



4 2e1

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

Facultad de Estudios Superiores  
CUAUTITLAN

“ EVALUACION DE 34 GENOTIPOS DE SORGO  
(*Sorghum bicolor* (L) Moench) TOLERANTES AL  
FRIO, EN CUAUTITLAN, MEX. ”

## T E S I S

Que para obtener el título de:  
INGENIERO AGRICOLA

Presentan:

AVALOS GUTIERREZ CLAUDIO  
LEON SALCEDO RAMON DE  
MAYA SALAZAR MARIO

Director:

DR. AQUILES CARBALLO CARBALLO

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México 1990

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

## CONTENIDO

		Pág.
	RESUMEN	
I	INTRODUCCION	1
II	OBJETIVOS E HIPOTESIS	3
III	REVISION DE LITERATURA	4
	1. Origen del Sorgo	4
	2. Antecedentes del mejoramiento del sorgo en Valles Altos	5
	3. Calidad del grano	8
IV	MATERIALES Y METODOS	22
	1. Localización geográfica	22
	2. Características climatológicas	22
	3. Material genético	23
	4. Diseño y parcela experimental	23
	5. Preparación del terreno	23
	6. Siembra	25
	7. Labores de cultivo	25
	8. Control de plagas y enfermedades	25
	9. Cosecha	25
	10. Toma de datos	26
	11. Análisis estadístico	29
V	RESULTADOS	30
	1. Análisis de varianza	30
	2. Comparación de medias	30
	3. Correlaciones	35
VI	DISCUSION	76
	1. Peso de grano	76
	2. Peso de materia seca de la panoja	77
	3. Peso total	77
	4. Daño por pájaros	78

	<b>Pág.</b>
5. Número de hijos	78
6. Inicio de floración promedio de las primeras cinco plantas	78
7. Altura de planta	80
8. Excursión	80
9. Tamaño de la panoja	80
10. Color del grano	81
11. Peso de 200 granos	81
12. Acame	82
13. Floración promedio	82
14. Terminación de floración promedio de las primeras cinco plantas	83
15. Inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas	84
16. Terminación de floración promedio de las últimas cinco plantas	85
17. Rango de floración	85
18. Enfermedades	86
19. Rendimiento	86
VII CONCLUSIONES	88
VIII BIBLIOGRAFIA	90
IX APENDICE	94

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Pág.
1	Composición química del maíz y sorgo	11
2	Comparación de los análisis de aminoácidos en granos de sorgo, otros cereales y harina de granos de soya que cumplen con las normas establecidas por la FAO. (porcentaje de proteína)	13
3	Comparación de los aminoácidos esenciales de sorgo, -soya y producto con el patrón recomendado por FAO, para un alimento balanceado.	20
4	Material genético experimental	24
5	Cuadrados medios de las fuentes de variación para - cada variable en los 34 genotipos de sorgo de grano blanco y oscuro tolerantes al frío.	36
6	Prueba de Duncan para la variable peso de grano	37
7	Prueba de Duncan para la variable peso de materia - seca de la panoja (g)	39
8	Prueba de Duncan para la variable peso total (g)	41
9	Prueba de Duncan para la variable daño por pájaros	43
10	Prueba de Duncan para la variable número de hijos	45
11	Prueba de Duncan para la variable inicio de floración promedio de las primeras cinco plantas	47
12	Prueba de Duncan para la variable altura de planta	49
13	Prueba de Duncan para la variable excursión (cm)	51
14	Prueba de Duncan para la variable tamaño de panoja	53
15	Prueba de Duncan para la variable color de grano	55
16	Prueba de Duncan para la variable peso de 200 gra - nos (g)	57
17	Prueba de duncan para la variable acame	59

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
18	Prueba de Duncan para la variable floración promedio	61
19	Prueba de Duncan para la variable terminación de floración promedio de las primeras cinco plantas (días)	63
20	Prueba de Duncan para la variable inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas (días)	65
21	Prueba de Duncan para la variable terminación de floración promedio de las últimas cinco plantas (días)	67
22	Prueba de Duncan para la variable rango de floración	69
23	Prueba de Duncan para la variable enfermedades	71
24	Prueba de duncan para la variable rendimiento	73
25	Coefficientes de correlación para todas las variables - (valores de r y probabilidades)	75

#### **Figura**

1	Corte longitudinal de un grano de sorgo maduro	9
2	Peso de grano (g)	38
3	Peso de materia seca de la panoja (g)	40
4	Peso total (g)	42
5	Daño por pájaros (%)	44
6	Número de hijos	46
7	Inicio de floración promedio de las primeras cinco plantas (días)	48
8	Altura de planta (cm)	50
9	Excursión (cm)	52
10	Tamaño de panoja (cm)	54
11	Color del grano	56

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
12	Peso de 200 granos (g)	58
13	Acame	60
14	Floración promedio (días)	62
15	Terminación de floración promedio de las primeras cinco plantas (días)	64
16	Inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas (días)	66
17	Terminación de floración promedio de las últimas cinco plantas (días)	68
18	Rango de floración	70
19	Enfermedades	72
20	Rendimiento (Kg/ha)	74

## RESUMEN

34 Genotipos de sorgo de grano blanco y oscuro, provenientes del Campo Agrícola experimental Valle de México (CAEVAMEX) con sede en Chapingo, México, fueron evaluados en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, con el fin de detectar aquellos que mejor se adaptaran, haciendo énfasis en los sorgos blancos con la posibilidad de utilizarse a futuro en la alimentación humana, mediante el análisis de 19 variables como fueron: peso de grano, rendimiento, peso de materia seca de la panoja, floración, altura de planta, daño por pájaros, entre otras.

se encontró que todos los genotipos produjeron grano, pero existió mucha diferencia entre ellos, fundamentalmente por el efecto del ataque de pájaros.

La resistencia al daño por pájaros estuvo determinada por el color del grano, quedando de manifiesto en el nulo daño a los sorgos de grano rojo, mientras que el problema fué muy notorio para los sorgos de grano blanco.

En base a los caracteres agronómicos más deseables, sobresalieron cuatro sorgos de grano rojo: Mb<sub>x</sub>6g Fg- 72-1 PL - 1x (22), B-72 B-18 (2), Hg (NgxMi) F<sub>11</sub> - 352-1 (33) y Mutation M<sub>5</sub> Sel (14).

De las variables estudiadas se detectó que el peso de 200 granos como estimador del rendimiento resultó ser eficiente ( $r=1$ ), con el que se pudieron observar sorgos de grano blanco prometedores, que fueron atacados por pájaros, para ser utilizados en la alimentación humana, previo análisis de calidad nutritiva y de nixtamalización, como fue el caso de 76 BTP 120-2 (1), Cy G<sub>6</sub> -1275-1-2R (16) y Sorghum CB-9 (31).



De entre los genotipos de grano blanco que destacaron por su rendimiento sobresalen Sorghum CB - 33 - 8 PL 2 & Sel (29), IS - 17664C x 8318-5 & Sel (34), Sorghum CB-99-7 PL 2 & Sel (28) y Sorghum CB-91-1PL Sel (26).

Tomando como punto de referencia el rendimiento, se observó que las variables que más contribuyeron en el análisis para detectar los mejores genotipos fueron peso de grano, peso total (que incluye el peso de grano y peso de materia seca de la panoja), peso de 200 granos, floración, color del grano y daño por pájaros.

La precocidad determinó en gran medida la adaptabilidad de los genotipos, quedando de manifiesto en el mayor rendimiento en sor -- gos de grano rojo.

En general, las variables número de hijos, altura de planta, excersión, tamaño de panoja y acame no contribuyeron directamente en el análisis para observar los genotipos sobresalientes, en térmi-- nos de rendimiento adaptables a la región de Cuautitlán, pero sí ex plican de alguna manera la relación de los caracteres morfológicos de la planta.

## I. INTRODUCCION

La investigación agrícola, cuyo quehacer se sustenta en crear variedades rendidoras, resistentes a plagas y enfermedades, de buenas características agronómicas, etc. es en la actualidad una necesidad imprescindible para el desarrollo de nuestro país, tanto desde el punto de vista económico como social.

Como se sabe, la dieta básica del pueblo mexicano está formada por maíz, frijol y chile, aspecto importante a considerar por los investigadores con la finalidad de buscar aquellos cultivos que tengan mayor potencialidad para complementar y hacer rica ésta. En este sentido, el sorgo se ha contemplado como un cultivo muy prometedor para introducirlo en la dieta alimenticia, principalmente en la elaboración de tortillas, panes, atoles, etc. Actualmente se dispone de variedades de sorgo de grano blanco recomendadas para la fabricación de tortillas y para su utilización en la industria de alimentos para los humanos.

Por el momento, no es posible introducir nuevos alimentos que signifiquen cambios radicales en la dieta humana, como lo sería el sorgo, pero se está estudiando como una alternativa viable, ya que por su producción en el país es importante y su calidad es muy similar a la del maíz.

El cultivo del sorgo en México ocupa el tercer lugar en superficie sembrada después del maíz y frijol, y el segundo en producción después del maíz. En 1983 la superficie sembrada fue de 1.4 millones de hectáreas con una producción de 5.1 millones de toneladas de grano, volumen insuficiente para cubrir la demanda, la cual motivó que se importaran alrededor de tres millones de toneladas. En cuanto a rendimiento, éste ha sido elevado significativamente, pues mientras que en 1970 fue de 1,797 kilogramos por hectárea, para 1983 se

incrementó a 3,600 kilogramos por hectárea. Esto se ha debido principalmente a la utilización de híbridos altamente rendidores, a variedades mejoradas y a sistemas de producción adecuados. (DGEA, 1983 y Vega, 1984).

En la actualidad, la producción de sorgo para grano en México - se obtiene en regiones agrícolas con altitud inferior a los 1,800 metros sobre el nivel del mar, debido a que en altitudes mayores (Valles Altos) los híbridos comerciales disponibles no producen grano por efecto de las bajas temperaturas.

La agricultura en los Valles Altos está conformada principalmente por el cultivo del maíz, en los Estados de Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, México, Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Oaxaca. Se estima que en estas regiones se podrían substituir en siembra un millón de hectáreas de maíz con sorgo, ya que se presentan condiciones de sequía, mismas que son mucho más difíciles para aquél. Además, generalmente el sorgo rinde más que el maíz bajo las mismas condiciones de crecimiento. Esto daría la posibilidad de obtener cosechas más remunerativas y al mismo tiempo llegar a ser autosuficientes en la producción de grano de sorgo en el país. (Romo, 1984).

Según varios investigadores, es factible incrementar la superficie sembrada con sorgo a nivel nacional, de 1.7 a 4.3 millones de hectáreas y elevar la producción de 6.1 a 12.7 millones de toneladas de grano, con lo cual además de cubrir la demanda actual de la industria pecuaria, se lograría un excedente para uso en la alimentación humana.

## **II. OBJETIVOS E HIPOTESIS**

### **Objetivos:**

I. Identificar de los 34 genotipos de prueba, los de mayor adaptación a la región de Cuautitlán, México, en base a rendimiento y características agronómicas.

II. Señalar aquellos genotipos de grano blanco que mejor se adapten, por sus posibilidades de ser utilizados en la alimentación humana.

### **Hipótesis:**

I. Hay variabilidad genética en sorgos de grano blanco y rojo en términos de potencial de rendimiento y expectativas de utilizar los sorgos blancos en la alimentación humana en México.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 1. Orígen del sorgo.

De Wet et al, (citados por House, 1982) mencionan que es difícil determinar dónde y cuándo ocurrió la domesticación del sorgo.

Martin, (1975) señala que existen indicios de que el sorgo es originario del Africa Oriental (probablemente Etiopía o Sudán) y que habría aparecido en tiempos prehistóricos entre 5,000 y 7,000 años atrás o tal vez más.

Dogget, (1965) reporta que el cultivo del sorgo tuvo su origen en Africa. Comprobó que de un total de 28 especies clasificadas por Snowden en 1955, 20 aparecían en Africa en el cuadrante Noreste (al Este de la longitud 10°E y al Norte de la latitud 10°S).

Murdock, 1959 (citado por House, 1982) ha sugerido que el sorgo pudo haber sido domesticado por la gente del Mande, alrededor de las aguas del Río Niger.

Vavilov, 1935 (citado por Dogget, 1965) localizó el Desarrollo del sorgo cultivado en su centro Abisinio de origen.

De Candolle, 1886 (citado por House, 1982) afirma que el cultivo del sorgo tuvo su origen en Africa, porque en ese continente existe una gran cantidad y diversidad de tipos de este cereal.

Poehlman, (1979) menciona que los sorgos son nativos de ciertas regiones de Africa y Asia, donde se han cultivado desde hace más de 2,000 años.

Robles, (1978) reporta que el sorgo ha sido conocido en la India desde las épocas prehistóricas y se sabe que se producía en Asiria ya en el año 700 antes de nuestra era; agrega que Plinio menciona que el sorgo había sido llevado a Roma desde la India.

Rachie, (1975) menciona que la India y China se consideran centros secundarios de origen del sorgo.

## 2. Antecedentes del mejoramiento del sorgo en Valles Altos.

Pitner et al, 1950 (citados por Livera, 1975) reportan que las primeras investigaciones con sorgo en México se iniciaron en 1944 en Chapingo, México, cuya altura es de 2,240 metros sobre el nivel del mar; asimismo, que en 1949 se evaluaron 15 variedades, tanto en Chapingo como en otras cuatro localidades con altitudes menores. De las 15 variedades, solamente 11 maduraron. Los rendimientos de las 4 variedades superiores fluctuaron entre 1.5 y 2.5 toneladas por hectárea en contraste con lo obtenido en las otras localidades donde los rendimientos de las variedades superiores fueron mayores de 3 toneladas por hectárea. Por otra parte, realizando experimentos en varias localidades de México, señalan como límite para la producción de grano 1,900 metros sobre el nivel del mar.

Livera, (1975) reporta que con el objetivo de adaptar al sorgo en altitudes superiores a los 1,800 metros sobre el nivel del mar, se sembraron en Chapingo, México líneas precoces y algunas variedades observándose en general un crecimiento muy lento y que solamente después de 150 días, menos del 10% del material total produjo semilla.

Angeles, (citado por Livera, 1975) reporta que antes de 1944, el sorgo ya se cultivaba en México en pequeña escala y que en lo

que se refiere a la investigación en partes altas, ésta se suspendió a partir de 1951, debido a los bajos rendimientos obtenidos a más de - 1,900 metros de altitud.

Carballo y Muñoz (citados por Romo, 1984) señalan que en 1960 el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), consideran que los factores limitantes en la agricultura de temporal en los Valles Altos de México son la escasa y mal distribuida precipitación, así como las heladas tempranas y las tardías que afectan principalmente a los cultivos de maíz y frijol, inició un Programa de Mejoramiento Genético del Sorgo, con el fin de obtener genotipos adaptados a estos Valles, con el objeto de diversificar la agricultura temporalera. Por lo tanto, el principal objetivo fue llegar a obtener variedades de sorgo con alto rendimiento y buenas características agronómicas.

Ortiz y Carballo, (citados por Livera, 1975) reportan que el mejoramiento del sorgo para los Valles Altos de México, se inició con la búsqueda de genotipos tolerantes al frío, a través de la introducción de variedades africanas, sobresaliendo por su adaptación las variedades Nyundo, Mabere y Magune.

Livera, (1975) reporta que en 1961 se realizaron cruzamientos con fuentes de precocidad y planta baja, para obtener posteriormente las generaciones avanzadas y practicar selección individual y masal, con base en las características de precocidad, rendimiento, adaptación y, en general, buenas características agronómicas. Todo este programa de selección hasta 1969 fue realizado en Chapingo. De 1970 a 1972, se realizaron ensayos de rendimiento y observaciones de los materiales sobresalientes en diferentes localidades de Valles Altos de los Estados de México y Puebla.

Livera, (1975) menciona que el Programa de Sorgo para los Valles altos se inició formalmente en 1973; se efectuaron trabajos para determinar las prácticas de cultivo óptimas y se realizaron estudios - sobre la problemática del cultivo en la zona. Como resultado de este nuevo enfoque, se observó el efecto de la altitud y la temperatura en la producción de grano.

Livera y Carballo, (1974) reportan que seleccionaron 20 genotipos que en 1973 se sometieron a observación y prueba en alturas de 1,800 a 2,600 metros; de ellos se seleccionaron 10 líneas a las que se les practicó selección masal para disminuir su variabilidad en varias características de la planta. De cada línea se seleccionó el estrato más precoz y de mejores características agronómicas y son ellos quienes actualmente forman las primeras variedades experimentales - de sorgo tolerantes al frío para Valles Altos.

Romo, (comunicación personal) informa que como logros principales del programa se cuenta con 10 variedades experimentales de - buen rendimiento, amplia adaptación y buenas características agronómicas, recomendables para zonas de riego o zonas de temporal donde la presencia de heladas tempranas sea mínima. De estas 10 variedades, el Programa entregó en 1983 a la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), la variedad Valle Altos 110.

Cejudo et al, (1979) reportan que existen 9 líneas procedentes - de ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos) con buenas características y están siendo mejoradas para incorporarles el carácter tolerancia al frío, para que puedan ser cultivadas en altitudes superiores a los 1,800 metros sobre el nivel del mar.



Romo y Vartan, (1983) reportan que en los Valles Altos de México, principalmente el INIA e ICRISAT, están realizando trabajos de investigación, encaminados a la obtención de genotipos de sorgo de buena calidad para la alimentación humana.

### 3. Calidad del grano.

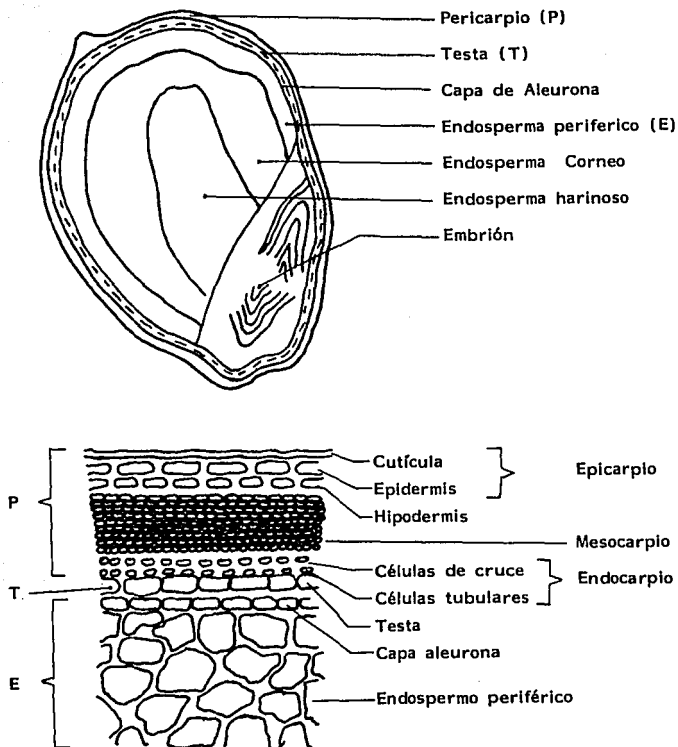
#### Estructura del grano.

Rooney y Miller, (1982) mencionan que el conocimiento de la estructura del grano y su relación con la calidad del mismo puede utilizarse, en la práctica, en la selección para calidad de sorgo realizada en el campo.

Freeman, (1975) menciona que la semilla madura consta de embrión o germen y del endosperma, ambos rodeados por una fina capa cutinosa; una cubierta externa denominada pericarpio encierra la semilla, que se fusiona con dicha capa. El endosperma comprende la porción mayor (80 al 85%) del grano de sorgo, por lo que sus características son de particular interés para determinar la calidad del grano. Este, está constituido principalmente por almidón de dos clases: amilopectina y amilosa. Incluye también una fila única de células llamada capa de aleurona. Debajo de ésta hay una región de células con una densa matriz proteica, de dos a seis capas concéntricas que recibe el nombre de capa periférica del endosperma.

Rooney y Miller, (1982) mencionan que el grano de sorgo está compuesto de tres partes principales: la cubierta exterior (pericarpio), el tejido de almacenamiento (endosperma) y el embrión (germen). El pericarpio, que se origina en la pared del ovario, consta de cuatro partes: el epicarpio, el mesocarpio, la capa de células transver-sales y la capa de células tubulares. El epicarpio es la parte más externa del grano y a menudo es dividida en epidermis e hipodermis.

Figura I. Corte longitudinal de un grano de sorgo maduro.



Fuente: Rooney, 1982.

La primera capa de células es la epidermis, que consiste de células rectangulares, tupidas, recubiertas de una capa de cutina y que frecuentemente contiene pigmentos. La hipodermis puede tener de una a tres capas de células, pero éstas son más pequeñas que las de la epidermis. La parte central es el mesocarpio, que puede variar en espesor y en contenido de almidón. La capa interna del pericarpio es el endocarpio que consiste de las capas de células transversales y tubulares. El embrión está compuesto de dos partes principales: el eje embrionario y el escutelo. Las células del germen son modificadas a células de transferencia que funcionan como transporte de humedad, microorganismos y componentes solubilizados del endosperma. Las células del escutelo contienen glóbulos de aceite, cuerpos proteicos y sólo unos pocos gránulos de almidón. (figura 1).

#### Aspectos nutricionales del Sorgo.

Suárez, (1977) señala que dentro del mejoramiento genético, se ha tenido como meta fundamental el aumento del rendimiento en los cultivos y ha sido hasta hace pocos años cuando se ha enfocado el mejoramiento hacia la calidad de los productos agrícolas. Aunado a ello, han de considerarse no sólo la cantidad y calidad de proteína, sino otros componentes como contenido de almidón, taninos, energía y además su textura.

Sánchez, (1978) analizó la composición química del sorgo y maíz y encontró que es muy similar entre ambos; sin embargo, el sorgo supera al maíz en contenido de carbohidratos, proteína y fibra cruda, no siendo así para los lípidos. (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química del maíz y sorgo.

Grano	Humedad	Carbohidratos	Proteína (Nx6.25)	Lípidos	% Fibra cruda
Sorgo	9.9	84.7	11.0	2.8	2.5
Maíz	13.0	70.5	9.1	4.4	2.2

Fuente: Sánchez, 1978.

En relación al contenido proteico del grano de sorgo, se reportan algunos resultados por varios investigadores.

Miller et al, 1964 (citado por Wall y Blessin 1975) realizaron ensayos con diferentes híbridos y encontraron un contenido proteico de 7 a 10%.

Cuca y Avila, 1974 (citados por Suárez, 1977) informaron un rango de proteína en sorgo de 6.5 a 12%.

Virupaksha y Sastny, (citados por Wall y Blessin, 1975) examinaron 44 variedades de sorgo de la colección mundial y de cinco híbridos, en función del contenido de proteína y de lisina, y encontraron que los valores proteicos oscilaron entre 8.5 y 18.2%. Establecieron una correlación general entre el alto contenido proteico y una baja proporción de lisina en la proteína. Determinaron la composición de los aminoácidos de las fracciones proteicas del endosperma de un grano de sorgo (CSH-1 Bijapur) y encontraron que la lisina, la treonina y la metionina son los aminoácidos esenciales más deficientes.

Miller, 1964; Waggle et al , 1967; Deyoe y Shellenberger, 1965 (citados por Wall y Blessin, 1975) y Barleson et al 1960; Shoup et al 1968; (citados por Cejudo, 1974) demostraron que la variación en el contenido de proteína y aminoácidos del sorgo está en función de factores como la fertilización nitrogenada, variedad e hibridación, - así como el ambiente en el que se desarrolla el cultivo.

Para tener una idea del valor nutritivo del sorgo es necesario - tomar como punto de referencia la composición de aminoácidos de -- otros cereales, comparados con el patrón que establece la FAO.

Wall y Blessin, (1975) proporcionan un resumen del contenido - de aminoácidos de varios cereales y de la harina de grano de soya, - y comparan esos análisis con las recomendaciones de la FAO, para - la composición de aminoácidos esenciales de una proteína balanceada para la dieta humana. (cuadro 2)

Del cuadro 2 se puede observar que el sorgo tiene un valor nu\_ tritivo ligeramente mayor que el maíz, y si se compara su composi -- ción con la de otros cereales, vemos que, en general, las diferencias son importantes en cuanto a Valina, Leucina, Isoleucina y Fenilalanina con valores superiores para el sorgo. Del patrón de la FAO los valores son superiores para el contenido de Valina, Leucina y Feni - lalanina.

Cejudo, (1974) encontró que el grano de sorgo es deficiente en Lisina y afirma que puede ser corregido disminuyendo el contenido - de Prolina, con lo que aumentan las fracciones de albúmina, globuli - na y glutelina. Lo anterior se lograría mediante el desarrollo de va - riedades mejoradas.

Cuadro 2. Comparación de los análisis de aminoácidos en granos de sorgo, otros cereales y harina de granos de soya que cumplen con las normas establecidas por la FAO. (porcentaje de protefina)

Aminoácidos	S O R G O S			1 6 0	Mafz	Trigo	Arroz	Harina de soya	Norma Prov. de FAO
	RS610	59-MH	CSH-1	Cernum					
Lisina	2.1	1.8	1.7	3.1	2.7	2.5	3.4	6.9	4.3
Histidina	2.2	2.0	2.0	2.3	3.03	2.0	2.2	2.6	
Arginina	2.8	2.5	2.9	4.9	5.2	3.6	2.1	8.4	
Acido Aspártico	6.6	6.0	6.2	9.1	6.8	3.4		12.6	
Treonina	3.2	3.0	3.2	3.6	3.6	2.5	3.4	4.3	3.3
Leucina	4.4	4.2	4.7	5.2	4.7			5.6	
Acido Glutámico	21.5	21.9	23.4	21.3	29.3			21.0	
Prolina	8.1	7.7	8.6	12.7	10.0	10.3		6.0	
Glicina	3.3	2.9	2.8	3.2	4.0	3.4		4.5	
Alanina	9.5	9.5	13.5	10.3	8.1	3.0		4.5	
Cisteína	1.1	1.0			1.6	4.0	1.2	1.6	1.7
Valina	5.2	4.7	5.4	4.2	4.7	2.9	6.2	5.4	2.8
Metionina	1.5	1.5	0.83	1.1	1.7	1.0	1.4	1.7	1.7
Isoleucina	3.9	3.8	3.7	3.8	3.5	4.2	5.2	5.1	4.3
Leucina	13.3	13.9	13.2	12.7	12.4	6.6	8.2	7.7	4.9
Tirosina	1.6	1.4	1.9	2.2	4.4	3.5	5.7	3.9	2.5
Fenilalanina	5.0	4.8	5.1	4.6	5.0	4.9	5.2	5.0	2.9
Triptófano	1.0	1.0			1.0			1.3	1.1
Proteína %	10.0	10.1	16.5	17.7	10.0	12.0	9.0	61.4	

Fuente: Wall y Blessin, 1975.

House, (1982) ratifica que la calidad de la proteína del sorgo es deficiente como la de varios otros cereales, a causa de una baja concentración de Lisina.

Jannbunathan et al, (1975) de 9,000 líneas de la colección mundial de sorgo, seleccionaron 2 líneas harinosas de origen etíope - (IS11758 y IS11167) con alta concentración de Lisina y relativamente altos niveles de proteína. Practicaron cruzamientos de estas líneas con sorgos normales y encontraron que el carácter de alto contenido de lisina es de herencia simple y puede ser fácilmente transmitido por los procedimientos de mejoramiento genético comunes.

Cejudo, (1974) menciona que la disponibilidad de la proteína también está limitada en algunos genotipos de sorgo por la presencia de compuestos polifenólicos no identificados que se localizan en la testa del grano. Estos compuestos pigmentados no han sido definidos desde el punto de vista químico y generalmente se les refiere como "taninos". Agrega que no se conoce bien la forma en que influyen estos compuestos de taninos pigmentados sobre la calidad nutricional del sorgo.

Axtell, (1976) menciona que existe una interacción importante entre contenido de taninos y calidad proteica en el grano, lo que no ocurre con la mayoría de los otros cereales.

#### El Sorgo en la alimentación humana.

Axtell, (1976) menciona que el sorgo es el cuarto cereal más importante en el mundo después del arroz, trigo y maíz.

Martin, (1975) y Axtell, (1976) reportan que en Africa y muchas partes de Asia, es la principal fuente de energía para millones

de gentes y proporciona la mayor fuente de proteína en la dieta humana.

Murty et al, (1982) reportan que del sorgo producido a nivel mundial, el 53% es destinado para consumo humano. En el Continente Africano el 85% de la producción total de sorgo es utilizado en la alimentación humana. Existen 8 categorías de alimentos tradicionales-elaborados con sorgo: panes sin levadura (roti, tortillas), panes con levadura, atoles, productos cocinados a vapor, productos tipo arroz, botanas y bebidas alcohólicas y no alcohólicas.

Dogget, (1965) menciona que la dieta básica en la mayor parte de Africa Oriental es una pasta espesa que se hace añadiendo harina molida al agua caliente. Además, el sorgo es un grano apto para hacer cerveza.

Rachie, (1975) menciona que el sorgo en Asia se utiliza casi enteramente para alimentación humana y se prepara en infinidad de formas. Puede ser molido, cocinado, horneado o fermentado (como bebida), resultando un alimento nutritivo para el ser humano; y el sobrante de las partes vegetativas se puede usar como forraje para el ganado. En América y Europa se utiliza principalmente para alimentación de ganado, como adición amilácea para la elaboración de cerveza y, actualmente, ha comenzado su utilización como materia prima para harinas preparadas, panecillos, miel y en la industria de adhesivos.

House, (1982) menciona que uno de los alimentos humanos más comunes hechos con sorgo es un pan sin levadura preparado con harina de grano molido. Para este propósito, generalmente se prefiere un grano duro aperlado. También el sorgo puede hervirse para producir una especie de atole.



Herrera, (1982) reporta que en El Salvador, el sorgo ocupa el tercer lugar entre los cereales que se utilizan en la alimentación humana. Es consumido especialmente en aquellas áreas donde no se cultiva el maíz o donde éste produce bajos rendimientos. El sorgo es consumido especialmente en forma de tortilla y es un alimento básico en la dieta de los Salvadoreños.

Futrell y Jones (1982) mencionan que el sorgo es utilizado en el sur de Honduras para la elaboración de tortillas, atole, rosquetes y alborotos. Para la elaboración de tortillas se utiliza el proceso de nixtamalización aplicado al maíz, con la ventaja de que el sorgo requiere menos tiempo de cocimiento.

Actualmente se estudian los problemas que presenta el sorgo en la elaboración de productos alimenticios que tengan aceptación humana y que a su vez presenten un balance apropiado de aminoácidos requeridos en la dieta humana.

Bustos et al, (1982) mencionan que el sorgo en México ya se considera una alternativa en la elaboración de tortillas, base de la dieta del pueblo mexicano y de algunos países de América Central, ya que la calidad es muy similar a la del maíz y las técnicas para su elaboración resultan incluso más baratas.

Cejudo et al, (1979) indican que el principal problema que se estudia en el laboratorio de Tecnología de Alimentos del CIAMEC-INIA es la manifestación de colores desagradables y oscurecimientos durante el procesamiento del producto alimenticio, los cuales son debido a oxidación de pigmentos y fenoles que contiene el grano.

Rooney, 1971 (citado por Cejudo, 1979) señala que en los alimentos procesados para consumo humano, elaborados con harina de sorgo, intervienen otros factores en la presentación del producto,

como son las reacciones de oscurecimiento, tanto enzimático como no enzimático que producen colores desagradables al producto final.

Cejudo et al, (1979) señalan que el grano de sorgo posee compuestos fenólicos de los cuales los taninos, localizados principalmente en la testa del grano, producen colores y sabores desagradables al procesar el grano para consumo humano, además de reducir la digestibilidad del alimento. Indican que mediante mejoramiento genético es posible eliminar la testa del grano de sorgo y obtener así líneas exentas de taninos.

Cejudo et al, (1979) en un estudio de las características físicas del grano de sorgo y su relación con el proceso de nixtamalización, utilizando granos de color crema, naranja, blanco y amarillo brillante, concluyen que al aumentar la concentración de cal, el color del grano se oscurece más, aún en las variedades de grano claro.

Cejudo et al, (1979) en otro estudio con los mismos materiales para extraer los pigmentos de sorgo nixtamalizados, remojando el grano en solución de cloruro férrico antes de la nixtamalización con el fin de oxidar los compuestos fenólicos para impedir la formación de colores oscuros en la nixtamalización y molienda, llegaron a la conclusión de que las sales férricas reaccionan con los fenoles produciendo colores oscuros que persisten en el nixtamal; que aumentando la concentración de iones férricos se aumenta la obscuridad de la masa, y que se pueden hacer extracciones de pigmentos con agua en ebullición, eliminando el extracto y agregando la lechada de la cal para continuar la nixtamalización.

Sánchez, (1980) realizando una serie de pruebas de nixtamalizaciones para tortillas de sorgo, con concentraciones de cal de 4% (4 g de cal/100 g de sorgo), 5% y 6%; temperaturas de 75°C, 80°C y

tiempo de nixtamalización de 25 a 35 minutos, concluye que sí es posible hacer harina de sorgo nixtamalizado para tortillas; las propiedades físicas tienen similitud con las del maíz y las diferencias son susceptibles de reducción, variando las condiciones de proceso. El aumento de calcio durante la nixtamalización tiende a aumentar la resistencia de continuidad de extensión, y que la elaboración de harina de sorgo sólo tiene pequeños cambios en la concentración de aminoácidos.

Cejudo *et al.*, (1979) realizando diferentes mezclas de maíz y sorgo para la elaboración de tortillas, encontraron que a medida que aumentaba la proporción de sorgo aumentaba el color oscuro; con la proporción 75% de maíz y 25% de sorgo se obtenían excelentes tortillas. Analizando materiales de ICRISAT, algunas líneas "tortilleras" dieron buenos resultados en todas las proporciones, en comparación con tortillas hechas con maíz de grano blanco cristalino.

Hurtado, (1982) haciendo una evaluación del contenido de taninos y fenoles en varias líneas de sorgo, encontró 60 líneas que contienen menos de 0.04 Equivalentes de Catequina (E.C.) y menos de 0.05 mg. de Acido Tánico (A.T.)/g. de sorgo, mismas que son viables para consumo humano.

Sánchez y Salazar, (1982) analizaron diferentes mezclas de sorgo y soya agregando Lisina y Metionina; encontraron que la tortilla más aceptada fue aquella formulada con 80% de sorgo y 20% de soya más 0.13% de Lisina y 0.10% de Metionina. Esta fórmula comparada con el sorgo, soya y el patrón recomendado por FAO. De estos resultados observaron que la deficiencia en Metionina en la soya es mayor que la del sorgo y ambos no cumplen con las recomendaciones de FAO, por lo que es indispensable la adición de Metionina comercial hasta niveles nutricionales adecuados, procurando no cambiar en forma relevante el sabor; en cambio el contenido de Lisina es casi

el doble que el del sorgo; sin embargo, es ligeramente mayor que el del patrón de FAO. (cuadro 3).

Bedolla y Rooney (1982) reportan que el sabor y aroma de las tortillas de sorgo y maíz son comparables de acuerdo a una evaluación organoléptica que realizaron, pero no así el color verde-amarrillo de las tortillas de sorgo. Señalan que este defecto puede mejorarse mediante un proceso de decorticación en el que se remueve aproximadamente un 13% del peso original del grano (pericarpio), sitio donde se encuentran localizados los compuestos fenólicos que producen colores indeseables durante la nixtamalización. Mencionan que los niveles de reemplazo más aceptables en tortillas hechas con maíz y sorgo, fueron de 60:40 maíz blanco : sorgo blanco decorticado, y 80:20 maíz blanco: sorgo blanco integral, estableciendo así la viabilidad técnica del sorgo en la fabricación de tortillas. En cuanto a las características del grano, dicen que las mejores tortillas se obtienen con granos de endospermo intermedio y provenientes de una planta de color semi-claro; además de que no todos los sorgos blancos producirán tortillas con un color aceptable, ya que en algunas ocasiones las condiciones ambientales donde crece la planta influyen en los cambios en el color del grano. Concluyen en su trabajo que, bajo el proceso de decorticación, las mejores tortillas obtenidas fueron aquellas elaboradas con una mezcla de 50 partes de sorgo blanco y 50 partes de maíz blanco, y en sorgo rojo, una mezcla de 30 partes con 70 partes de maíz blanco.

Cuadro 3. Comparación de los aminoácidos esenciales de sorgo, soya y producto con el patrón recomendado por FAO para un alimento balanceado.

	Aminoácidos esenciales (g/100g proteína)							
	Leucina	Lisina	Valina	Treonina	Isoleucina	Fenilalanina	Metionina	Triptófano
Sorgo	16.11	2.38	6.00	3.47	4.77	6.13	1.86	1.25
Soya	7.21	5.86	4.69	3.67	4.50	4.75	1.07	1.31
FAO/WO (1973)	7.0	5.5	5.0	4.0	4.0	3.0	2.2	1.0
Mezcla Producto	11.63	4.47	5.16	3.35	4.43	5.17	2.06	1.36

Fuente: Sánchez y Salazar, 1982.

Bustos et al., (1982) realizaron algunas pruebas para seleccionar variedades de sorgo para la elaboración de tortillas; de 14 variedades analizadas encontraron que la variedad de sorgo Salvador - C.A. (tortillero) criollo amarillo, produjo tortillas de buenas características.

Serna et al., (1984) estudiando la calidad nutritiva de tortillas de sorgo y maíz encontraron que el sorgo tiene aproximadamente un 95% del valor nutricional del maíz. Agregan que si tortillas de sorgo con buenos atributos organolépticos y de color pueden ser producidas comercialmente, éstas pueden substituir parcial o totalmente a las tortillas de maíz, sin disminuir significativamente el valor del producto ofrecido al consumidor.

Hurtado (1983), evaluó 15 híbridos de sorgo de grano blanco en la elaboración de tortillas y encontró que tres de ellos obtuvieron calificación buena al utilizarlos en forma integral (100%), y al mezclarlos con maíz desde el 75% de sorgo, obtuvieron calificación de excelente. Dos de esos tres sorgos resultaron ser los más rendidores.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 1. Localización Geográfica.

El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola primavera - verano de 1981 en los terrenos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC), UNAM, ubicada en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, que se encuentra localizada entre los 19° Latitud Norte y los 99° Longitud Oeste y a una altura de 2250 - metros sobre el nivel del mar.

##### 2. Características Climáticas.

Reyna (1978), analizó los datos de temperatura y precipitación disponibles, y de acuerdo con el sistema de Koppen modificado por - García (1964), define el clima de la región como C(Wo) (W) b(1') - templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano e invierno seco (con menos del 5% de la precipitación total - anual), con verano largo y fresco y respecto a la oscilación de temperatura, ésta tiende a ser extremosa. El régimen de lluvias en -- Cuautitlán es de verano, concentrándose ésta en los meses de mayo a octubre y en invierno se recibe una mínima parte (menos del 5% - del total anual). La precipitación promedio anual es de 605 mm., - siendo el mes de julio el más lluvioso con 128.9 mm. y febrero el más seco con 3.8 mm. La temperatura promedio en la región es de 17.5° C; julio es el mes más cálido con una temperatura promedio de - 18.3°C y el más frío enero, con una temperatura promedio de 11.8°C. Las primeras heladas se presentan comúnmente a principios del mes de octubre (heladas tempranas) y las últimas a principios del mes de abril (heladas tardías). Así, el período libre de heladas está - comprendido entre la segunda quincena de abril y los últimos días - de septiembre.

### 3. Material Genético.

Los 34 genotipos de sorgo probados fueron proporcionados por el Programa de Sorgo del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). (cuadro 4).

### 4. Diseño y parcela experimental.

El diseño experimental fue Bloques al Azar, con cuatro repeticiones, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Observación  $j$  del tratamiento  $i$

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$\beta_j$  = Efecto del bloque  $j$

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

La parcela experimental fue de 2 surcos de 5 metros de largo y 0.65 metros de ancho; la parcela útil consistió de 8 metros lineales.

### 5. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó de acuerdo a la costumbre de la región y consistió en el barbecho, rastreo, surcado y trazo de canales de desagüe.



Cuadro 4. Material genético experimental. CIAMEC, CAEVAMEX.  
INIA. 1981.

No. DE GENOTIPO	GENEALOGIA	ORIGEN
		A) BATAN 80
1	76 BTP 120-2	CB-28
2	72 B-18	CTYT 23
3	3	Increase - 6
4	76 BT15xP721	Increase - 42
5	76 BT17xCyF <sub>9</sub> -3-10	Increase 46
6	P <sub>2</sub> F <sub>3</sub> C 41-1	CB-681
7	15 12665x80 18-1	CB - 285
8	76 BT 9 - 1	CTyT-8
9	SA 8827xMan64	CTyT-3
10	76 BTP-1-1	CTyt-9
11	76 BTP-15	CTyT-1
12	SA 5875x80216	CTyT-15
13	76 BTP-28-3	CB-305
14	Mutation M <sub>5</sub> Sel	80-80-242
15	Mutation M <sub>5</sub> Sel	80-80-377
		B) Zacc. 80-81
16	Cy C <sub>6</sub> -1275-1-2#	282 M <sub>2</sub> PL
17	Sorghum CB-91-7PL-1 # Sel	342 M <sub>2</sub> PL
18	Sorghum CB-72-4 # Sel	343 M <sub>2</sub> PL
19	Sorghum CB-9-2# Sel	344 M <sub>2</sub> PL
20	Sorghum CB-123-1# Sel	350 M <sub>2</sub> PL
21	Sorghum CB-82-4PL3# Sel	354 M <sub>2</sub> PL
22	Mbx6g Fg-72-1PL-1#	355 M <sub>2</sub> PL
23	Cy C <sub>3</sub> -2 #	356 M <sub>2</sub> PL
24	Sorghum CB-1-3# Sel	357 M <sub>2</sub> PL
25	Soeghum CB-37-1# Sel	359 M <sub>2</sub> PL
26	Sorghum CB-91-1PL Sel	372 M <sub>2</sub> PL
27	Sorghum CB-1-2PL-1# Sel	381 M <sub>2</sub> PL
28	Sorghum CB-99-7PL-2# Sel	384 M <sub>2</sub> PL
29	Sorghum CB-33-8PL-2# Sel	385 M <sub>2</sub> PL
30	Sorghum CB-98-1PL-2PL Sel	390 M <sub>2</sub> PL
31	Sorghum CB-9	391 M <sub>2</sub> PL
32	Sorghum CB-123-1PL-2# Sel	393 M <sub>2</sub> PL
33	Hg (Ng x H1) F <sub>11</sub> -352-1	395 M <sub>2</sub> PL
34	I S17 664C x 8318-5x Sel	396 M <sub>2</sub> PL

#### 6. Siembra.

La siembra se hizo a chorrillo el día 26 de mayo de 1981. Se aclareó dejando una planta por mata cada 10 cm.

#### 7. Labores de Cultivo.

Para controlar malezas se aplicó una mezcla de Hierbamina y Gesaprim 50% a razón de 1 litro y 1 kg. por hectárea respectivamente. La aplicación se hizo de preemergencia al cultivo y fue el día 9 y 10 de junio de 1981. La primera labor de cultivo se realizó a los 40 días de la siembra, con azadón; y la segunda 20 días después de la primera con tiro de caballos.

Se aplicó una fórmula de fertilización de 80-40-00 utilizando como fuentes Urea y Superfosfato de calcio triple; 40-40-00 al momento de la siembra y 40-00-00 en la primera labor de cultivo.

#### 8. Control de Plagas y Enfermedades.

El cultivo de sorgo se mantuvo relativamente libre de la incidencia de plagas y enfermedades durante todo el ciclo, por lo que no hubo necesidad de hacer aplicaciones con productos químicos.

#### 9. Cosecha.

La cosecha se realizó el 23 de diciembre de 1981, cortando en forma manual todas las panojas de cada parcela útil y depositándolas, por tratamiento, en costales de manta. Luego se pesaron para obtener el peso total que representa el peso de la panoja más el grano. Posteriormente se realizó la trilla en forma mecánica y se procedió a pesar el grano de cada tratamiento.

A razón de que se tuvo una gran incidencia de daño por pájaros, se procedió a tomar una muestra de 200 granos de cada tratamiento y obtener su peso con el fin de tener un indicador para transformar el peso a Kg/ha.

#### 10. Toma de Datos.

Inicio de floración promedio de las primeras cinco plantas ( $DF_1$ ).

Se cuantificó en las primeras cinco plantas que exhibieron inicio de antesis y se obtuvo el promedio en días por parcela.

Terminación de floración promedio de las primeras cinco plantas ( $DF_2$ ).

Se cuantificó en las primeras cinco plantas que exhibieron finalización de antesis y se obtuvo el promedio en días por parcela.

Inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas ( $DF_3$ ).

Se cuantificó en las últimas cinco plantas que exhibieron inicio de antesis y se obtuvo el promedio en días por parcela.

Terminación de floración promedio de las últimas cinco plantas ( $DF_4$ ).

Se cuantificó en las últimas cinco plantas que exhibieron finalización de antesis y se obtuvo el promedio en días por parcela.

El control de la fecha de inicio y finalización de antesis se maneja etiquetando las plantas.

**Floración Promedio (Fp).**

Se obtuvo la media (días) de las cuatro floraciones de cada parcela.

**Rango de floración (Rf).**

Se obtuvo mediante la diferencia entre los días al inicio promedio de la floración de las primeras cinco plantas y los días a la terminación promedio de floración de las últimas cinco plantas de cada parcela.

**Altura de la Planta.**

Se midió la altura promedio en cm. de cinco plantas por parcela tomadas al azar. La medida se tomó desde el nivel del suelo hasta la parte superior de la panoja.

**Excursión (Ex).**

Se midió la longitud promedio en cm, de los pedúnculos de cinco plantas tomadas al azar en cada parcela; la medida se consideró desde la unión de la vaina con la lámina de la hoja "bandera" hasta la base de la panoja.

**Color del grano (Cg).**

Se consideró toda la parcela y se clasificó de acuerdo a la siguiente designación: 1 blanco; 2 crema; 3 rojizo claro; y 4 rojizo.

**Tamaño de la panoja (Tp).**

Se obtuvo midiendo la longitud promedio en cm. de cinco plan -

tas tomadas al azar en cada parcela. La medida se tomó desde la parte extrema inferior de la panoja hasta la parte extrema superior de la misma.

Porcentaje de daño de pájaros (Pd).

Debido a que el sorgo del lote experimental fue atacado por pájaros, se determinó de manera cualitativa el daño causado por éstos. Se realizó observando la cantidad de grano dañado en las panojas de cada parcela y se asignó un valor porcentual arbitrario.

Peso del grano (Pg).

Representa el peso del grano total de cada parcela una vez realizada la trilla expresada en gramos (g).

Peso de materia seca de la panoja (Pmsp).

Representa el peso total de las panojas de cada parcela en gramos habiendo separado antes el grano.

Peso total (Pt).

Se obtuvo de la suma del peso del grano y peso de materia seca de las panojas de cada parcela y se expresa en gramos.

Peso de 200 granos ( $P_{200}$ ).

Se obtuvo de pesar una muestra de 200 granos de cada parcela, expresado en gramos. Esta variable se introdujo para tratar de analizar los mejores genotipos en vista de que se presentó un importante daño de pájaros.

#### Acame (Ac).

El acame se clasificó asignando valores del 1 al 4 según el grado de incidencia y se dieron los siguientes valores arbitrarios: 1 no representa acame; 2 algo de acame; 3 el acame es acentuado; 4 - acame total.

#### Enfermedades (En).

Se determinaron considerando el grado de sanidad de las plantas, asignando para ello los siguientes valores arbitrarios: 1 completamente sano; 2 ligeros indicios de enfermedad; 3 medianamente enfermas; 4 enfermedades acentuadas y, 5 completamente enfermas.

#### Número de hijos (Nh).

Se obtuvo de contar el número de hijos promedio de cinco plantas tomadas al azar de cada parcela.

#### Rendimiento (Ren).

Es el rendimiento expresado en Kg/ha. de cada parcela, y se obtuvo de multiplicar el peso de los 200 granos por un factor de conversión. Este factor (1923.1) resulta de dividir  $10,000 \text{ m}^2$  entre  $5.2 \text{ m}^2$  que es la superficie de la parcela útil.

### 11. Análisis Estadístico.

De acuerdo al diseño experimental utilizado (bloques al azar), se obtuvo el análisis de varianza para cada variable empleando el estadístico F, así como la comparación de medias de cada una de ellas por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan. Además se efectuó análisis de correlación múltiple entre las variables medidas.

## V. RESULTADOS

### 1. Análisis de varianza.

De acuerdo al análisis estadístico, para la fuente de variación - repeticiones, se puede apreciar en el cuadro 5 que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para las variables Pmsp, Pt,  $DF_1$ , Ex, Tp, Cg,  $DF_2$ , En y Ren; diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables Pg, Nh,  $P_{200}$ , Ac y Rf. No existe diferencia estadísticamente significativa para el resto de las variables. En la fuente de variación tratamientos, existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para todas las variables excepto enfermedades.

Los coeficientes de variación (C.V.) oscilaron entre 2.98 (Fp) y 91.28 (Ren), pudiendo observarse que las variables que expresan - el rendimiento (Pg y Ren) muestran los mayores C.V. (89.6% y 91.28% respectivamente).

### 2. Comparación de medias.

#### Peso del grano (Pg).

La media general para peso de grano fue de 231.67 gramos - (cuadro 1A).

En base a la prueba de rango múltiple de Duncan (cuadro 6 y - fig. 2) el genotipo 22 fue superior; el grupo inmediato inferior quedó integrado por los genotipos 2 y 33, seguido del grupo formado - por el genotipo 14 y en último lugar todo el resto. Dentro de este último grupo los peores genotipos fueron los números 15, 4 y 5.

#### Peso de materia seca de la panoja (Pmsp).

La media general es de 668.71 gramos (cuadro 2A). El grupo superior quedó integrado por 8 genotipos de los cuales el 2, 29 y 21 fueron los más sobresalientes; el peor grupo quedó formado por 11 genotipos de los cuales el 15, 8 y 3 resaltan con el peso más bajo (cuadro 7 y fig. 3).

#### Peso total (Pt).

La media general es de 903.02 gramos (cuadro 3A). La prueba de Duncan nos muestra que el genotipo 22 fue el superior, seguido del grupo inmediato inferior por los genotipos 2 y 33; el peor grupo quedó integrado por 22 genotipos de los cuales el 8, 15 y 3 tomaron valores más bajos. (cuadro 8 y fig. 4).

#### Porcentaje de daño por pájaros (Pd).

La media general es de 59.46% (cuadro 4A). La prueba de Duncan nos muestra que el grupo con mayor porcentaje de daño está formado por 19 genotipos de los cuales el 1, 8 y 10 son los genotipos con más daño; el último grupo formado por 10 genotipos es el que muestra menor daño, de los cuales los números 2, 14, 22, 23 y 33 no tuvieron ningún problema de ataque por pájaros. (cuadro 9 y fig. 5).

#### Número de hijos (Nh).

La media general es de 2.007 hijos por genotipo (cuadro 5A). La prueba de Duncan nos muestra que del grupo superior formado por 14 genotipos resaltan los números 5, 1 y 9; el peor integrado por 20 genotipos, de los cuales el 26, 34 y 30 tienen el menor número de hijos por mata. (cuadro 10 y fig. 6).



Inicio de floración promedio de las primeras cinco plantas ( $DF_1$ ).

La media general es de 84.84 días por genotipo (cuadro 6A). - La prueba de Duncan nos muestra que el grupo de genotipos superior, es decir, más tardíos, son el 26 y 28, mientras que el grupo - que toma los valores más bajos, o sea, con los menores días a floración son los números 22, 14, 3 y 15 (cuadro 11 fig. 7).

Altura de planta ( $Ap$ ).

La media general es de 103.5 cm. (cuadro 7A). La prueba de Duncan nos muestra que el grupo superior, es decir, los genotipos con mayor altura, está formado por los números 29 y 10; mientras - que el grupo inferior, es decir, con menor altura de planta es el - que está formado por los números 17 y 26. (cuadro 12 fig. 8).

Excursión ( $Ex$ ).

La media general es de 6.01 cm. (cuadro 8A). Los genotipos - con mayor excursión están formados por el grupo 3 y 15; 10 genotipos son los que integran el grupo inferior, de los cuales destacan - por su menor excursión los números 26, 12 y 28 (cuadro 13 fig. 9).

Tamaño de la panoja.

La media general es de 18.65 cm. (cuadro 9A). La prueba de Duncan nos muestra que el grupo superior está formado por los genotipos 6, 14, 15 y 10; los genotipos 24 y 12 forman el grupo inferior con menor tamaño de la panoja. (cuadro 14 y fig. 10).

Color de grano. ( $Cg$ ).

La media general fue de 1.74 (cuadro 10A). Según la prueba

de Duncan el grupo superior lo formaron los genotipos 2, 14, 33 y 22, es decir, de coloración rojiza, mientras que el grupo inferior se constituyó de 26 genotipos dentro de los cuales los números 6, 8, 13, 15, 24, 26 y 27 fueron de color blanco. (cuadro 15 y fig. 11).

#### Peso de 200 granos ( $P_{200}$ ).

La media general fue de 2.63 gramos (cuadro 11A). De acuerdo con la prueba de Duncan, el genotipo superior fue el 14 (primer grupo) seguido de un grupo de 11, de los cuales quienes más destacan son los genotipos 2, 33, 1 y 16; el peor grupo lo forman 18 genotipos de los cuales los que quedaron en último lugar fueron el 5, 11, 29 (cuadro 16 y fig. 12).

#### Acame (Ac).

La media general fue de 1.4 (cuadro 12A). De acuerdo con la prueba de Duncan el grupo superior, es decir, con acame acentuada según la designación hecha, fue el genotipo 33, seguido del grupo inmediato inferior formado por 9 genotipos de los cuales quienes tuvieron mayor problema de acame fueron los números 16, 5, 9, 19 y 31; el grupo inferior con menor problema de acame lo integran 24 genotipos, lo que indica que una buena parte -la mayoría- de los tratamientos no tuvieron tal problema. (cuadro 17 y fig. 13).

#### Floración promedio (Fp).

La media general fue de 100.23 días (cuadro 13A). El grupo superior, es decir, con mayor promedio de floración, lo formaron los genotipos 26, 28, 32 y 17; el grupo inferior lo integran 5 genotipos de los cuales el 15, 3 y 22 tomaron los valores más bajos en promedio de floración. (cuadro 18 y fig. 14).

Terminación de floración promedio de las primeras cinco plantas ( $DF_2$ ).

La media general fue de 95.38 días (cuadro 14A). El grupo superior lo formaron 14 genotipos, de los cuales los más tardíos fueron el 26, 28 y 17; el grupo inferior lo integraron 7 genotipos, de los cuales los más tempranos fueron el 14, 15 y 3. (cuadro 19 y fig. 15).

Inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas ( $DF_3$ )

La media general fue de 105.57 días (cuadro 15A). Según la prueba de Duncan, el grupo superior lo integran 6 genotipos de los cuales destacan el 32, 26 y 28; el grupo inferior de floración más temprana lo forman los genotipos 15 y 22 (cuadro 20 y fig. 16).

Terminación de floración promedio de las últimas cinco plantas ( $DF_4$ ).

La media general fue de 115.85 días (cuadro 16A). De acuerdo a la prueba de Duncan el grupo superior lo forman los genotipos 26, 32, 28, 17 y 29, es decir, los más tardíos; el último grupo lo conforman los genotipos 3, 15 y 22, más tempranos (cuadro 21 y fig 17)

Rango de floración (Rf).

La media general fue de 31.08 días (cuadro 17A). En base a la prueba de Duncan, el grupo superior, es decir, el que presenta mayor rango de floración, está integrado por 11 genotipos de los cuales sobresalen el 1, 32 y 14; el grupo con menor rango de floración quedó formado por 20 genotipos de los cuales el 22, 25 y 33 presentan valores más bajos (cuadro 22 y fig. 18).

### Enfermedades (En).

La media general fue de 1.95 (cuadro 18A). De acuerdo a la prueba de Duncan, todos los genotipos tuvieron ligeros indicios de enfermedad (cuadro 23 y fig. 19).

### Rendimiento (Ren).

La media general fue de 469.57 Kg/ha. (cuadro 19A). La prueba de Duncan muestra que el grupo superior en rendimiento lo constituyó el genotipo 22, seguido del grupo formado por los genotipos 2 y 33; en tercer lugar el genotipo 14 y en último lugar todo el resto de ellos, resaltando entre éstos, con los más bajos rendimientos, los genotipos 15, 4 y 5 (cuadro 24 y fig. 20).

### 3. Correlaciones.

En el cuadro 25 se muestran los valores de  $r$  para las variables en estudio. Se subrayaron aquellos valores que manifiestan correlación importante.

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DE LAS FUENTES DE VARIACION PARA CADA VARIABLE EN LOS 34 GENOTIPOS DE SORGO DE GRANO BLANCO Y OSCURO TOLERANTES AL FRIO. CUAUTILAN, MEX. 1982.

VARIABLES																				
F.V.	G.L.	P <sub>y</sub>	P <sub>msp</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	N <sub>h</sub>	DF1	Ap	Ex	T <sub>p</sub>	C <sub>g</sub>	P200	Ac	F <sub>p</sub>	DF2	DF3	DF4	DI	En	Pen
REP.	3	89058.5	157379.3	34956.1	670.1	0.73	16.7	192.9	12.1	1.46	1.03	0.47	0.32	1.5	42.4	9.74	4.9	25.8	0.36	187390.7
TRAT.	33	1013768.9	138046.3	132641.6	46322	1.25	214.1	1668.2	58.6	2100	3.67	2.20	0.94	205.9	274.7	237.20	240.5	38.9	0.04	172382.4
ERROR	99	42574.2	26000.8	77417.7	645.9	0.46	7.9	24.7	2.9	0.76	0.20	0.29	0.17	8.9	18.2	12.90	12.4	15.1	0.04	181715.4
C.V.																				
NS		89.1	24.1	30.8	42.7	33.79	3.3	4.8	24.1	4.68	25.61	20.45	29.36	3.0	4.5	1.41	1.0	12.5	11.1	11.1

\* Significativo (5%)

\*\* Altamente significativo (1%)

NS No significativo

CUADRO 6. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE PESO DE GRANO (g).

GENOTIPO	MEDIA	
22	2367.50	I
2	1385.00	I
33	1370.00	I
14	773.25	I
28	203.75	I
26	171.25	I
17	145.00	I
9	141.50	I
29	88.75	I
16	86.25	I
27	85.00	I
21	80.00	I
32	80.00	I
6	78.75	I
8	66.25	I
11	65.00	I
12	58.75	I
18	52.50	I
24	51.75	I
7	50.00	I
34	48.75	I
20	47.50	I
10	38.25	I
13	36.25	I
3	35.00	I
31	33.75	I
23	33.75	I
19	32.00	I
25	31.25	I
30	31.25	I
1	30.00	I
15	28.75	I
4	25.00	I
5	25.00	I

$DMS_{0.05} = 289.90$  g/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

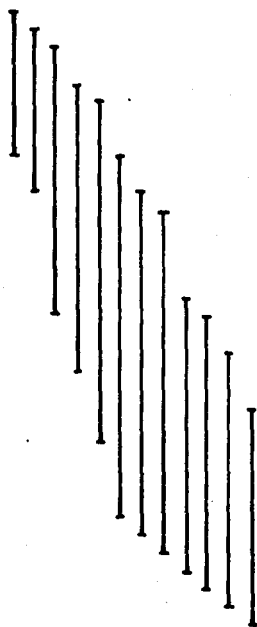
CUADRO 7. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE PESO DE MATERIA SECA DE LA PANOJA (g).

---

GENOTIPO      MEDIA

---

2	1052.50
29	1024.00
21	931.00
28	929.75
26	894.50
33	857.00
32	856.50
19	852.00
27	766.50
17	764.75
6	756.00
34	713.50
31	710.75
10	706.00
24	704.25
13	674.00
12	668.50
25	650.25
16	647.25
18	624.75
14	604.25
22	603.25
9	595.25
1	588.75
7	555.00
4	541.25
20	536.50
30	524.75
5	478.00
11	464.00
23	394.75
15	386.50
8	360.25
3	319.75




---

DMS<sub>0.05</sub> = 226.56 g/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 2. PESO DE GRANO (g).

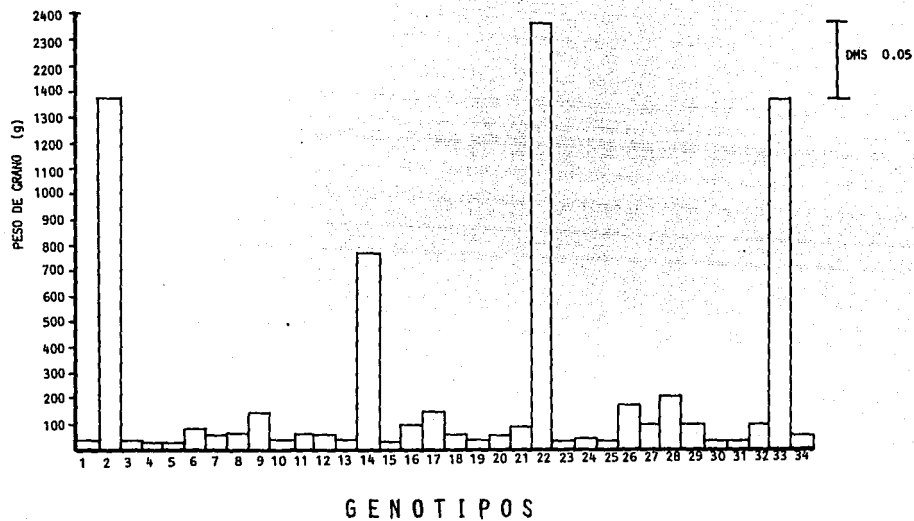




FIGURA 3. PESO DE MATERIA SECA DE LA PANOJA (g).

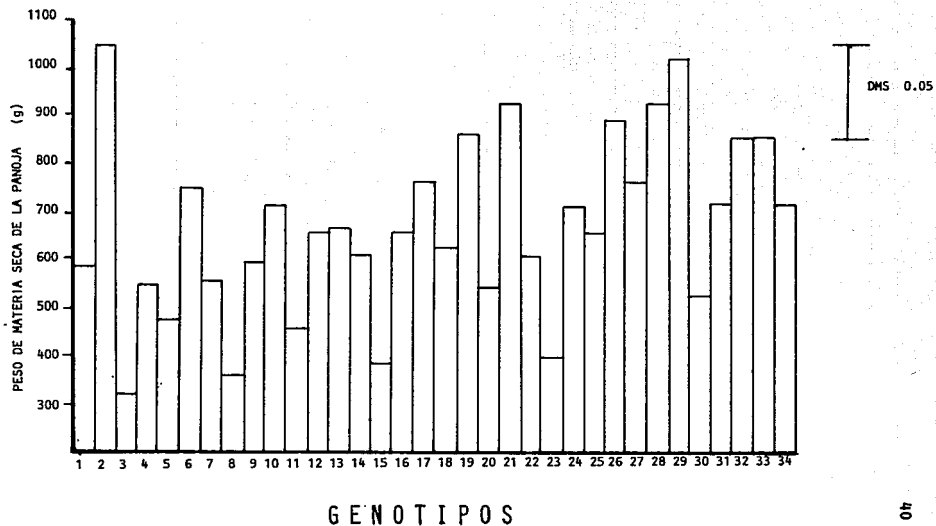
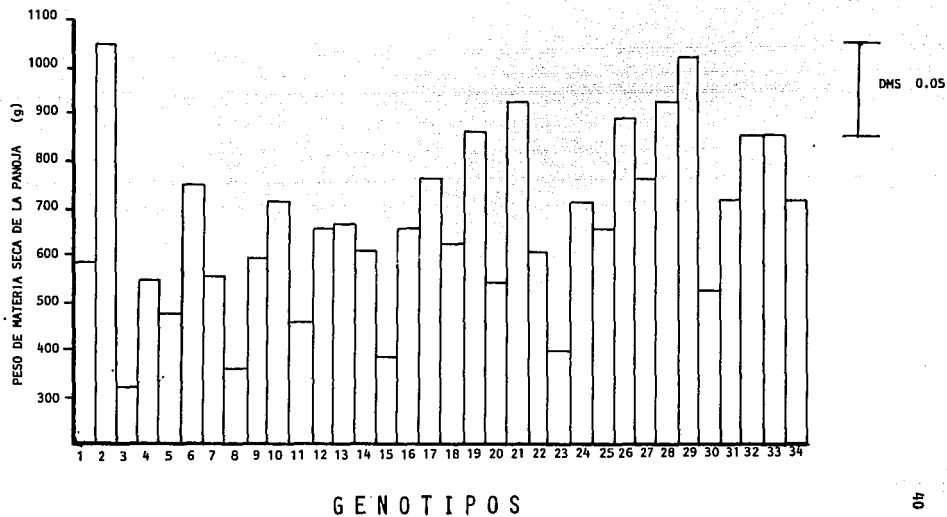


FIGURA 3. PESO DE MATERIA SECA DE LA PANOJA (g).



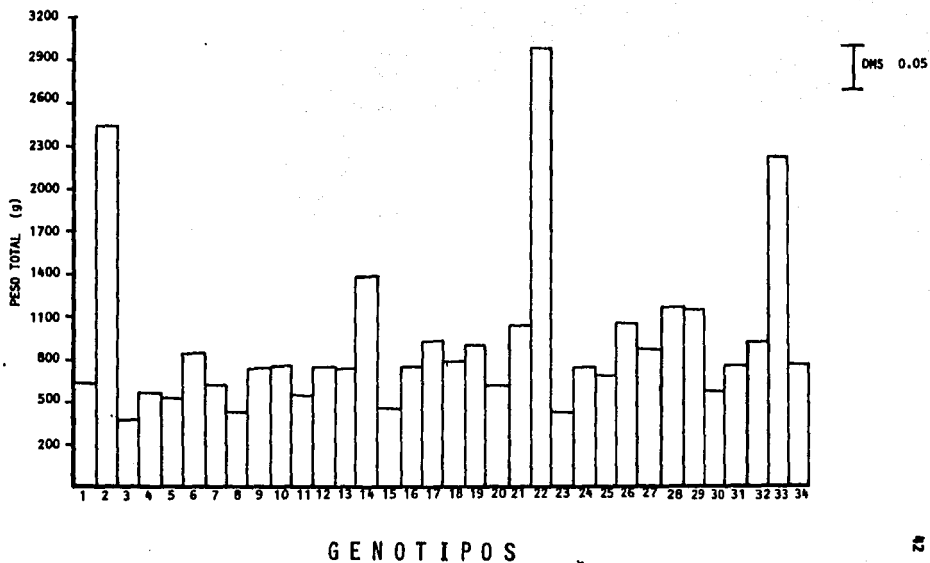
CUADRO 8. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE PESO TOTAL (g). 41

GENOTIPO	MEDIA
22	2970.75
2	2437.50
33	2227.00
14	1375.00
28	1133.50
29	1112.75
26	1065.75
21	1011.00
32	936.50
17	909.75
19	884.00
27	851.50
6	834.75
18	767.25
34	762.25
24	756.00
31	744.50
10	744.25
9	736.75
16	733.50
12	732.25
13	710.25
25	681.50
1	618.75
7	602.50
20	584.00
4	566.25
30	556.00
11	529.00
5	508.00
23	428.50
8	426.50
15	415.25
3	354.75

DMS<sub>0.05</sub> = 390.93 g/parcela.

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 4. PESO TOTAL (g).



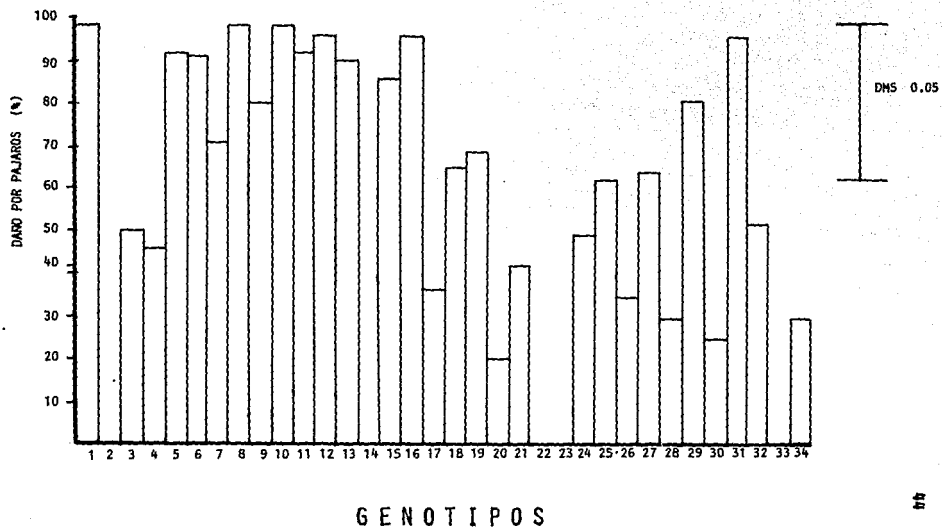
CUADRO 9. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DAÑO POR PAJAROS (%).

GENOTIPO	MEDIA
1	98.00
8	98.00
10	98.00
12	96.75
16	96.50
31	96.50
11	93.25
5	92.00
6	91.00
20	91.00
13	90.75
15	86.25
29	82.00
9	80.00
7	71.00
19	69.00
18	65.00
27	64.00
25	62.00
32	52.00
3	50.00
24	49.25
4	46.25
21	42.00
17	37.00
26	35.00
28	30.00
34	30.00
30	24.00
2	0.00
14	0.00
22	0.00
23	0.00
33	0.00

DMS<sub>0.05</sub> = 35.7 %/parcela

GENOTIPOS UNIDOS POR LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 5. DAÑO POR PAJAROS (%)



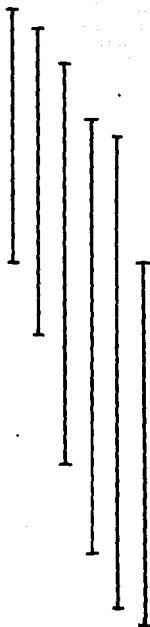
CUADRO 10. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE NUMERO DE HIJOS.

---

GENOTIPO      MEDIA

---

5	3.25
1	3.00
9	3.00
3	2.75
8	2.75
25	2.75
31	2.50
4	2.25
6	2.25
7	2.25
10	2.25
12	2.25
19	2.25
29	2.25
13	2.00
18	2.00
24	2.00
33	2.00
11	1.75
15	1.75
16	1.75
21	1.75
23	1.75
28	1.75
32	1.75
2	1.50
14	1.50
20	1.50
22	1.50
27	1.50
17	1.25
26	1.25
34	1.25
30	1.00

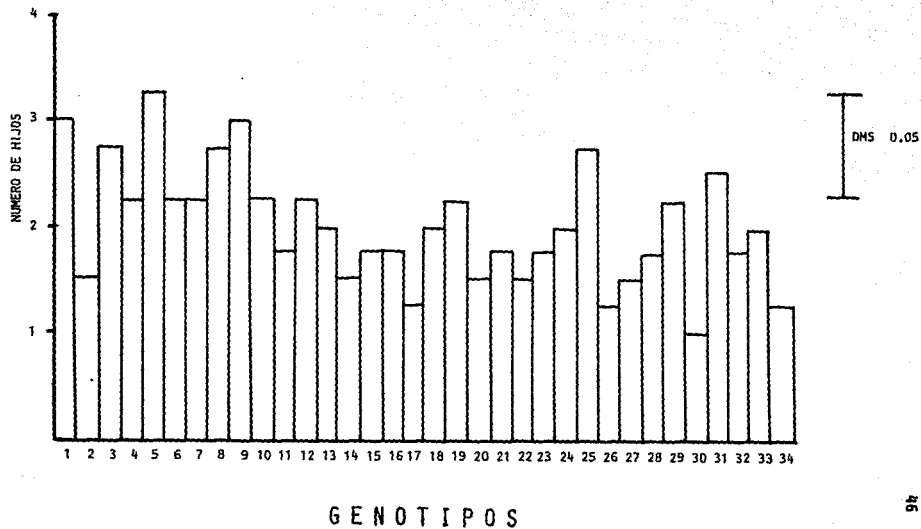



---

$DMS_{0.05} = 0.95$  hijos/parcela

GENOTIPOS UNIDOS POR LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 6. NUMERO DE HIJOS;





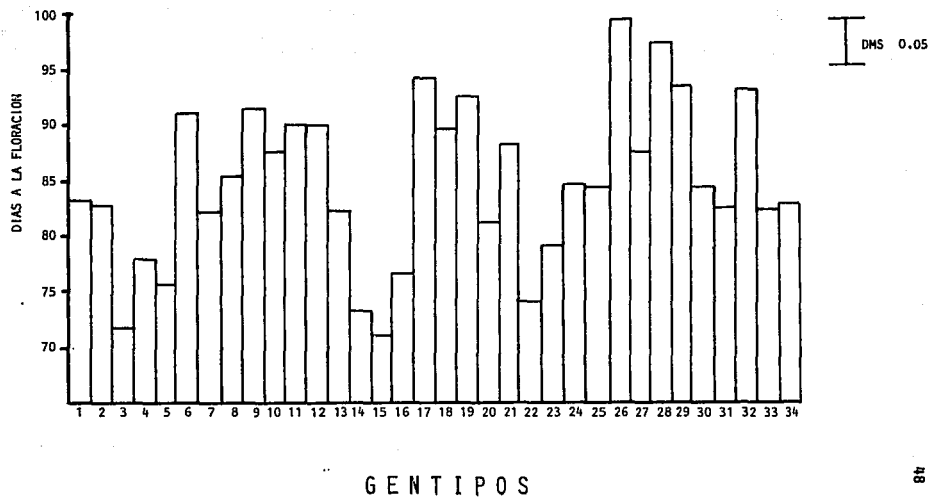
CUADRO 11. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE INICIO DE FLORACION PROMEDIO DE LAS PRIMERAS CINCO PLAN-TAS (días).

GENOTIPO	MEDIA
26	99.50
28	97.50
17	94.50
29	93.50
32	93.25
19	92.50
9	91.50
6	91.25
11	90.00
12	90.00
18	89.75
21	88.00
10	87.50
27	87.50
8	85.25
24	84.75
25	84.50
30	84.50
1	83.25
34	83.25
2	82.75
7	82.75
31	82.50
33	82.50
13	82.50
20	81.00
23	79.00
4	78.75
16	76.25
5	75.50
22	74.00
14	73.00
3	71.75
15	70.75

DMS<sub>0.05</sub> = días/parcela

GENOTIPOS UNIDOS POR LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 7. INICIO DE FLORACION PROMEDIO DE LAS PRIMERAS CINCO PLANTAS.



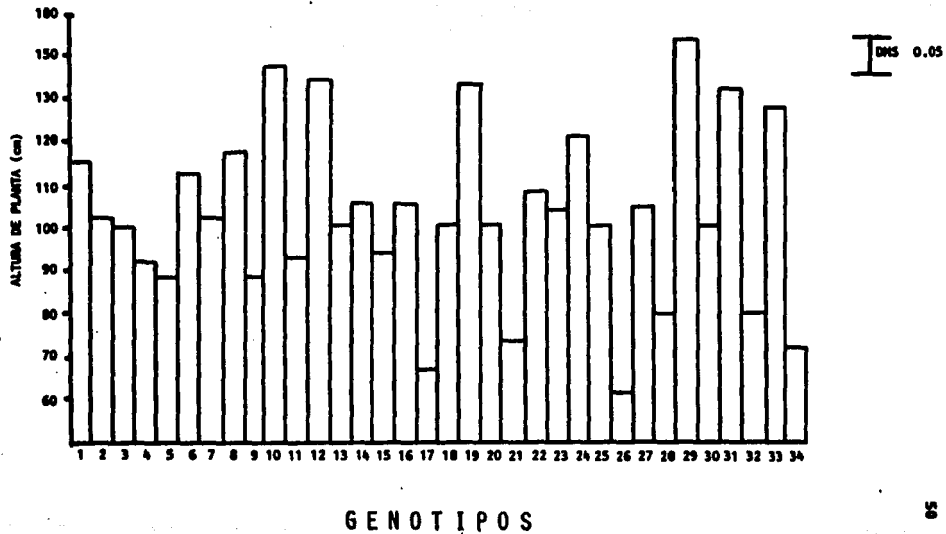
CUADRO 12. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm).

GENOTIPO	MEDIA
29	144.50
10	138.50
12	134.50
19	133.75
31	132.75
33	128.00
24	121.50
8	118.25
1	115.50
6	113.00
22	109.00
14	106.50
16	106.00
27	105.75
23	104.75
7	103.50
2	103.00
25	101.75
20	101.50
18	101.00
3	100.75
13	100.25
30	100.25
15	93.75
11	93.50
4	92.50
5	89.25
9	89.00
28	80.50
32	80.00
21	74.50
34	72.50
17	67.75
26	61.50

$DMS_{0.05} = 6.98 \text{ cm/parcela}$

GENOTIPOS UNIDOS POR LA MISMA LÍNEA SON ESTADÍSTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 8. ALTURA DE PLANTA (cm.).



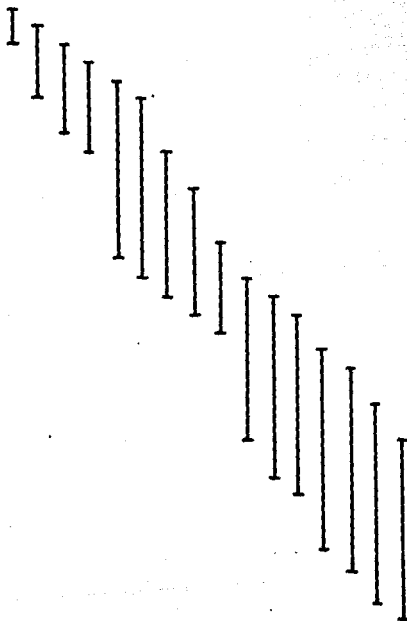
CUADRO 13. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE EXCESION (cm).

---

GENOTIPO      MEDIA

---

3	14.75
15	12.50
16	11.75
31	11.25
13	10.25
9	9.50
21	9.25
25	9.00
4	8.50
18	8.00
7	7.75
14	7.75
19	7.75
23	7.50
8	7.25
22	6.00
10	5.25
2	5.00
11	4.75
20	4.50
29	4.25
5	4.00
33	3.75
34	3.75
6	2.75
24	2.75
1	2.25
17	2.00
30	1.75
32	1.75
27	1.50
26	0.75
12	0.50
28.	0.00

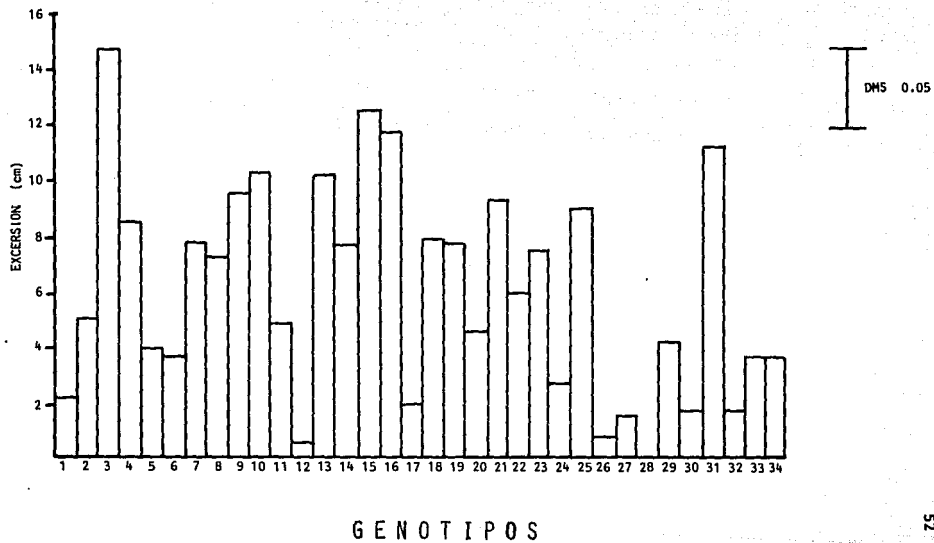



---

$DMS_{0.05} = 2.37$  cm/parcela

GENOTIPOS UNIDOS POR LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05)

FIGURA 9. EXCERSION (cm.)



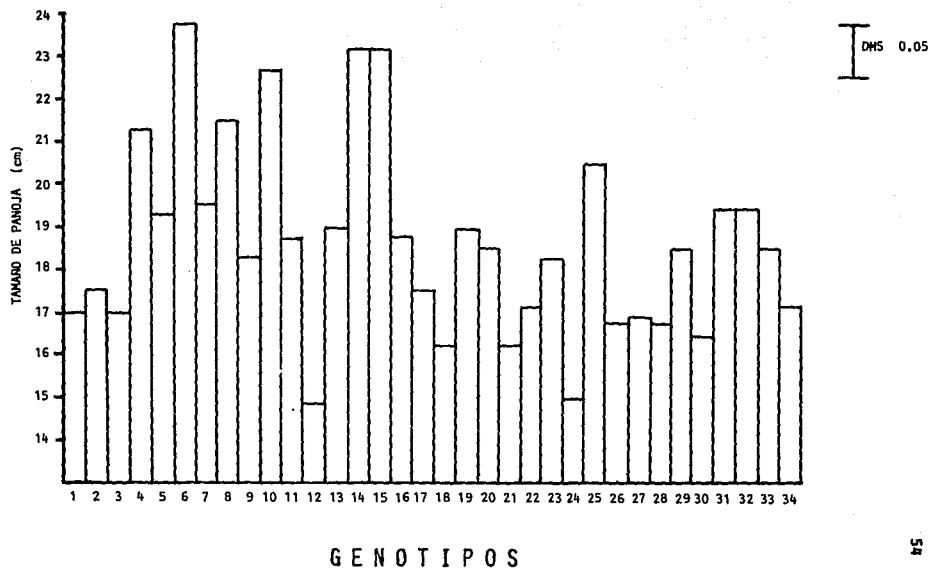
CUADRO 14. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE TAMAÑO DE PANOJA (cm).

GENOTIPO	MEDIA
6	23.75
14	23.25
15	23.25
10	22.75
8	21.50
4	21.25
25	20.50
7	19.50
31	19.50
32	19.50
5	19.25
13	19.00
19	19.00
11	18.75
16	18.75
20	18.50
29	18.50
33	18.50
9	18.25
23	18.25
2	17.50
17	17.50
22	17.25
34	17.25
1	17.00
3	17.00
27	17.00
26	16.75
28	16.75
30	16.50
18	16.25
21	16.25
24	15.00
12	14.75

DMS  $_{0.05} = 1.22$  cm/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05)

FIGURA 1Q. TAMAÑO DE PANOJA (cm.)





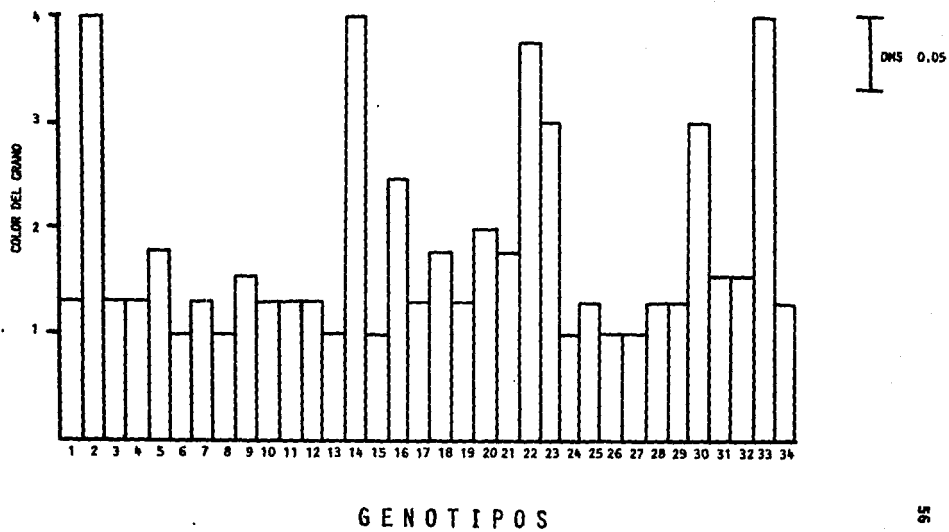
CUADRO 15. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE COLOR DE GRANO.

GENOTIPO	MEDIA
2	4.00
14	4.00
33	4.00
22	3.75
23	3.00
30	3.00
16	2.50
20	2.00
5	1.75
18	1.75
21	1.75
9	1.50
31	1.50
32	1.50
1	1.25
3	1.25
4	1.25
7	1.25
10	1.25
11	1.25
12	1.25
17	1.25
19	1.25
25	1.25
28	1.25
29	1.25
34	1.25
6	1.00
8	1.00
13	1.00
15	1.00
24	1.00
26	1.00
27	1.00

$DMS_{0.05} = 0.63/\text{parcela}$

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05)

FIGURA 11. COLOR DEL GRANO,



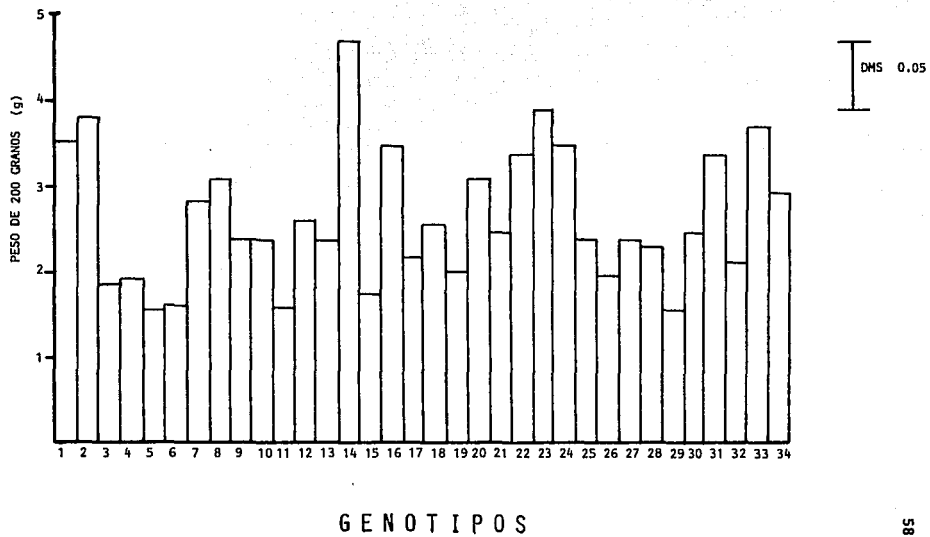
CUADRO 16. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE PESO DE  
200 GRANOS (g)

GENOTIPO	MEDIA
14	4.675
2	3.800
33	3.775
1	3.475
16	3.475
24	3.450
31	3.350
22	3.325
8	3.150
20	3.100
34	2.950
23	3.925
7	2.825
30	2.675
12	2.625
25	2.575
18	2.500
21	2.450
27	2.400
9	2.375
10	2.375
13	2.375
28	2.350
32	2.225
17	2.175
26	2.075
19	2.000
4	1.975
3	1.800
15	1.700
6	1.675
5	1.625
11	1.625
29	1.575

$DMS_{0.05} = 0.75$  g/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE  
IGUALES (P 0.05)

FIGURA 12, PESO DE 200 GRANOS (g.)



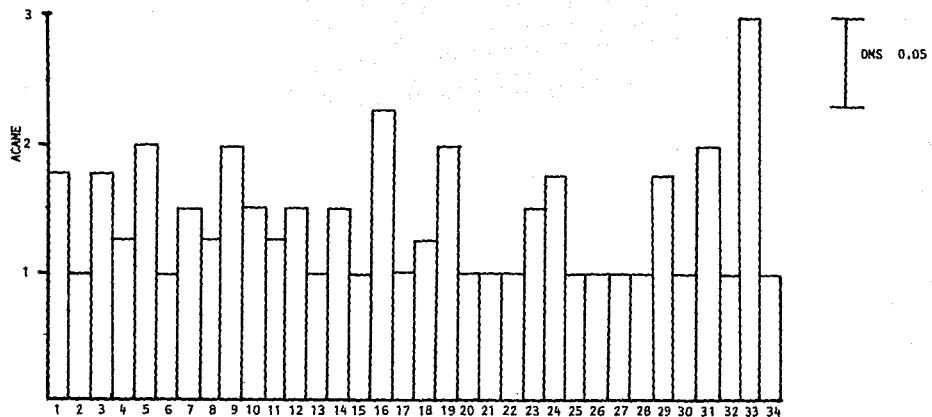
CUADRO 17. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DE ACAME.

GENOTIPO	MEDIA
33	3.00
16	2.25
5	2.00
9	2.00
19	2.00
31	2.00
1	1.75
3	1.75
24	1.75
29	1.75
7	1.50
10	1.50
12	1.50
14	1.50
23	1.50
4	1.25
8	1.25
11	1.25
18	1.25
2	1.00
6	1.00
13	1.00
15	1.00
17	1.00
20	1.00
21	1.00
22	1.00
25	1.00
26	1.00
27	1.00
28	1.00
30	1.00
32	1.00
34	1.00

DMS  $0.05 = 0.58/\text{parcela}$

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 13. ACAME



GENOTIPOS

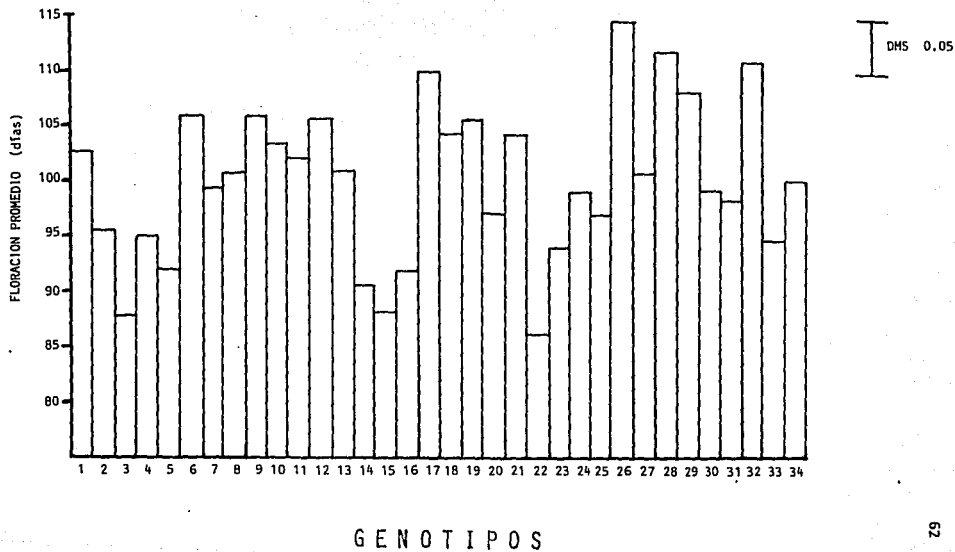
CUADRO 18. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE FLORACION  
PROMEDIO (días).

GENOTIPO	MEDIA
26	114.50
28	112.25
32	111.00
17	110.00
29	108.75
6	106.75
9	106.25
19	105.75
12	105.50
18	104.25
21	104.25
10	103.75
11	102.75
1	102.50
8	101.00
13	101.00
27	100.75
34	100.00
7	99.25
24	99.25
30	99.25
31	98.75
20	97.75
25	97.00
2	95.25
4	95.00
33	94.75
23	94.00
5	92.25
16	92.25
14	90.50
15	88.00
3	87.50
22	86.25

$DMS_{0.05} = 4.20$  días/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE  
IGUALES (P 0.05).

FIGURA 14. FLORACION PROMEDIO (días).





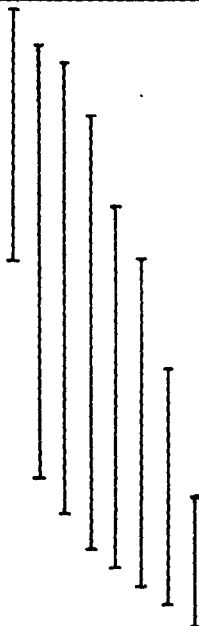
CUADRO 19. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE TERMINACION DE FLORACION PROMEDIO DE LAS PRIMERAS CINCO PLANTAS (días).

---

GENOTIPO      MEDIA

---

26	112.00
28	111.50
17	106.75
29	104.00
32	103.75
6	103.25
9	101.75
11	101.00
12	101.00
25	100.00
18	99.75
21	99.00
10	97.75
27	97.75
8	96.00
24	95.50
30	95.25
34	94.50
19	94.25
1	94.00
2	93.75
7	93.75
13	93.75
33	93.75
31	93.25
20	92.50
4	90.50
23	90.00
16	87.00
5	86.50
22	83.75
14	81.25
15	78.75
3	75.75

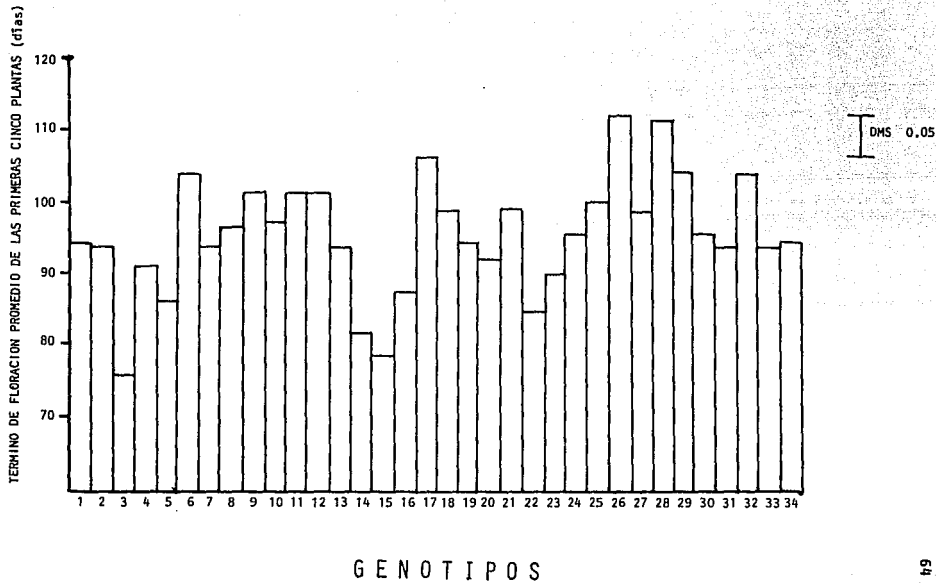



---

DMS 0.05 = 5.99 días/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 15. TERMINACION DE FLORACION PROMEDIO DE LAS PRIMERA CINCO PLANTAS (dias)



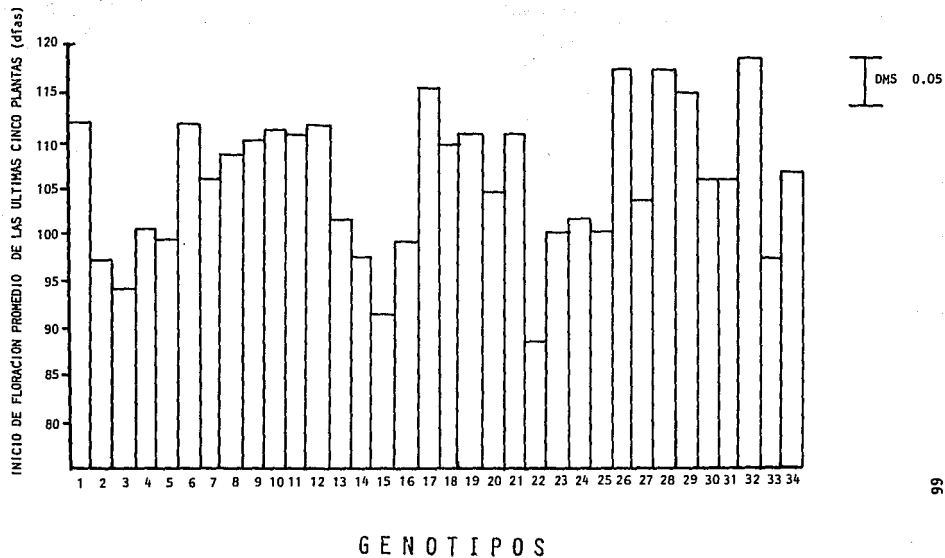
CUADRO 20. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE INICIO DE FLORACION PROMEDIO DE LAS ULTIMAS CINCO -- PLANTAS (días).

GENOTIPO	MEDIA
32	118.50
26	117.50
28	117.50
17	115.25
29	115.00
6	113.00
1	112.50
12	112.00
10	111.00
19	110.50
21	110.50
11	110.25
9	110.00
18	109.25
8	108.00
34	106.25
7	105.75
30	105.25
31	105.25
20	104.75
27	103.75
13	101.50
24	101.50
4	100.50
23	100.00
25	100.00
5	99.25
16	98.50
2	97.75
14	97.50
33	97.50
3	94.00
15	91.50
22	88.25

DMS  $_{0.05}$  = 5.06 días/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 16. INICIO DE FLORACION PROMEDIO DE LAS ULTIMAS CINCO PLANTAS. (dias).



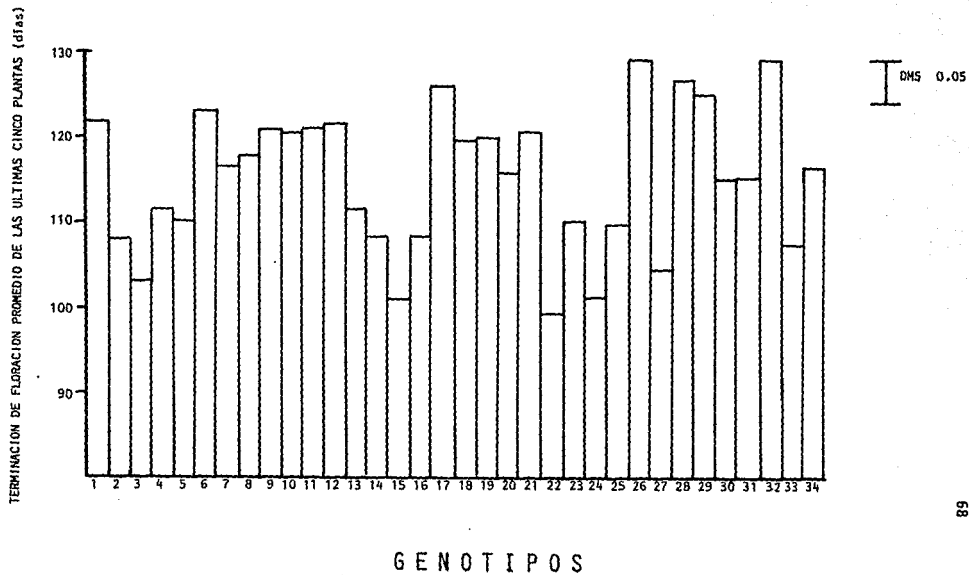
CUADRO 21. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE TERMINACION DE FLORACION PROMEDIO DE LAS ULTIMAS CINCO PLANTAS (días).

GENOTIPO	MEDIA
26	129.50
32	129.50
28	127.25
17	125.75
29	125.00
6	123.00
1	122.25
12	121.50
9	121.25
11	121.25
10	121.00
21	120.75
19	119.50
18	119.00
8	117.50
34	117.00
7	116.00
20	115.50
31	115.25
30	115.00
27	114.50
13	112.50
4	111.50
24	111.50
5	110.00
23	110.00
25	109.75
16	108.75
2	108.25
14	108.00
33	107.50
3	103.75
15	101.00
22	99.25

$DMS_{0.05} = 4.94$  días/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 17. TERMINACION DE FLORACION PROMEDIO DE LAS ULTIMAS CINCO PLANTAS (dias).



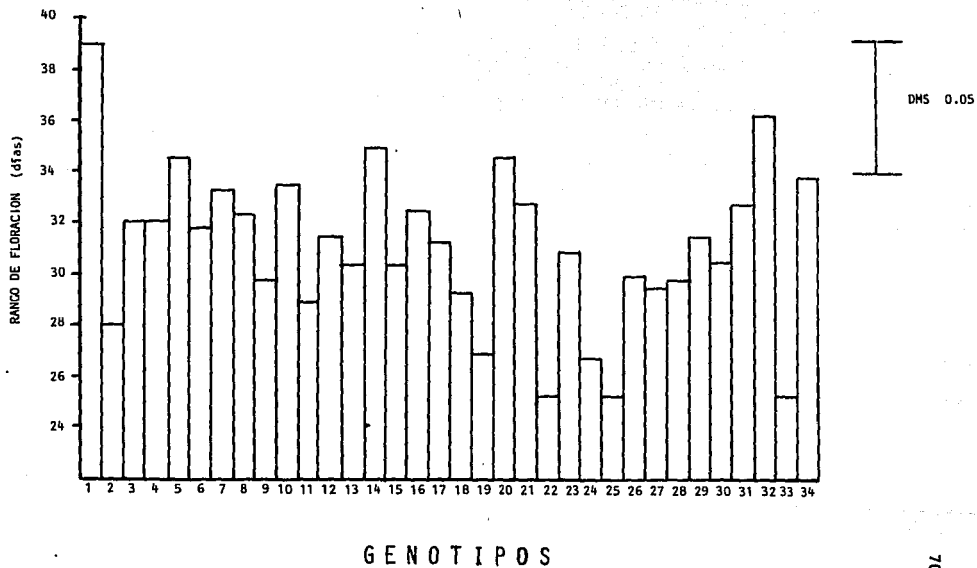
CUADRO 22. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE RANGO DE FLORACION (días).

GENOTIPO	MEDIA
1	39.00
32	36.25
14	35.00
5	34.50
20	34.50
34	33.75
10	33.50
7	33.25
21	32.75
16	32.50
8	32.25
3	32.00
4	32.00
6	31.75
12	31.50
29	31.50
17	31.25
23	31.00
30	30.50
13	30.25
15	30.25
26	30.00
9	29.75
28	29.75
27	29.50
18	29.25
11	29.00
2	28.00
19	27.00
24	26.75
22	25.25
25	25.25
33	25.25

DMS<sub>0.05</sub> = 5.47 días/parcela

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 18. RANGO DE FLORACION (dfas).





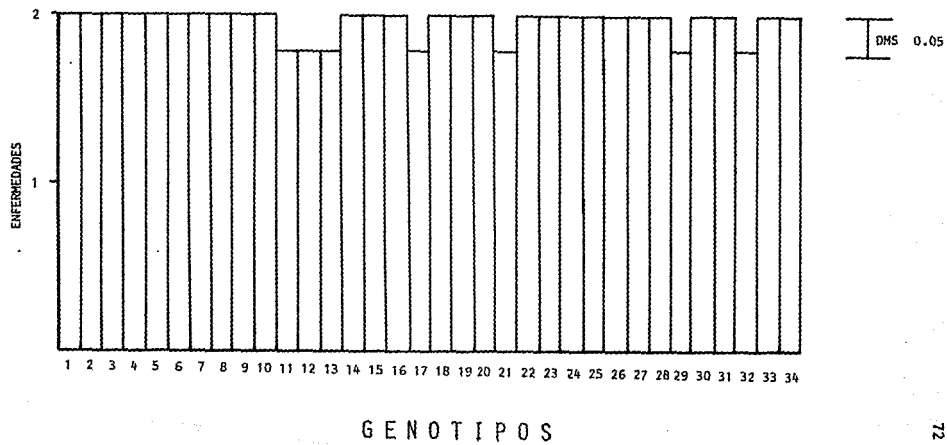
CUADRO 23. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE ENFERMEDADES

GENOTIPO	MEDIA
1	2.00
2	2.00
3	2.00
4	2.00
5	2.00
6	2.00
7	2.00
8	2.00
9	2.00
10	2.00
14	2.00
15	2.00
16	2.00
18	2.00
19	2.00
20	2.00
22	2.00
23	2.00
24	2.00
25	2.00
26	2.00
27	2.00
28	2.00
30	2.00
31	2.00
33	2.00
34	2.00
11	1.75
12	1.75
13	1.75
17	1.75
21	1.75
29	1.75
32	1.75

DMS  $0.05 = 0.29/\text{parcela}$

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 19, ENFERMEDADES.



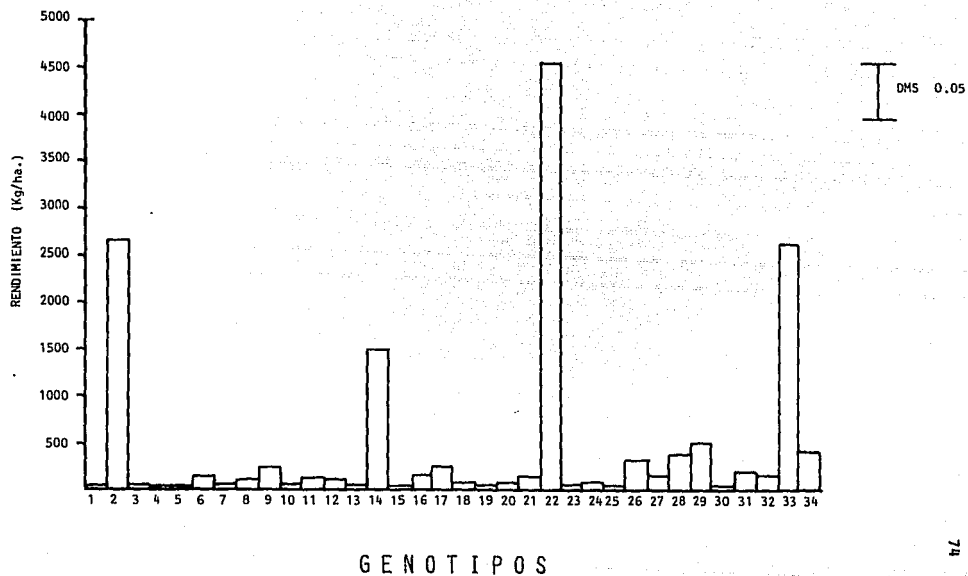
CUADRO 24. PRUEBA DE DUNCAN PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO  
( Kg/ha.)

GENOTIPO	MEDIA	
22	4552.950	I
2	2663.500	I
33	2634.650	I
14	1487.005	I
29	507.225	I
34	430.300	
28	391.825	
26	329.350	
17	278.875	
9	272.150	
31	209.150	
16	165.875	
27	163.500	
21	153.875	
32	153.875	
6	151.475	
8	127.425	
11	125.000	
12	113.000	
18	100.975	
24	99.525	
7	96.175	
20	91.375	
10	73.575	
13	69.700	
3	67.325	
23	64.925	
19	61.575	
25	60.100	
30	60.100	
1	57.700	
15	57.300	
4	48.100	
5	48.100	

DMS  $0.05 = 602.22 \text{ Kg/parcela}$

GENOTIPOS UNIDOS CON LA MISMA LINEA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES (P 0.05).

FIGURA 20. RENDIMIENTO (Kg/ha).



CUADRO 25. MATRIZ DE CORRELACION PARA TODAS LAS VARIABLES Valores de r y probabilidad

VARIABLE	Pj	Pmp	Pi	Pr	Nh	DF1	Ap	Es	Tr	Cq	P2000	Ac	Fp	(R2)	Pr 1	Pr 4	Pr	Tr	Prn
Pj	1.00	0.20	0.92	-0.47	-0.18	-0.23	0.0	-0.06	-0.06	0.63	0.38	0.02	-0.34	-0.12	0.40	0.13	0.17	0.93	1.00
Pmp	0.0000	1.00	0.989	0.0001	0.0352	0.0066	0.2248	0.4601	0.5025	0.0001	0.0001	0.0440	0.0001	0.1741	0.0021	0.131	0.1007	0.127	0.983
Pi	0.0000	0.0000	1.00	0.55	-0.17	0.44	-0.01	-0.29	-0.18	0.06	0.08	-0.03	0.37	0.39	0.17	0.08	0.06	0.10	0.79
Pr	0.0000	0.0000	0.0000	1.00	-0.48	-0.04	0.07	-0.17	-0.12	0.57	0.36	-0.01	-0.4	0.04	-0.71	-0.08	0.483	0.0000	0.0000
Prn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0049	0.3332	0.0475	0.1533	0.0001	0.0001	0.3414	0.0041	0.0001	0.0012	0.248	0.0007	0.0000	0.0000
Ap	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Es	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
P2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ac	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Fp	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DF2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DF3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DF4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
En	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Prn	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

— CORRELACIONES DE IMPORTANCIA

## VI. DISCUSION

### 1. Peso de grano.

El peso del grano, en general para todo los genotipos experimentados en el presente trabajo, se encuentran estrechamente relacionados con el Peso Total, ya que es elemento de esta variable y además es un componente del rendimiento ( $r = 1$ ).

Por otra parte, existe una relación inversa entre el peso del grano y el porcentaje de daño por pájaros ( $r = -0.47$ ), ya que a medida que un sorgo es mayormente atacado por pájaros, el peso del grano se abate. Pero también es cierto que el color del grano es un factor que interviene en la palatabilidad de los pájaros debido a la presencia de taninos ( $r = 0.63$ ). Esto concuerda con lo señalado por Armstrong *et al.*, (1947).

Los genotipos que sobresalen por el peso del grano y por su rendimiento son el 22, 2, 33 y 14, correspondiendo a un color rojizo y sin ningún ataque de pájaros. El resto de las variables parecen no influir de manera muy directa, lo que nos indica que son genotipos con buenas características para adaptarse a las condiciones climáticas de Cuautitlán. (cuadro 6, 9, 15, 24 y 25 y figs. 2, 5, 11 y 20).

De los sorgos de grano blanco, el número 26 destaca por un mayor peso de grano, el mejor rendimiento y un menor porcentaje de ataque por pájaros (35%), lo que nos muestra que posee buenas características de adaptación (cuadro 9, 15, 16 y 24 y figs. 10, 11, 12 y 20).

## 2. Peso de materia seca de la panoja.

El peso de la materia seca de la panoja es uno de los componentes considerados en el peso total, razón por la cual existe una correlación positiva relativamente importante (0.55). Parece no ser un aspecto esencial en la distinción de los mejores genotipos en cuanto a adaptación se refiere, basándose en el peso de grano y rendimiento, sin embargo, explica de alguna manera que hay cierta dependencia de la floración, es decir, que a medida que se prolonga la floración ( $DF_1$ ,  $r=0.44$ ;  $DF_2$ ,  $r=0.39$ ;  $DF_3$ ,  $r=0.32$  y  $Fp$ ,  $r=0.39$ ) el peso de la materia seca, en general, tiende a aumentar (cuadro 25).

## 3. Peso total.

El peso total ayuda a explicar qué genotipos son más aptos para la región, dado que existe una alta correlación con el rendimiento ( $r=0.92$ ) y el peso de grano ( $r=0.92$ ). Se puede detectar en los cuadros 6, 8 y 24 y figs. 2, 4 y 20 que los genotipos 22, 2, 33 y 14 son el grupo superior.

Es notorio que para el peso total, así como para el peso de grano, el color de éste tiene una correlación positiva (0.57), lo que indica que genotipos de color de grano rojizo son los prometedores para adaptarse más fácilmente a las condiciones de Cuautitlán. El resto de las variables parecen no estar interactuando con el peso total de una manera directa (cuadro 25).

Para peso total se presentan resultados similares con peso de grano y rendimiento, con la superioridad del genotipo 26 de entre los de color blanco (cuadro 15 y 24 y figs. 11 y 20).

#### 4. Porcentaje de daño por pájaros.

El daño por pájaros tiene una correlación negativa con el rendimiento ( $r = -0.47$ ) y por tanto con las otras variables asociadas que son el peso total ( $r = -0.48$ ) y peso del grano ( $r = -0.47$ ), además como ya se indicó, con el color del grano ( $r = -0.53$ ). Esto demuestra que el color de grano es un factor importante a considerar para establecer el cultivo en la región (cuadro 25).

#### 5. Número de hijos.

El análisis de las correlaciones (cuadro 25) nos indica que el número de hijos no es una variable que tenga repercusión en las demás; sólo se detectan algunas tendencias hacia el acame, es decir, que cuando un genotipo produce más hijos, sus posibilidades de acame aumentan ( $r = 0.30$ ). Esto posiblemente tenga alguna relación con el área que ocupa la planta y se de cierta competencia por nutrientes.

Aunque ésto es materia para analizar más profundamente en otra investigación, lo más probable es que el número de hijos pueda influir en diferencias de floración con respecto a la planta madre y por consiguiente traer consecuencias desfavorables en la cosecha, pero ésto no quedó de manifiesto dado que para las variables de floración se etiquetaron solamente plantas madre y no hijos. Además, en particular se observa que los genotipos 22, 2, 33 y 14 de mayor rendimiento (cuadro 24 y fig. 20) tienen moderado número de hijos. (cuadro 10 y fig. 6).

#### 6. Inicio de floración promedio de las primeras cinco plantas.

El  $DF_1$  de los genotipos en general, se encuentra asociado con



el peso de la materia seca (cuadro 25) lo que refleja que una planta tardía crece más y por tanto su peso aumenta ( $r=0.44$ ). En este sentido también se presenta la tendencia a aumentar el tamaño de la panoja cuando es tardía la floración ( $r=0.25$ ), y cuando la iniciación floral es prematura, la panoja se desarrolla más temprano y su tamaño es menor. Así lo ha señalado Quinby y Schertz (1975). Estos mismos autores reportan que cuando las variedades difieren en el período de madurez, es porque responden en forma distinta al fotoperíodo y a la temperatura.

El inicio de la floración es distinta según el color de grano del genotipo (cuadros 11, 15 y 25) y se observa que, en general, para genotipos blancos se tiene el inicio de la floración más tardía ( $r=-0.55$ ). Así, notamos que el genotipo 26, color de grano blanco, con el mejor rendimiento y peso de grano entre los de su color, es el más tardío para iniciar la floración (cuadros 11, 15 y 24 y figs. 7, 11 y 20).

De los genotipos con mayor rendimiento (cuadro 24) destacan por su temprano inicio de floración de las primeras plantas el 22 y 14. Esto posiblemente se debe a que las primeras flores tienen mayores posibilidades de formar el grano con respecto a las últimas. Resultados similares encontró Mascorro (1985) trabajando con frijol.

El inicio de la floración muestra cierta relación inversa con la excursión ( $r=-0.55$ ), (cuadro 25), sin embargo, no es un aspecto fundamental como primer paso en la determinación de qué genotipo es más apto para la región; más bien es una característica agronómica que tiene que ver con el manejo del cultivo y que puede emprenderse con genotipos ya adaptados y con buenos rendimientos.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

### 7. Altura de planta.

Partiendo del mismo ambiente para todos los genotipos, los resultados nos muestran que la altura de planta sólo tiene alguna relación con el acame ( $r = 0.42$ ), (cuadro 25) es decir, que a medida que la altura de planta crece, existen mayores posibilidades de tener problemas de acame. Esto probablemente tenga alguna relación con el área radicular de la planta y la competencia por los nutrientes y el agua. Pero es indudable que la altura de planta de sorgo tiene mucha importancia para su manejo.

### 8. Excursión.

Por los resultados observados en los cuadros 13 y 25 y fig. 9, la excursión sólo tiene alguna relación de manera inversa con las variables relacionadas con la floración ( $DF_1$ ,  $r = -0.55$ ;  $Fp$ ,  $r = -0.52$ ;  $DF_2$ ,  $r = -0.44$ ;  $DF_3$ ,  $r = -0.52$  y  $DF_4$ ,  $r = -0.22$ ), lo que nos da la pauta de que no es precisamente una variable necesaria en este trabajo para seleccionar o indicar qué genotipos son los más propicios para la región. Probablemente tiene importancia más ligada con el manejo del cultivo y en particular con su cosecha.

### 9. Tamaño de panoja.

El tamaño de la panoja, según los resultados del experimento, parece ser que no tiene mucha relación con las otras variables de manera dependiente, excepto en cierto grado con el inicio de la floración, como se señala anteriormente. (cuadro 25).

Para fines de adaptación, tomando como base principal el rendimiento, el tamaño de la panoja no es una variable que contribuya de manera estrecha con la definición de los mejores genotipos, dado que por ejemplo, el genotipo 6 (cuadro 14 y fig. 10) tiene el mayor tamaño

de panoja y está ubicado en el grupo de más bajo rendimiento (cuadro 24 y fig. 20).

#### 10. Color del grano.

El color del grano, aspecto importante en la selección de los mejores sorgos blancos, se relaciona con las variables Pg ( $r = 0.63$ ), Pd ( $r = 0.53$ ),  $DF_1$  ( $r = -0.40$ ),  $P_{200}$  ( $r = 0.51$ ), Fp ( $r = 0.45$ ),  $DF_3$  ( $r = -0.45$ ) y Ren ( $r = 0.63$ ), (cuadro 25). Esto nos explica que los sorgos rojos 2, 14, 44 y 22 (cuadros 15 y 24) son más rendidores por su mayor resistencia al ataque de pájaros (cuadro 9), su peso de grano es mayor y la floración es más tardía (cuadros 16 y 22 y figs. 12 y 18)

#### 11. Peso de 200 granos.

El peso de 200 granos se utilizó como variable, por ser un componente del rendimiento, para detectar los mejores genotipos, ya que el daño por pájaros fue severo en la mayoría de ellos. Y efectivamente, los genotipos que tienen los mayores valores en peso de los 200 granos (14, 2 y 33) son también los de mayor rendimiento, después del genotipo 22 (cuadros 16 y 24 y figs. 12 y 20). Este último tiene un valor más bajo que aquéllos en el peso de 200 granos, pero lo favoreció no tener problema de daño por pájaros (cuadro 9) lo que indica que pudo manifestar su capacidad de adaptación y producción.

Partiendo de la variable  $P_{200}$  y relacionándola con el rendimiento, como queda de manifiesto con los genotipos 14, 12 y 33, se puede deducir que los sorgos 1, 16, 31 y 20 (cuadro 15), todos con más de un 95% de daño (cuadro 9), tienen potencialidad de adaptarse y producir aceptables rendimientos en la región de Cuautitlán (cuadros 16 y 24 y figs. 12 y 20).

El  $P_{200}$  es una variable que sí contribuye a detectar los mejores genotipos, ya que tiene relación importante con las variables  $P_g$  ( $r=0.39$ ),  $P_t$  ( $r=0.36$ ),  $C_g$  ( $r=0.51$ ) y  $Ren$  ( $r=0.39$ ), (cuadro 25).

## 12. Acame.

Los resultados nos indican (cuadro 17 y fig. 13) que el acame presente en la mayoría de los genotipos, aunque sí hay diferencia significativa entre ellos (cuadro 5) no representa un problema fuerte a excepción del genotipo 33 que es el que tiene un grado de acame acentuado. Sin embargo, este mismo genotipo se encuentra dentro de los primeros en rendimiento (cuadro 24 y fig. 20) lo que nos manifiesta que no existe correlación positiva con esta última variable (cuadro 25).

El acame tiene repercusión más alta en la cosecha mecanizada; en el presente experimento se realizó de forma manual, incluyendo las plantas caídas. Esta es la razón, posiblemente, por la cual el rendimiento no se vió afectado por el acame.

Por otra parte, es la altura de la planta (cuadro 25) la variable que nos está explicando, en parte, el grado de acame, dada su correlación positiva ( $r=0.42$ ). Esto es, que a medida que la altura de planta es mayor, se presentan más posibilidades de tener problemas de acame.

## 13. Floración promedio.

La  $F_p$  está asociada con el  $C_g$  ( $r=0.45$ ),  $Ex$  ( $r=-0.52$ )  $DF_1$  ( $r=0.93$ )  $P_{msp}$  ( $r=0.39$ ),  $P_g$  ( $r=-0.34$ ),  $DF_2$  ( $r=0.59$ ),  $DF_3$  ( $r=0.93$ )  $DF_4$  ( $r=0.41$ ) y  $Ren$  ( $r=-0.34$ ), (cuadro 25).

De las primeras cinco variables ya se ha comentado su relación con la floración promedio; del resto, la que más nos interesa con fines de selección de los mejores genotipos es el rendimiento, y observamos que los sorgos sobresalientes en rendimiento son aquellos que, en general, presentan los menores valores en floración promedio - (2, 33, 14 y 22) ubicados en los últimos tres grupos (cuadros 18 y 24 y figs. 14 y 20) .

Los genotipos con mayor Fp son el 26, 28, 32 y 17 (cuadro 18 y fig. 14) y en Ren (cuadro 24 y fig. 20) se encuentran en buena posición, a excepción del 32 que toma el valor más bajo. Cabe señalar que el daño por pájaros para este último es mayor (30% aproximadamente) que para aquellos (cuadro 9 y fig. 5).

Otro aspecto que nos permite confirmar que los genotipos 2, 33, 14 y 22 son superiores a los 26, 28, 32 y 17 es que en base al peso de 200 granos aquéllos son mayores a éstos últimos (cuadro 16).

14. Terminación de floración promedio de las primeras cinco plantas.

Esta es una variable que no nos ayuda directamente a predecir el rendimiento, pero sí contribuye a explicar que el Pmsp ( $r = 0.63$ ), Ex ( $r = -0.45$ ) Fp ( $r = 0.59$ ), y  $DF_3$  ( $r = 0.51$ ) tienen una relación importante (cuadro 25).

Los genotipos 6 y 10 ubicados en el primer grupo con el mayor tamaño de panoja (cuadro 14 y fig. 10), forman también parte del primer grupo con los mayores días a la  $DF_2$  (cuadro 19 y fig. 15). - Esto explica en cierto grado que el tamaño de la panoja aumenta cuando los días a la floración son más prolongados. Sin embargo, - no es una regla general, dado que buena parte de genotipos con los menores valores de Tp (26, 28, 18, 21 y 12; cuadro 14) presentan -

los mayores días a la  $DF_2$  (cuadro 19 y fig. 15). Esto posiblemente se debe a la capacidad del genotipo de responder al medio ambiente.

Existe relación estrecha entre  $DF_2$  y  $DF_1$  ( $r = 0.63$ ), dado que - aquellos genotipos que inician la floración son también los primeros - en terminarla, tales son los casos de los genotipos 26, 28, 27, 29, - 32 (cuadro 11, 19 y 25 y figs. 7 y 15).

Los genotipos 3, 15, 16, 31 y 13 con la mayor Ex, ubicados en los dos primeros grupos, (cuadro 13 y fig. 9) son también los que - presentan los valores más pequeños en  $DF_2$  (cuadro 19 y fig. 15) y en particular el 3 y 15. Esto nos muestra que existe una relación - inversa entre las dos variables.

Con respecto a la floración promedio observamos que existe una correlación positiva importante ( $r = 0.59$ ; cuadro 25) y particularmente que los genotipos 26, 28, 32 y 17, ubicados en el primer grupo - de floración promedio (cuadro 18) son también los primeros en el grupo de la variable  $DF_2$  (cuadro 19 y fig. 15). Algo similar se presenta con el inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas cuadro 20 y fig. 16).

#### 15. Inicio de floración promedio de las últimas cinco plantas.

Esta variable tiene sus relaciones con el Pg ( $r = -0.40$ ); Pmsp ( $r = 0.32$ );  $DF_1$  ( $r = 0.84$ ); Ex ( $r = 0.52$ ); Cg ( $r = 0.46$ ); Ep ( $r = 0.93$ );  $DF_2$  ( $r = 0.51$ );  $DF_4$  ( $r = 0.41$ ); Rf ( $r = 0.36$ ) y Ren ( $r = -0.40$ ) - (cuadro 25).

Los genotipos 32, 26, 28, 17, 29 y 6 (cuadro 20 y fig. 16) que ocupan el primer grupo con días más largos a la floración, son también los que terminan después (cuadro 21 y fig. 17), lo que nos muestra buena correspondencia entre las dos variables.

Con respecto al rendimiento, los genotipos más tardíos son superados por otros más tempranos (22, 33, 14, 2; cuadros 20 y 24) lo que nos muestra en cierta forma una relación inversa entre ambas variables. Este aspecto es ventajoso en cuanto a la posibilidad de evadir las heladas tempranas.

En general, los genotipos con mayores días a  $DF_3$  toman valores intermedios en el Rf (cuadro 22, fig. 18). Esto puede deberse a la capacidad que tienen de responder al fotoperíodo y temperatura.

#### 16. Terminación de floración promedio de las últimas cinco plantas.

La terminación de la floración tardía puede ser una desventaja en la producción si el cultivo se expone a cambios desfavorables del medio ambiente.

De los genotipos con mayores días a la  $DF_4$  (cuadro 21 y fig. 17) podríamos decir que el 29 es el mejor, dado que fue fuertemente dañado por pájaros (82.5%, cuadro 9), aunque tiene la desventaja de ser el último lugar en peso de 200 granos (cuadro 16 y fig. 12).

Los genotipos 2, 14, 33 y 22 son de los que tienen los menores valores a la  $DF_4$  (cuadro 21 fig. 17) y son los que tuvieron los más altos rendimientos (cuadro 24 fig. 20), lo que nos indica que son muy prometedores para seguir trabajando con ellos en futuros programas.

#### 17. Rango de floración.

Los genotipos 1, 32, 14, 5 y 20 destacan por su mayor Rf (cuadro 22 fig. 18). El rendimiento es muy variable (cuadro 24 fig. 20); el 14 es superior a los demás pero tiene un Pd de 98, 52.5, 0,

92 y 91.5 respectivamente (cuadro 9 fig. 5). Podemos pensar que - podrían tener mejor posición en la variable rendimiento si el daño por pájaros no fuera tan acentuado. Por otra parte, notamos que de los genotipos con menor rango de floración, destacan por su rendimiento el 2, 22 y 33; pero además su daño por pájaros es nulo, lo que en buena parte explica esa virtud.

#### 18. Enfermedades.

Para esta variable (cuadro 23 y 24, fig. 19) no existe ninguna relación con el resto de ellas, dado que el análisis estadístico muestra que no hay diferencia significativa entre genotipos. Todos estos tuvieron las mismas condiciones de manifestar su capacidad ante el medio ambiente bajo el mismo efecto de enfermedades.

#### 19. Rendimiento.

El rendimiento es una de las variables más importantes en el presente estudio, como parámetro para definir mejores genotipos. De alguna manera ya se ha comentado en apartados anteriores su relación con otras variables.

Fundamentalmente el Pg ( $r= 1.0$ ), Pt ( $r= 0.92$ ), Pd ( $r= -0.47$ ), Cg ( $r= 0.63$ ),  $P_{200}$  ( $r= 0.38$ ), y de alguna forma la floración, están en estrecha relación con el rendimiento del genotipo (cuadro 25).

Los genotipos 22, 2, 33 y 14 son los que destacan por su rendimiento (cuadro 24 fig. 20), tienen el mayor  $P_{200}$  (cuadro 6 fig. 2), el mayor Pt (cuadro 8 fig. 4), el menor Pd (cuadro 9 fig. 5), de colores rojizos (cuadro 15, fig. 11) y con valores bajos en Fp (cuadro 18 fig. 14).



Los genotipos de grano blanco con mejores rendimientos fueron los 29, 34, 28 y 26 (cuadros 15 y 24, fig. 11 y 20).

## VII. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en la presente investigación se derivan las siguientes conclusiones:

1) El estudio nos indica la presencia de sorgos con buenas perspectivas de adaptación en la región de Cuautitlán, México, considerando que cuatro de ellos exhibieron los caracteres agronómicos más deseables: MbXGg Fg-72 -1PL-1R (22), 72 B-18 (2), Hg (NgxMI) F<sub>11</sub>-352-1 (33) y Mutation M<sub>5</sub> Sel (14).

2) En general, los sorgos blancos manifestaron menor rendimiento, menor precocidad y fueron más atacados por pájaros en comparación con el grupo de sorgos de grano rojo.

3) La característica precocidad fue determinante en la adaptabilidad de los genotipos y en la manifestación de superioridad de rendimiento, lo cual correspondió a los genotipos del inciso 1.

4) El color de grano influyó en la resistencia al daño de pájaros, lo cual quedó comprobado en el nulo daño exhibido por los sorgos de grano rojo.

5) El peso de 200 granos como estimador del rendimiento de grano resultó ser eficiente, con éste se pudieron detectar genotipos de grano blanco rendidores que fueron dañados por pájaros, como fue el caso de: 76 BTP 120-2 (1), CyG6-1275-1-2 R (16) y Sorghum CB-9 (31).

6) Los genotipos de grano blanco con mejores rendimientos fueron: Sorghum CB-33-8 PL 2R Sel (29), ISI7 664C x 8318-5 R Sel (34) Sorghum CB-99-7 PL 2R Sel (28) y Sorghum CB-91-1PL Sel (26).

7) Dado el objetivo del presente estudio, de detectar sorgos - de grano blanco para consumo humano, se plantea la importancia de mejorar la resistencia al ataque de pájaros de los genotipos de grano blanco que resultaron mejor adaptados.

### VIII. BIBLIOGRAFIA

- Armstrong W.D., W.R. Featherston and J.C. Rogler. 1974. Effects of bird resistant sorghum grain and various commercial tannins on chick performance. *Poultry Science* 53: 2137-2142. 1974. In: Axtell J.D. Annual Report on "Inheritance and improvement of protein quality and content in sorghum bicolor (L) Moench". United States Agency for International Development Department of State. Washington D.C. 54 pp.
- Bedolla, S. y Rooney, L.W. 1982. Diferentes opciones tecnológicas para utilizar el sorgo en tortillas pp. 109 - 112. In: Proceedings of the grain quality Workshop for Latin America. INTSORMIL-INIA-ICRISAT México. 216 pp.
- \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ 1982. Utilización del sorgo en la elaboración de tortillas. pp. 113-115. In: Proceedings of the grain quality workshop for Latin America. INTSORMIL-INIA - ICRISAT. México.
- Bustos, M.F., Cejudo, E.H. y Vartan, G. 1982. Análisis y Selección de variedades de sorgo para elaboración de tortillas. pp. 86-98. In: Proceedings of the grain quality workshop for Latin America INTSORMIL-INIA-ICRISAT. México. 216 pp.
- Cejudo, G.H. Z.E. Venado, I.R. Pedroza u E.A. Iruegas. 1979. Informe Anual. Laboratorio de Tecnología de Alimentos. CIAMEC INIA SARH 58 pp.
- Goggett, H., D.L. Curtis, F.X. Laubscher, y D.J. Webster. 1965. El sorgo en Africa pp. 161-181. In: Wall, J.S. y W.M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo. Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires. 399 pp.
- Featherston W.R., J.C. Rogler, J.O. Axtell and D.L. Oswalt 1975. Nutritional value of high Lysine sorghum grain for the chick. *Poultry Science* 54: 1220-1225. In: Axtell, J.D. Annual Report on "Inheritance and improvement of protein quality and content in sorghum bicolor (L) Moench" United States Washington, D.C. 54 pp.
- Freeman, J.E. 1975. Desarrollo y estructura de la planta del sorgo y su futuro. pp. 19-42. In: Wall, J.S. W.M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo. Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires. 399 pp.

- Futrell, M. and Jones, R. 1982. Use of grain sorghum as food in - southern Honduras. pp. 25-42. In: Proceedings of the - grain quality workshop for Latin America. INTSORMIL- INIA-ICRISAT. México. 216 pp.
- Herrera, A.V. 1982 Uso del sorgo en la alimentación humana en el - Salvador. pp. 16-24 In: Proceedings of the grain quali - ty workshop for Latin America. INTSORMIL-ICRISAT- - INIA. México. 216 pp.
- House, L.R. 1982. El sorgo, guía para su mejoramiento genético. Un<sup>i</sup> versidad Autónoma Chapingo. México. 425 pp.
- Hurtado, G.B. 1982. Evaluación del contenido de taninos y fenoles - en varias líneas de sorgo. pp. 190-202. In: Latin Ameri - ca. INTSORMIL-INIA-ICRISAT. México. 216 pp.
- \_\_\_\_\_. 1984. Evaluación y selección de sorgos para consumo humano. pp. 128-135. In: Potencial y uso del sorgo gra - ñífero en México. Memorias. Primera Reunión Nacional - sobre sorgo. Facultad de Agronomía UANL. Marín N.L. 248 pp.
- Livera M.M. 1975. La Temperatura como factor limitante en la adap - tación del sorgo para grano (sorghum bicolor (L) Moench) en los Valles Altos de México. Tesis Profesional ENA. - Chapingo. México.
- \_\_\_\_\_. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (sorghum bicolor (L) Moench) tolerantes al frío. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo. México
- Martín J.H. 1975. Historia y clasificación de los sorgos sorghum bico - lor (L) Moench In: Wall, J.S. y W.M. Ross 1975. Pro - ducción y usos del sorgo. Centro Regional de Ayuda Téc - nica. Buenos Aires. 399 pp.
- Mascorro, G.J.O. 1985. Efecto de tres termoperíodos sobre el creci - mientos, la floración y los componentes del rendimiento de una var. de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de hábito determinado. Tesis Profesional. Facultad de Estudios - Superiores Cuautitlán. UNAM. México. 183 pp.
- Mohan, D.P. and J.D. Axtell. 1975. Protein quality improvement - in grain sorghum pp. 22-30 In: Proceeding of the inter - national sorghum workshop. Mayaguez Puerto Rico 84 pp.

- Poehlman J.M. 1979. Mejoramiento genético de las cosechas Ed. Limusa. México. 453 pp.
- Quiby J.R. y K.F. Schertz. 1975. Genética, Fitotecnia y Producción de semilla de sorgo híbrido. pp. 43-67. In: Wall, J.S. y W.M. Ross. 1975. Producción y uso del sorgo. Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires. 399 pp.
- Rachle, K.O. 1975. El Sorgo en Asia. pp. 185-215. In: Wall J.S. y W.M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo. Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires. 399 pp.
- Reyna, T.T. 1978. Características climáticas frutícolas en Cuautitlán- Estado de México. Boletín del Instituto de Geografía. - Volumen 8. UNAM. 66 pp.
- Robles, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. - México. 592 pp.
- Romo, C.E., E. Rodríguez y L.P. Compton. 1984. Sorgo para los Valles Altos de México. pp. 137-142 In: Potencial y uso del sorgo granífero en México. Memorias. Primera Reunión Nacional sobre sorgo. Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N.L. 1984. 248 pp.
- Rooney, L.W. y F.R. Miller. 1982. Variación en la estructura y características del grano de sorgo. Universidad de Texas. Departamento de Suelos y Cultivos. 40 pp.
- Sánchez, L.M. y M.G. Salazar. 1982. Fortificación de la harina de sorgo nixtamalizado para tortillas, utilizando Soya, Lisina y Metionina. pp. 116-138. In: Proceedings of the grain quality workshop for Latin America. INTSORMIL - INIA-ICRISAT. México. 216 pp.
- Serna, S.S.O., D.A. Knabe, L.W. Rooney y T.D. Tankjley. 1984 - Calidad nutritiva de tortillas de sorgo y maíz. pp. 148 - 156. In: Potencial y uso del sorgo granífero en México - Memorias. Primera Reunión Nacional sobre sorgo. Facultad de Agronomía, UANL. Marín N.L. 248 pp.
- Suárez F.J.A. 1977. Estudio comparativo entre variedades de sorgo con diferente contenido de taninos en dietas de pollos. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, - México. 128 pp.

- Vega, Z.G. 1984. Programa Nacional de Investigación en sorgo pp. - 170-178 In: Potencial y uso del sorgo granífero en México. Memorias. Primera Reunión Nacional sobre sorgo. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. 248 pp.
- Wall, J.S. y Ch. W. Blessin. 1975. Composición de la planta del grano de sorgo. pp. 69-90. In: Wall, J.S. y W.M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo. Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires. 399 pp.

## IX. APENDICE



CUADRO 1A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE GRANO.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
Bloques	3	207175.49	69058.49	1,62	1,57	1.89
Tratamientos	33	33454375.36	1013768.95	23.81		
Error	99	4214847.26	42574.21			
Total	135	37876398.11				
Media = 231.67		C.V. = 89.06				

CUADRO 2A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE MATERIA SECA DE LA PANOJA

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
Bloques	3	473937.94	157979.31	6.08	1.57	1.89
Tratamientos	33	4555428.23	138043.28	5.31		
Error	99	2574076.06	26000.77			
Total	135	7603442.23				
Media = 668.71		C.V. = 24.11				

CUADRO 3A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO TOTAL,

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
Bloques	3	1047588.20	349196.07	4.51	1.57	1.89
Tratamientos	33	43317171.65	1312641.57	16.96		
Error	99	7664353.05	77417.71			
Total	135	52029112.90				
Media = 903.02		C.V. = 30.81				

CUADRO 4A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE DAÑO POR PAJAROS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
Bloques	3	2010.38	670.13	1.04	1.57	1.89
Tratamientos	33	152861.24	4632.16	7.17		
Error	99	63952.12	645.98			
Total	135	218823.74				
Media = 59.46		C.V. = 42.74				

CUADRO 5A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HIJOS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	2.198	0,73	1,59	1,57	1,89
Tratamientos	33	41.243	1.25	2.72		
Error	99	45.552	0.46			
Total	135	88.993				
Media = 2.007	C.V. = 33.79					

CUADRO 6A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INICIO DE FLORACION PROMEDIO DE LAS PRIMERAS CINCO PLANTAS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	49.97	16,66	2,11	1,57	1,89
Tratamientos	33	7064.94	214.09	27,07		
Error	99	783.53	7,91			
Total	135	7898,44				
Media = 84,84	C.V. = 3.32					

CUADRO 7A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA,

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	578,76	192,92	7,81	1,57	1,89
Tratamientos	33	55051,00	1668,21	67,51		
Error	99	2446,24	24,71			
Total	135	58076,00				
Media = 103,5		C.V. = 4,80				

CUADRO 8A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE EXERCISION.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	36,323	12,11	4,25	1,57	1,89
Tratamientos	33	1933,970	58,61	20,56		
Error	99	281,677	2,85			
Total	135	2251,970				
Media = 6,01		C.V. = 28,08				

CUADRO 9A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TAMANO DE LA PANOJA.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	4.375	1,460	1.92	1.57	1.89
Tratamientos	33	693.007	21,000	27.59		
Error	99	75.375	0,761			
Total	135	772.757				
Media = 18,65		C.V. = 4,68				

CUADRO 10A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE COLOR DEL GRANO.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	3.080	1,0300	5.17	1.57	1.89
Tratamientos	33	121.243	3,6700	18.49		
Error	99	19.669	0,1987			
Total	135	143,993				
Media = 1,74		C.V. = 25,61				

CUADRO 11A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE 200 GRANOS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	1.40375	0,468	1,62	1,57	1.89
Tratamientos	33	72.66889	2,202	7,62		
Error	99	28.63370	0,289			
Total	135	102.70640				
Media = 2.63		C.V. = 20.45				

CUADRO 12A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ACAME.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	0.963	0,321	1,89	1,57	1.89
Tratamientos	33	31.007	0,939	5,55		
Error	99	16.786	0,169			
Total	135	48.757				
Media = 1.40		C.V. = 29.36				

CUADRO 13A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FLORACION PROMEDIO,

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
Bloques	3	4,529	1,509	0.17	1.57	1.89
Tratamientos	33	6794,470	205,890	23.07		
Error	99	883.470	8,924			
Total	135	7682.470				
Media = 100.23		C.V. 2.98				

CUADRO 14A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TERMINACION DE FLORACION PROMEDIO DE LAS PRIMERAS CINCO PLANTAS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
Bloques	3	160,0592	53,3531	2.93	1.57	1.89
Tratamientos	33	9066,6180	274,7460	15.09		
Error	99	1801,4408	18,1963			
Total	135	11028,1180				
Media = 95.38		C.V. = 4.47				

CUADRO 15A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INICIO DE FLORACION PROMEDIO DE LAS ULTIMAS CINCO PLANTAS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	29,206	9,735	0.75	1.57	1.89
Tratamientos	33	7827,265	237,189	18.28		
Error	99	1284,794	12,977			
Total	135	9141,265				
Media = 105.57		C.V. = 3.41				

CUADRO 16A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TERMINACION DE FLORACION PROMEDIO DE LAS ULTIMAS CINCO PLANTAS.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,01</sub>	F <sub>0,05</sub>
Bloques	3	14,7061	4,902	0.39	1.57	1.89
Tratamientos	33	7937,0590	240,517	19.46		
Error	99	1223,2939	12,256			
Total	135	9175,0590				
Media = 115.85		C.V. = 3.03				



CUADRO 17A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RANGO DE FLORACION.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	77.434	25.811	1.70	1.57	1.89
Tratamientos	33	1283.360	38.889	2.57		
Error	99	1499.316	15.144			
Total	135	2860.110				
Media = 31.08		C.V. 12.52				

CUADRO 18A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ENFERMEDADES.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Bloques	3	1,080	0.360	8,56	1.57	1.89
Tratamientos	33	1.389	0.042	1.00		
Error	99	4.169	0,042			
Total	135	6,639				
Media = 1,95		C.V. = 10,53				

CUADRO 19A. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Bloques	3	1161570.579	387190.19	2.11	1.57	1.89
Tratamientos	33	122508622.100	3712382.49	20.21		
Error	99	18187877.680	183715.94			
Total	135					
Media = 469.57	C.V. = 91.28					