabólica (EPMETE) e índice de cosecha (IC), encontrándose que la combinación de siembra tardía y condición de humedad de temporal (FS_2NH_2) tuvo el efecto más negativo sobre las cinco características anteriores.

El tamaño de grano no resultó afectado por la fecha de siembra ni por los niveles de humedad.

En cada grupo se detectaron genotipos sobresalientes, en los cuales sus altos rendimientos económicos se mostraron asociados con una alta expresión de los caracteres NGPAR, IC y EFMETE. En todos los casos estos genotipos superaron a los testigos.

Los coeficientes de correlación calculados indican que: A mayor número de granos, se obtiene mayor rendimiento económico y menor tamaño de grano. Alto rendimiento de grano estuvo asociado con períodos a la floración y a madurez fisiológica largos. Alta eficiencia de acumulación de materia seca en el grano en función del tiempo (EFMETE) puede determinar alto rendimiento económico (REPAR), aún cuando los genotipos tengan períodos cortos de llenado de grano. Las correlaciones entre el REPAR y el IC fueron variables en magnitud y signo en los cuatro grupos de genotipos, por lo que se considera que el comportamiento del IC está influenciado por el genotipo.

Se encontró interacción estadísticamente significativa entre genotipos y fecha de siembra, lo cual indica que no todos los genotipos respondieron igual al cambio de fecha de siembra. En el caso de la interacción genotipo y nivel

de humedad, solamente en el grupo 2 ésta mostró significancia en algunos caracteres.

INTRODUCCION

El sorgo, especie vegetal originaria de Africa, aparentemente fue introducida a México a principios de siglo (Angeles, 1972), iniciándose la investigación sobre la misma en 1944 por la Oficina de Estudios Especiales (Pitner et al., 1950). A partir de entonces su cultivo ha ido en incremento en nuestro país; así durante el período 1951-1960 solo se sembraron con sorgo para grano un promedio de 114, 440 hectáreas con un rendimiento unitario de 1.5 ton/ha; durante la década de 1961 a 1970, cuando se generalizó el uso de híbridos introducidos de los Estados Unidos de Norteamérica, la producción creció a un ritmo anual del 29%, las superficies se extendieron a una tasa de 23.8% y los rendimientos unitarios se elevaron a un ritmo promedio anual de 4.2%. En 1970 se sembró una superficie de un millón de hectáreas con una producción de 2'672,405 toneladas y con un rendimiento unitario promedio de 2,672 kg/ha; en tanto que en 1980 la superficie sembrada con sorgo fue superior al millón y medio de hectáreas con un rendimiento unitario promedio de 3,018 kg/ha. Lo anterior indica que en un período de dos décadas (1960-1980) las áreas sembradas con sorgo se han incrementado más de 13 veces, en tanto que los rendimientos unitarios en ese mismo período se han duplicado, lo cual ha permitido que el sorgo para grano sea uno

de los cultivos más importantes en nuestro país.

Este notable incremento del cultivo del sorgo en México se ha debido principalmente: a su facilidad de manejo, ya que todo el proceso de producción puede ser realizado en forma mecanizada; a su resistencia a plagas y enfermedades; a su gran demanda en el mercado por la industria de alimentos balanceados para ganado y a la disponibilidad de variedades con un alto potencial de rendimiento, lo que sin duda lo hace un cultivo redituable. Lo anterior ha propiciado que el sorgo desplace de grandes áreas a cultivos como maíz y algodón y que ocupe grandes áreas tanto de riego como de buen temporal (Pérez, 1976; Sullivan y Blum, 1970; Turrent, 1973; Angeles, 1975). Las regiones más importantes de cultivo de sorgo en México, se encuentran localizadas en los siguientes estados, de acuerdo a su orden de importancia: Tamaulipas (riego y temporal), Guanajuato (riego y temporal), Jalisco (temporal), Sinaloa (riego y temporal), Michoacán (temporal), Morelos (riego y temporal) y en Nuevo León, Sonora y Coahuila exclusivamente de riego.

Casi la totalidad de la producción sorguera en México se dedica a la elaboración de alimentos balanceados para aves y ganado ya que solo un 3% se utiliza en la industria para la elaboración de gomas, pegamentos, barnices, jarabes y bebidas alcohólicas. (Angeles, 1975). El grano de sorgo

en México no se ha utilizado para la alimentación humana; sin embargo, la formación de variedades libres de taninos en programas de investigación como el que se realiza en el Área de Fisiología del Centro de Genética del Colegio de Postgraduados (Mendoza, 1983) abre una amplia posibilidad de su utilización como grano alimenticio.

El cultivo del sorgo para grano, se ha ubicado en áreas agrícolas con alturas sobre el nivel del mar inferiores a los 1800 m, ya que en áreas de altura superior se presenta el problema de androesterilidad con las fallas consecuentes en la producción de grano. Afortunadamente, gracias al esfuerzo de algunos investigadores que han estudiado este fenómeno (Ortiz y Carballo, 1972 a, b; Livera, 1979; Romo et al., 1981), ya se cuenta con variedades capaces de formar grano bajo las condiciones de temperatura prevalencientes en las regiones de los Valles Altos de México, en las cuales el maíz es el cultivo predominante. Se considera que el sorgo para grano tolerante al frío podría ser una alternativa ventajosa de cultivo en las áreas marginales de estas regiones (Ortiz y Carballo, 1972a.)

La presente investigación es parte de los programas de formación de variedades de sorgo para grano, tolerantes al frío, de alto rendimiento, con calidad de grano apropiada para la alimentación humana y adaptadas a las condiciones

de los Valles Altos de México, que se llevan a cabo en el Area de Fisiotécnica del Centro de Genética del Colegio de Postgraduados de Chapingo, y tuvo como objetivo fundamental:

Detectar, a través de evaluaciones en diversas condiciones de disponibilidad de humedad y fecha de siembra dentro de los Valles Altos, aquellos genotipos que además de alto rendimiento de grano, presenten buena adaptación a cambios ambientales así como características agronómicas y fisiotécnicas sobresalientes.

Las hipótesis en que se basa esta investigación son las siguientes:

La variabilidad genética entre las variedades estudiadas es suficientemente amplia para diferenciar aquellas que además de alto rendimiento, sean eficientes fisiotécnicamente.

Los ambientes de evaluación permitirán cuantificar la interacción genotipo-ambiente, así como la caracterización de genotipos por su adaptabilidad a cambios ambientales.

REVISION DE LITERATURA

Hace tiempo los fitomejoradores consideraron la necesidad de adicionar a los esquemas de evaluación de sus genotipos, algunos otros criterios además del rendimiento de grano, con el fin de aumentar la eficiencia en sus programas; es así que se iniciaron una serie de estudios en los que se consideraron aspectos de tipo fisiológico, morfológico y anatómico, y su repercusión en el rendimiento del cultivo, en relación a los factores ambientales que influyen sobre las plantas.

Entre los procesos fisiológicos considerados se tiene: la fotosíntesis, la respiración, la absorción y transporte de agua y minerales, la distribución de los productos de la fotosíntesis, el desarrollo y crecimiento foliar, la floración, la transpiración, etc. Dentro de los componentes morfológicos más importantes están: el número de estructuras reproductivas, el tamaño de panícula, el número, tamaño y disposición de las hojas, y otros. Entre las características anatómicas se cuentan: número, posición y área de estomas, haces vasculares y tejidos de sostén (Ozbun, 1976).

Según Donald y Hamblin (1976), los caracteres y procesos mencionados y la relación que existe entre ellos se manifiesta en la acumulación neta de fotosintetizados (rendi

miento biológico) y en la porción que de éstos se acumula en los órganos de interés antropocéntrico (rendimiento económico). Blackman (1919) fue de los primeros investigadores que establecieron la importancia de relacionar el rendimiento con fenómenos biológicos y factores ambientales.

Considerando este nuevo enfoque, se han desarrollado diversos estudios en los que además del rendimiento se han evaluado otros caracteres. Con ello, se revelaron asociaciones positivas entre rendimiento de grano en sorgo, y algunos caracteres como peso de panoja, número de granos por panoja, días a floración, días a madurez fisiológica, área foliar y producción de materia seca (Kambal y Webster, 1966; Liang et al., 1969; Eastin, 1972a; Sinha y Khanna, 1975; Romo, 1977; Wong et al., 1983).

Posteriormente, se definieron algunos parámetros que permiten evaluar la eficiencia de las plantas desde el punto de vista de su rendimiento; es decir, que por medio de ellos es posible estimar la eficiencia fisiológica para capturar y transformar la energía radiante para su utilización en la producción de materia seca, así como para la distribución de la misma en los diferentes órganos de la planta. Estos parámetros son conocidos como parámetros fisiotécnicos o índices de eficiencia.

Ozbun (1976), Ortíz (1977), y Mendoza et al., (1978), recomiendan el uso de los siguientes parámetros fisiotécnicos:

a) Índice de Cosecha: $IC = \frac{\text{Rendimiento Económico}}{\text{Rendimiento Biológico}}$

b) Eficiencia del área foliar general:

$$EAF_g = \frac{\text{Rendimiento Económico}}{\text{Área Foliar promedio en antesis}}$$

c) Eficiencia del área foliar en llenado de grano:

$$EAF_{ll\ g} = \frac{\text{Rendimiento económico}}{\text{AF promedio en llenado de grano}}$$

d) Eficiencia de la producción en función del tiempo:

- Durante el ciclo del cultivo: Rend. Económ. y Rend. Biológ. $\text{día}^{-1} \text{ha}^{-1}$

- Durante el período de llenado de grano: Rend. Económ. y Rend. Biológ. $\text{día}^{-1} \text{ha}^{-1}$

e) Rendimiento/unidad de iluminación recibida.

f) Rendimiento/unidad de nutrimentos aplicados.

A continuación, se destaca la importancia de distintos caracteres de la planta de sorgo tanto desde el punto de vista de producción como de fitomejoramiento.

Altura de planta. La consideración de este carácter, permite seleccionar el tipo de variedad que se requiere, de

acuerdo a la forma de producción que se practique. En la mayoría de las zonas en donde el cultivo del sorgo es totalmente mecanizado, se requiere de variedades de baja altura que facilitan la cosecha, en tanto que en aquellas en que el cultivo se hace manualmente, se prefieren variedades altas (Quinby y Schertz, 1975).

Excursión. La excursión, que es la longitud del pedúnculo comprendida entre la lígula de la hoja bandera y la base de la panoja, es un carácter importante, ya que facilita la maniobrabilidad en la cosecha mecánica, un secado uniforme del grano en la panoja y buena sanidad de ésta. Uno de los problemas que se observa en sorgo, cuando las panojas son pesadas y están sostenidas por un pedúnculo largo y delgado, es que el pedúnculo se dobla por el peso de ellas (Martín, 1975), especialmente bajo altas densidades de población y baja disponibilidad de humedad y nutrientes minerales; esta situación dificulta su cosecha, ya que las panojas no siempre se encuentran a una misma altura (Phoelman, 1976).

Cuando el pedúnculo de la panoja es demasiado corto, ésta no puede salir completamente de la envoltura de la hoja bandera, razón por la que parte de la panoja no madura simultáneamente con el resto de ella, y con frecuencia

presenta ataque de insectos, infestaciones de hongos y pudriciones (Phoelman, 1976).

Amacollamiento. Consiste en la producción de uno o más tallos secundarios que se desarrollan a partir de yemas axilares próximas a la base del tallo. Uno de los aspectos negativos de este carácter, es que el desarrollo de los tallos secundarios se inicia más tarde que el del tallo principal, por lo que el amacollamiento es considerado como un carácter indeseable cuando la cosecha se hace mecánicamente, ya que la maduración del grano y su contenido de humedad no son uniformes, ocasionando pérdidas por pudriciones o por germinación de la semilla en el almacén.

Días a antesis. Los días a antesis es un carácter que se ha considerado como un indicador de la precocidad de los genotipos de sorgo (Castillo, 1977; Livera, 1979). Sin embargo, cabe mencionar que la precocidad de un genotipo es función de la proporción que guarda la duración del ciclo completo del genotipo (siembra a madurez fisiológica) con respecto a la duración de la estación de crecimiento. (Aitken, 1974).

Madurez fisiológica. Cuando el grano llega a la madurez fisiológica el suministro de fotosintetizados se suspende, formándose una capa negra en el punto de unión del grano

a la panoja (Daynard y Duncan, 1969; Eastin, 1972a; Eastin et al., 1973). Este carácter, como ya se señaló, será un mejor indicador de la precocidad de los genotipos, ya que toma en consideración el conjunto de etapas que conforman el ciclo total de la planta. Además, puede ser considerado como un buen indicador del momento que se pueden suspender los riegos al cultivo, sin la incertidumbre de saber si ésto afectará al rendimiento (Eastin et al., 1973).

Período de llenado de grano. Este período representa la etapa reproductiva final, que comprende el intervalo de antesis hasta madurez fisiológica, y en el que se define el tamaño de grano, uno de los componentes del rendimiento económico.

Así Eastin et al. (1973), mencionan que el rendimiento es una función de la duración del período de llenado de grano y la eficiencia metabólica durante este período, siempre y cuando la capacidad de la demanda no sea afectada por algún factor ambiental adverso.

Algunos investigadores han encontrado que el rendimiento de grano está asociado con períodos largos en el llenado de grano (Dalton, 1967; Eastin, 1972b). Clegg (1972) afirma que los híbridos de ciclo largo tienen un período de llenado de grano más grande y que, por lo tanto, éstos tienen

días extras para la utilización de la energía radiante.

Color de grano. El color del grano en el sorgo varía desde blanco hasta castaño rojizo muy intenso, con matices intermedios de rosa, rojo, amarillo, castaño, gris y otros. En la preparación de alimentos para consumo humano se prefiere el grano blanco o amarillo; el grano de color rojo se usa como alimento para el ganado y aves de corral - - (Quinby y Schertz, 1975; Phoelman, 1976). Por otro lado, a los granos de color amarillo se les atribuyen propiedades más nutritivas debido a la presencia de carotenos y xantófilas. El grano de color blanco tiene la desventaja de ser un color atrayente para los pájaros, pero probablemente es un grano de mejor sabor.

Area Foliar. El proceso de producción de las plantas (acumulación de materia seca) es una función de la capacidad de intercepción y absorción de la energía luminosa, así como de la fijación del bióxido de carbono y su posterior transformación en energía química (carbohidratos). Uno de los órganos más importantes en este proceso es la hoja. Así el número y tamaño de las hojas constituyen el volumen de follaje (área foliar) que la planta posee para esta actividad (Wallace et al., 1972); Suresh y Khana, 1975). De acuerdo con ello, el área foliar es un importante componente del rendimiento (Watson, 1952; Wallace et al., 1972).

Rendimiento económico. Es la parte vegetal de interés económico para el hombre y constituye solamente una fracción de la materia seca total producida por la planta. Desde el punto de vista fisiotécnico, se considera que la expresión del rendimiento económico depende del funcionamiento de un conjunto amplio de caracteres fisiológicos, anatómicos y morfológicos que varían con el genotipo e interactúan entre sí y con el ambiente. La manipulación del rendimiento económico en programas de fitomejoramiento requiere de un conocimiento cabal tanto del funcionamiento de las plantas como de los mecanismos genéticos que regulan dicho funcionamiento (Ortiz et al., 1985).

Rendimiento biológico. El rendimiento biológico es el peso seco total de la planta. Su importancia reside en su uso como factor en la obtención de algunos índices de eficiencia, tales como el índice de cosecha, que se usan como criterios en la selección y evaluación de genotipos (Ozbun, 1976; Donald y Hamblin, 1976; Takeda y Frey, 1976; Bhatt, 1976; Rosielle y Frey, 1977; Desai y Bhatia, 1978; Fischer y Kertesz, 1976).

Índice de cosecha. Este índice permite hacer un análisis de la relación entre el peso seco del grano y el peso seco del material biológico total producido o biomasa (Donald y Hamblin, 1976). Este índice es de reciente uso como cri-

terio de selección en los programas de mejoramiento. Así, Wallace et al. (1972), señalan que el mejoramiento con base en el índice de cosecha, determina incrementos en la capacidad fisiológica de la planta para movilizar fotosintetizados a los órganos que tienen importancia económica.

Eficiencia del área foliar general. Por medio de este índice se puede evaluar la eficiencia de las hojas para capturar la energía radiante y transformarla en materia seca en el órgano de la planta de interés antropocéntrico (Watson, citado por Leopold y Kriedemann, 1975).

A continuación se citan algunos trabajos en los que se han evaluado diferentes materiales genéticos, en condiciones ambientales distintas, haciendo uso de variables agronómicas e índices fisiotécnicos.

Liang et al. (1969), al evaluar diversos genotipos que inclufan poblaciones segregantes y líneas de sorgo, encontraron que el rendimiento de grano estuvo correlacionado positiva y significativamente con el peso de la panoja, el número de granos, los días a antesis y el número de hojas, pero presenta correlaciones negativas con el porcentaje de germinación y de proteínas.

Mesquita (1973), considera que en frijol el número de ramas determina el potencial de producción de flores y contribuye a una mayor área foliar. El rendimiento estuvo asociado con un mayor número de vainas que alcanzan la madurez fisiológica y con un mayor número promedio de semillas por vaina (índice de eficiencia para producción de semillas).

Molina (1975), investigando sobre el frijol, encontró variedades con gran área foliar que no necesariamente rindieron más que las de menor área foliar, porque probablemente éstas tuvieron mayor tasa de asimilación neta.

Rodríguez (1973) concluye que de un grupo de variedades de sorgo de grano estudiadas, la variedad Tepehua fue la que presentó mayor índice de eficiencia según la relación rendimiento de grano/días a floración; este autor también observó que las variedades tardías no fueron las más eficientes. En cuanto al índice de eficiencia dado por la relación rendimiento de grano/rastrojo, este autor menciona que las variedades precoces fueron más eficientes que las tardías. Por estas razones, él considera que el mejoramiento se debe enfocar desde el punto de vista de eficiencia según los índices mencionados.

Singh y Stoskopf (1971) encontraron un alto grado de variabilidad en el índice de cosecha de trigo de invierno

y otros cereales, e indican que puede hacerse un considerable mejoramiento del rendimiento de grano en cereales utilizando el índice de cosecha como criterio de selección. El índice de cosecha correlacionó positivamente con el rendimiento de grano y en forma negativa con crecimiento vegetativo.

Rosielle y Frey (1975) encontraron que un índice de selección que combinó índice de cosecha y rendimiento de grano en avena, no fue más eficiente que una selección directa para rendimiento; sin embargo, indican estos autores que la selección indirecta a través del índice de cosecha puede retener líneas con combinaciones de características agronómicas más favorables que cuando se practica la selección directa por rendimiento.

Jiménez et al., (1983) analizaron el comportamiento de diferentes líneas e híbridos de sorgo en los principales estados productores de este grano en México, mediante el análisis de los parámetros fisiotécnicos y variables agronómicas, concluyendo que el rendimiento de grano estuvo influenciado por el peso de la semilla, el número de grano por panoja, el número de panojas por metro cuadrado y la mayor duración de la etapa de llenado de grano. Asimismo encontraron que algunas de las líneas presentaron un ciclo más precoz que otras, y por ello consideran que fueron más eficientes para producir grano.

Wong et al. (1983) al evaluar el efecto que la sequía tiene sobre el sorgo, encontraron que el rendimiento es el más afectado, presentando reducciones del orden del 20%. Estos autores, al analizar la información fisiotécnica, encontraron que los índices de eficiencia más relacionados con fotosíntesis, entre los cuales están la eficiencia del área foliar general y la eficiencia del área foliar durante el llenado de grano, presentaron reducciones significativas por efecto de la sequía, aunque el área foliar no fue muy afectada. Observan además que a diferencia de otras especies, la sequía determinó adelantos en la floración de los genotipos de sorgo.

Mendoza et al. (1984), al evaluar mediante criterios agronómicos y fisiotécnicos 36 genotipos de sorgo de grano tolerantes al frío, concluyeron que el uso de la información fisiotécnica permitió hacer una categorización diferente de los genotipos en relación a la que se obtuvo a través de los caracteres agronómicos. Asimismo, estos autores también concluyen que existieron grandes diferencias entre genotipos en cuanto a la expresión de los caracteres agronómicos y fisiotécnicos considerados y que las condiciones ambientales fueron determinantes de esta expresión diferencial.

En relación a fechas de siembra, Ortiz (1977) indica

que la fecha de siembra al igual que otras prácticas, como son la densidad de siembra y el control de malezas, modifica los niveles de la temperatura, energía radiante, fotoperíodo, de plagas y enfermedades que inciden sobre el cultivo en un momento determinado, y que afectan el crecimiento y desarrollo, las fases reproductivas, la calidad de los productos elaborados, etc. Este mismo autor señala que con el fin de conocer los niveles apropiados de los factores ambientales para una serie de genotipos, se han realizado experimentos de fechas de siembra. González y Lívera (1975), en un estudio de fechas de siembra de sorgo tolerantes al frío realizado en Chapingo, Méx., encontraron que sólo en las siembras efectuadas en abril, la producción de grano fue aceptable, ya que en las siembras de principios de mayo tuvieron rendimiento de grano muy bajo, en tanto que las siembras de fines de mayo, prácticamente no produjeron grano debido principalmente al efecto de las heladas tempranas.

MATERIALES Y METODOS

El material usado en el presente estudio, consistió en 128 genotipos de sorgo para grano tolerantes al frío, con grano sin testa y de color claro, que fueron desarrollados en el Área de Fisiotecnia del Centro de Genética del Colegio de Postgraduados de Chapingo, Méx. Este material se subdividió en 4 grupos de 32 genotipos cada uno; a cada uno de estos grupos se añadieron cuatro variedades formadas por el Programa de Sorgo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), que sirvieron como testigos, las cuales fueron las variedades comerciales VA-130 y VA-110 y dos líneas experimentales. Cada uno de estos grupos de 36 genotipos se evaluó bajo 4 condiciones ambientales determinadas por la combinación de 2 fechas de siembra (Mayo a Junio) y 2 regímenes de humedad (con riego y sin riego durante las etapas reproductivas; este último dependiente tan solo de las lluvias). Los 16 experimentos resultantes se establecieron en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, situado en Montecillos, Edo. de México, ubicado en la latitud 19°29'N' y en la longitud 98°53'W y a una altura de 2250 msnm, y con un clima C(Wo) (w)b(i)g. (Templado subhúmedo con lluvias en verano).

El diseño experimental usado para cada grupo fue de lá tice simple 6x6 con 2 repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 5 m de longitud, con una separación

entre éstos de 0.66 m. La siembra se hizo manualmente, en se
co, depositando la semilla en el fondo del surco a razón de
un gramo por metro lineal de surco, cubriéndose la semilla
con una capa de suelo de 1 a 2 cm de espesor. Inmediatament
e después de la siembra se aplicó el riego de germinación.
Para asegurar una densidad de población uniforme, se hizo un
aclareo manual a los 25 días después de la siembra y antes
del primer cultivo, dejando una planta cada 10 cm. Al moment
o de la siembra se aplicó una fertilización de 80-40-00 y
antes del segundo cultivo se aplicaron otros 60 kg. de nitróg
o por hectárea. El control de malas hierbas se realizó
aplicando una mezcla de 1 kg de Gesaprim por hectárea desp
ués de la siembra y después del segundo cultivo; realizando
además deshierbes manuales en aquellas áreas del lote experim
ental donde se consideró necesario.

En el régimen de humedad no limitante, se mantuvo un niv
el alto de humedad en el suelo durante todo el ciclo del
cultivo, para lo cual se aplicaron riegos a intervalos aprox
imadamente de 10 días, si dentro de los mismos no se tenfa
la presencia de lluvias. En el régimen de humedad deficient
e se suspendieron los riegos desde los 34 días después de
la siembra y cuando los genotipos en promedio mostraban la
quinta hoja ligulada, momento en que según González (1977)
aproximadamente debió ocurrir la iniciación floral, manteniéno

dose exclusivamente bajo condiciones de temporal. Los caracteres medidos fueron los siguientes:

Días a floración (DF). Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que la mitad de las plantas de la parcela tuvieron el 50% de las flores de la panoja en antesis.

Días a madurez fisiológica (DMF). Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el grano presentó la capa negra. En este caso se hicieron muestreos periódicos de un grano tomado al azar de la parte media de la panoja en 5 plantas con competencia completa, considerando que la parcela había llegado a la madurez fisiológica cuando los 5 granos mostraban la capa negra.

Período de llenado de grano (PLLG). Se calculó por diferencia entre los días a madurez fisiológica (DMF) y días a floración (DF).

Rendimiento económico (REPAR). Es el peso seco del grano producido por todas las plantas de la parcela; para lo cual todas las panojas cosechadas se secaron hasta peso constante desgranándose posteriormente.

Rendimiento biológico (RBPAP). Es el peso de la materia seca total de la parte aérea de la planta, y se integró por la suma del peso seco de la panoja y del rastrojo producidos por parcela.

Tamaño de grano (TG). Para medir este carácter, del grano total producido en cada parcela se tomó una muestra al azar de la cual se extrajeron 200 granos cuyo peso se expresa en gramos.

Número de granos (NGPAR). El número de granos por parcela se calculó mediante la relación entre el rendimiento económico por parcela y el peso de 200 granos.

Con base en algunos de los caracteres medidos, se calcularon los siguientes índices fisiotécnicos:

Índice de cosecha (IC)

$$IC = \frac{\text{Rendimiento económico por parcela}}{\text{Rendimiento biológico por parcela}} \times 100$$

Eficiencia metabólica para rendimiento económico (EFMETE)

$$EFMETE = \frac{\text{Rendimiento económico por parcela}}{\text{Días de llenado grano}}$$

Para el análisis estadístico de los datos se aplicó el PROC ANOVA de SAS. Los análisis de varianza efectuados para cada característica estudiada fueron de tipo combinado, los cuales consistieron en análisis conjuntos de las cuatro combinaciones ambientales conteniendo un mismo grupo de genotipos. De esta forma se pudieron estimar las interacciones genotipo x fecha de siembra, genotipo x nivel de humedad y genotipo x fecha de siembra x nivel de humedad.

En todos los casos se hicieron pruebas de F para determinar la significancia de las diferentes fuentes de variación involucradas en cada análisis de varianza, y posteriormente se hicieron pruebas de rango múltiple de Duncan para la comparación de medias de tratamientos.

Así mismo, se efectuaron correlaciones simples entre variables para determinar el grado de asociación entre las mismas, dentro de cada grupo de 36 variedades.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los niveles de significancia estadística basados en las pruebas de F, de acuerdo a los análisis de varianza combinados, para cada uno de los caracteres estudiados. Los factores de variación fueron: Fechas de Siembra (FS), Niveles de Humedad (NH), Genotipos (G), así como las interacciones entre éstos. Como se observa, todos los factores de variación principales causaron diferencias altamente significativas desde el punto de vista estadístico, en todas las variables consideradas. Así mismo, las interacciones FS x NH y FS x G también produjeron efectos significativos en todos los caracteres medidos, mientras que las interacciones G x NH y G x FS x NH solo causaron efectos significativos consistentes en el grupo 2.

EFFECTOS DE FECHA DE SIEMBRA Y NIVELES DE HUMEDAD

En casi todos los grupos se encontraron diferencias significativas para los factores FS y NH, así como en su correspondiente interacción FS x NH, por lo que la discusión del impacto de FS y NH sobre cada carácter se hará fundamentalmente con base en los efectos de interacción.

Cuadro 1. Significancia de las fechas de siembra (FS), niveles de humedad (NH) y genotipos (G), y de sus interacciones sobre 9 variables medidas, de acuerdo a los análisis Combinados. Montecillos, Méx., 1983.

Fuente de variación	Grupo	DF	PLLG	DMF	RBPAP	REPAR	NGPAR	TG	IC	EFMETE
Fecha de Siembra (FS)	1	**	--	**	**	**	**	**	**	**
	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	3	**	**	**	**	**	**	--	**	**
	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Nivel de Humedad (NH)	1	--	**	*	**	**	**	--	**	**
	2	--	--	--	**	**	**	--	--	**
	3	--	--	--	**	**	**	--	**	**
	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**
FS x NH	1	--	*	**	**	**	**	--	**	**
	2	--	**	**	**	**	**	**	**	**
	3	**	**	**	**	**	**	--	--	**
	4	--	**	**	**	**	**	**	**	**
GENOTIPO (G)	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	3	**	**	**	**	**	**	--	**	**
	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Cuadro 1. (Continuación).

Fuente de variación	Grupo	DF	PLIG	DMF	RBPAP	REPAR	NGPAR	TG	IC	EPMETE
G x FS	1	--	--	--	**	**	**	**	**	**
	2	**	**	**	--	--	**	**	**	**
	3	**	**	**	*	**	**	--	**	**
	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**
G x NH	1	--	--	--	--	--	**	--	--	*
	2	--	*	**	--	*	*	--	--	--
	3	--	--	--	--	--	--	--	**	--
	4	--	--	--	--	--	--	**	**	--
FSxNHxG	1	--	--	--	--	--	*	--	--	*
	2	--	*	**	--	*	--	--	**	--
	3	--	--	--	--	--	--	--	*	--
	4	--	*	--	--	--	--	**	**	--

**Probabilidad de error = 0.01

*Probabilidad de error = 0.05

-- No significativo

Desarrollo

En los cuatro grupos de genotipos la siembra tardía (FS_2) retrasó la aparición de la floración (DF), notándose que este efecto fue mayor principalmente en el tratamiento de riego que en el de temporal (Cuadro 2). No obstante que el período a la floración fue mayor bajo la siembra tardía, la diferencia de los DF de ésta en relación a la siembra temprana (FS_1), solo fue importante estadísticamente en los genotipos de los grupos 2 y 3, en los que la floración tuvo un retraso desde 6 hasta 19 días con respecto a los de la FS_1 .

En cuanto a la variación en la disponibilidad de humedad (NH), ésta no tuvo un efecto significativo en los DF de acuerdo a los valores de diferencia mínima significativa. Dado que en la etapa de formación de la inflorescencia que va de la iniciación floral a la floración hubo lluvias casi diarias, es justificable que NH no haya alterado significativamente los DF de los genotipos, puesto que en dicho lapso las diferencias en disponibilidad de humedad debieron haber sido mínimas (Fig. 1).

Por otro lado, el retraso en la floración por efecto

Cuadro 2. Días a floración (DF), promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH), Montecillos, Méx. 1983.

Grupo	Fecha de Siembra	Nivel de Humedad NH ₁	Nivel de Humedad NH ₂	Dif.	$\left(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1}\right) 100$
1	FS ₁	88.7	88.8	-0.1	-0.1
	FS ₂	91.6	92.3	-0.7	-0.8
	Dif.	-2.9	-3.5		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-3.2	-3.9		
	DMS _{0.05} = 5.6				
2	FS ₁	84.8	85.0	-0.2	-0.2
	FS ₂	91.1	91.2	-0.1	-0.1
	Dif.	-6.3*	-6.2*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-7.4	-7.3		
	DMS _{0.005} = 2.4				
3	FS ₁	84.6	85.5	-0.9	-1.1
	FS ₂	93.4	92.1	+1.3	+1.4
	Dif.	-8.8*	-6.6*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-10.4	-7.7		
	DMS _{0.05} = 3.5				
4	FS ₁	87.4	86.6	+0.7	+0.8
	FS ₂	91.4	90.3	+1.5	+1.6
	Dif.	-4.4	-3.7		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-5.0	-4.3		
	DMS _{0.05} = 4.8				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05.

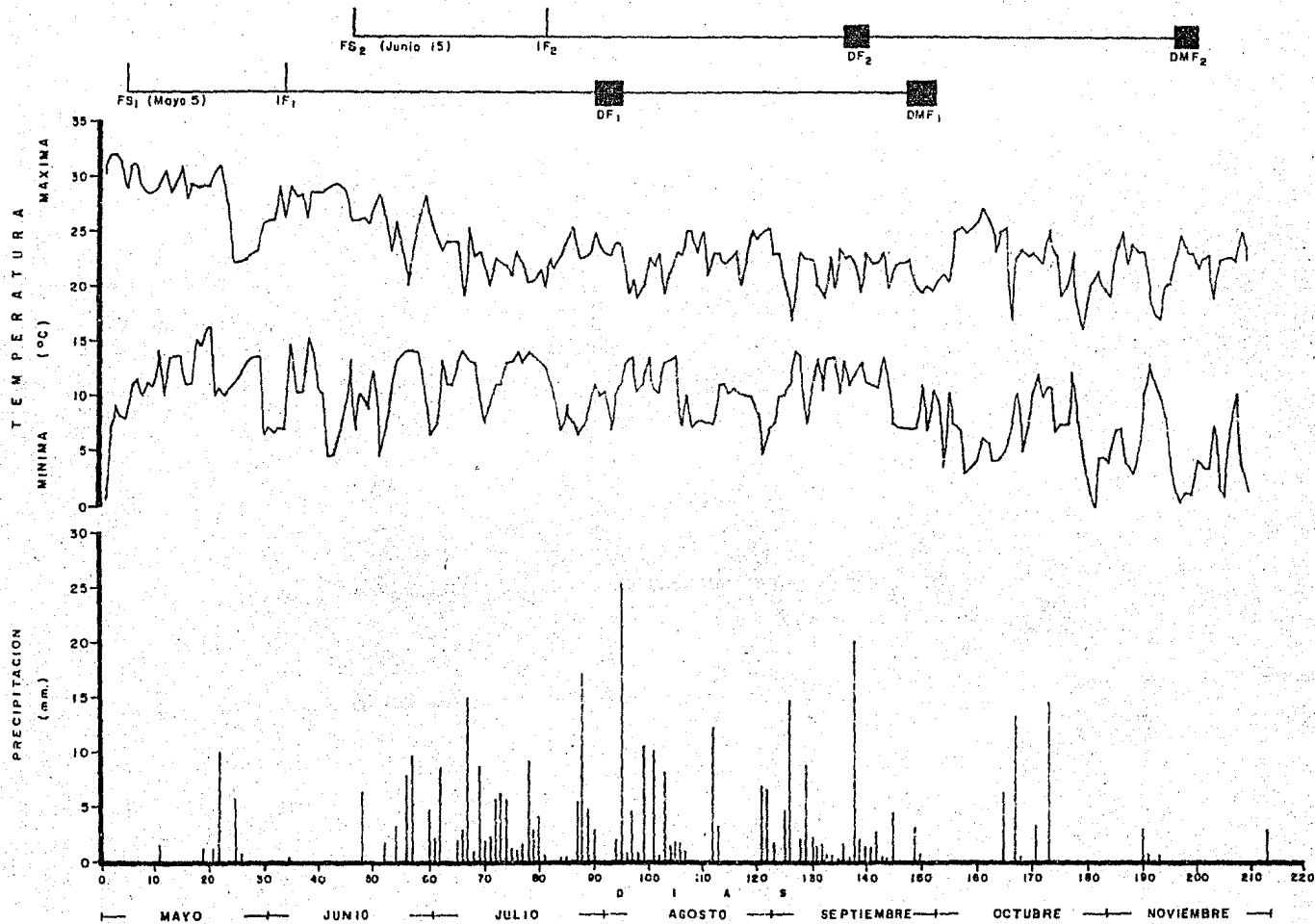


Figura 1. PRECIPITACION (mm.) Y TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS (°C) DURANTE EL PERIODO EN QUE SE REALIZARON LOS EXPERIMENTOS, SE INDICAN LAS FECHAS DE SIEMBRA (FS) Y LOS PERIODOS EN QUE LOS CUATRO GRUPOS DE GENOTIPOS ALCANZARON LA INICIACION FLORAL (IF), LA FLORACION (DF) Y LA MADUREZ FISIOLÓGICA (DMF) EN CADA FECHA DE SIEMBRA. (1y2). MONTECILLOS, MEX. 1983.

de la siembra tardía (FS₂), parece deberse principalmente a que en la primera fecha de siembra las temperaturas máximas durante el período de siembra y hasta cerca de la floración fueron más elevadas que en la FS₂, principalmente en el transcurso de la siembra a la iniciación floral. Aunado a ésto, se puede agregar que durante el período de siembra a la floración en la FS₂, se tuvieron aproximadamente 40 días en que las temperaturas mínimas se mantuvieron por abajo de 10°C, mientras que en la FS₁ fueron unos 25 días en tales condiciones (Fig. 1). Por lo tanto, se podría considerar como causa del retraso en la floración de los genotipos sembrados tardíamente, a la incidencia de menores temperaturas, tanto máxima como mínima, durante la formación de la inflorescencia.

Algunos autores (Pauli et al., 1964; Mendoza et al., 1984) han encontrado que en sorgo el uso de fechas de siembra tardías han provocado acortamientos en el período de siembra a la floración. Esto parece contradecir los resultados observados en el presente trabajo. Sin embargo, esta aparente contradicción se explica al comparar las condiciones de temperatura características de la localidad de cada trabajo, encontrándose que las fechas de siembra tardías

utilizadas por estos autores comprenden temperaturas más altas en las primeras etapas del ciclo de las plantas en relación con las de la siembra temprana, situación que resulta inversa a las condiciones en que se realizó el presente trabajo.

Dadas estas consideraciones, se puede confirmar que el desarrollo de los genotipos en diferentes fechas de siembra depende de los factores ambientales de la estación de crecimiento. En este caso parece ser la temperatura la que jugó un papel determinante en la duración del período de la siembra a la floración, teniéndose genotipos más precoces a la floración en la fecha de siembra con temperaturas más elevadas en el inicio del ciclo biológico, lo cual concuerda con los resultados de González (1977).

En lo que se refiere al período de llenado de grano (PLLG), puede notarse que en los grupos 2, 3 y 4 (Cuadro 3), la FS afectó a este carácter, observándose la tendencia a ser prolongado por las siembras tardías, siendo el retraso mayor bajo condiciones de riego. Las diferencias observadas en PLLG debidas a FS, aún cuando no resultaron estadísticamente significativas, fueron del orden del 4.6% hasta 7.36% cuando se tuvieron condiciones de riego. En el gru-

Cuadro 3. Periodo de llenado de grano (PLG) promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH), Montecillos, Méx. 1983.

Grupo	NH ₁	NH ₂	Dif.	$\left(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_2}\right) 100$
FS ₁	58.9	56.7	+2.2	+3.73
FS ₂	57.98	57.6	+0.38	+0.65
1 Dif.	+0.92	-0.9		
$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+1.56	-1.9		
DMS _{0.05} ¹	7.31			
FS ₁	56.7	57.8	-1.1	-1.94
FS ₂	59.7	58.3	+1.4	+2.34
2 Dif.	-3.0	-0.5		
$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-5.3	-0.86		
DMS _{0.05}	4.75			
FS ₁	58.5	59.8	-1.3	-2.22
FS ₂	61.2	59.6	+1.6	+2.6
3 Dif.	-2.7	+0.2		
$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-4.61	+0.33		
DMS _{0.005}	6.70			
FS ₁	57.63	58.67	-1.04	-1.8
FS ₂	61.87	58.94	+2.93	+4.7
4 Dif.	-4.24	-0.27		
$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-7.36	-0.46		
DMS _{0.05}	6.10			

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

po 1, al contrario de lo observado en los otros tres grupos, la siembra tardía tendió a disminuir el período de llenado de grano en aproximadamente 1.5%, disminución que tampoco resultó significativa desde el punto de vista estadístico.

Bajo condiciones de humedad limitante se observa la tendencia a un aumento del PLLG en siembras tempranas (FS_1) y a una disminución en siembras tardías (FS_2). Así, bajo la combinación de siembra temprana (FS_1) y de humedad limitante (NH_2) se observó un aumento no significativo en el PLLG que fluctuó de 1.9 a 2.2% en los grupos 2, 3 y 4, mientras que bajo la combinación de FS_2 con NH_2 se provocó un acortamiento del PLLG que varió de 0.6 a 4.7% considerando los cuatro grupos, que tampoco resultó estadísticamente significativo.

Wong et al., (1983) encontraron que genotipos de sorgo sometidos a sequía alargaron su PLLG en comparación con los observados en riego. Pauli et al., (1964) observaron que las siembras tardías tendieron a prolongar el período de llenado de grano del sorgo debido a la coincidencia de temperaturas bajas, especialmente las nocturnas, durante esta fase de desarrollo. En el caso del presente trabajo,

aún cuando en la siembra tardía se presentaron temperaturas nocturnas más bajas y condiciones de humedad más limitantes que en la fecha de siembra temprana (Fig. 1), para el tratamiento NH_2 , no se produjo el alargamiento de PLLG como se esperaría según lo señalado por los autores mencionados.

Una posible explicación de por qué no se tuvieron efectos similares a los encontrados por Wong et al., (1983) y Pauli et al., (1964), puede ser que la magnitud de las diferencias entre fechas de siembra y niveles de humedad hayan sido completamente distintas, así como la ocurrencia de diferencias ambientales de otra índole. Pero también es posible que el efecto combinado de sequía con bajas temperaturas sea diferente a los efectos separados de cada factor; o sea que haya interacción entre estos factores como efectivamente lo demuestra el análisis de varianza combinado (Cuadro 1).

En relación a los días a madurez fisiológica (DMF), en el Cuadro 4 puede observarse que se presentó un alargamiento del ciclo de los genotipos cuando éstos fueron sembrados tardíamente; asimismo, que este alargamiento fue mayor y estadísticamente significativo cuando se manejaron en condiciones de riego que cuando se mantuvieron bajo restricciones de

Cuadro 4. Días a madurez fisiológica (DMF), promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH), Montecillos, Méx. (1983).

Grupo	Fecha de Siembra	Nivel de Humedad NH ₁	Nivel de Humedad NH ₂	Dif.	$\frac{NH_1 - NH_2}{(-\frac{NH_1}{NH_1})}$ 100
1	FS ₁	147.6	145.5	+2.1	+1.4
	FS ₂	149.6	149.9	-0.3	-0.2
	Dif.	- 2.0	-4.4		
	$(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1})$ 100	-1.4	-3.0		
	DMS _{0.05} = 6.58				
2	FS ₁	141.6	142.8	-1.2	-0.8
	FS ₂	150.8	149.5	+1.3	+0.9
	Dif.	- 9.2*	- 6.7*		
	$(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1})$ 100	- 6.5	- 4.7		
	DMS _{0.05} = 4.8				
3	FS ₁	143.1	145.3	-2.2	-1.5
	FS ₂	154.6	151.7	+2.9	+1.9
	Dif.	-11.5*	-6.4		
	$(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1})$ 100	-8.0	-4.4		
	DMS _{0.05} = 7.1				
4	FS ₁	147.6	147.8	-0.2	-0.1
	FS ₂	156.3	151.8	+4.5	+2.9
	Dif.	-8.7*	-4.0		
	$(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1})$ 100	-5.9	-2.7		
	DMS _{0.05} = 5.7				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

humedad, excepto en el grupo 1 en el que la prolongación del ciclo biológico de los genotipos fue mayor bajo temporal, aunque sin importancia estadística.

La respuesta de este carácter al retraso de la siembra fue similar a las de DF y PLLG. Sin embargo, aunque estas dos variables definen DMF, es la primera la que determinó en mayor proporción la longitud de éste.

En cuanto al efecto de los niveles de humedad (NH), se encontró que no existieron diferencias estadísticamente importantes entre el uso de riego y de condiciones de temporal. No obstante, se vió que en general el número de días a madurez fisiológica fue mayor bajo sequía que en riego cuando la siembra fue temprana. Pero cuando se sembró tardíamente ocurrió lo contrario, es decir, que la sequía causó el acortamiento de DMF.

En el caso de este factor (NH), ninguno de los dos caracteres (DF o PLLG) determinó preferentemente a DMF, ya que en algunos casos DF contribuyó en mayor proporción a la variación de DMF, en otros lo hizo PLLG, y en algunos otros fue casi similar.

Rendimiento de grano y sus componentes

En relación al rendimiento de grano (REPAR) y al número de granos por parcela (NGPAR), se encontró que el retraso de la siembra ocasionó disminuciones en los valores de estos caracteres, tanto en los genotipos tratados con riego como en los de temporal (Cuadros 5 y 6), siendo la magnitud de la reducción por siembra retrasada mayor en NH_2 (hasta del 67% en REPAR, y hasta 65% en NGPAR), que en NH_1 (hasta del 48% en REPAR, y hasta del 49% en NGPAR). La magnitud de la reducción también varió entre grupos de genotipos; así, en el caso del tratamiento de riego, se encontró que los genotipos de los grupos 3 y 4 sufrieron reducciones estadísticamente significativas del 36 al 48% en el rendimiento de grano por efecto de siembra retrasada, mientras que en los genotipos de los grupos 1 y 2 las pérdidas fueron de 4 al 10% por la misma causa (resultados similares se observaron en NGPAR) y no resultaron estadísticamente significativas.

Por otro lado, se observó que los niveles de humedad tuvieron un efecto diferente en cada fecha de siembra sobre los dos caracteres mencionados. Por ejemplo, bajo la siembra temprana (FS_1) los mejores rendimientos se obtuvieron

Cuadro 5. Rendimiento económico por parcela (REPAR) en kg promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. (1983)

Grupo	Fecha de siembra	Nivel de Humedad		Dif.	$\left(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1}\right) \times 100$
		NH ₁	NH ₂		
1	FS ₁	1.92	2.09	-0.17	-8.85
	FS ₂	1.72	0.69	+1.03*	+59.88
	Dif.	0.2	1.4*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{F_1}\right) 100$	+10.3	+66.98		
	DMS _{0.05} = 0.38				
2	FS ₁	1.51	1.77	-0.26	-17.2
	FS ₂	1.45	0.71	+0.74*	+51.03
	Dif.	0.06	1.06*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{F_1}\right) 100$	+3.97	+51.88		
	DMS _{0.05} = 0.43				
3	FS ₁	1.49	1.53	-0.04	-2.68
	FS ₂	0.95	0.68	+0.27	+28.42
	Dif.	0.54*	0.85*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{F_1}\right) 100$	+36.24	+55.5		
	DMS _{0.05} = 0.42				
4	FS ₁	1.33	1.73	-0.4	-30.07
	FS ₂	0.69	0.64	0.05	+ 7.25
	Dif.	0.64*	1.09*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{F_1}\right) 100$	+48.12	+63.00		
	DMS _{0.05} = 0.47				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

Cuadro 6. Número de granos por parcela (NGPAR), promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983.

Grupo	Fecha de Siembra	Nivel de NH ₁	Humedad NH ₂	Dif.	$\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1} \times 100$
1	FS ₁	111 863.0	118 912.1	-7049.1*	-6.30
	FS ₂	104 930.9	41 836.8	6309.4*	+60.13
	Dif.	6 932.1*	77 075.3*		
	$\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1} \times 100$	+6.2	+64.8		
	DMS _{0.05} = 2440.0				
2	FS ₁	100 695.5	113 094.1	-12398.6*	-12.31
	FS ₂	90 357.0	45 122.1	45234.9*	+50.06
	Dif.	10 338.5*	67 972.0*		
	$\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1} \times 100$	+10.27	+60.10		
	DMS _{0.05} = 2800.0				
3	FS ₁	90 763.2	95 601.9	-4848.7*	- 5.33
	FS ₂	58 227.8	42 233.5	15994.3*	+27.47
	Dif.	32 535.4*	53 368.4*		
	$\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1} \times 100$	+35.85	+55.82		
	DMS _{0.005} = 2630.0				
4	FS ₁	81 587.3	101 590.2	20002.9*	-24.52
	FS ₂	41 883.5	39 389.3	2494.2*	+ 5.95
	Dif.	39 703.8*	62 200.9*		
	$\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1} \times 100$	+48.66	+61.22		
	DMS _{0.05} = 2500.0				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

cuando las condiciones fueron de temporal (NH_2), aunque las diferencias entre éstos y los producidos bajo riego no fueron estadísticamente importantes y no superan el 30%. En cambio, en la siembra tardía el manejo de los genotipos bajo restricciones de humedad (NH_2), tuvo efectos negativos sobre los valores del rendimiento económico, reduciéndose éstos hasta en un 60% en relación a los obtenidos en condiciones de riego. Una excepción a este caso se encontró en los genotipos del grupo 4, donde tanto el REPAR como el NGPAR no tuvieron decrementos tan grandes, sino solo en pequeñas proporciones del 7 y 6% respectivamente. Esto, aparentemente podría sugerir que en el grupo 4 se cuenta con genotipos tolerantes a la sequía. Sin embargo, debe considerarse que el retraso de la siembra redujo muy severamente el REPAR y el NGPAR, tanto en condiciones de riego como de temporal, de tal forma que las diferencias debidas a nivel de humedad resultaron bastante pequeñas. Por lo tanto, se puede deducir que este grupo de genotipos es más susceptible al retraso de la siembra que los otros tres.

En lo que se refiere al tamaño de grano (TG), el otro componente directo del rendimiento económico, se observó que su variación por efecto de la fecha de siembra y de los

niveles de humedad, fue de poca importancia y no significativa estadísticamente (Cuadro 7).

Es necesario recordar que en la siembra temprana las condiciones de humedad fueron prácticamente las mismas entre el tratamiento de riego y el de temporal, ya que la distribución casi diaria de la precipitación durante el desarrollo reproductivo de las plantas, hizo innecesaria la aplicación del riego. Es por ello que las diferencias porcentuales de los caracteres anteriores no son muy grandes entre los dos tratamientos de humedad. Por el contrario, en la fecha de siembra retrasada (FS_2) las deficiencias de agua fueron acentuadas y tuvieron efectos negativos y de gran importancia sobre el REPAR y NGPAR. Durante FS_2 , en el período de la iniciación floral a la floración y en el período de llenado de grano, ocurrieron lapsos sin precipitación (Figura 1); bajo estas condiciones pudo haberse afectado la formación de gametos o la polinización, lo que se reflejó en la disminución del número real de granos de la planta y por consiguiente, también del rendimiento económico.

Al respecto, diversos autores han evaluado la respuesta de algunos cereales en condiciones críticas de humedad y

Cuadro 7. Tamaño de grano (TG) promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. 1983

Grupo	Fecha de siembra	Nivel de humedad NH ₁	Nivel de humedad NH ₂	Dif.	$\left(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1}\right) \times 100$
1	FS ₁	17.63	17.08	+0.55	+3.12
	FS ₂	16.75	16.73	+0.02	+0.12
	Dif.	+0.88	+0.35		
	$\left(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}\right) 100$	+4.9	+2.05		
	DMS _{0.05} = 2.5				
2	FS ₁	15.48	16.05	-0.57	-3.68
	FS ₂	16.44	15.99	+0.45	+2.74
	Dif.	-0.96	+0.06		
	$\left(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}\right) 100$	-6.2	+0.37		
	DMS _{0.05} = 2.0				
3	FS ₁	16.70	16.52	+0.18	+1.08
	FS ₂	16.62	16.25	+0.37	+2.23
	Dif.	+0.08	+0.27		
	$\left(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}\right) 100$	+0.48	+1.63		
	DMS _{0.05} = 2.0				
4	FS ₁	16.67	17.27	-0.60	-3.59
	FS ₂	16.44	16.43	+0.01	+0.00
	Dif.	+0.23	+0.84		
	$\left(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}\right) 100$	+1.38	+4.86		
	DMS _{0.05} = 1.8				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

temperatura. Sus resultados han mostrado diferencias en la determinación del período crítico del desarrollo en el cual los procesos biológicos se ven alterados en mayor magnitud, en detrimento del rendimiento económico y otros caracteres; posiblemente eso se deba a diferencias en la metodología y a los genotipos usados. Entre los períodos del desarrollo más sensibles se han encontrado: el período de buche a la floración (Lewis et al., 1974); el de aparición de la espiga a la floración (Shipley y Regier, 1970); durante el estado de floración (Inuyama et al., 1976); el de aparición de la espiga a estado lechoso (Plaut et al., 1969); y de la aparición de la panoja al llenado de grano (Musik y Dusek, 1980).

En trigo, Saini y Aspinal (1981) encontraron que el período cercano a la meiosis de las células madres del polen, fue la etapa en que se afectó más negativamente la producción de grano por deficiencias severas de agua. No obstante, los autores mencionan que la identificación del estado de desarrollo más susceptible no es absoluta, ya que existe una considerable asincronía entre diferentes plantas e igualmente entre florecillas de la misma espiga. Sugieren la posibilidad de que solamente un estado de desarrollo muy corto

y específico sea susceptible a las condiciones limitantes, y que el número de flósculos que es afectado dependa de la proporción de las mismas que experimente las deficiencias ambientales en dicho estado crítico.

Esta reducción en la producción de grano es debida a la androesterilidad, que según observaciones hechas en trigo, sorgo, cebada y arroz, puede asociarse con la presencia de anteras anormales cuyo polen resultó inviable y escaso, con formas distorsionadas, sin citoplasma y con fases meióticas poco frecuentes; también se ha observado un rompimiento del apareamiento normal de bivalentes en metafase, seguido de una migración desigual de cromosomas a los polos. - Además se ha relacionado la androesterilidad con la presencia de células del tapetum con paredes que presentan características anatómicas que impiden el suministro de metabolitos necesarios para el desarrollo del polen (Saini y Aspinall, 1981; González, 1977; Skazkin y Zavadskaya, 1957; Vasil, 1967; Bennett et al., 1972; Ortiz y Carballo, 1972a).

En suma, todas estas irregularidades en el proceso reproductivo por la incidencia de condiciones ambientales adversas, se manifiestan en una reducción del número de granos de la planta, con la consecuente reducción del rendi-

miento económico.

Por otra parte, Saini y Aspinall (1981) señalan que en trigo, condiciones de deficiencia de humedad ocurrida durante la antesis o inmediatamente después, causaron una disminución en el rendimiento por espiga debido a la reducción del peso del grano, mientras que el número de granos no sufrió cambio. Otros estudios también indican que las condiciones limitantes de humedad durante la antesis o posterior a ella causan reducciones en el rendimiento de grano (Wardlaw, 1971; Brocklehurst et al., 1978).

La reducción del TG en respuesta a un déficit de agua inmediatamente después de la antesis, durante la fase de producción de células en el endospermo, ha sido atribuida a la reducción en la capacidad de almacenamiento del grano, a causa de un decremento en el número de células del endospermo (Brocklehurst et al., 1978).

Producción de materia seca

En lo referente al rendimiento biológico (RBPAP), los efectos de variación de la fecha de siembra y nivel de humedad fueron similares a los observados en REPAP y NGPAP, como a continuación se describe.

El retraso de la fecha de siembra ocasionó la disminución del RBPAP (Cuadro 8), tanto en condiciones de riego como de temporal, resultando más fuerte el efecto bajo este último. Así mismo, se encontró que en el tratamiento de riego, la magnitud del efecto de las fechas de siembra fue reducido en los grupos 1 y 2, en tanto que en los grupos 3 y 4 fue mayor.

La variación de los niveles de humedad no modificó de manera importante los valores de RBPAP cuando la siembra se realizó tempranamente. Pero cuando se sembró tardíamente, la restricción de humedad (NH_2) causó disminuciones en este carácter, principalmente en los genotipos de los grupos 1 y 2.

Es claro que la combinación de NH_2 y FS_2 tuvo el efecto más negativo sobre este carácter, ya que en esta condición se obtuvieron los menores valores de RBPAP para todos los grupos de genotipos, excepto en el grupo 4.

En cuanto a la disminución de la producción de materia seca total (RBPAP) en la fecha de siembra atrasada, probablemente por efecto de temperaturas relativamente más bajas y a una disminución en la precipitación en la siembra tar-

Cuadro 8. Rendimiento biológico por parcela (RBPAP) en kg promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. (1983).

Grupo	Fecha de Siembra	Nivel de Humedad		Dif.	$\left(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1}\right) \times 100$
		NH ₁	NH ₂		
1	FS ₁	4.08	4.21	-0.13	-3.20
	FS ₂	4.00	2.12	+1.88*	+47.0
	Dif.	+0.08	+2.09 *		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+2.0	+49.6		
	DMS _{0.05} = 0.73				
2	FS ₁	3.17	3.49	-0.32	-10.0
	FS ₂	3.24	1.74	+1.50*	+46.3
	Dif.	-0.07	1.75*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	-2.21	+50.1		
	DMS _{0.05} = 0.92				
3	FS ₁	3.04	3.25	-0.21	-6.9
	FS ₂	2.47	1.92	+0.55	+22.3
	Dif.	+0.57	+1.33*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+18.7	+40.9		
	DMS _{0.05} = 1.10				
4	FS ₁	2.83	3.73	-0.90	-31.8
	FS ₂	1.80	2.16	-0.36	-20.0
	Dif.	+1.03*	+1.57*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+36.4	+42.1		
	DMS _{0.05} = 1.01				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05.

día, no es posible determinar la etapa de desarrollo en que se ubica dicho efecto, puesto que no se cuantificó la distribución de materia seca en los diferentes órganos y etapas de la planta, excepto en el caso de la panoja cuyo peso seco debió de haber disminuído con la reducción del número de granos. Podría suponerse que una disminución en el área foliar, en la altura de la planta, en el número de macollos, etc, aunada a la reducción del peso de la panoja explicaría este decremento en el valor del rendimiento biológico.

Al respecto, Eastin (1972b) indica que la etapa vegetativa es el período durante el cual las partes vegetativas son diferenciadas y por tanto se determina el número potencial de hojas, que es afectado por los cambios ambientales.

Saini y Aspinall (1981) informan de reducciones en el peso final del rastrojo de trigo en condiciones limitantes de humedad antes de la antesis, asociadas con un decremento en la altura de la planta; en cambio en post-antesis estos autores no encontraron tal efecto, ya que la elongación del tallo para este período había terminado.

Rodríguez (1973), en un estudio de fechas de siembra en Guanajuato (México), concluye que el elemento climático

que más afecta la producción de rastrojo en sorgo es la temperatura durante la etapa de crecimiento vegetativo y en el período de fructificación.

Wong et al. (1983) encontraron que líneas de sorgo mantenidas bajo un sistema de riego-sequía, haciendo coincidir la sequía con la floración, no modificaron de manera importante la producción de materia seca en las hojas y tallo porque cuando ocurrió la sequía, las estructuras vegetativas ya estaban diferenciadas y próximas a su máximo desarrollo. Por consiguiente, el efecto principal se ejerció sobre las estructuras reproductivas reunidas en la panoja, repercutiendo en un efecto reductor de la acumulación de materia seca total durante la etapa de llenado de grano. Sin embargo, indican estos autores, que este efecto no fue uniforme en todos los genotipos, observándose tres tendencias: (1) disminución en la producción de materia seca total desde el inicio de la floración hasta la cosecha, a pesar de la reanudación del riego; (2) la recuperación en la producción de materia seca fue casi total y, (3) algunos genotipos no manifestaron diferencias en la producción de materia seca por sequía.

Indices de eficiencia

Eficiencia de la distribución de materia seca (Indice de Co-
secha)

En el caso de la eficiencia de distribución de materia seca hacia el grano (IC), puede verse en el Cuadro 9 que las diferencias entre los tratamientos de riego y temporal no tuvieron efectos importantes sobre este carácter en ninguna de las dos fechas de siembra, excepto en el grupo 1 de genotipos, que en promedio mostró una reducción del 28% al encontrarse bajo condiciones de temporal en la siembra tardía.

En cuanto al efecto de fecha de siembra, la eficiencia (IC) se vió afectada negativamente con el retraso de la siembra tanto en riego como en temporal, pero este efecto solo fue significativo estadísticamente cuando las plantas se manejaron bajo temporal.

Ahora bien, ya que el IC es un indicador de la relación que guarda el rendimiento de grano con respecto a la biomasa aérea total, esta disminución sugiere que la escasez de agua en siembras atrasadas redujo en mayor proporción el rendimiento económico que el rendimiento biológico.

Cuadro 9. Índice de cosecha (IC), promedio de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. (1983).

Grupo	Fecha de Siembra	Nivel de humedad NH ₁	Nivel de humedad NH ₂	Dif.	$\left(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1}\right) 100$
1	FS ₁	47.2	46.2	+1.0	+2.1
	FS ₂	43.4	31.2	+12.1*	+27.8
	Dif.	+3.8	+14.9*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+8.0	+32.2		
	DMS _{0.05} = 7.8				
2	FS ₁	47.5	50.7	-3.2	-6.3
	FS ₂	44.9	42.1	+2.8	+6.2
	Dif.	+2.9	+8.6*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+5.5	+16.9		
	DMS _{0.05} = 8.0				
3	FS ₁	49.3	47.3	+2.0	+4.0
	FS ₂	40.0	36.1	+3.9	+9.7
	Dif.	+9.3*	+11.2*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+18.9	+23.7		
	DMS _{0.05} = 8.8				
4	FS ₁	47.3	46.7	+0.6	+1.3
	FS ₂	38.4	30.6	+7.8	+20.3
	Dif.	+8.9	+16.1*		
	$\left(\frac{FS_1 - FS_2}{FS_1}\right) 100$	+18.8	+34.5		
	DMS _{0.05} = 9.6				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

Debe hacerse notar que las diferencias porcentuales debidas a fechas de siembra fueron similares a las obtenidas para RBPAR y REPAR, o sea en los dos componentes del IC, si acaso siendo el efecto de una magnitud ligeramente menor en RBPAR que en REPAR sobre todo en NH₂. En condiciones de riego, las reducciones del IC debidas a la siembra tardía no resultaron significativas (8, 5.5 y 18.8% para los grupos 1, 2 y 4 respectivamente), mientras que en el grupo 3 esta reducción si resultó significante.

Por tanto, se puede deducir que cualquiera de los genotipos de estos grupos puede ser manejado en siembras tardías si tienen riego, pues así conservan su eficiencia en la acumulación de materia seca en el grano, eficiencia que se reduciría hasta en 34.5% si tienen deficiencias de humedad.

En resumen, coincidiendo con los valores de REPAR, NGPAR, RBPAR y EFMETE, el promedio más bajo en IC se tuvo en condiciones de temporal y siembra tardía (FS₂NH₂).

En relación a este carácter, Mendoza (1983) informa que en líneas de sorgo evaluadas bajo condiciones de sequía, el índice de cosecha no se modificó por el efecto limitante de humedad a pesar de que el rendimiento de grano disminuyó,

lo cual básicamente se debió a que el rendimiento biológico se redujo en proporción similar que la producción de grano.

Donald y Hamblin (1976) mencionan que los genotipos pueden mostrar varias formas o modelos de relación entre el rendimiento biológico y el rendimiento de grano, dependiendo de las relaciones entre las condiciones ambientales y el genotipo. Estos mismos autores indican que el rendimiento económico y biológico, así como el índice de cosecha en cereales son disminuídos por efecto de restricción de agua, lo que apoya los resultados de este trabajo.

Singh y Stoskopf (1971) mencionan que la existencia de considerable variación de este índice, sugiere la posibilidad de mejorarlo a través de selección para así tratar de incrementar el rendimiento de grano.

Eficiencia de acumulación de materia seca en el grano en función de tiempo. (EFMETE).

En este carácter también se encontró un comportamiento similar al del REPAR (Cuadro 10), en el sentido de que la siembra tardía (FS_2) causó disminuciones de mayor orden sobre éste (55 a 67%) en relación a la siembra temprana (FS_1), cuando las condiciones fueron de temporal. También se obser

Cuadro 10. Eficiencia metabólica para rendimiento económico (EFMETE)(g/dfa) prom. de 36 genotipos en función de fecha de siembra (FS) y nivel de humedad (NH). Montecillos, Méx. (1983).

Grupo	Fecha de Siembra	Nivel NH ₁	de Humedad NH ₂	Dif.	$(\frac{NH_1 - NH_2}{NH_1}) 100$
1	FS ₁	32.7	36.2	-3.5	-10.7
	FS ₂	30.0	12.1	+18.0*	+60.0
	Dif.	+2.7	+24.1*		
	$(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}) 100$	+8.2	+66.6		
	DMS _{0.05} = 7.2				
2	FS ₁	26.7	30.8	-4.1	-15.3
	FS ₂	24.6	12.2	+12.4 *	+50.4
	Dif.	+2.1	+18.6*		
	$(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}) 100$	+7.9	+60.4		
	DMS _{0.05} = 8.0				
3	FS ₁	25.6	25.7	-0.1	+0.004
	FS ₂	15.6	11.5	+4.1	+26.3
	Dif.	+10.0*	+14.2*		
	$(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}) 100$	+39.0	+55.3		
	DMS _{0.05} = 7.4				
4	FS ₁	23.3	29.6	-6.3	-27.0
	FS ₂	11.2	10.9	+0.3	+ 2.7
	Dif.	+12.1*	+18.7*		
	$(\frac{FS_2 - FS_1}{FS_2}) 100$	+51.9	+63.2		
	DMS _{0.05} = 8.4				

* Diferencia significativa estadísticamente al 0.05

vó que la mayor eficiencia para la formación de grano se presentó en la fecha de siembra más temprana y bajo condiciones de temporal (Cuadro 10).

Sin embargo, la mejor expresión de la EFMETE bajo este ambiente no fue significativa debido a la similitud en los niveles de humedad en los tratamientos de riego y temporal en la siembra temprana, que hizo que los valores de EFMETE fueran casi iguales en ambas condiciones de humedad.

En contraste, se encontró que los promedios de EFMETE obtenidos en condiciones de temporal disminuyeron fuertemente en relación a los de riego, cuando los genotipos se sembraron tardíamente, teniéndose reducciones hasta del 60%. Nuevamente se observó que al igual que en REPAR, la disminución de EFMETE en el grupo 4 fue casi insignificante (2.7%), debido a que el retraso de la fecha de siembra tuvo un fuerte efecto reductivo, tanto en los genotipos sometidos a riego como en los de temporal de 51.9 y 63.2% respectivamente.

La disminución de la eficiencia en el llenado de grano por unidad de tiempo, por efecto del retraso de la siembra y del manejo bajo condiciones de temporal, puede atribuirse a que la incidencia de temperaturas mínimas hasta

de 1.5°C y a la baja disponibilidad de humedad que se tuvo en FS₂, redujeron fuertemente al rendimiento económico, mientras que los efectos sobre la duración del período de lleno de grano no fueron significativos.

Debe notarse que los genotipos de los grupos 1 y 2, a pesar del retraso de la siembra, redujeron en un bajo porcentaje su EFMETE así como NGPAR, REPAR, IC y RBPAR, por lo que se puede decir que en estos dos grupos se cuenta con genotipos que pueden ser manejados en siembras tardías similares a la usada en este trabajo, pero con la aplicación de riego, especialmente durante la fase reproductiva.

Además, cabe señalar que en estos grupos se encontraron los genotipos que presentaron los mayores valores de NGPAR, REPAR y EFMETE.

RESPUESTAS GENOTIPICAS

Las medias de rendimiento económico por parcela de cada genotipo se muestran en los Cuadros del 11 al 14, en los que se indica el nivel de significancia entre los valores de cada genotipo de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan. En cada cuadro se incluyen los promedios de número de granos por parcela (NGPAR), tamaño de grano (TG), índice de cosecha (IC), tasa de llenado de grano (EFMETE), rendimiento biológico (RBPARG), días a floración (DF), días a llenado de grano (PLLG) y días a madurez fisiológica (DMF).

En el grupo 1 (Cuadro 11), 19 genotipos del Colegio de Postgraduados superaron en REPAR al testigo de más alto rendimiento, VA-130 (genotipo 35). De estos 19 genotipos, 9 de ellos (16, 1, 12, 13, 11, 20, 28, 21 y 31), además de alto rendimiento económico, presentaron a un nivel sobresaliente otras características como NGPAR, IC y EFMETE.

Con base en el comportamiento de estos 19 genotipos más rendidores, puede decirse que altos rendimientos de grano no necesariamente requieren períodos largos de llenado de grano, como lo han sostenido varios autores (Dalton, 1967; Eastin et al., 1973; Clegg, 1972; Jiménez et al.,

Cuadro 11. Valores promedio de los caracteres que se indican, en los genotipos del Grupo 1. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	REPAR Kg/parc.		NGPAR	TG (g)	RBPAP (Kg/parc.)	IC	EFMETE (g/dfa)	DF (días)	PLM (días)	DMF (días)
16	1.85	a	118,920	15.6	3.79	46.6	31.9	90.4	58.0	148.3
10	1.83	ab	125,610	14.7	4.21	41.1	34.7	94.1	54.6	148.7
7	1.75	abc	93,990	18.7	4.17	39.5	30.7	94.4	57.9	152.2
1	1.72	abcd	107,400	16.1	3.90	43.2	30.7	90.6	56.0	146.7
12	1.67	abcde	105,570	16.1	3.78	42.6	29.2	93.1	57.4	150.5
13	1.67	abcde	109,760	15.2	3.65	44.8	29.4	90.6	56.9	147.5
11	1.67	abcde	112,910	14.9	3.69	43.9	30.5	91.6	55.1	146.7
3	1.67	abcde	79,040	20.6	4.29	37.3	26.3	88.0	64.1	152.1
22	1.66	abcde	99,410	16.7	3.72	42.9	30.4	93.4	55.2	148.6
30	1.66	abcde	103,760	16.1	3.74	42.7	29.0	90.9	57.1	148.0
20	1.65	abcde	105,030	15.6	3.74	42.7	29.7	94.6	56.0	150.6
28	1.65	abcde	107,310	15.2	3.54	44.8	30.2	92.6	54.2	146.9
18	1.65	abcde	97,290	17.5	3.59	44.8	28.8	91.0	57.7	148.7
9	1.65	abcde	70,380	23.1	4.12	38.0	26.3	91.6	62.9	154.5
19	1.64	abcde	103,620	15.7	3.40	46.7	29.0	89.7	56.6	146.4
21	1.63	abcdef	108,110	15.4	3.65	42.9	29.0	93.1	56.0	149.1
15	1.63	abcdef	101,960	15.9	3.66	43.2	29.1	93.5	56.5	150.0
6	1.63	abcdef	97,850	16.5	3.85	40.9	27.7	88.4	59.5	147.9
31	1.62	abcdef	106,080	15.3	3.49	45.3	28.4	89.7	56.7	146.5
35	1.60	bcdefg	72,800	22.0	3.82	40.6	24.6	85.2	65.6	150.9
17	1.60	bcdefg	101,280	15.8	3.63	42.8	27.4	90.9	58.1	149.0
32	1.59	cdefg	99,110	16.1	3.38	45.9	28.4	90.6	56.1	146.7
5	1.57	cdefg	93,560	16.7	3.93	38.6	28.2	92.2	56.4	148.6
14	1.57	cdefg	108,110	14.6	3.61	42.1	27.9	92.6	57.1	149.7
33	1.57	cdefg	82,750	19.0	3.06	51.2	26.9	85.9	58.1	144.0
36	1.55	cdefg	80,040	19.5	3.40	44.6	27.9	86.0	57.6	143.6
27	1.54	cdefg	93,170	16.4	3.40	44.2	27.7	90.7	55.4	146.1
29	1.49	defg	97,220	15.4	3.34	43.5	25.7	89.9	57.6	147.5
26	1.47	efg	92,050	16.1	3.19	45.6	26.6	90.7	55.5	146.2
23	1.47	efg	90,900	16.3	3.65	40.1	25.9	91.7	57.1	148.9
25	1.47	efg	91,810	16.2	3.13	40.0	25.5	89.1	57.5	146.6
8	1.45	efgh	73,110	19.9	3.01	47.3	24.7	90.2	59.1	149.4
2	1.44	efgh	75,170	18.9	3.59	39.4	22.6	87.7	63.4	151.1
24	1.40	efgh	93,370	15.0	3.07	45.7	24.5	91.2	57.0	148.2
34	1.37	gh	67,590	20.4	2.99	44.9	24.9	80.0	55.1	135.1
4	1.24	h	60,610	20.3	3.54	35.4	18.9	86.7	65.6	152.4

Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 12. Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del Grupo 2. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	RBPAP Kg/parc.		NGPAP	TG (g)	RBPAP (Kg/parc.)	IC	EFMETE (g/día)	DF (días)	PLLG (días)	DMF (días)
3	1.60	a	101,960	15.8	3.46	45.9	28.3	89.5-	57.0	146.5-
27	1.58	ab	104,500	15.9	3.35	46.6	27.4	88.0-	58.0	146.0-
1	1.50	abc	93,230	16.0	3.15	47.4	26.1	88.9-	56.9	145.7-
11	1.50	abc	100,190	15.3	3.23	46.0	26.3	89.1-	57.9	147.0-
14	1.48	abc	101,660	14.6	3.06	47.7	26.5	89.1-	56.6	145.7-
12	1.48	abc	99,440	15.0	3.14	46.1	27.2	90.4-	55.6	146.0-
20	1.47	abcd	102,480	14.2	3.11	46.4	25.2	88.1-	57.9	146.0-
6	1.46	abcd	86,330	17.2	2.93	49.1	26.3	91.0-	56.4	147.4-
8	1.46	abcd	97,350	15.1	2.90	50.3	25.9	88.6-	56.5	145.1-
21	1.45	abcd	103,570	14.0	3.05	46.8	25.1	89.0-	58.0	147.0-
13	1.44	abcde	93,460	15.4	2.89	49.1	25.3	88.5-	56.7	145.2-
7	1.44	abcde	95,480	15.3	2.95	47.8	24.9	89.5-	57.7	147.2-
9	1.43	abcde	96,280	14.7	2.86	49.6	25.5	90.1-	56.5	146.6-
36	1.43	abcde	79,340	18.0	3.19	43.8	25.8	84.0-	56.1	140.1-
30	1.42	abcde	86,660	16.3	2.95	46.7	24.2	88.6-	60.0	148.6-
4	1.40	abcde	95,200	14.9	3.04	45.8	25.5	89.5-	54.5	144.0-
32	1.40	abcde	93,010	14.9	3.06	44.8	22.9	88.1-	61.4	149.5-
24	1.39	abcde	91,920	15.2	2.84	48.0	23.7	88.6-	58.9	147.5-
22	1.39	abcde	98,660	14.2	2.90	47.0	23.6	86.4-	59.0	145.4-
26	1.36	abcde	90,140	15.0	2.77	48.4	23.6	89.0-	58.4	147.4-
35	1.36	abcdef	67,360	23.3	3.22	41.7	21.5	85.2-	63.7	149.0-
2	1.34	abcdef	85,980	15.5	2.95	45.1	23.2	89.5-	58.0	147.5-
23	1.33	abcdef	87,670	15.1	2.93	45.6	22.2	88.6-	60.2	148.9-
16	1.33	abcdef	84,300	15.8	2.67	49.0	23.2	81.7-	57.0	148.7-
15	1.32	abcdef	90,350	14.7	2.86	46.5	23.3	91.0-	56.9	147.9-
17	1.31	abcdef	84,930	15.5	2.09	48.5	23.3	90.6-	56.5	147.1-
18	1.31	abcdef	84,370	15.8	2.73	47.4	22.6	90.4-	57.9	148.2-
5	1.30	cdef	88,520	14.8	2.94	43.6	24.0	89.9-	54.6	144.5-
31	1.27	cdef	86,490	14.9	2.99	40.0	22.4	92.6-	57.1	149.7-
33	1.27	cdef	72,500	17.4	2.53	51.3	21.2	83.7-	60.1	143.9-
25	1.25	cdef	83,160	15.0	2.61	47.4	20.4	87.4-	61.4	148.7-
28	1.24	cdef	91,540	13.6	2.70	45.7	21.3	88.5-	57.9	146.4-
19	1.21	def	80,820	15.0	2.60	46.9	21.2	88.5-	56.9	145.4-
34	1.17	ef	58,680	19.0	2.55	46.3	21.2	79.1-	55.7	134.9-
10	1.12	f	41,820	26.2	2.74	41.6	16.1	83.2-	69.2	152.5-
29	0.80	g	42,060	19.2	2.29	37.7	13.3	74.7-	60.1	134.9-

Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 13. Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del Grupo 3, Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	REFPAR Kg./parc.	NGPAR	TG (g)	RBPARG (Kg./parc.)	IC	EFMETE (g/día)	DF (días)	PIIG (días)	DMF (días)
5	1.43 a	94,180	13.1	3.31	41.7	24.1	88.5	60.9	150.4
8	1.37 ab	69,819	19.5	3.55	37.2	20.8	86.5	67.1	153.6
9	1.36 ab	71,656	19.1	3.23	41.1	20.0	86.9	68.7	155.6
35	1.35 abc	67,431	20.3	3.02	43.2	22.4	84.4	62.6	147.0
1	1.32 abc	90,019	14.8	3.05	42.5	21.1	88.1	62.0	150.1
32	1.31 abc	90,595	14.6	2.63	48.8	23.2	89.0	56.0	145.0
4	1.31 abc	95,550	13.8	2.74	46.8	22.4	90.0	58.7	148.7
7	1.30 abc	82,217	15.9	2.83	45.6	21.5	87.9	60.4	148.2
2	1.29 abcd	78,008	16.4	2.83	44.1	21.5	88.2	59.9	148.1
28	1.25 abcde	91,035	14.0	2.69	45.9	22.2	90.4	56.9	147.2
6	1.24 abcde	26,952	15.7	2.63	46.6	20.8	87.5	59.9	147.4
36	1.23 abcde	68,796	18.0	2.77	42.8	22.3	84.0	55.5	139.5
29	1.22 abcde	85,740	19.1	2.53	47.9	30.9	89.0	58.4	147.4
3	1.21 abcdef	80,376	15.5	2.69	44.0	19.9	88.2	61.0	149.2
26	1.20 abcdefg	88,447	14.6	3.08	42.5	20.3	89.2	59.5	140.7
24	1.20 abcdefg	82,433	14.7	2.56	46.4	19.7	89.5	60.9	150.4
22	1.19 abcdefg	76,978	15.3	2.43	48.0	22.5	90.5	57.9	148.4
27	1.19 abcdefg	85,287	14.3	2.49	47.4	20.9	89.1	57.6	146.7
14	1.18 abcdefg	73,240	15.8	3.04	37.3	20.4	95.6	58.1	153.7
31	1.17 abcdefg	82,767	14.4	2.44	47.9	19.8	88.0	58.9	146.9
21	1.16 bcdefgh	80,487	14.6	2.60	44.3	20.2	90.2	57.9	148.1
23	1.13 bcdefgh	77,718	14.6	2.35	47.1	19.5	90.6	58.2	148.9
12	1.13 bcdefgh	60,501	18.4	3.13	34.9	19.9	92.1	57.4	149.5
25	1.13 bcdefgh	39,519	14.4	2.41	46.9	18.8	90.4	60.4	150.7
30	1.12 cdefghi	71,878	15.8	2.56	42.3	19.2	90.4	58.9	149.2
18	1.09 cdefghi	64,549	15.9	2.63	38.5	18.3	98.0	58.2	156.2
33	1.09 cdefghi	59,864	18.2	2.29	47.3	17.6	85.0	62.1	147.1
34	1.03 defghij	55,038	19.0	2.19	47.0	18.6	79.9	54.6	134.5
15	1.02 efghij	53,000	19.1	2.27	44.7	16.5	84.9	62.5	147.4
13	1.02 efghij	42,992	23.9	2.25	44.8	15.8	81.9	64.5	146.4
20	1.01 efghij	58,242	16.6	2.54	37.8	17.1	98.2	57.5	155.7
16	0.99 efghij	51,140	19.1	2.07	46.8	16.0	86.2	62.4	148.6
19	0.95 fghij	53,916	16.6	3.64	33.1	16.1	94.4	57.0	155.2
17	0.94 ghij	53,356	17.5	2.81	38.3	15.6	87.2	61.0	148.2
11	0.92 hij	46,663	19.8	2.21	41.9	16.2	83.0	56.9	139.9
10	0.86 i	42,451	19.6	2.59	32.0	14.2	93.7	61.7	155.5

Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 14. Valores promedio de los caracteres que se indican en los genotipos del Grupo 4. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	REPAR Kg/parc.		NGPAR	TG (g)	REPAR (Kg/parc.)	IC	EFMETE (g/dfa)	DF (días)	PLIG (días)	DMF (días)
13	1.65	a	94,335	17.0	4.33	35.2	27.0	95.2	62.1	157.4
7	1.43	ab	68,056	20.2	3.59	36.8	24.4	94.0	59.7	153.5
6	1.40	abc	65,140	20.2	3.59	37.3	23.1	92.6	61.4	154.0
5	1.38	bc	63,099	20.9	3.30	39.4	22.7	93.0	61.0	154.0
11	1.26	bcd	66,847	19.7	3.32	38.5	22.6	91.2	60.5	151.7
16	1.34	bcd	80,233	16.5	3.22	41.0	23.0	90.2	59.7	150.0
10	1.28	bcdef	60,001	20.4	3.43	35.1	21.3	92.5	60.5	153.0
9	1.28	bcd	60,091	20.8	3.40	36.8	21.8	93.2	59.6	122.9
17	1.26	bcd	91,929	14.1	2.82	43.2	22.3	93.5	57.7	151.2
12	1.22	bcd	59,327	20.5	2.77	44.0	19.6	88.6	63.7	152.4-
18	1.18	bcd	78,414	15.1	2.60	44.9	20.8	91.7	57.2	149.0
8	1.17	bcd	57,955	18.9	3.11	34.2	21.1	97.4	58.1	155.5
26	1.15	bcd	76,470	15.3	2.46	45.0	19.4	94.0	60.0	154.0
23	1.14	bcd	80,241	14.5	2.70	41.1	19.6	94.4	58.0	148.4
20	1.14	bcd	78,710	14.5	2.47	45.8	20.1	92.1	57.2	149.4
14	1.12	cd	61,575	18.0	2.68	41.3	17.5	89.2	64.9	154.1
29	1.12	cd	82,662	13.7	2.60	42.0	20.3	94.4	56.5	150.9
22	1.12	cd	73,969	15.4	2.49	45.0	18.9	90.5	59.5	150.0
24	1.09	de	76,030	15.4	2.50	42.9	18.4	89.7	59.4	149.1
19	1.07	de	74,643	14.5	2.54	41.3	17.6	91.5	60.2	151.7
36	1.07	de	59,774	18.1	2.30	46.0	19.0	84.9	55.5	140.4
21	1.05	ef	76,026	14.1	2.36	44.5	18.2	91.0	57.6	148.6
27	1.03	ef	77,307	13.6	2.50	41.0	18.7	94.1	56.2	150.1
28	1.02	ef	76,037	13.5	2.39	41.8	17.8	93.7	58.1	151.9
2	1.00	fg	61,039	15.6	2.16	44.3	17.1	97.1	57.5	154.0
25	1.00	fg	75,228	13.8	2.20	45.8	18.0	93.4	56.0	149.4
34	0.98	gh	61,691	15.8	2.04	48.0	17.8	80.0	54.9	134.9
4	0.92	hij	59,747	15.0	1.99	43.7	16.5	95.5	56.0	151.5
15	0.92	hij	45,345	20.2	2.52	55.6	14.1	86.6	66.2	152.9
1	0.92	hij	55,654	14.7	2.24	35.3	16.0	99.1	56.6	155.7
3	0.87	hij	53,249	16.2	2.05	40.9	14.9	94.7	58.4	153.1
35	0.85	ijk	47,319	18.2	2.47	31.9	14.0	85.7	64.0	149.7
30	0.76	jk	46,921	16.2	1.94	38.6	13.0	94.4	59.5	153.9
32	0.58	kl	31,205	18.3	1.43	43.1	9.8	76.2	59.9	136.1
31	0.57	l	37,172	15.2	1.56	35.4	9.8	94.1	61.4	155.5

Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales.

1983). En nuestro caso, solo los genotipos 3 y 9, que pertenecen al grupo sobresaliente en cuanto a rendimiento económico, presentaron un largo PLLG. El resto de genotipos tuvieron PLLG mas bien cortos, pero combinados con tasas altas de llenado de grano (EFMETE). Es decir que su alta eficiencia para acumular materia seca en el grano de hecho está determinando su alto rendimiento, a pesar de tener periodos de llenado de grano relativamente cortos. Por otra parte, también debe destacarse que los genotipos 4, 15, 3, 2 y 9, que presentaron los mayores periodos de llenado de grano, (63 y 66 días) tuvieron baja EFMETE.

Al respecto Daynard y Karnenberg (1976) encontraron en varios híbridos de maíz una asociación positiva entre la longitud del periodo de llenado de grano y el rendimiento. Estos autores, sin embargo, encontraron algunas excepciones y concluyeron que híbridos precoces de alto rendimiento pueden obtenerse con una alta tasa de acumulación de materia seca en el grano y periodos cortos de llenado de grano, lo cual es concordante con los resultados de este trabajo. En igual forma, Nass y Reiser (1975) también concluyeron que genotipos de trigo con una tasa alta de llenado de grano y periodos cortos de llenado de grano podrían producir altos rendimientos en regiones con estación de crecimiento corta.

Por otra parte, Eastin (1972a) encontró que periodos vegetativos largos y periodos cortos de llenado de grano determinaron altos rendimientos en sorgo en Nebraska, mientras que para las condiciones de Texas los rendimientos de grano por el contrario, dependería de periodos vegetativos cortos y periodos largos de llenado de grano, por lo que concluye que la longitud óptima de estos dos periodos en relación al rendimiento de grano, depende de las condiciones ambientales en las que se desarrolle el cultivo.

De acuerdo a la información anterior, se puede decir que los periodos largos de llenado de grano tienden a estar asociados con tasas bajas de llenado de grano, pero también con un bajo número de granos y con bajos rendimientos económicos.

En cuanto al IC, puede notarse que no todos los genotipos pertenecientes a los 19 más rendidores, presentaron altos valores en este carácter, sino únicamente 9 de ellos; los restantes 10 genotipos de este grupo tuvieron IC más bajos, debido a que su rendimiento biológico tendió a ser alto. La línea experimental testigo 192 MzPL (genotipo 33) presentó el IC más alto del grupo I, aunque tuvo valores relativamente bajos de REPAR, NGPAR, así como del RBPAR; esto indica que no obstante su bajo rendimiento económico, la variedad 33 es un genotipo eficiente para acumu

lar materia seca en el grano, a pesar de su poco follaje. Es muy posible que para este tipo de variedades, como la 33, 8, 34 y 36, se requieran densidades de población más altas que las usadas en el presente estudio, para poder evaluar su verdadero potencial de rendimiento de grano por unidad de superficie, como lo han indicado Ortiz et al., 1985.

En este grupo 1, se observó que las cuatro variedades testigo (33, 34, 35 y 36) resultaron ser las más precoces tanto en DF como en DMF, a excepción de la variedad 35 que fue tardía en base a DMF. En cuanto a rendimiento económico, los testigos fueron significativamente inferiores a los mejores genotipos que integraron el grupo más rendidor según la prueba de Duncan. Estos rendimientos relativamente bajos de los testigos, estuvieron asociados con NGPAR e IC bajos y un TG grande, salvo para el genotipo 33, que tuvo el IC más alto de todo el experimento. La variedad 35 tuvo entre los testigos el PLLG más largo; sin embargo, su eficiencia en el incremento de peso de grano por día fue baja. Es necesario hacer notar que esta variedad, a pesar de ser el testigo más rendidor, se puede considerar una variedad poco eficiente.

En el grupo 2 (Cuadro 12), el conjunto de más alto rendimiento estuvo integrado por 24 genotipos, entre los

cuales quedaron incluidos los testigos 35 y 36. De estos 24 genotipos sobresalen el 27, 1, 14, 20, 8, 21, 13, 7, 9, 30, 24, 22, 26 y 6, considerando los niveles de los caracteres PLLG, EFMETE, NGPAR e IC.

En este grupo 2, el testigo 192-MzPL (33) y las variedades 24 y 26, de acuerdo a la expresión alta de su IC y la baja expresión de su RBPAP, debieran ser estudiados a más altas densidades de siembra que las usadas en este trabajo. De los datos de este grupo, se corrobora que las más altas tasas de llenado de grano se asociaron con períodos relativamente cortos de llenado de grano, y que esta situación estuvo también asociada con un alto NGPAR, teniendo como resultado altos rendimientos de grano. Por otra parte, los genotipos (10, 35, 25 y 32) con mayor PLLG tuvieron baja EFMETE y bajo rendimiento de grano, lo cual también resulta consistente con lo obtenido en el grupo 1. Es en este grupo en donde la asociación inversa entre el REPAR y el PLLG resulta más marcada.

En el grupo 3 (Cuadro 13), 20 de los 36 genotipos estudiados quedaron incluidos dentro del grupo de mayor rendimiento económico; nuevamente los testigos VA-130 (35) y VA-110 (36) quedaron dentro de este grupo. Entre estos 20 genotipos destacan, por la asociación de su alto rendimien

to con los caracteres de eficiencia ya mencionados, los genotipos 32, 4, 7, 28, 6, 29, 3, 24, 27, 31, 2 y 22. Al igual que en los grupos 1 y 2, se tuvieron genotipos que presentaron altos valores de REPAR y NGPAR, pero baja eficiencia en la distribución de materia seca en el grano debido a su alto rendimiento biológico (genotipos 5 y 26). Por otra parte, la relación REPAR-PLLG no siguió el comportamiento observado en los dos grupos anteriores, teniéndose que los altos rendimientos correspondieron a genotipos con períodos intermedios de llenado de grano.

En relación al grupo 4 de genotipos (Cuadro 14), dentro del conjunto de los más rendidores se incluyeron 15 genotipos, entre los cuales no figuraron los testigos VA-130 y VA-110 como en el caso de los grupos 2 y 3. De acuerdo a los criterios definidos en el grupo 1, solamente 4 de los 15 fueron catalogados como sobresalientes (genotipos 17, 18, 20 y 26).

Considerando en general a los cuatro grupos de genotipos, se puede decir que la relación de los caracteres EFMETE, NGPAR e IC con el comportamiento del rendimiento económico tuvo una gran consistencia. Por ejemplo, los genotipos con alto IC generalmente correspondieron a aquellos con bajos rendimientos biológico y económico, en los que podrían intentarse más estudios bajo siembras de mayor

densidad, en donde estos genotipos podrían expresar un mayor rendimiento de grano por área.

Así mismo, se observó que en los cuatro grupos el genotipo más rendidor presentó bajo IC y alto RBPAP, por lo que siempre quedó fuera del grupo clasificado como sobresaliente. Esta situación ejemplifica en cierta manera el resultado de los programas de mejoramiento genético de plantas, en los que se usa como criterio casi único de evaluación y selección al rendimiento económico, lo cual paralelamente incrementa la magnitud de otros caracteres como altura de planta, número y tamaño de las hojas, etc. dando como resultado altos valores del rendimiento biológico y en consecuencia plantas poco eficientes. Lo anterior tiene repercusiones desde el punto de vista práctico, ya que ese tipo de genotipos en altas densidades requieren de altas dosis de fertilización y son difíciles de manejar (Ortiz et al., 1985).

Resumiendo, en los cuatro grupos los genotipos sobresalientes superaron a los testigos en la expresión del rendimiento económico y demás caracteres. Adicionalmente, en los grupos 1 y 2 se encontraron los genotipos con mayor expresión de NPPAP, RPPAP y EPMETE.

CORRELACIONES

En virtud de que durante la interpretación de los resultados de este trabajo, se evidenció la relación existente

entre algunos de los caracteres estudiados, con el fin de tener información cuantitativa sobre la magnitud y significancia de estas relaciones, se calcularon los coeficientes de correlación entre los caracteres que se indican en el Cuadro 15, dentro de cada uno de los cuatro grupos de genotipos estudiados. Es así que se corrobora la alta asociación entre REPAR y NGPAR, ya que en todos los grupos se tuvo una alta correlación positiva entre estos dos caracteres, que además resultó estadísticamente significativa al 0.05 de probabilidad. Este tipo de asociación, también ha sido encontrado por otros autores (Stickler et al., 1961; Kambal y Webster, 1966; Blum, 1967; Quimby, 1963; Eastin y Sullivan, 1974).

Por otra parte, entre REPAR y TG se obtuvo una asociación negativa en los grupos 1, 2 y 3 y positiva en el grupo 4; los coeficientes de correlación aún cuando en los grupos 2, 3 y 4 resultaron estadísticamente importantes, son de un orden de magnitud de aproximadamente un 50% menor que el de los obtenidos entre REPAR y NGPAR, lo cual puede interpretarse en el sentido de que el número de granos (NGPAR) tiene mayor importancia en la determinación del rendimiento de grano que el tamaño de grano (TG).

Esta relación ha sido también encontrada por diversos autores, quienes han señalado que usualmente el número de granos por unidad de superficie correlaciona positivamente y en mayor grado con la producción de grano que el tamaño

Cuadro 15. Coeficientes de correlación entre las variables indicadas en cada uno de los 4 grupos de genotipos estudiados. Montecillos, Méx. 1983.

GRUPO	CARACTER	NGPAR	TG	EFMEYE	IC	DF	PLIG	DMF
1	REPAR	0.70*	-0.29	0.89*	0.12	0.51*	-0.28	0.21
	PLIG		0.73*	-0.66*		-0.41*		
	DMF					0.55*		
	NGPAR		-0.87*					
2	REPAR	0.84*	-0.46*	0.95*	0.51*	0.64*	-0.35*	0.35*
	PLIG		0.65*	-0.62*		-0.38*		
	DMF					0.67*		
	NGPAR		-0.84*					
3	REPAR	0.80*	-0.35*	0.92*	0.32*	-0.11	0.21	0.34*
	PLIG		0.42*	-0.16		-0.24		
	DMF					0.75*		
	NGPAR		-0.77*					
4	REPAR	0.67*	0.34*	0.98*	-0.10	0.28	0.11	0.13
	PLIG		0.60*	-0.07		-0.19		
	DMF					0.30		
	NGPAR		-0.44*					

* Coeficiente de correlación significativo al 0.05 de probabilidad.

del grano (Stickler et al., 1961; Kambal y Webster, 1966; Blum, 1967, Quinby, 1963, Dogget y Jowett, 1967; Bail y Atkins, 1967; Fischer y Wilson, 1975, Eastin y Sullivan, 1974; Agunlela, 1979).

Es interesante también hacer notar que entre los dos componentes del rendimiento económico NGPAR y TG, se tuvo una relación negativa, con valores de correlación altos y estadísticamente significativos, que fluctúan de -0.44 a -0.87 , lo que indica que a mayor número de granos, se tendrá menor tamaño de los mismos. Al respecto, se ha señalado que al final del proceso de desarrollo de la inflorescencia queda determinado el tamaño del ovario, que puede actuar como un límite para el tamaño de grano. Esto sugiere que dicha limitación puede ser el resultado de la competencia por asimilados dentro de la inflorescencia, la que a su vez es adicional a la competencia entre la inflorescencia y los órganos vegetativos, concluyendo que la correlación negativa entre el número y tamaño de grano puede ser debido a los dos tipos de competencia mencionados.

Como en el presente trabajo, Liang et al. (1969) encontraron en sorgo una relación inversa entre el peso y número de granos, así como entre peso de grano y número de panojas por planta, e indican que esto se debe a una dependencia genética entre estos caracteres.

Varios autores han encontrado que hay un incremento en el peso del grano cuando el número de granos en la inflorescencia ha sido reducido, ya sea por polinización controlada o por remoción de granos después de la antesis (Bingham, 1969; Pinthus y Millet, 1977; Fischer y Hille Ris Lambers, 1978; Saini y Aspinall, 1981). Esto comúnmente se ha interpretado en el sentido de que el suplemento fotosintético total hacia la espiga determina el peso final del grano. Sin embargo, Jenner (1980) explica que la remoción de granos no incrementa el influjo de sacarosa los granos sino que aumenta la cantidad de amino-nitrógeno hacia el grano.

En los cuatro grupos se observó una relación directa entre el número de días a la floración (DF) y el rendimiento económico REPAR; aunque la correlación solo resultó significativa estadísticamente en los grupos 1 y 2 (Cuadro 15), esto puede explicar por qué la mayoría de los genotipos de alto REPAR tendieron a ser tardíos a la floración, aún cuando los genotipos menos rendidores no siempre fueron los más precoces. También los DF presentaron una relación inversa y significativa con el PLLG en 2 de los cuatro grupos (Cuadro 15). Así mismo los DMF, que resultaron de la adición de los dos caracteres anteriores, estuvieron asociados positivamente con DF en los cuatro grupos de genotipos estudiados; siendo estadísticamente significativa esta asociación en 3 de ellos.

Por otra parte, el rendimiento económico (REPAR) presentó una asociación positiva con días a madurez (DMF), la cual no resultó significativa estadísticamente en los grupos 1 y 4, pero si en los grupos 2 y 3; sin embargo es necesario hacer notar los bajos valores de correlación obtenidos entre estos dos caracteres en estos dos grupos. (Cuadro 15).

Los resultados de correlación mencionados indican que genotipos con periodos largos de la siembra a la floración tienden a tener periodos cortos de llenado de grano, lo cual concuerda con los resultados presentados por otros investigadores (Wong et al., 1983; Livera, 1979; Jiménez, et al., 1983). Igualmente también indican que genotipos con mayor número de días a la floración, tenderán a madurar mas tardíamente; esto también lo han informado Pauli et al. (1964 y Jiménez et al. (1983).

Resulta claro también de las correlaciones presentadas en el Cuadro 15, que periodos vegetativos largos de la siembra a la floración así como periodos a la madurez fisiológica también largos, determinaron altos rendimientos de grano. En este sentido son también los resultados obtenidos por Aksel y Johnson, (1961); Binham, (1969); Castillo, (1977); Wong et al., (1983); Dalton, (1967) y Livera, (1979).

Otro grupo de correlaciones importantes es el de las existentes entre REPAR con EFMETE y PLLG: en el Cuadro 15

puede verse que en todos los grupos se obtuvieron coeficientes de correlación entre REPAR y EFMETE positivos y muy altos, fluctuando entre 0.89 y 0.98, lo que sin duda apoya lo que ya se ha indicado, en el sentido de la importancia en la determinación del rendimiento económico de la eficiencia de acumulación de materia seca en el grano en función de tiempo (EFMETE).

El comportamiento del rendimiento económico con respecto a la longitud del período de llenado de grano tuvo dos tendencias, la primera que fue negativa y que resultó estadísticamente importante en el grupo 2 ($r = -0.35$) y la segunda, en donde la correlación entre estas variables fue positiva (grupos 3 y 4) aunque sin significancia estadística. No obstante esta última tendencia, ninguno de los genotipos que fueron calificados como sobresalientes presentaron los períodos de llenado de grano mas largos. Por lo anterior, parece que una alta eficiencia de acumulación de materia seca en el grano en función de tiempo (EFMETE) puede determinar un alto rendimiento económico (REPAR) de los genotipos aún cuando estos tengan períodos cortos de llenado de grano.

Dado que únicamente en el grupo 4 de genotipos el rendimiento económico estuvo asociado de manera directa e importante con el tamaño del grano, y que a su vez la relación REPAR-PLLG fue positiva, puede suponerse que factores adversos (escasez de agua o heladas tempranas) pudieron haber provocado la aparición prematura de la capa negra en el grano que suspendió su crecimiento y con ello que no alcanzara toda su expresión de REPAR que permitiera que dentro de los genotipos sobresalientes

en rendimiento estuvieran algunos con PLLG largo.

Ya que es frecuente la ocurrencia de tales factores ambientales en el área donde se realizó el estudio, un período corto de llenado de grano sería muy conveniente para escapar de ellas, sobre todo si se asocia con una alta tasa de acumulación.

La correlación entre el rendimiento económico y el índice de cosecha, resultó positiva en los grupos 1, 2 y 3 y solo fue significativa en los grupos 2 y 3, en tanto que en el grupo 4 fué negativa y de un bajo valor (Cuadro 15), lo que sugiere que el comportamiento del IC es influenciado por el genotipo. Al respecto Singh y Stoskopf (1971) y Wong et al. (1983), han encontrado considerable variación del índice de cosecha así como correlación positiva de este con el rendimiento económico.

Los resultados anteriores parecen indicar la conveniencia de que los genotipos más adecuados para Valles Altos, conjunten una alta tasa de llenado de grano, alto número de granos y un período de llenado de grano corto, para así lograr un alto rendimiento económico.

Al respecto, Mendoza et al. (1984) menciona que los genotipos de sorgo que se quieran aprovechar como variedades productoras de grano en los Valles Altos, deberán ser precoces, tendiendo ciclos que comprenderan 90 días máximo de la siembra a la floración y un período de llenado de grano de 40 días aproximadamente.

INTERACCION GENOTIPO X FECHA DE SIEMBRA

No obstante la tendencia general de que en la siembra temprana se tuvieron mejores resultados que en la siembra tardía, se obtuvieron diferentes grados de respuesta en los genotipos por efecto de FS. En cuanto al REPAR, NGPAR y EFMETE se vió un comportamiento similar entre ellos, notándose que la mayoría de los genotipos muestran valores intermedios en estos tres caracteres con la utilización de una fecha de siembra tardía, esto es, disminuciones entre el 30 y 60% con respecto a la siembra temprana, a excepción del grupo 4 de genotipos, donde la mayoría fue afectada en más del 60%.

Algunas otras variedades destacaron por sufrir menor efecto ante el retraso de la siembra, mostrando reducciones menores al 30% (variedades 24, 26 y 29 del grupo 1), en contraste con variedades que tuvieron decrementos mayores del 60%. (Cuadros 1A, 2A y 3A).

Al respecto, nótese que en el genotipo 1 del grupo 4 la reducción del rendimiento debida a siembra tardía fue de 83% en relación a la siembra temprana, mientras que en el genotipo 34 del grupo 3 la reducción solo fue de 9.7%. (Cuadro 9A).

El genotipo 34 del grupo 2 presentó tasas diarias de

acumulación similares en ambas fechas de siembra, pero fue el único caso.

Ya que en la siembra tardía se presentaron disminuciones de la temperatura y precipitación que coincidieron con los períodos de la iniciación floral y con el período post-anteses (Figura 1), en el primero de los cuales se determina el número de granos de la planta, es probable que hayan provocado la disminución en este, y con ello del rendimiento económico. Pero evidentemente, el grado de respuesta dependerá de la sensibilidad de cada genotipo hacia estos factores ambientales.

Considerando que la longitud del período de llenado de grano fue similar en ambas fechas de siembra, las diferencias en la tasa de acumulación de materia seca en el grano tal vez pueden explicarse en función de reducciones en la producción de fotosintetizados, debidas a su vez a disminuciones en el rendimiento biológico. Estos efectos, provocados probablemente por la mayor variación de la temperatura y la escasez de la precipitación en la siembra tardía, no modificaron la eficiencia de los genotipos en igual magnitud.

En la mayoría de los genotipos el retraso de la siembra afectó en un bajo porcentaje al IC, ya que en promedio su valor se redujo en un 30%, que en comparación con las otras variables en las que se observaron disminuciones pro

medio del 60%, parece menos importante. Por ejemplo en los genotipos 6 y 7 del grupo 1, el retraso en la fecha de la siembra causó reducciones en su REPAR de 50.5 y 59.3%; en su NGPAR de 49 y 60.5%; y en su EFMETE de 52.5 y 59.8% respectivamente, (Cuadros 1A, 2A y 3A) mientras que el IC solo se redujo 30.9% en el genotipo 6, y 37.1% en el genotipo 7. Sin embargo, en algunos casos se apreció cierto paralelismo de respuesta al retraso de la siembra; es decir que al sufrir reducciones fuertes en el REPAR, NGPAR y EFMETE, también se tuvieron en el IC; por ejemplo, los genotipos 17, 18 y 29 del grupo 3. (Cuadros 6A, 7A y 8A). Así mismo, cuando los valores de aquellos caracteres disminuyeron en un pequeño porcentaje, el IC también lo hizo en pequeño grado al retrasarse la siembra, como es el caso de los genotipos 26 y 27 del grupo 1. (Cuadro 2A).

Algunos otros genotipos no presentaron efectos por el retraso de la siembra, sino que mantuvieron igual su IC en ambas FS (ejemplo, genotipo 33 del grupo 1). Incluso se encontraron individuos que fueron favorecidos en sus valores de IC cuando se sembraron tardíamente, a pesar de que el NGPAR, REPAR y EFMETE disminuyeron. Ejemplo, genotipo 24 del grupo 1, 29 del grupo 2, 34 del grupo 4. (Cuadros 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 9A, 10A y 11A).

En el grupo de genotipos 4, se observó nuevamente un mayor efecto con el retraso de la siembra que en los otros tres grupos, lo que probablemente se deba a las condiciones desfavorables del suelo en las que se mantuvieron los genotipos del grupo 4 sembrados tardíamente, lo cual se pudo observar desde el inicio del desarrollo de los mismos.

Dado que $IC = \frac{REPAR}{RBPAP}$, se entiende que si algunos genotipos disminuyeron en mayor medida su rendimiento económico que su índice de cosecha, es porque la incidencia de cambio más marcados en la temperatura y la reducción de la precipitación durante la FS_2 tuvieron mayor efecto en RBPAP que en REPAR, o bien que esas condiciones ambientales redujeron en proporciones semejantes a ambos caracteres, REPAR y RBPAP. Cuando el índice de cosecha disminuyó al igual que el rendimiento económico en la siembra tardía, se puede decir que las condiciones de temperatura y precipitación prevalecientes en ésta, afectaron en poca medida o nada al rendimiento biológico. Por último, si el IC mejoró al retrasarse la siembra, se debe a que el RBPAP disminuyó en mayor medida que el REPAR por efecto de este retraso, como ocurrió en el genotipo 32 del grupo 4. (Cuadro 9A).

Considerando en conjunto a los cuatro caracteres, se encontró que los genotipos afectados en menos del 30% por el retraso de la siembra en su rendimiento económico se

comportaron de igual manera en NGPAR, IC y EFMETE, con excepción de unos cuantos casos.

INTERACCION GENOTIPO X NIVEL DE HUMEDAD

En lo que se refiere a la interacción GxNH, se encontró que ésta fue importante solamente en los genotipos del grupo 2, para las variables PLLG, REPAR y NGPAR (Cuadros 12A y 13A). Como era de esperarse, bajo el tratamiento de riego, en lo general se obtuvieron los mejores resultados en REPAR y NGPAR; sin embargo, es necesario señalar respuestas variables entre genotipos en cuanto al comportamiento de estos dos caracteres bajo condiciones de riego (NH_1) en relación al que tuvieron bajo temporal (NH_2). Así, pueden diferenciarse dos grupos de genotipos: el primero, integrado por los genotipos 2, 4, 6, 7, 12 y 18 cuya diferencia para NGPAR y REPAR entre las dos condiciones de humedad fluctuó entre 10 y 19%; el segundo grupo, integrado por el resto de los genotipos estudiados, mostró diferencias que fluctuaron desde el 20 al 37%.

Así mismo, es necesario hacer notar que los genotipos del primer grupo presentaron los más altos valores de REPAR bajo las condiciones de humedad limitantes del tratamiento NH_2 , por lo que podrían considerarse como poseedores de algunas características de resistencia a la sequía; evidentemente, entre los genotipos del segundo grupo hay algunos

como es el caso del 1, 10 y 16, que presentaron los más altos rendimientos (REPAR) y por lo tanto serían altamente deseables para condiciones de ambientes favorables como es el caso del tratamiento NH_1 . En relación a los testigos (genotipos 33, 34, 35 y 36) solamente el genotipo 35 mostró poca respuesta para NGPAR y REPAR al cambio de condición de humedad y a la vez fue el que tuvo el mayor REPAR de los cuatro.

En relación al período de llenado de grano (PLLG), las diferencias entre la condición de humedad NH_1 y NH_2 fueron porcentualmente más bajas que las observadas para los caracteres NGPAR y REPAR, así mismo se observan respuestas variables de los genotipos en este sentido. Así existen genotipos como el 5, 18, 22, 24, 27, 30 y 32 cuyo período de llenado de grano no fue afectado por los tratamientos de humedad, en tanto que en el resto de los genotipos se pueden observar diferencias que fluctúan desde 1 hasta el 15%. Es necesario destacar que los genotipos 33, 34 y 36 mostraron una disminución de PLLG en NH_1 en relación a NH_2 . En general se puede decir que PLLG fue un carácter poco afectado por la condición de humedad.

INTERACCION GENOTIPO X FECHA DE SIEMBRA X NIVEL DE HUMEDAD.

La interacción de segundo orden $G \times FS \times NH$ resultó en general sin importancia, mostrando gran inconsistencia en su efecto sobre los caracteres estudiados (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

1. El retraso de la fecha de siembra alargó los días a floración y consecuentemente los días a madurez fisiológica, pero no el período de llenado de grano, en algunos grupos de genotipos atribuible ésto a la presencia de temperaturas más bajas en la siembra retrasada durante la formación de la inflorescencia.
2. La variación de los niveles de humedad no causó efectos importantes sobre el desarrollo de los genotipos.
3. El retraso de la siembra ocasionó disminuciones en el rendimiento económico (REPAR), número de granos (NGPAR), rendimiento biológico (RBPAP) y eficiencia metabólica (EFMETE), cuya magnitud varió en función del tratamiento de humedad (NH) y de los genotipos. Así, en condiciones de riego (NH₁) los genotipos de los grupos 1 y 2 tuvieron disminuciones no significativas, mientras que en los grupos 3 y 4 éstas fueron hasta del 52%; bajo deficiencias hídricas (NH₂) todos los grupos de genotipos sufrieron fuertes reducciones por el retraso de la siembra, y éstas fueron mayores que en NH₁.
4. Dado que en la siembra temprana no hubo diferencias apre

ciables en nivel de humedad por la precipitación casi diaria durante el desarrollo reproductivo de las plantas, los efectos de variación de humedad sobre REPAR, NGPAR, RBPAP y EFMETE solo fueron significativos cuando se usó la siembra tardía, notándose pérdidas hasta del 60% en temporal en relación al riego.

5. La disminución en la expresión de los cuatro caracteres anteriores en la siembra tardía y bajo condiciones de temporal, podría ser atribuida a la disminución de la precipitación y a la presencia de temperaturas relativamente más bajas que en la fecha de siembra temprana.
6. El tamaño de grano no resultó afectado por la fecha de siembra ni por los niveles de humedad.
7. El efecto de retraso de fecha de siembra sobre el índice de cosecha (IC) varió según el tratamiento de humedad - utilizado, teniéndose que bajo riego solamente los genotipos del grupo 3 mostraron efectos negativos, mientras que con restricciones de humedad, en los cuatro grupos de genotipos se redujo el IC con el retraso de la fecha de siembra.
8. La combinación de siembra tardía y condición de humedad

de temporal (FS_2NH_2) tuvo el efecto más negativo sobre REPAR, NGPAR, RBPARG, EFMETE e IC.

9. Los más altos rendimientos económicos se mostraron asociados con una alta expresión de los caracteres NGPAR, IC y EFMETE. En todos los grupos se detectaron genotipos que superaron a los testigos.
10. La correlación de REPAR con NGPAR resultó positiva, indicando que al incrementarse el número de granos también se incrementará el rendimiento económico. En cambio REPAR y NGPAR correlacionaron negativamente con TG, básicamente porque a mayor REPAR, o sea a mayor NGPAR, se producían granos más pequeños.
11. El NGPAR tuvo mayor importancia en la determinación del REPAR que el TG, ya que la magnitud de la correlación entre los dos primeros fue aproximadamente 50% mayor a la obtenida entre REPAR y TG.
12. Los coeficientes de correlación calculados indican que:
 - a) Genotipos con períodos largos de la siembra a la floración tienden a presentar períodos cortos de llenado de grano.

- b) Alto rendimiento de grano estuvo asociado con períodos a la floración y a madurez fisiológica largos.
- c) Alta eficiencia de acumulación de materia seca en el grano en función del tiempo (EFMETE) puede determinar alto rendimiento económico (REPAR), aún cuando los genotipos tengan períodos cortos de llenado de grano.
- d) Las correlaciones entre REPAR y el IC fueron variables en magnitud y signo en los cuatro grupos de genotipos, por lo que se considera que el comportamiento del IC está influenciado por el genotipo.

13. Se encontró interacción estadísticamente significativa entre genotipo y fecha de siembra, lo cual indica que no todos los genotipos respondieron igual al cambio de fecha de siembra. En el caso de la interacción genotipo y nivel de humedad, solamente en el grupo 2 ésta mostró significancia en algunos caracteres.

14. Con base en las conclusiones anteriores, se acepta la hipótesis de que la variabilidad genética entre las variedades estudiadas es suficientemente amplia para diferenciar aquellas que además de alto rendimiento sean eficientes fisiotécnicamente. La hipótesis "los ambientes

tes de evaluación permitirán cuantificar la interacción genotipo ambiente, así como la caracterización de genotipos por su adaptabilidad a cambios ambientales" solo se acepta parcialmente dado que en la siembra temprana no se lograron restricciones de humedad en el tratamiento de temporal necesarios para tal fin.

BIBLIOGRAFIA

- Aitken, Y. 1974. Flowering Time, Climate and Genotype. Melbourne University Press. 193 p.
- Aksel, R., and L.P.V. Johnson. 1961. Genetic studies in sowing to heading and heading to ripening periods in barley and their relation to yield and yield components. Can. J. Genet. Cytol. 3: 242-259.
- Angeles A., H.H. 1972. Creación de sorgos híbridos para grano en México. Anais do 1º. Simposio Interamericano de sorgo. 93-97. Brasília. 305 p.
- _____, 1975. Estado actual del cultivo del sorgo en México. International Sorghum Workshop. 28-35. Mayaguez P.R. 583 p.
- Beil, G.M., and Atkins, R.E. 1967. Estimates of general and specific combining ability in F₂ hybrids for grain yield and its components in grain sorghum, Sorghum vulgare Pers. Crop Sci. 7: 225-228.
- Bennet, M.D., J.B. Smith, and R. Kemble. 1972. The effect of temperature on meiosis and pollen development in wheat and rye. Can J. Genet. Cytol. 14: 625-636.
- Bhatt, M.G. 1976. Variation of harvest index in several wheat crosses. Euphytica 25: 41-50.
- Bingham, J. 1969. The physiological determinants of grain yield in cereals. Agric. Progr. 44: 30-42.

- Blackman, V.H. 1919. The compound interest law. *Ann. of Botany* XXXIII, No. CXXXI.
- Blum, A. 1967. Effect of soil fertility and plant competition on grain sorghum panicle morphology and panicle weight components. *Agron. J.* 59:400-403.
- Brocklehurst, P.A., J.P. Moss, and W. Williams. 1978. Effects of irradiance and water supply on grain development in wheat. *Ann. Appl. Biol.* 90:265-276.
- Castillo, G.F. 1977. Correlación entre días a floración, ciclo vegetal y rendimiento en sorgo para grano. Tesis Profesional, ENA, Chapingo, Méx. 103 p.
- Clegg, M.D. 1972. Light and yield related aspects of sorghum canopies. In: *Sorghum in the Seventies*. Ed. N.G.P. Rao y L.R. House. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. pp. 279-301.
- Dalton, L.G. 1967. A positive regression of yield on maturity in sorghum. *Crop Sci.* 7:271.
- Daynard, T.B., and W.G. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop. Sci.* 9:473-476.
- _____, and L.W. Karnenberg. 1976. Relationships between length of the actual and effective grain filling periods and the grain yield of corn. *Can. Jour. Plant. Sci.* 56: 237-242.
- Desai, M.R., and C.R. Bhatia. 1978. Nitrogen uptake and nitrogen harvest index in durum wheat cultivars varying in their grain protein concentration. *Euphytica* 27:561-566.

- Dogget, H., and D. Jowett. 1967. Yield increase from sorghum hybrids. *Nature* 216: 798-799.
- Donald, M.C., and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. in Agron.* 28: 361-406.
- Eastin, J.D. 1972a. Efficiency of grain dry matter accumulation in grain sorghum. In *Proceedings of the twenty seventh annual corn and sorghum research conference* 27: 7-17. Amer. Seed Trade Association. Washington, D.F.
- _____, 1972b. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. In *sorghum in the seven ties* 214-216. IBX and Oxford Co. New Delhi.
- _____, J.H. Hultquist, and C.Y. Sullivan. 1973. Physiologic maturity in grain sorghum. *Crop Sci.* 13: 175-178.
- Eastin, J.D., and C.Y. Sullivan. 1974. Yield considerations in selected cereals. In *Mechanisms of regulation of plant growth*. Bulletin No. 12. Wellington New Zealandi Royal Society of New Zealand.
- Fischer, K.S., and G.L. Wilson. 1975. Studies of grain production (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). V. Effect of planting density on growth and yield. *Austr. J. of Agr. Res.* 26: 31-34.
- _____, and Hille Ris Lambers. 1978. Effect of environment and cultivar on source limitation to grain weight in wheat. *Aust. J. Agr. Res.* 29: 443-458.
- Fischer, R.A., and Kertesz. 1976. Harvest index in spaced populations and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. *Crop Sci.* 16: 55-59.

- González H., V.A. y M. Livera M. 1975. Fechas de siembra en sorgo para valles altos. Informe de resultados del Campo Agríc. Exp. Chapingo, Méx. INIA-SARH. 69-72.
- González H., V.A. 1977. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo y el crecimiento del sorgo para grano - - (Sorghum bicolor Moench). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, México. 94 p.
- Inuyama, S., J.T. Musick, and D.A. Dusek. 1976. Effect of plant water deficits at various growth stages on growth, grain yield and leaf water potential of irrigated grain sorghum. Proc. Crop Sci. Japan 45:298-307.
- Jenner, C.F. 1980. Effect of shading or removing spikelets in wheat: testing assumptions. Aust. J. Plant Physiol. 7:113-121.
- Jiménez C., A.A., L.E. Mendoza O. y A. Carballo C. 1983. Estabilidad de características agronómicas y fisiológicas de líneas e híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Agrociencia 51:155-162.
- Kambal, A.E., and O.J. Webster. 1966. Manifestation of hybrid vigor in grain sorghum and the relations among the components of yield, weight per bushel and height. Crop Sci. 6:513-515.
- Leopold, A.C., and P.E. Kriedemann. 1975. Plant growth and development. McGraw-Hill Series in Organism biology.
- Lewis, R.B., E.A. Hiller, and W.R. Jordan 1974. Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. Agr. Jour. 66:589-591.
- Liang, H.L.G., C.B. Overley, and A.J. Casady. 1969. Interrelation among agronomic characters in grain sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) Crop Sci. 9:299-302.

- Livera M., M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) tolerantes al frío. Tesis de Maestro en Ciencias. C.P., Chapingo, Méx. 142 p.
- Martin, H.J. 1975. Historia y clasificación de los sorgos. En: Producción y usos del sorgo. J.S. Wail y W.M. Ross (Edts.). Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Mendoza O., L.E., V.A. González H. y J. Ortiz C. 1978. Madurez fisiológica e índices de eficiencia en sorgo. La boratorios del curso de Fisiotecnia Vegetal. Rama de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. mimeo
- _____, 1983. Estudios fisiotécnicos de sorgos realizados en el Colegio de Postgraduados (México). Fitotecnia 5:108-138.
- _____, J. Osuna O. y J. Ortiz C. 1984. Criterios agrónómicos y fisiotécnicos en la evaluación de genotipos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) tolerantes al frío. Agrociencia 55:115-126.
- Mesquita, B., E. 1973. Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.
- Molina G., O. 1975. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre algunos componentes fisiológicos del rendimiento y el contenido de nitrógeno en la planta, en seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Musik, J.T., and B.A. Dusek. 1980. Planting date and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. Agr. Jour. 72:45-92.

Nass, H.G., and B. Reiser. 1975. Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 55:673-678.

Ogunlela, V.B. 1979. Physiological and agronomic responses of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) hybrid to elevate night temperatures. PhD Tesis. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. U.S.A. (Diss Abstr. 80: 10871).

Ortiz C., J. y A. Carballo C. 1972a. La problemática del mejoramiento del sorgo de grano para los Valles Altos de México. *Anais do 1º Simposio Interamericano de Sorgo.* 75-85. Brasilia, D.F. Brasil.

_____ y A. Carballo C. 1972b. Un nuevo enfoque al mejoramiento genético de sorgo para grano. *Anais do 1º Simposio Interamericano de Sorgo.* 87-91. Brasilia, D.F. Brasil.

_____. 1977. Notas del Curso de Fisiotecnia Vegetal. *Semestre de Otoño. Rama de Genética. C.P. Chapingo, Méx.*

_____, L.E. Mendoza O. y V.A. González H. 1985. La Fisiotecnia en la formación de arquetipos vegetales. *Ciencia y Desarrollo* 60:115-120.

Ozbun J., L. 1976. Researchable areas wich have potential for increasing crop production. Cornell University. Ithaca, New York.

Pauli, A.W., F.C. Stickler, and J.R. Lawless. 1964. Developmental phases of grain sorghum (*Sorghum vulgare* Pers) as influenced by variety, Location, and Planting Date. *Crop Sci.* 10-13.

- Pérez J., G. 1976. Análisis comparativo de maíz y sorgo en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis Profesional ENA, Chapingo, Méx. 184 p.
- Phoelman M., J. 1976. Mejoramiento genético de las cosechas. Universidad de Missouri. Ed. LIMUSA, México, 453 p.
- Pinthus, M.J., and E. Millet. 1977. Interactions among number of spikelets, number of grains, and grain weight in the spikes of wheat (Triticum aestivum L.) Ann. Bot. 42: 839-848.
- Pitner, J.B., N. Sánchez D. y J.L. Puertas F. 1950. Sorgo para grano. Folleto de Divulgación No. 11 OEE. SAG. México. 24 p.
- Plaut, Z., A. Blum, and I. Armon. 1969. Effect of soil moisture regime and row spacing on grain sorghum production. Agron. J. 61: 344-347.
- Quinby, J.R. 1963. Manifestation of hybrid vigor in sorghum. Crop Sci. 3: 288-291.
- _____, and K.F. Schertz. 1975. Genética, fitotecnia y producción de semilla de sorgo híbridos. En: Producción y usos del sorgo. W.J. Wall y W.M. Ross (Edts.) Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Romo, C.E. 1977. Obtención de variedades de sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench a partir de compuestos integrados con generaciones avanzadas de híbridos. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. 109 p.
- _____, y A. Carballo C. 1981. Valles Altos 110, nueva variedad de sorgo para grano para los valles altos de México. Campo Agríc. Exp. Valle de México. CIAMEC. INIA. SARH. Folleto Técnico No. 1, 7 p.
- Rodríguez O., J.L. 1973. Estudio de fechas de siembra de sorgo en Roque, Guanajuato. Tesis Profesional. ENA, Chapingo, Méx. 76 p.

- Rosielle, A.A., and K.J. Frey. 1975. Estimates of selection parameters associated with harvest index oat lines derived from a bulk population. *Euphytica*. 24:121-131.
- Saini, H.S., and D. Aspinall. 1981. Effect of water Deficit on Sporogenesis in Wheat (Triticum aestivum L.). *Ann Bot.* 48:623-633.
- Shipley, J., and C. Regier, C. 1970. Water response in the production of irrigated grain sorghum. High plains of Texas, Texas Agricultura Experiment Station Progress Report No. 2829.
- Skaskin, F.D., and I.G. Zavedskaya. 1957. On the influence of soil moisture deficiency and nitrogen nutrition on microsporogenesis in barley. *Akad. Nauk. SSSR.* 117: 240-242.
- Singh, I.D., and N.C. Stoskopf. 1971. Harvest index in cereals. *Agron. J.* 63:224-226.
- Sinha, K.S., and R. Khanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. *Adv. in Agron.* 27:123-171.
- Sullivan, C.Y., and A. Blum. 1970. Drought and heat resistance of sorghum and corn. *Ann. Corn sorghum Res. Conf. Proc. Chicago Illinois*, 55-66.
- Suresh, K.S., and R. Khanna. 1975. Physiological, biochemical and genetic basis of heterosis. *Adv. in Agron.* 27.
- Stickler, F.C., S. Wearden, and A.W. Pauli. 1961. Leaf area determination in grain sorghum. *Agron. J.* 53:187-188.

- Takeda, K., and K.J. Frey. 1976. Contribution of vegetative growth rate and harvest index to grain yield of progenies from Avena sativa x Avena sterilis Crosses. Crop Sci. 16:817-821.
- Turrent, F.A. 1973. Estimación del potencial productivo actual de maíz y frijol en la República Mexicana INIA-PROAF. CONACYT. mimeo.
- Vasil, I.K. 1967. Physiology and cytology of anther development. Biol. Rev. 42:327-373.
- Wallace, D.H., J.L. Ozburn, and H.M. Munger. 1972. Physiological basis for yield differences. II. Variation in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. Crop Sci. 6:503-506.
- Watson, J.D. 1952. The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4:101-145.
- Wardlaw, I.F. 1971. Early stages of grain development in wheat: response to water stress in a single variety. Aust. J. Biol. Sci. 24:1047-1055.
- Wong R., R., A. Muñoz O. y L.E. Mendoza O. 1983. Efecto de la sequía sobre características vegetativas, reproductivas y de eficiencia en variedades de sorgo. Agrociencia 51:101-114.

A P P E N D I C E

Cuadro 1A. Rendimiento económico y biológico (REPAR Y RBPAP) promedio por genotipo del grupo 1 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_2 en relación a FS_1 . Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	R E P A R (Kg/parc.)			R B P A R (Kg/parc.)		
	FS_1	FS_2	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$	FS_1	FS_2	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$
1	2.21	1.23	55.6	4.81	2.98	61.9
2	1.77	1.11	62.7	4.16	3.01	72.3
3	2.19	1.15	52.5	4.7	3.61	72.6
4	1.50	0.98	65.3	4.06	3.02	74.4
5	2.07	1.08	52.2	4.67	3.18	68.1
6	2.18	1.08	49.5	4.51	3.19	70.7
7	2.48	1.01	40.7	5.12	3.22	62.9
8	1.77	1.13	63.8	3.25	2.76	84.9
9	2.28	1.01	44.3	4.85	3.39	69.9
10	2.37	1.29	54.4	4.82	3.60	74.7
11	2.07	1.27	61.3	4.24	3.14	74.0
12	2.21	1.13	51.1	4.49	3.07	68.4
13	1.99	1.36	68.3	4.05	3.26	80.5
14	2.00	1.14	57.0	4.02	3.20	79.6
15	2.04	1.21	59.0	4.34	2.98	68.7
16	2.44	1.26	51.6	4.50	3.08	68.4
17	1.93	1.26	65.3	4.31	2.95	68.4
18	2.11	1.19	56.4	4.21	2.96	70.3
19	1.91	1.37	71.7	3.82	2.97	77.7
20	2.09	1.22	58.4	4.33	3.15	72.7
21	2.02	1.24	61.4	4.20	3.10	73.8
22	2.06	1.27	61.6	4.34	3.09	71.2
23	1.67	1.28	76.6	4.15	3.15	75.9
24	1.56	1.25	80.1	3.55	2.60	73.2
25	1.74	1.20	68.9	3.42	2.84	83.0
26	1.62	1.33	82.1	3.43	2.94	85.7
27	1.76	1.31	74.4	3.71	3.09	83.3
28	2.13	1.17	54.9	4.18	2.89	69.1
29	1.68	1.30	77.4	3.52	3.16	89.8
30	2.11	1.20	56.9	4.27	3.21	75.2
31	1.99	1.26	63.3	3.95	3.04	77.0
32	1.92	1.26	65.6	3.86	2.89	74.9
33	1.97	1.17	59.4	3.85	2.27	59.0
34	1.55	1.20	77.2	3.29	2.69	81.8
35	1.99	1.22	61.3	4.20	3.44	81.9
36	1.82	1.29	70.9	3.80	3.01	79.2

Cuadro 2A. Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano (EFMETE) promedio por genotipo del grupo 1 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS₂ en relación a FS₁. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	I C			E F M E T E (g/día)		
	FS ₁	FS ₂	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$	FS ₁	FS ₂	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$
1	46.6	39.7	85.2	39.5	21.8	55.2
2	42.4	36.3	85.6	27.8	17.3	62.2
3	44.2	30.5	69.0	34.7	18.0	51.9
4	37.0	33.7	91.1	22.8	15.1	66.2
5	44.7	32.6	72.9	37.2	19.1	51.3
6	48.3	33.4	69.1	37.5	17.8	47.5
7	48.5	30.5	62.9	43.8	17.6	40.2
8	54.4	40.1	73.7	30.4	18.9	62.2
9	47.5	28.7	60.4	36.8	15.9	43.2
10	49.2	34.0	69.1	47.0	22.5	47.9
11	49.0	38.7	79.0	37.7	23.3	61.8
12	49.2	35.9	73.0	38.8	19.6	50.5
13	49.5	40.1	81.0	34.9	23.9	68.5
14	50.1	34.0	67.9	36.3	19.5	53.7
15	47.3	39.2	82.9	36.9	21.3	57.7
16	54.4	38.8	71.3	42.6	21.2	49.8
17	45.3	40.3	89.0	33.6	21.3	63.4
18	50.3	39.4	78.3	36.8	20.8	56.5
19	49.9	43.5	87.2	33.2	24.7	74.4
20	48.2	37.3	77.4	38.1	21.3	55.9
21	48.0	37.8	78.7	35.6	22.4	62.9
22	47.7	38.1	79.9	38.0	22.7	59.7
23	41.0	39.3	95.9	29.1	22.6	77.7
24	43.9	47.5	1.08	26.7	22.3	83.5
25	50.7	41.3	81.4	30.0	20.9	69.7
26	47.5	43.6	91.8	29.0	24.3	83.8
27	47.8	40.5	84.7	31.0	24.3	78.4
28	51.0	38.6	75.7	38.7	21.8	56.3
29	47.7	39.3	82.4	28.5	22.9	80.3
30	49.6	35.9	72.4	36.5	21.4	58.6
31	50.4	40.3	80.0	34.9	22.1	63.3
32	49.9	41.9	84.0	33.9	22.8	67.2
33	51.0	51.4	1.01	32.8	21.0	64.0
34	47.2	42.6	90.2	27.3	22.5	82.4
35	47.3	33.8	71.4	30.8	18.4	59.7
36	47.7	41.5	87.0	32.3	23.5	72.7

Cuadro 3A. Número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del Grupo 1, en cada fecha de siembra y porcentaje de FS₂ en relación a FS₁. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	N G P A R		
	FS ₁	FS ₂	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$
1	136 796.592	77 996.880	57.0
2	86 187.732	64 143.595	74.4
3	96 773.519	61 303.598	63.3
4	68 090.709	53 128.556	78.0
5	121 305.349	65 809.412	54.2
6	129 558.800	66 145.966	51.0
7	134 716.183	53 262.848	39.5
8	85 416.922	60 810.549	71.2
9	94 560.622	46 203.682	48.9
10	163 781.225	87 444.785	53.4
11	139 201.474	86 621.084	62.2
12	141 899.351	69 235.130	48.8
13	131 754.852	87 755.759	66.6
14	139 555.854	76 663.622	54.9
15	127 571.227	76 354.937	59.8
16	156 339.442	81 449.182	52.1
17	121 992.405	80 569.952	66.0
18	117 843.844	76 742.092	65.1
19	122 057.740	85 189.810	69.8
20	129 311.843	80 750.669	62.4
21	138 493.308	77 722.303	56.1
22	121 606.303	77 213.781	63.5
23	100 126.059	81 668.504	81.6
24	104 174.067	82 567.033	79.2
25	109 161.631	74 468.322	68.2
26	99 366.948	84 726.629	85.3
27	102 931.938	83 415.451	81.0
28	138 489.065	76 133.763	55.0
29	109 051.275	85 389.775	78.3
30	129 092.637	78 424.605	60.6
31	128 331.815	83 834.536	65.3
32	119 378.587	78 833.846	66.0
33	104 097.070	61 404.295	60.0
34	77 601.953	57 587.874	74.2
35	89 403.167	56 191.910	62.8
36	95 480.076	64 606.754	67.7

Cuadro 4A. Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano (EFMETE); promedio por genotipo del Grupo 2 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_2 en relación a FS_1 . Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	I C			E F M E T E (g/dfa)		
	FS_1	FS_2	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$	FS_1	FS_2	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$
1	47.8	46.9	98.1	31.7	20.6	65.0
2	45.9	44.4	96.7	26.2	20.3	77.5
3	49.2	42.5	86.4	34.1	22.6	66.3
4	47.7	43.8	91.8	30.3	20.6	68.0
5	30.7	17.3	56.3	46.4	40.9	88.1
6	51.6	46.7	90.5	34.9	17.8	51.0
7	52.9	42.6	80.5	30.9	18.9	61.2
8	52.0	48.5	93.3	31.6	20.1	63.6
9	50.2	49.0	97.6	29.5	21.4	72.5
10	42.4	40.8	96.2	19.9	12.3	61.8
11	49.2	42.8	87.0	34.3	18.4	53.6
12	50.4	41.8	82.9	35.0	19.3	55.1
13	51.3	47.0	91.6	32.5	18.2	56.0
14	50.4	44.9	89.1	32.9	20.1	61.1
15	45.5	47.5	1.04	26.3	20.3	77.2
16	51.1	46.9	91.8	28.0	18.3	65.3
17	50.0	47.0	94.0	26.6	19.9	74.8
18	51.6	43.2	83.7	26.5	18.8	70.9
19	46.6	47.2	1.01	24.0	18.4	76.7
20	50.3	42.4	84.3	31.3	19.2	61.3
21	49.2	44.5	90.4	31.1	19.2	61.7
22	51.3	42.6	83.0	28.9	18.2	63.0
23	52.4	38.8	74.0	27.4	16.9	61.7
24	52.0	43.9	84.4	29.2	18.2	62.3
25	51.9	42.9	82.6	25.7	15.1	58.7
26	52.2	44.6	85.4	30.0	17.2	57.3
27	49.8	43.4	87.1	33.8	21.1	62.4
28	50.3	41.1	81.7	25.6	16.9	66.0
29	29.6	45.8	1.55	14.4	12.1	84.0
30	53.1	40.2	75.7	31.7	16.6	52.4
31	47.7	32.2	67.5	29.7	15.0	50.5
32	52.0	37.7	72.5	28.7	17.1	59.6
33	51.8	50.8	98.1	23.9	18.6	77.8
34	46.1	46.4	1.01	20.7	21.7	1.05
35	50.6	32.8	64.8	29.3	13.8	47.1
36	45.7	41.9	91.7	28.2	23.4	83.0

Cuadro 5A. Número de granos por parcela (NGPAR), promedio por genotipo del Grupo 2 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS₂ en relación a FS₁. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	N G P A R		
	FS ₁	FS ₂	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$
1	114 378.7	72 084.5	63.0
2	95 988.0	75 969.5	79.1
3	124 995.3	78 922.8	63.1
4	114 324.1	76 085.2	66.5
5	111 268.3	65 778.2	59.1
6	105 286.7	67 379.7	64.0
7	122 396.3	68 554.3	56.0
8	120 805.1	73 904.0	61.2
9	109 495.5	83 067.8	75.9
10	46 851.0	36 779.3	78.5
11	133 092.5	67 296.3	50.6
12	128 230.2	70 643.9	55.1
13	121 427.3	65 486.7	53.9
14	127 422.6	75 900.1	59.6
15	103 619.6	77 083.8	74.4
16	104 611.5	63 994.3	61.2
17	98 145.0	71 722.2	73.1
18	100 618.0	68 121.7	67.7
19	92 907.8	68 725.1	74.0
20	127 217.0	77 747.1	61.1
21	125 069.5	82 077.8	65.6
22	123 023.4	74 289.3	60.4
23	106 219.8	69 115.0	65.1
24	112 977.7	70 858.5	62.7
25	104 432.6	61 878.6	59.2
26	111 171.8	69 115.9	62.2
27	128 436.2	80 558.8	62.7
28	112 856.5	70 229.0	62.2
29	49 073.5	35 050.2	71.4
30	115 729.9	61 580.2	53.2
31	117 770.8	55 204.9	49.9
32	113 375.2	72 650.9	64.1
33	81 402.0	63 602.0	78.1
34	52 701.3	54 649.4	87.1
35	91 793.0	42 926.6	46.8
36	89 100.0	69 589.2	78.1

Cuadro 6A. Rendimiento económico y biológico (REPAR y RBPAR) promedio por genotipo del Grupo 3 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS₂ en relación a FS₁. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	REPAR (Kg/parc.)			RBPAR (Kg/parc.)		
	FS ₁	FS ₂	$\frac{FS_2}{FS_1}$	FS ₁	FS ₂	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$
1	1.72	0.92	53.5	3.65	2.45	67.1
2	3.40	2.25	66.2	1.75	0.82	46.8
3	1.54	0.87	56.4	3.02	2.36	78.1
4	1.64	0.98	59.7	3.21	2.28	71.0
5	2.00	0.86	43.0	4.13	2.49	60.3
6	1.46	1.02	69.9	2.86	2.40	83.9
7	3.17	2.50	78.9	1.56	1.03	66.0
8	1.92	0.83	43.2	4.1	2.70	61.2
9	1.78	0.93	52.2	3.68	2.78	75.5
10	1.18	0.53	44.9	3.07	2.12	69.0
11	1.04	0.79	76.0	2.58	1.83	70.6
12	1.58	0.68	43.0	3.72	2.54	68.1
13	1.34	0.69	51.5	2.91	1.60	53.0
14	1.71	0.66	38.6	3.99	2.09	52.4
15	1.26	0.79	62.7	2.55	1.99	78.0
16	1.31	0.68	51.9	2.41	1.74	72.2
17	1.30	0.58	44.6	2.55	3.08	121.0
18	1.64	0.53	32.3	3.27	1.99	60.8
19	1.48	0.43	29.0	3.24	2.05	63.3
20	1.49	0.53	35.6	3.04	2.03	66.8
21	1.41	0.91	64.5	2.91	2.30	79.0
22	1.55	0.82	52.9	3.01	1.86	61.8
23	1.48	0.78	52.7	2.82	1.88	66.7
24	1.48	0.91	61.5	3.04	2.09	68.7
25	1.32	0.94	71.2	2.68	2.14	79.8
26	1.46	0.94	64.4	2.98	3.19	107.0
27	1.41	0.96	68.1	2.92	2.06	70.5
28	1.65	0.85	51.5	3.42	1.97	57.6
29	1.54	0.90	58.4	3.16	1.90	69.1
30	1.52	0.71	46.7	3.19	1.93	60.5
31	1.36	0.98	72.0	2.74	2.13	77.7
32	1.61	1.01	62.7	3.05	2.21	72.4
33	1.23	0.94	76.4	2.58	2.00	77.5
34	1.26	0.80	63.5	2.69	1.70	63.2
35	1.93	0.77	39.9	4.03	2.01	49.9
36	1.53	0.93	60.8	3.14	2.39	76.1

Cuadro 7A. Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano (EFMEFE) promedio por genotipo del grupo 3 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_2 en relación a FS_1 . Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	I C			E F M E F E (g/dfa)		
	FS_1	FS_2	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$	FS_1	FS_2	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$
1	47.8	37.3	78.0	27.2	15.0	55.1
2	51.5	36.6	71.0	29.4	13.6	46.2
3	50.9	37.1	72.9	25.7	14.1	54.9
4	51.1	42.5	83.2	28.7	16.1	56.1
5	48.6	34.7	71.4	34.9	13.4	38.4
6	51.1	42.0	82.3	25.4	16.3	64.2
7	49.1	42.1	85.7	26.1	16.8	64.4
8	43.9	30.5	69.5	29.8	11.8	39.6
9	48.9	32.3	66.0	26.8	13.2	49.2
10	38.5	25.6	66.5	20.1	8.2	40.8
11	40.5	43.0	1.0	18.2	14.2	78.0
12	42.4	27.3	64.4	27.9	11.8	42.3
13	46.0	43.5	94.6	20.7	10.8	52.2
14	42.7	31.9	74.7	29.4	11.4	38.8
15	20.6	12.4	60.2	49.5	40.0	80.8
16	54.3	39.3	72.4	21.1	10.9	51.6
17	50.8	25.9	51.0	21.8	9.4	43.1
18	50.4	26.6	52.8	27.0	9.5	35.2
19	45.6	20.5	44.9	24.7	7.6	30.8
20	48.8	26.8	54.9	24.4	9.8	40.2
21	48.7	39.9	81.9	25.0	15.5	62.0
22	51.6	44.4	86.0	26.8	14.3	53.3
23	52.8	41.4	78.4	25.6	13.4	52.3
24	49.0	43.8	89.4	24.4	14.9	61.1
25	49.4	44.4	89.9	22.4	15.1	67.4
26	49.0	35.9	73.3	25.0	15.5	62.0
27	48.2	46.5	96.5	25.6	16.2	63.3
28	48.2	43.6	90.4	29.9	14.6	48.8
29	48.8	47.0	96.3	26.4	15.4	58.3
30	47.7	37.0	77.6	26.6	11.8	44.4
31	49.7	46.0	92.5	22.5	17.0	75.5
32	52.6	45.0	85.5	28.2	18.2	64.5
33	47.9	46.7	97.5	20.9	14.3	68.4
34	47.0	47.0	100.0	21.3	16.0	75.1
35	47.7	38.6	80.9	33.4	11.4	34.1
36	48.3	37.3	77.2	27.9	16.7	59.8

Cuadro 8A. Número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del Grupo 3 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS_2 en relación a FS_1 . Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	N G P A R		
	FS_1	FS_2	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$
1	120,277.0	59,761.0	49.7
2	105,576.8	51,639.7	48.9
3	108,645.4	52,106.1	47.9
4	121,888.1	69,212.1	56.8
5	131,478.4	56,880.7	43.3
6	97,164.4	62,740.1	64.6
7	100,818.1	63,615.2	63.1
8	94,331.7	45,305.8	48.0
9	94,414.4	48,897.4	51.8
10	52,934.1	31,967.2	60.4
11	54,137.3	39,188.2	72.4
12	81,853.2	39,147.9	47.8
13	50,353.0	35,630.9	70.8
14	102,528.1	43,952.0	42.9
15	62,326.4	43,673.8	70.1
16	63,588.2	38,692.0	60.8
17	91,203.8	35,507.6	49.9
18	88,793.4	40,304.6	45.4
19	77,178.7	30,653.6	39.7
20	79,051.3	37,432.0	47.3
21	102,400.0	58,573.5	57.2
22	97,488.8	56,467.3	57.9
23	103,457.1	51,979.1	50.2
24	105,825.5	59,039.9	55.8
25	96,935.1	62,103.6	64.1
26	105,364.1	61,529.6	58.4
27	108,194.5	62,379.2	57.6
28	124,732.0	57,337.5	46.0
29	109,668.9	61,810.7	56.4
30	99,644.7	44,112.1	44.3
31	100,419.9	65,113.8	64.8
32	71,900.7	47,827.7	66.5
34	69,574.2	40,501.4	58.2
35	97,834.7	37,027.4	37.8
36	88,316.8	49,275.0	55.8

Cuadro 9A. Rendimiento económico y biológico (REPAR y RBPARG) promedio por genotipo del Grupo 4 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS₂ en relación al FS₁. Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	R E P A R (Kg/parc.)			R B P A R (Kg/parc.)		
	FS ₁	FS ₂	$\frac{FS_2}{FS_1}$	FS ₁	FS ₂	$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$
1	1.57	0.26	16.6	2.92	1.55	53.1
2	1.52	0.49	32.2	2.80	1.53	54.6
3	1.14	0.60	52.6	2.26	1.85	81.8
4	1.32	0.52	39.4	2.35	1.63	69.4
5	2.10	0.66	31.4	4.68	1.93	41.2
6	2.23	0.54	25.5	4.54	2.64	58.1
7	2.16	0.69	31.9	4.54	2.65	58.4
8	1.88	0.45	23.9	4.33	1.89	43.6
9	1.87	0.69	36.9	3.98	2.81	70.6
10	2.00	0.56	28.0	4.28	2.57	60.0
11	1.98	0.73	36.9	4.09	2.55	62.3
12	1.62	0.83	51.2	3.55	2.00	56.3
13	2.55	0.74	29.0	6.11	2.56	41.9
14	1.42	0.82	57.7	3.09	2.26	73.1
15	1.14	0.69	60.5	2.92	2.11	72.3
16	1.80	0.88	48.9	4.18	2.26	54.1
17	1.77	0.75	42.4	3.59	2.04	56.8
18	1.47	0.89	60.5	3.08	2.13	69.1
19	1.39	0.75	53.9	3.02	2.05	67.9
20	1.54	0.74	48.0	3.20	1.75	54.7
21	1.29	0.80	62.0	2.82	1.91	67.7
22	1.43	0.80	55.9	2.99	1.99	66.5
23	1.61	0.68	42.2	3.42	1.98	57.9
24	1.51	0.66	43.7	3.10	1.91	61.6
25	1.31	0.68	51.9	2.76	1.65	59.8
26	1.66	0.65	39.1	3.13	1.79	57.2
27	1.32	0.74	56.1	2.96	2.04	68.9
28	1.36	0.68	50.0	2.88	1.89	65.6
29	1.57	0.68	43.3	3.28	1.93	58.8
30	0.97	0.55	56.7	2.18	1.69	77.5
31	0.68	0.47	69.1	1.71	1.41	82.4
32	0.67	0.49	73.1	1.87	0.98	52.4
34	1.29	0.68	52.7	2.38	1.71	71.8
35	1.24	0.47	37.9	3.22	1.72	53.4
36	1.25	0.88	70.4	2.60	2.00	76.9

Cuadro 10A. Índice de cosecha (IC) y eficiencia de acumulación de materia seca en el grano (EFMETE) promedio por genotipo del Grupo 4 en cada fecha de siembra y porcentaje de FS₂ en relación a FS₁. Montecillos, Méx. 1983

Genotipo	I C			E F M E T E (g/dfa)		
	FS ₁	FS ₂	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$	FS ₁	FS ₂	$\left(\frac{FS_2}{FS_1}\right) \times 100$
1	53.5	17.2	32.1	27.4	4.7	17.1
2	55.1	33.4	60.6	25.8	8.5	32.9
3	50.1	31.7	63.3	19.6	10.3	52.5
4	56.0	31.4	56.1	23.6	9.4	39.8
5	45.1	33.7	74.7	34.6	10.8	31.2
6	51.4	23.3	45.3	37.0	9.1	24.6
7	48.1	25.5	53.0	37.0	11.7	31.6
8	41.9	26.4	63.0	34.6	7.5	21.7
9	48.6	24.9	51.2	32.2	11.4	35.4
10	46.6	23.6	50.6	33.0	9.6	29.1
11	48.2	28.8	59.7	33.6	11.6	34.5
12	45.5	42.5	93.4	26.5	11.7	47.9
13	41.6	28.9	69.5	42.2	11.8	28.0
14	46.6	35.9	77.0	22.9	12.0	52.4
15	38.5	32.7	84.9	18.5	9.7	52.4
16	43.1	38.9	90.2	31.9	14.2	44.5
17	49.3	37.1	75.2	32.0	12.6	39.4
18	47.7	42.1	88.2	26.4	15.1	57.2
19	45.8	36.8	80.3	22.6	12.6	55.7
20	48.6	43.0	88.5	27.6	12.7	46.0
21	46.0	43.1	93.7	22.5	14.0	62.2
22	47.7	42.2	88.5	24.4	13.4	54.9
23	47.4	34.8	73.4	27.1	12.0	44.3
24	49.3	36.4	73.8	25.6	11.2	43.7
25	47.6	41.9	88.0 _s	24.0	12.0	50.0
26	53.1	36.9	69.5	28.1	10.6	37.1
27	45.2	36.8	81.4	24.8	12.5	50.4
28	46.9	36.7	78.2	24.1	11.5	47.7
29	48.0	36.0	75.0 _s	29.1	11.5	39.5
30	44.3	32.9	74.3	17.2	8.9	51.7
31	39.5	31.3	79.2	12.2	7.4	60.6
32	36.2	50.0	1.38	10.8	8.7	80.5
34	54.2	41.8	77.1	22.6	12.9	57.1
35	38.4	25.3	65.9	21.0	6.9	32.8
36	48.9	43.0	87.9	22.1	16.1	72.4

Cuadro 11A. Número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del Grupo 4 en cada fecha siembra y porcentaje de FS₂ en relación a FS₁. Montecillos, Méx. 1983

Genotipo	N G P A R		$\frac{FS_2}{FS_1} \times 100$
	FS ₁	FS ₂	
1	90 149.5	21 158.5	23.5
2	88 201.1	33 877.8	38.4
3	67 432.9	39 065.1	57.9
4	84 783.9	34 710.6	40.9
5	91 226.8	34 970.6	38.3
6	98 870.9	31 408.5	31.8
7	98 504.5	37 607.3	38.2
8	88 375.8	27 533.9	31.1
9	84 140.4	36 040.9	42.8
10	90 414.0	29 587.9	32.7
11	93 649.1	40 045.3	42.8
12	79 020.2	39 633.1	50.1
13	142 787.3	45 883.6	32.1
14	75 489.2	47 660.9	63.1
15	56 276.7	34 412.5	61.1
16	106 853.2	53 613.7	50.2
17	133 495.7	50 362.2	37.7
18	100 966.5	56 861.2	56.3
19	98 855.7	50 399.5	51.0
20	106 668.7	50 750.9	47.6
21	100 392.1	51 660.7	51.4
22	97 280.4	50 656.9	52.1
23	115 184.5	45 298.1	39.3
24	113 082.9	38 977.3	34.5
25	105 224.9	45 230.2	43.0
26	111 723.8	41 216.2	36.9
27	104 570.8	50 042.8	47.8
28	102 399.9	49 673.7	48.5
29	117 294.4	48 029.9	40.9
30	59 412.6	34 430.2	57.9
31	43 725.9	30 618.7	70.0
32	35 101.7	27 309.1	77.8
34	75 920.4	44 461.9	56.3
35	70 925.7	23 711.5	33.4
36	74 175.6	45 372.5	61.2

Cuadro 12A. Rendimiento económico (REPAR) y número de granos (NGPAR) promedio por genotipo del Grupo 2 en cada nivel de humedad y porcentaje de NH_2 en relación a NH_1 . Montecillos, Méx. 1983.

Genotipo	NGPAR			REPAR (Kg/has)		
	NH_1	NH_2	$(\frac{NH_2}{NH_1}) \times 100$	NH_1	NH_2	$(\frac{NH_2}{NH_1}) \times 100$
1	129,558	85,235	65.8	2.07	1.37	66.2
2	80,070	70,261	87.7	1.51	1.36	90.1
3	89,283	68,794	77.0	1.88	1.46	77.6
4	64,851	56,368	86.9	1.30	1.18	90.8
5	104,289	82,825	79.4	1.78	1.37	77.0
6	100,551	95,153	94.6	1.72	1.53	88.9
7	102,967	85,012	82.6	1.92	1.57	81.8
8	79,080	67,147	84.9	1.61	1.29	80.1
9	80,464	60,300	74.9	1.87	1.42	75.9
10	141,193	110,033	77.9	2.05	1.61	78.5
11	133,488	92,334	69.2	1.99	1.35	67.8
12	114,077	97,058	85.1	1.85	1.50	88.1
13	124,886	94,625	75.8	1.89	1.45	76.7
14	125,335	90,884	72.5	1.81	1.33	73.5
15	115,193	88,733	77.0	1.84	1.41	76.6
16	136,184	101,655	74.6	2.11	1.58	74.9
17	123,935	78,627	63.4	1.96	1.23	62.7
18	97,439	97,147	99.7	1.78	1.52	85.4
19	119,649	87,598	73.2	1.91	1.37	71.7
20	124,195	85,867	69.1	1.96	1.34	68.4
21	117,008	99,207	84.8	1.82	1.44	79.1
22	118,062	80,758	68.4	1.94	1.38	71.1
23	108,833	72,962	67.0	1.77	1.17	66.1
24	113,579	73,162	64.4	1.74	1.06	60.9
25	101,232	82,398	81.4	1.64	1.30	79.3
26	107,032	77,061	72.0	1.67	1.28	76.6
27	111,956	74,391	66.4	1.86	1.21	65.0
28	119,918	94,704	79.0	1.88	1.42	75.5
29	114,894	79,547	69.2	1.76	1.22	69.3
30	122,643	84,874	62.2	1.93	1.38	71.5
31	125,381	86,785	69.2	1.91	1.33	69.6
32	111,508	86,704	77.7	1.80	1.39	77.2
33	96,859	68,642	70.9	1.80	1.33	73.9
34	80,928	54,261	67.0	1.65	1.09	66.1
35	76,885	68,710	89.4	1.75	1.46	83.4
36	88,893	71,193	80.0	1.73	1.38	79.8

Cuadro 13A. Periodo de llenado de grano (PLLG) promedio por genotipo del Grupo 2 en cada nivel de humedad y porcentaje de NH_2 en relación a NH_1 . Montecillos, Méx. 1983

Genotipo	P L L G (días)		
	NH_1	NH_2	$\left(\frac{NH_2}{NH_1}\right) \times 100$
1	5.7	55.1	96.7
2	65.1	61.5	94.5
3	65.1	63.0	96.8
4	66.1	65.0	98.3
5	56.1	56.5	100.7
6	64.7	54.1	83.6
7	57.7	58.0	100.5
8	61.1	57.0	93.3
9	63.7	62.0	97.3
10	58.0	51.1	88.1
11	54.1	56.0	103.5
12	58.1	56.5	97.2
13	57.7	56.0	97.0
14	58.7	55.5	94.5
15	57.0	56.0	98.2
16	58.5	57.5	98.3
17	58.7	57.5	97.9
18	56.7	58.7	103.5
19	57.7	55.5	96.2
20	56.2	55.7	99.1
21	56.7	55.2	97.3
22	55.5	55.0	99.1
23	56.7	57.5	101.4
24	57.0	57.0	100.0
25	58.5	56.5	96.6
26	54.7	56.2	102.7
27	55.2	55.5	100.5
28	55.2	53.2	96.4
30	57.2	57.0	96.6
31	58.7	54.7	93.2
32	56.2	56.0	99.6
33	56.5	59.7	105.7
34	54.7	55.5	101.5
35	68.0	63.2	92.9
36	54.7	60.5	110.6