

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



*“ Evaluación de variedades de maíz en base a estabilidad de
rendimiento y calidad proteica ”*

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO

Orientación Fitotecnia

P r e s e n t a :

Ricardo José Zapata Altamirano

Guadalajara, Jal.,

1979

COMITE PARTICULAR

Director de tesis:

Ing. y M.C. Salvador A. Hurtado y de la Peña.

Asesores:

Ing. Bonifacio Zarazúa Cabrera.

Ing. y M.C. Raymundo Velazco Nuño.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. y M.C. J. Jesús Sánchez G., mi reconocimiento por la sugerencia del tema, orientación en el desarrollo del mismo y revisión del manuscrito.

Al Dr. Esteban Betanzos M., por la revisión del manuscrito y por sus valiosas sugerencias para la elaboración final de la tesis.

Al Ing. y M.C. Salvador A. Hurtado de la Peña., por sus sugerencias y revisión del manuscrito.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por su valiosa ayuda prestada al proporcionar los medios necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

A los investigadores y personal integrante del - Campo Agrícola Experimental Pabellón, que colaboraron para la realización de la presente tesis.

Al Sr. Ramiro Puga L., ayudante del Programa de Maíz A. C. P. por su colaboración en los trabajos de campo.

Al Sr. Enrique Montes J., por el trabajo de mecanografía.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI MADRE:

QUIEN ME DIO LA EXISTENCIA.

A MI PADRE:

MANUEL ZAPATA ARJONA, QUIEN
CON SU SACRIFICIO Y EJEMPLO,
HA HECHO POSIBLE PARA VERME
COMO PROFESIONISTA.

A MI ESPOSA:

CECY, QUIEN CON SU CARINO Y
COMPRESION ME HA ALENTADO
PARA SUPERARME DIA CON DIA.

A MIS HERMANOS:

FELIPA, MA. DEL CARMEN, CARLOS,
FAUSTINO, MA. GUADALUPE, MA. ROSA
Y FERNANDO, Y A LA MEMORIA DE PATRICIO
Y MARTHA, QUIENES ME BRINDARON SU APOYO
PARA REALIZARME.

A MIS SOBRINOS:

CON CARINO PARA SU MOTIVACION.

C O N T E N I D O

	PAG.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Antecedentes de la baja calidad proteica del maiz.....	4
2.2 Descubrimiento del gene opaco-2.....	6
2.3 Valor nutritivo del grano.....	10
2.4 Limitantes del maiz opaco-2.....	10
2.5 Genes modificadores del endospermo en opaco-2.....	11
2.6 Analisis de proteina.....	15
2.7 Interaccion genotipo-ambiente.....	16
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1 Material genetico.....	21
3.2 Diseno experimental.....	23
3.3 Area de trabajo.....	26
3.4 Variables observadas.....	29
3.5 Analisis estadistico.....	29
3.5.1 Analisis de varianza para cada localidad.....	30
3.5.2 Analisis de varianza combinado y estimacion de - parametros de estabilidad.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
4.1 Analisis de varianza para cada localidad.....	39
4.2 Comparacion de medias.....	42
4.3 Analisis combinado y estimacion de parametros de esta- bilidad.....	53
4.4 Contenido de proteina y triptofano en el endospermo de grano.....	59
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. APENDICE.....	65
VII. BIBLIOGRAFIA.....	71

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

		PAG.
CUADRO 1.	COMPOSICION DE AMINOACIDOS (GRAMOS POR 100 g. DE PROTEINA) PARA ENDOSPERMO DESGRASADO EN MAIZ OPACO-2 Y NORMAL. ^a	8
CUADRO 2.	CONTENIDO DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE PROTEINA EN EL ENDOSPERMO DE MAIZ COMUN. OPACO-2 Y HARINOSO-2.	9
CUADRO 3.	CONTENIDO DE LISINA Y TRIPTOFANO EN GRANO COMPLETO, - ENDOSPERMO Y GERME DE MAIZ COMUN, OPACO-2 Y HARINOSO 2.	9
CUADRO 4.	GRUPO DE MATERIAL UTILIZADO Y FUENTES DEL CARACTER -- OPACO-2.	24
CUADRO 5.	AMBIENTES DE PRUEBA, FECHAS DE SIEMBRA Y COSECHA, ALTITUD Y PRECIPITACION PLUVIAL. 1977 T.	28
CUADRO 6.	TIPO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO EN LATICE SIMPLE DUPLICADO.	31
CUADRO 7.	ANALISIS DE COVARIANZA PARA DISEÑO EN LATICE (ANCO).	34
CUADRO 8.	ANALISIS DE VARIANZA CUANDO SON ESTIMADOS LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.	36
CUADRO 9.	SITUACIONES POSIBLES DERIVADAS DE LOS VALORES QUE - PUEDEN TENER LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD. CARBALLO (1970).	38
CUADRO 10.	ANALISIS DE VARIANZA DE VARIEDADES EVALUADAS EN SANDO VALES 1977 T. INIA.	40
CUADRO 11.	ANALISIS DE VARIANZA DE VARIEDADES EVALUADAS EN OJOCA LIENTE, VILLANUEVA, VIUDAS PTE. Y VILLA HGO. 1977 T. INIA.	41
CUADRO 12.	MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN SANDOVALES AGS. 1977 T.	44
CUADRO 13.	MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN OJOCALIENTE ZAC. 1977 T.	46
CUADRO 14.	MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN VILLANUEVA ZAC. 1977 T.	47
CUADRO 15.	MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN VILLA HIDALGO, JAL. 1977 T.	49

	PAG.
CUADRO 16. MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN VIUDAS PTE. AGS. 1977 T.	50
CUADRO 17. PORCENTAJE EN AUMENTO (+) O REDUCCION (-) EN RENDIMIENTO DE MAICES o_2 Y SUS CONTRAPARTES NORMALES EN LA LOCALIDAD DE SANDOVALES, AGS. 1977 T.	52
CUADRO 18. PORCENTAJE EN AUMENTO (+) O REDUCCION (-) EN RENDIMIENTO DEL V.S.202 Y V.S.201 CON DIVERSAS FUENTES DEL CARACTER OPACO-2.	52
CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.	54
CUADRO 20. PARAMETROS DE ESTABILIDAD ASI COMO MEDIAS DE RENDIMIENTO Y DIAS A FLORACION CONSIDERANDO LAS 5 LOCALIDADES 1977 T.	55
CUADRO 21. MATERIAL SOBRESALIENTE EN CUANTO A SU DESEABILIDAD.	59
CUADRO 22. CONTENIDO DE PROTEINA Y TRIPTOFANO EN EL ENDOSPERMO DE GRANO CON FENOTIPO E.O. 0% Y E.O. 100%.	61
FIGURA 1. FENOTIPOS DE GRANOS DE MAIZ NORMAL (o_2), OPACO-2 -- (o_2) Y OPACO-2 MODIFICADO (o_2) EN DIVERSAS PROPORCIONES.	13
FIGURA 2. LOCALIZACION DE LOS LUGARES DE PRUEBA.	27
FIGURA 3. COMPORTAMIENTO EN RENDIMIENTO DE ALGUNAS VARIETADES EN LOS DIFERENTES AMBIENTES.	58
FIGURA A1. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN SANDOVALES, AGS.1977.	66
FIGURA A2. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN OJOCALIENTE, ZAC. - 1977.	67
FIGURA A3. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN VILLANUEVA, ZAC. 1977.	68
FIGURA A4. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN VILLA HIDALGO, JAL. 1977.	69

FIGURA A5. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS Y PRE-
CIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO
DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN VIUDAS PTE.
AGS. 1977.

RESUMEN

El conocimiento de la problemática nutricional que predomina en las regiones semi-áridas principalmente en el estado de Aguascalientes, motivó que se traten de obtener variedades de maíz con alto valor -- proteíco por medio de la incorporación del factor genético opaco-2. Los trabajos de incorporación del opaco-2 se iniciaron dentro del Programa de Maíz de Pabellón, Ags. INIA a partir de materiales experimentales sobresalientes en zonas de temporal de los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Durango. En consideración a lo anterior el presente trabajo tuvo como objetivos: a) identificar dentro de un grupo de variedades con la característica opaco-2, las más sobresalientes en rendimiento y precocidad en -- comparación con maíces normales por medio del uso de parámetros de estabilidad y b) determinar aquellos que muestren los mejores valores en cuanto a calidad y cantidad de proteína.

El estudio se realizó en cinco localidades comprendiendo -- parte de los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco, bajo condiciones de temporal. Con el fin de satisfacer el primer objetivo planteado se realizaron dos tipos de análisis estadísticos: análisis de varianza para cada localidad y posteriormente un análisis de varianza combinado y estimación de parámetros de estabilidad; los análisis químicos se realizaron en los laboratorios de calidad de proteína del INIA.

De los resultados obtenidos se pudo concluir que: a) existieron materiales normales y materiales con alta calidad proteíca que sobresalieron en todos los ambientes estudiados. b) Considerando como materiales deseables aquellos que tuvieron buena respuesta a todos los ambientes, consistente en su comportamiento, media de rendimiento alta y precoz; se agrupó entre los materiales normales el V.S. 202, V.S. 12 E y H-221, de

los materiales con alta calidad proteica al Comp. 15 ET x B.I x Celaya o₂, V.S. 202 x B.I x Celaya o₂, Comp. 18 ET. x Zac. 58 o₂ y Comp. 17 ET. x B.I. x Celaya o₂. c) Las fuentes usadas para la incorporación del gene opaco-2 tuvieron influencia sobre el comportamiento en rendimiento y días a floración de los materiales recurrentes. d) En cuanto al análisis químico de la proteína se encontró que fué mayor el contenido de proteína en los granos de fenotipo normal que el de los granos de fenotipo opaco; pero siendo mayor en este fenotipo la calidad de la proteína que la de los granos normales. e) Se sugiere la iniciación de sistemas de selección simples (selección masal, familiar o combinada) en los materiales de alta calidad proteica mas sobresalientes con el fin de ir eliminando características indeseables.

INTRODUCCION

En México, infinidad de estudios genéticos se han enfocado hacia la mayor cantidad de productos básicos, tanto de origen vegetal como animal, para satisfacer la demanda alimenticia requerida por el incremento constante de la población humana.

A pesar de los esfuerzos realizados para alcanzar dichos objetivos, se encuentra que aunado a la falta de producción y al bajo poder adquisitivo existe un desconocimiento acerca del valor nutritivo de los alimentos, lo cual provoca que existan zonas muy marginadas, las cuales se caracterizan por la falta de su diversificación alimenticia, por su deficiencia proteica especialmente la de origen vegetal, por una alta pro--porción de carbohidratos e incluso por la insuficiencia calórica, siendo esto ultimo originado por la baja cantidad de alimentos consumidos, ya que al haber una alta proporción de carbohidratos debería haber suficientes calorías.

Villegas (1972), menciona que aproximadamente el 20% de la población de los países en desarrollo está desnutrida, y una proporción mucho mayor que se estima en un 60%, está mal nutrida, es decir, que tres de cada cinco personas no reciben una alimentación balanceada en los ali--mentos que consumen.

En cuanto a la situación nutricional del estado de Aguascalientes, aunque se puede inferir también sobre los estados de Zacatecas y Durango, debido a que son considerados como zonas similares, la Secretaría de Salubridad y Asistencia, sitúa geográficamente al estado en una zona --geoeconómica de alimentación regular, existiendo al igual que en otros estados de la república una marcada diferencia entre la zona Urbana y la Ru-

ral. En la primera, se consumen alimentos de muy buena calidad, pero existen también núcleos de población marginada o cinturones de miseria en donde se observan los mayores porcentajes de desnutrición.

En la zona Urbana el 42.5% de la población se encuentra en un estado nutricional normal, el 48.2% padece de desnutrición de primer grado, mientras que el 8.1% y 1.1% corresponden respectivamente al segundo y tercer grado de desnutrición.

En la zona Rural, los porcentajes de desnutrición están en el siguiente orden: 28.2% con nutrición normal, 47.1% con primer grado de desnutrición, 22.3% con el segundo y en tercero el 2.4%. Esto se debe fundamentalmente a que del 60% al 80% de las calorías provienen del maíz con agregados de frijol y otros productos casi todos de origen vegetal.

Considerando lo anterior, y conociendo que el maíz como alimento básico no proporciona una buena calidad proteica, debido a que la proteína del maíz es de bajo valor nutritivo originado por el desbalance de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano. Se están realizando dentro del Programa de Mejoramiento de Maíz y Sorgo de Pabellón Ags., perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estudios enfocados a contribuir a resolver la problemática regional de producción de grano y paralelamente el de mejorar el valor biológico de la proteína del grano de maíz, mediante la incorporación del factor genético opaco-2 a los mejores maíces normales de la región.

El presente trabajo tiene como objetivos:

a).- Identificar dentro de un grupo de variedades a las que se les introdujo el carácter opaco-2, las más sobresalientes en rendimiento y en otros caracteres tales como días a floración en comparación con maíces

normales, por medio del uso de "Parámetros de estabilidad".

b).- Determinar por medio de análisis químicos de los granos la cantidad y calidad de la proteína de los fenotipos 0.0% y 100% E.O. provenientes de cada variedad estudiada.

La hipótesis que se plantea para el presente trabajo es la siguiente:

Considerándose que se cuenta con materiales portadoras del carácter opaco-2 que poseen una amplia diversidad genética, debido principalmente a su procedencia y formación, y con los parámetros de estabilidad adecuados para las condiciones que prevalecen en el área de la región, puedan detectarse materiales con alta calidad proteica que produzcan al menos igual que los mejores testigos normales actualmente recomendados.

II REVISION DE LITERATURA

La literatura consultada para el presente trabajo se refiere básicamente a diversos aspectos relacionados con el maíz opaco-2 y posteriormente se citan los estudios que tratan sobre la interacción genotipo-ambiente.

2.1.- Antecedentes de la baja calidad proteica del maíz.

De acuerdo con Inglett (1970) las porciones y porcentajes de las partes constitutivas del grano son (en base seca) endospermo 82.5, germen 11.5, lo cual hace que dichas partes sean más importantes desde el punto nutricional, en cambio el pericarpio con 5.3

El contenido relativo de proteína del endospermo es bajo, aproximadamente de 8 a 10%, representando el 75-80% de toda la proteína, el contenido de proteína en el germen fluctúa entre 15 y 30%, que representa el 15-20% de la proteína total del grano, en cambio el pericarpio es de difícil digestión y poco valor nutritivo por estar constituido principalmente de celulosa.

Diversos estudios han demostrado la deficiencia nutricional de la proteína del maíz, debido a su contenido pobre de dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano. Entre los primeros estudios reportados sobre la proteína de los granos de maíz se encuentran los de Gorham - 1822, citado por Frey et al (1949), en el que se describe la proteína soluble en alcohol (zeina), la cual representó el 3.3% del grano de maíz o 40% de la proteína en el grano.

En 1908 Osborne y Clapp analizaron la zeina determinando 13 aminoácidos. Descubrieron altos porcentajes de leucina y ácido aspárti

co, pero no triptofano o lisina. Esto probablemente fué el primer indicio de la deficiencia nutricional de la proteína del maíz; sin embargo este - hecho no fué revelado sino hasta mucho despues.

La carencia de los aminoácidos esenciales lisina y triptofano en maíz fué ampliamente conocida y demostrada experimentalmente cuando Osborne y Mendel en 1914 demostraron que la zeína, la proteína predominante en maíz, estaba casi libre de lisina y triptofano.

El conocimiento respecto al contenido de proteína de los granos de maíz dio lugar a estudios que intentaron modificar el contenido de dicha proteína. En la estación experimental de Illinois (1896), se iniciaron programas cuyo objetivo fué formar variedades con alto y bajo contenido de proteínas mediante el uso del método de mejoramiento de surco por mazorca. Despues de 70 generaciones de selección, el porcentaje de proteína de 10.9% de la variedad original Burr White fué modificada a 4.4% y -- 26.6% para baja y alta proteína respectivamente.

East y Jones (1920) citados por Frey (1949) iniciaron un trabajo similar, excepto que ellos usaron autofecundación continua como medio para aislar líneas de alta proteína. En seis generaciones de selección lograron el mismo progreso que el logrado por los investigadores de Illinois en quince generaciones.

Los intentos que se hicieron para mejorar el valor nutritivo del maíz fueron infructuosos, (Villegas 1972), ya que las selecciones del material genético hechas con respecto al alto contenido de proteína dieron como resultado aumentos de zeína, la cual, como ocurre con todas las prolaminas es deficiente en lisina y carente de triptofano. Esta misma autora indica que se observó que la selección para alto conteni-

do de proteína, además de estar asociada con una baja calidad de la misma, conduce a bajos rendimientos de grano. Se ha explicado que esto obedece a una disminución del contenido de la porción no proteica del grano, es decir, de los carbohidratos.

2.2.- Descubrimiento del Gene opaco-2.

Con el descubrimiento del gene opaco-2 por Singleton y Jones (1935) se inicia el mejoramiento del valor nutritivo del grano de maíz aunque esto ultimo fué demostrado posteriormente. Singleton (1939), reporta que el endospermo opaco es un carácter en el cual el endospermo tiene poco o nada de almidón granuloso, reporta además el tipo de herencia mendeliana recesiva, localizando el gene opaco-2 en el cromosoma No. VII. El descubrimiento de la ventaja nutricional del maíz opaco-2 ocurrió en 1963 cuando Mertz, anunció la existencia de un maíz rico en lisina: el --opaco-2 encontrado en uno de cuatro maíces harinosos que le fueron enviados por el doctor Oliver Nelson, como muestras prometedoras.

Mertz, Bates y Nelson 1964, de la Universidad de Purdue, Indiana, E.U., mostraron en sus estudios preliminares que el endospermo de la semilla de maíz homocigote para el gene mutante opaco-2, tiene mayor contenido de lisina que los granos normales. Estos autores demostraron que un descendiente homocigótico para el gene mutante opaco-2 tuvo en el endospermo un contenido de lisina en proteína de 4%. También encontraron 15.7% de zeína y 42.3% de glutelina (cantidades expresadas como porcentaje de la proteína total) para opaco-2 y contenidos de 41 a 52% de zeína y de 17 a 28% de glutelina para maíces normales. De modo que hay una inversión en la proporción de zeína a glutelina en el endospermo del opaco-2 cuando se comparan con líneas de maíz normal.

Nelson, Mertz y Bates, en 1965 reportaron al gene harinoso-2 como otro mutante modificador de la calidad de la proteína de maíz, indicando que la concentración de lisina es alta, aproximadamente igual a la del mutante opaco-2, teniendo un efecto similar al inhibir la síntesis de la zeína y favorecer una mayor proporción de lisina, triptofano y metionina. Paralelamente a esto, informaron también de la existencia de otros mutantes harinosos como el opaco-1, harinoso-1 y almidon-suave (h) con el inconveniente de que no causan el menor cambio en el patrón de aminoácidos.

Emerson et al 1935, citado por Poey (1970) menciona que el gene harinoso-2 fué identificado por Mumm antes de 1935. Neuffer, Jones y Zuber (1968) confirmaron la localización del harinoso-2 en el brazo corto del cromosoma 4.

(Para el entendimiento del efecto modificador de ambos genes es conveniente recordar que en el maíz hay principalmente 4 clases de proteínas que son: globulina, albumina, prolamina (zeína) y glutelina. La zeína es una proteína de pobre calidad y constituye más de la mitad del contenido total de la proteína en el maíz normal.]

En cuanto a los aminoácidos componentes de las proteínas -- Mertz, Bates y Nelson (1964) reportan que el endospermo del maíz opaco-2 contiene más lisina, arginina, ácido aspártico, glicina y cistina, encontrándose en menos cantidad el ácido glutámico, alanina, metionina, leucina y tirosina. Esto se observa en el Cuadro 1.

Los granos de los maíces mutantes opaco-2 y harinoso-2 son fenotípicamente semejantes por su apariencia suave y opaca conociéndose como genes que mejoran el valor nutritivo del maíz. De acuerdo con Villegas (1972) estos genes no son exactamente iguales en cuanto a los cambios

CUADRO 1. COMPOSICION DE AMINOACIDOS (GRAMOS POR 100 g. DE PROTEINA)
PARA ENDOSPERMO DESGRASADO EN MAIZ OPACO-2 Y NORMAL. ^a

Aminoácidos	W 64 A 0 ₂	W 64 A 0 ₂
Lisina	1.6	3.7
Triptofano	0.3	0.7
Histidina	2.9	3.2
Arginina	3.4	5.2
Acido aspártico	7.0	10.8
Acido glutámico	26.0	19.8
Treonina	3.5	3.7
Serina	5.6	4.8
Proline	8.6	8.6
Glicina	3.0	4.7
Alalina	10.1	7.2
Valina	5.4	5.3
Cistina	1.8	0.9 ^b
Metionina	2.0	1.8
Isoleucina	4.5	3.9
Leucina	18.8	11.6
Tirosina	5.3	3.9
Fenilalanina	6.5	4.9
% Proteína	12.7	11.1

^a Fuente: Nelson, O.E. (1969), Advances in Agronomy Pág. 171 - 194

^b Otros análisis en maíces opaco-2, han dado valores de Cistina -- iguales o mayores que el normal.

CUADRO 2. CONTENIDO DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE PROTEINA
EN EL ENDOSPERMO DE MAÍZ COMUN, OPACO-2 Y HARINOSO-2

	Maíz Común	Opaco-2	Harinoso-2
Albúminas	3.2	13.2	11.3
Globulinas	1.5	3.9	3.4
Prolaminas	47.2	22.8	22.2
Glutelinas	35.1	50.0	40.6

Fuente: (Villegas 1972).

CUADRO 3. CONTENIDO DE LISINA Y TRIPTOFANO EN GRANO COMPLETO,
ENDOSPERMO Y GERMEN DE MAÍZ COMUN, OPACO-2 Y HARINOSO-2

Aminoácido (g/100 de proteína)	Maíz Común	Opaco-2	Harinoso-2
Grano completo			
Lisina	2.7	4.7	4.3
Triptofano	0.7	1.2	0.9
Endospermo			
Lisina	1.5	3.8	3.1
Triptofano	0.4	0.9	0.7
Germen			
Lisina	5.9	5.5	5.4
Triptofano	1.0	1.1	0.9

Fuente: (Villegas 1972).

químicos que causan, pudiéndose observar lo anterior en el Cuadro 2, en el que se presenta el contenido de las diferentes fracciones de proteína en el endospermo de maíz común, opaco-2 y harinoso-2, indicando que el principal efecto de estos genes es la reducción de la cantidad de zeína, aumentando la proporción de las demás fracciones.

En los análisis de endospermo y grano completo de maíz común y mutante, esta misma autora menciona que se ve claramente la diferencia en el contenido de lisina y triptofano en las proteínas, Cuadro 3. -- Sin embargo, también se puede observar que el embrión o germen, tiene relativamente una variación insignificante e independiente del genotipo, y además tiene un buen balance de aminoácidos.

2.3.- Valor Nutritivo del Grano.

Conocido el efecto modificador del gene opaco-2 sobre la proteína del endospermo del maíz se procedió a demostrar el valor nutritivo de dicho maíz por varios investigadores. Mertz et al (1965) reafirmaron el alto valor nutritivo del maíz opaco-2 en sus trabajos de nutrición en ratas al igual que Bressani et al (1969), Beeson et al (1966), Martínez y Shimada (1971), Maner et al (1971), en cerdos, Pro et al (1971) en aves. Bressani (1966), Clark et al (1967), Bressani et al (1969), Pradilla et al (1972) en humanos. La ventaja en cuanto al valor nutritivo está bien demostrada, pero dicho maíz opaco-2 presenta algunas desventajas de carácter económico y agronómico.

2.4.- Limitantes del Maíz opaco-2.

De acuerdo con Singh y Asnani (1977), entre las limitaciones más importantes relacionadas con los materiales de opaco-2 figuran las siguientes:

1.- Menor rendimiento de grano, atribuyéndose a la menor compactación de los gránulos de almidón en el endospermo y a la baja densidad del grano.

2.- Apariencia del grano, dificultad de aceptación puesto que tienen endospermo de apariencia harinosa, opaca y suave en contraste con los granos brillantes y translúcidos de variedades cristalinas.

3.- Susceptibilidad a enfermedades y plagas, tales como mayor pudrición de mazorca debido probablemente a la mayor lentitud de los granos opaco-2 para secarse, después de que se completa la maduración fisiológica. Mayor infestación de gorgojos como consecuencia del endospermo suave y harinoso.

2.5.- Genes modificadores del endospermo en opaco-2.

Se han hecho esfuerzos para resolver las principales objeciones al maíz opaco-2 como rendimiento y aún la textura, Carañal (1977) señala que una forma para resolver lo anterior sería que en base a las condiciones genéticas se pueden mejorar los rendimientos del maíz con alta calidad proteínica y otra sería aprovechar los genes modificadores que afectan el fenotipo del endospermo del maíz opaco-2, ya que la modificación involucra la aparición de cantidades variables de una fracción cristalina o dura en un endospermo suave y harinoso. Una fracción cristalina mejora el peso y la textura del grano, diversos estudios indican que el carácter modificado es hereditario y se puede fijar mediante técnicas apropiadas de mejoramiento.

Paez et al (1969) fueron los primeros en describir variaciones en granos amiláceos, pues se encontraron que en líneas S_2 de maíz opaco-2 de fenotipo amiláceo aparecen granos de endospermo totalmente harino

so y granos modificados, estos últimos presentando fracciones con 50% de endospermo córneo en la parte superior del grano y el otro 50% restante - del grano (parte inferior) con endospermo amiláceo. Encontraron que no hubo diferencias entre granos amiláceos y modificados al comparar los conteⁿidos de lisina en las fracciones córnea y amilácea.

Bauman y Aycock (1966) citados por Miranda (1976) observaron fenotipos parcialmente vítreos en poblaciones segregantes de opaco-2, concluyendo que los genes modificadores que actúan sobre la expresión del opaco-2 son definitivamente heredables.

Bauman y Mertz (1972) muestran las diferentes clasificaciones de tipos de granos modificados de maíz opaco-2, siendo: (1) en forma de silla de montar, (2) difusa, (3) 1/2: 1/2 y (4) opaco estándar. En la - Figura 1, se pueden observar los diferentes fenotipos modificados con respecto al fenotipo normal y opaco-2.

Poey y Villegas (1970) al estudiar el comportamiento genético de diferentes fenotipos segregantes en material homocigoto y heterocigoto opaco-2, procedentes de líneas tropicales con el gene opaco-2, les permite sugerir las siguientes posibilidades relacionadas con la herencia de modificadores del endospermo de maíces con el gene opaco-2:

1) Existen modificadores genéticos del fenotipo amiláceo de maíces homocigotes o_2 , posiblemente de carácter cuantitativo.

2) La herencia de este carácter "modificado" podría estar - afectado por la condición triploidea del endospermo, manifestándose tam- - bien en materiales heterocigotos.

3) El contenido total de proteína en el endospermo parece - estar influenciado por su estructura ya sea amilácea, normal o modificada,

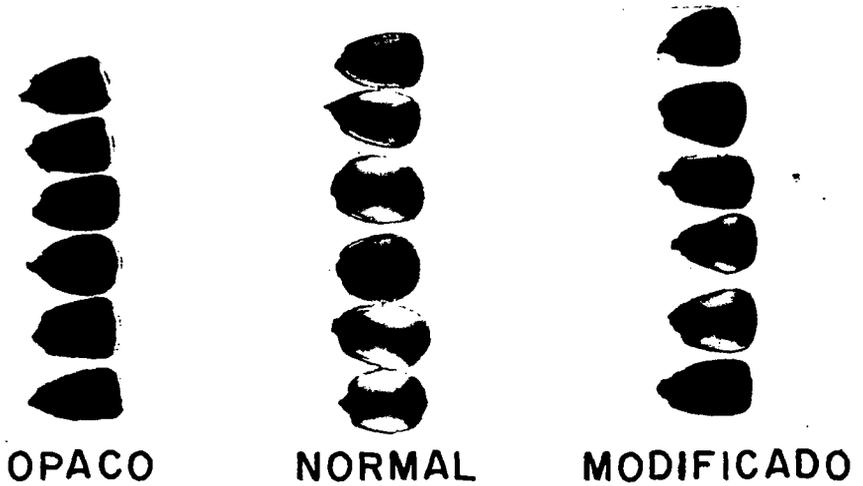
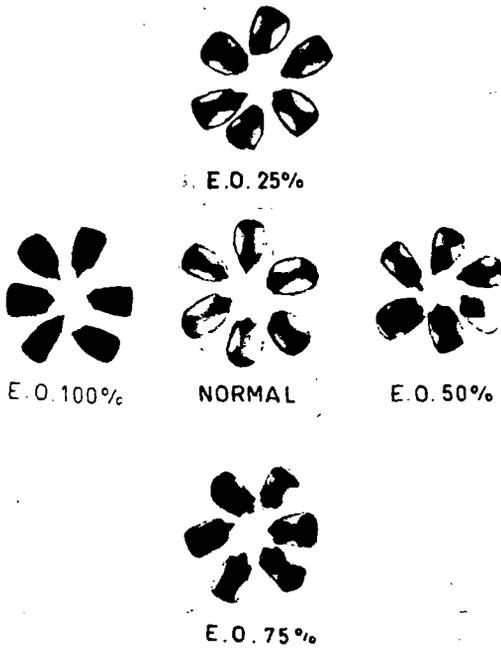


FIGURA 1. FENOTIPOS DE GRANOS DE MAIZ NORMAL (O_2), OPACO-2 -- (o_2) Y OPACO-2 MODIFICADO (o_2) EN DIVERSAS PROPORCIONES.

siendo inferior en la amilácea.

4) El contenido de triptofano en la muestra en los genotipos homocigotes o_2 no se altera en presencia del mecanismo modificador del endospermo amiláceo aunque sí se reduce cuando se expresa como por ciento de la proteína, posiblemente como consecuencia indirecta del mayor contenido de proteína de baja calidad (zeína) en los tipos modificados.

5) La presencia del fenotipo modificado en granos segregantes de mazorcas heterocigotas o_2 no parece estar relacionada con el genotipo homocigoto o_2 y por lo tanto no demuestra valores altos en el contenido de triptofano.

Estos mismos autores en 1973, concluyen que dicho efecto modificador es de naturaleza cuantitativa con una acción génica promedio de recesividad parcial, aunque existen también efectos aditivos y parcialmente dominantes. Se apreció también un efecto materno en la manifestación de este carácter, explicado en base a la constitución triploide del endospermo.

Miranda 1976, estimó la incidencia de genes modificadores del carácter opaco-2 en 25 razas mexicanas de maíz mediante la frecuencia de granos segregantes del tipo modificado, concluyendo que:

a) Las desviaciones fenotípicas observadas en las F_2 para el carácter opaco-2 son debidas a efectos acumulativos de genes modificadores.

b) Las variedades de endospermo duro o cristalino generalmente tiene mayor frecuencia de genes modificadores que las de endospermo suave.

c) El medio ambiente (localidad) tiene influencia sobre el

carácter modificado.

d) La selección visual del carácter modificado es efectiva para cambiar la frecuencia de granos modificados (frecuencia de genes modificadores) mediante selección recurrente simple (selección masal).

e) En base a la recombinación de gametos de plantas provenientes de granos F_2 con fenotipo E.O. 100% derivados de cruces de 64 variedades normales por una fuente de opaco-2, todas las variedades estudiadas tuvieron determinada frecuencia de genes modificadores del fenotipo -- opaco-2.

2.6.- Análisis de proteína.

De acuerdo con Marquez (1977), las determinaciones que se efectúan en el laboratorio, en su gran mayoría se hacen en el endospermo del grano de maíz; ya que esta parte contribuye en promedio con el 85% de la proteína del grano. Aunque también se efectúan determinaciones en grano entero, lo cual proporciona una idea más cercana del valor biológico del grano.

Las determinaciones que se llevan a cabo en el laboratorio son: % de proteína, % triptofano y % de lisina. Se usan como unidad de determinación y selección, la muestra de 10 semillas y por lo tanto, los resultados son el promedio de la cantidad y calidad de los granos que la constituyen. Para la determinación cualitativa de aminoácidos libres, se tiene como unidad de selección el grano.

Así todas las muestras que llegan al laboratorio primeramente son inspeccionadas visualmente en lámpara a fin de confirmar o corregir la clasificación fenotípica que acompaña a la genealogía de cada muestra. Se procede después a la preparación propiamente de la muestra.

Primeramente se elimina el pericarpio, (con un remojo previo del grano) para reducir la posibilidad de que pigmentos indeseables - interfieran con las determinaciones colorimétricas, se elimina el germen para reducir la diferencia entre el maíz normal y el opaco ya que en ambos tipos de maíz el contenido de triptofano y lisina es el mismo. Después las muestras son sometidas a una molienda y a un desgrasado durante cuatro horas.

Se prosigue con una pulverización de la muestra hasta la obtención de un polvo muy fino, en el cual se efectuarán las pesadas, para tener el tamaño adecuado para cada determinación. Para el % de proteína se utiliza el Método Automatizado en el cual determina nitrógeno amoniacal y como un método para verificar la precisión de los análisis se utiliza el Método de Micro-Kjeldahl. En la determinación de triptofano se utiliza el Método de Opienska-Blauth modificado por Hernández y Bates, y en la determinación de lisina se utiliza el Método de Tsai, modificado por Villegas.

2.7.- Interacción genotipo-ambiente.

El conocimiento del comportamiento de un genotipo en diversos ambientes es muy necesario debido principalmente a que las plantas -- pueden reaccionar a las variaciones del medio de maneras muy diferentes; dado que el medio ecológico está determinado por una serie de condiciones considerablemente variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. Además de que interesa conocer cual es la magnitud de la interacción genotipo medio ambiente de los genotipos que se evalúan en una área amplia.

La variación que muestran los genotipos en diferentes ambientes es lo que demuestra la existencia de la interacción genotipo-am--

biente, la cual, Marquez (1974) la menciona como el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes.

Varios investigadores han inferido tanto en la interpretación como en la proposición de métodos para el análisis estadístico de la interacción genotipo-ambiente, siendo principalmente en base a componentes de varianza, análisis de regresión y componentes principales. Dentro de estos se pueden mencionar a Sprague y Federer (1951) y Plaisted (1960) (componentes de varianza), Yates y Cochran (1938), Finlay y Wilkinson (1963), Bucio (1966), Eberhart y Russell (1966), Perkins y Jinks (1968), Breese (1969) y Fripp (1972) (análisis de regresión), Perkins (1972), Hardwick y Wood (1972), y Wood (1976) (componentes principales).

De acuerdo a la conclusión de Freeman y Perkins (1971) existe una fuerte evidencia que indica una auténtica relación lineal entre el comportamiento de genotipos específicos y condiciones ambientales en base a lo mostrado por Yates y Cochran (1938), Finlay y Wilkinson (1963), Eberhart y Russell (1966), Bucio (1966), Perkins y Jinks (1968).

Finlay y Wilkinson (1963) al medir la reacción de adaptación para rendimiento de un cultivo a través de una serie de medios ambientes, calcularon la regresión del rendimiento de cada variedad sobre los promedios de rendimiento de todas las variedades probadas en cada medio ambiente. Mencionando que los parámetros importantes en el análisis de adaptación son: el coeficiente de regresión (b) de los rendimientos promedio de las variedades sobre la media en cada localidad y, el promedio de rendimiento de la variedad en todos los ambientes. Indicando además que los coeficientes de regresión menores que la unidad; indican baja sensibilidad a los cambios ambientales y por el contrario coeficientes mayores, in

dican, alta sensibilidad a dichos cambios. Finalmente ellos describen a una variedad "ideal" como aquella que tiene adaptabilidad general, o sea alto rendimiento en todos los medios ambientes.

Con respecto al análisis de regresión descrito por Finlay y Wilkinson (1963), Goldsworthy (1974), indica que dicho análisis constituye una técnica más útil para la partición de la interacción genotipo x ambiente en parámetros más significativos para describir la estabilidad de rendimiento de un cultivo.

Eberhart y Russell (1966) usaron el modelo propuesto por -- Finlay y Wilkinson para definir los parámetros de estabilidad mediante los cuales se puede describir el comportamiento de una variedad cultivada en serie de ambientes, dicho modelo proporciona un medio para dividir la interacción genotipo x ambiente en dos partes: la variación debida a la respuesta de la variedad a un índice ambiental (s.c. debido a la regresión) y a las desviaciones de la regresión. Estos autores definen como variedad estable, la que tiene un coeficiente de regresión igual a la unidad ($b_i = 1.0$) y desviaciones de la línea de regresión tan pequeñas como sea posible i.e. ($S_{di}^2 = 0$).

Bucio (1966) citado por Betanzos (1970) hizo la estimación de las componentes de variabilidad de las medias fenotípicas para el carácter altura de planta, denominando a tales componentes, efecto genético, -- efecto ambiental e interacción genético-ambiental. La línea de regresión -- en este caso se obtuvo tomando como variable independiente al efecto ambiental y como dependiente al efecto genético más la interacción genético-ambiental. Finalmente el autor concluye que la interacción genético-ambiental es una función lineal del efecto ambiental.

Carballo (1970) aplicando el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966) evaluó la respuesta de variedades de maíz a diferentes - medios ambientes, concluyendo que dicho modelo fué efectivo para conocer - la respuesta de las variedades ante los cambios ambientales, identificando variedades deseables por su estabilidad y alto rendimiento, y considera que el concepto de variedad deseable debiera definirlo el mejorador en función de las características del ambiente de la región.

Segun Freeman y Perkins (1971), los análisis de regresión - similares a los de Yates y Cochran (1938) adolecen de dos objeciones esta- dísticas fundamentales las cuales se relacionan con: 1) La elección de las sumas de cuadrados y los grados de libertad de los cuales se abstraen las componentes de regresión, y 2) la selección de las medidas de los efectos ambientales sobre los que se realiza la regresión (la más importante). Es- tos mismos autores proponen un método para la división de la suma de cua- drados y una forma de análisis de varianza en el que todos los términos - son ortogonales y es posible hacer las comparaciones con pruebas de F. En relación a la segunda objeción sugieren tres métodos para obtener valores ambientales independientes:

a) Inclusión de una serie de genotipos (testigos) que estén cercanamente relacionados a los genotipos bajo prueba.

b) División de las repeticiones disponibles en dos grupos, usando un grupo para medir las interacciones genotipo-ambiente, y el segun- do para evaluar los ambientes.

c) Inclusión de un solo genotipo, ó un limitado número de genotipos para evaluar el ambiente.

Tratando de determinar la importancia de usar o no valores

ambientales independientes de acuerdo a lo señalado por Freeman y Perkins (1971), Fripp (1972) aplicó los diferentes métodos propuestos por estos - autores a datos experimentales, encontrando que los resultados obtenidos usando valores ambientales independientes concuerdan con aquellos obtenidos al usar valores ambientales no independientes, lo que sugiere que el - sesgo introducido al usar estos últimos es muy pequeño.

III MATERIALES Y METODOS

3.1.- MATERIAL GENETICO

El material genético utilizado en el presente estudio, lo constituyeron tanto materiales experimentales sobresalientes que tienen incorporado el gene opaco-2, como materiales normales que son empleados dentro del área de temporal de la región.

En el Cuadro 4, se presentan los materiales utilizados como recurrentes, los donantes del opaco-2, así como los testigos comerciales y experimentales.

La gran mayoría de los materiales fueron formados en el Programa de Maíz del Campo Agrícola Experimental de Pabellón, Ags., (INIA) y tienen como fuentes de germoplasma los siguientes tipos de material.

- 1) Diversas colecciones de Criollos de los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas,
- 2) Bolita Compuesto I,
- 3) Bolita Compuesto III,
- 4) Bolita Compuesto 61,
- 5) (Mich. 21 Comp. 1 -104 x Criollos precoces) F₃,
- 6) Zacatecas 58,

De acuerdo con Hurtado (1977) y Sánchez (1977) las características generales de estas fuentes de germoplasma son las siguientes:

Zacatecas 58.

Esta fuente de germoplasma es una colección perteneciente a

la raza de maíz Conico Norteño, la cual fué colectada en Cantuna, lugar cercano a Saín Alto, Zac., parte central de dicho estado, la cual se caracteriza por ser una región semiárida, con suelos pobres, período libre de heladas muy corto, 2,000 m de altitud, temperatura media anual 18°C y precipitación media anual alrededor de 395 mm. Sus características principales son: porte bajo, altura de planta 1.65 m, altura de mazorca 0.50 m, días a floración 58 y número reducido de hojas.

Bolita Compuesto 61

Este material proviene de la recombinación de semilla de -- cruzas AB realizadas entre materiales criollos, que de acuerdo a sus características corresponden a la raza Bolita, localizándose la distribución -- geográfica de ésta en los Valles Centrales de Oaxaca, cuyo clima es semiseco con invierno y primavera seco, semicálido y sin estación invernal bien definida, precipitación pluvial irregular y generalmente no mayor de 650 mm, temperatura anual de 21°C: suelos con topografía irregular, deficientes en nitrógeno y fósforo asimilable y ricos en calcio y potasio. Sus características principales son: Altura de planta 1.95 m, altura de mazorca 0.70 m, días a floración 70, mayor número de hojas en comparación al Zacatecas 58, se ha sugerido que Bolita posee tolerancia a sequía. Bolita Compuesto I y Bolita Compuesto III son similares en varias características sobre todo de mazorca.

Michoacán 21 Compuesto 1-104

Este material es una línea S_1 que proviene de un compuesto de la colección Michoacán 21, perteneciente a la raza de maíz Cónico, localizándose la distribución geográfica en la Sierra Tarasca en el estado de Michoacán, que tiene un clima templado con lluvias abundantes en verano, -

suelos rojos deficientes en nitrógeno y fósforo, temperatura media anual - de 16.4°C y una altitud de 2,100 m. Sus características principales son: Altura de planta 2 m, altura de mazorca 0.85 m, días a floración 77, esta línea ha sido ampliamente usada en programas sobre resistencia a sequía.

Criollos regionales.

Este grupo está constituido por los criollos de Durango, - Aguascalientes y Zacatecas, corresponden a diferentes grados de hibridación entre las razas Cónico Norteño y Pepitilla, teniendo características similares a la colección Zacatecas 58.

Las fuentes de germoplasma que anteriormente se mencionaron, fueron usadas en diferentes esquemas de mejoramiento genético, y a partir - de 1967 se inició la formación de diversos grupos de compuestos y sintéticos los que fueron posteriormente evaluados en diferentes localidades de - Aguascalientes, Zacatecas y Durango. Algunos de estos compuestos y sintéticos sobresalientes fueron seleccionados para ser lanzados a nivel comercial. Estos materiales así como a los experimentales más promisorios se les incorporó el gene opaco-2 en 1974.

El material genético del presente trabajo lo constituyeron - las generaciones F_2 y F_3 de ciertos materiales opacos, efectuándose su evaluación en el ciclo de verano de 1977 bajo condiciones de temporal. El grano sembrado para efectuar las evaluaciones tenía endospermo con fenotipo - E.O 100%, con excepción del Comp. 15 ET. x (Zac. 58 x Mz - M 21 - 1507 o_2) y el Comp. 18 ET. x (C 1002 - SH x Mz - C 1007 o_2) cuyo fenotipo de grano - fué E.O 0.0%.

3.2.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental empleado fué látice simple duplicado

CUADRO 4. GRUPO DE MATERIAL UTILIZADO Y FUENTES DEL
CARACTER OPACO-2

<u>MATERIAL RECURRENTE</u>	<u>ORIGEN</u>
Compuesto 15 ET.	(C.S. de Zac. 58)
Compuesto 16 ET.	(Mest. de Bol. Comp. III X Zac. 58)
Compuesto 17 ET.	(Mest. de Bol. Comp. I X Zac. 58)
Compuesto 18 ET.	(Mest. de Mich. Latente X Zac. 58)
Compuesto 19 ET.	(Mest. de Mich. Latente X Zac. 58)
Compuesto I germoplasma	(Colecciones: Coah., Oax. y Puebla)
Compuesto II germoplasma	(Colecciones: Ags., Dgo. y Zac.)
Compuesto III germoplasma	(Mest. de Colecc. X Bol. Comp. 61)
Compuesto IV germoplasma	(Mest. de Colecc. X Bol. Comp. 61)
V.S. 3 Bol. 61	(Líneas de Bol. Comp. 61)
V.S. 4 Bol. 1001	(Líneas de Bol. Comp. 1001)
V.S. 5 Bol. 1002	(Líneas de Bol. Comp. 1002)
V.S. 202	(C.S. Bol. Comp. 61 y 1001 X Zac. 58)
V.S. 201	
Compuesto I Cr. A. Santana	
Compuesto II M Bolita	(Mest. Mich. 21 X Bol. Comp. 61)

Padre donador del opaco-2

Zac. 58 X Mz. M21-1507 o_2
 Comp. 1002 X Mz-C1007 o_2
 (Bol. Comp. I X C. o_2) CR_3F_3
 (Bol. Comp. I X P. o_2) CR_1F_2
 (Bol. Comp. I X C. o_2) CR_1F_2

Materiales Testigos

- 1.- V.S. 12E
- 2.- V.S. 201
- 3.- V.S. 202
- 4.- V.S. 203
- 5.- H-220
- 6.- H-220 opaco
- 7.- H-221
- 8.- H-222
- 9.- Cafime
- 10.- Criollos locales
- 11.- Comp. I germoplasma
- 12.- Comp. II germoplasma
- 13.- Comp. III germoplasma
- 14.- Comp. IV germoplasma
- 15.- Comp. 15 ET.
- 16.- Comp. 18 ET.
- 17.- Comp. 19 ET.
- 18.- V.S. 8 E
- 19.- V.S. 10 E
- 20.- V.S. 11 E
- 21.- V.S. 4 Bol. Comp. 1001
- 22.- V.S. 5 Bol. Comp. 1002
- 23.- H-204

NOTA: Dentro de este grupo de materiales, los enumerados del 1 al 10, intervinieron para los látices 6 X 6, el grupo completo entro en el látice 7 X 7.

(7 X 7 para la localidad de Sandoval, Ags., y 6 X 6 para el resto de las localidades).

En todas las localidades la unidad experimental constó de 2 surcos de 7 m de longitud, teniéndose distancia entre matas de .70 m y con 2 plantas por mata, existiendo únicamente diferencia en cuanto a la distancia entre surcos. En 3 localidades se tuvieron distancia entre surco de -- .76 m dando una población teórica de 37,593 plantas por hectárea, en las otras localidades se tuvieron a .70 m y a .65 m dando poblaciones aproximadas de 40,400 y 43,700 plantas por hectárea. La diferencia en el surcado se originó debido a lo acostumbrado por los agricultores cooperantes.

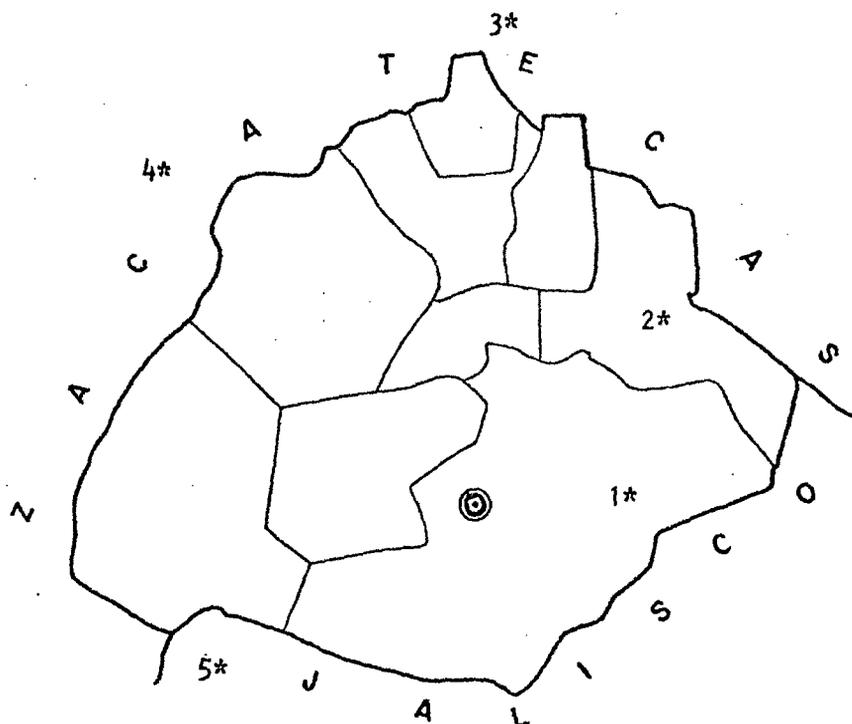
Se aplicó una fórmula de fertilización de 40-40-0, usándose como fuente de nitrógeno, nitrato de amonio y como fuente de fósforo, superfosfato de calcio triple, realizándose en una sola aplicación al momento de la siembra.

3.3.- AREA DE TRABAJO.

Las localidades que sirvieron para el presente estudio son consideradas netamente de temporal, comprendiendo parte de los estados de Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas. Presentándose la ubicación geográfica de dichas localidades en la Figura 2.

Las principales características de la región donde se efectuaron las evaluaciones son las siguientes:

- 1.- Altitud que varía de 1800-2400 metros sobre el nivel del mar.
- 2.- El clima dominante de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1973) es $BS_1 hw (w) (e)$ y -



- ◎ AGUASCALIENTES, AGS.,
 1- SANDOVALES, AGS.,
 2- VIUDAS PONIENTE, AGS.,
 3- OJOCALIENTE, ZAC.,
 4- VILLANUEVA, ZAC.,
 5- VILLA HIDALGO, JAL.,

FIGURA 2. LOCALIZACION DE LOS LUGARES DE PRUEBA.

el BS₁ kw (w) (e), considerándose a este tipo de clima como seco o estepario, semicálido con invierno fresco, con temperatura media anual entre 18 y 22°C, templado - con verano cálido, con temperatura media anual entre 12 y 18°C.

- 3.- El promedio de precipitación pluvial anual es de 200 - 500 mm, por lo general con mala distribución.
- 4.- Los tipos de suelos predominantes de la región presentan profundidades de 40 a 60 cm, con texturas ligeras - que van de migajones arenosos a migajones arcillosos, - siendo de estructura granular en sus capas superiores y de estructura laminar en las inferiores, presentando -- además deficiencias de nitrógeno, fósforo y rico en potasio. Con pH que va de ligeramente ácido (6.2), hasta medianamente alcalino (8.4). Siendo bajo en su contenido de materia orgánica.

En el Cuadro 5 se presenta el nombre de las localidades en estudio, así como los datos de fecha de siembra, de cosecha, los de altitud (s.n.m.) y el total de precipitación ocurrida durante el ciclo vegetativo - de las plantas en cada una de las localidades.

CUADRO 5. AMBIENTES DE PRUEBA, FECHAS DE SIEMBRA Y COSECHA, ALTITUD Y - PRECIPITACION PLUVIAL. 1977 T.

LOCALIDAD.	Fecha de Siembra	Fecha de Cosecha	Altitud s.n.m.	Precipitación. Total ciclo vegetativo
SANDOVALES, AGS.	14 JULIO	29 NOV.	2025 m	223 mm
VIUDAS PONIENTE, AGS.	13 "	23 "	1990 m	284 mm
VILLA HIDALGO, JAL.	4 "	14 "	1990 m	572 mm
OJOCALIENTE, ZAC.	29 JUNIO	8 "	2040 m	141 mm
VILLANUEVA, ZAC.	28 "	7 "	2010 m	322 mm

Las características climatológicas más importantes y su distribución como son temperaturas máximas y mínimas, precipitaciones pluviales, se presentan en el Apéndice en las gráficas: A 1, A 2, A 3, A 4, A 5, para cada una de las localidades.

3.4.- VARIABLES OBSERVADAS.

- 1.- Rendimiento por parcela útil en kg/ha, corregido al 12% de humedad.
- 2.- Días a floración masculina, tomándose cuando el 50% de plantas se encuentran en estado de antesis.
- 3.- Número de plantas por parcela útil.
- 4.- Altura de planta y mazorca expresada en cm y medidas desde la base de la planta a la punta de la espiga y de la base de la planta a la base de la mazorca principal respectivamente.
- 5.- Calificación de planta y de mazorca, utilizándose la escala del 1 al 5. Asignando 1.0 lo mejor y 5.0 lo peor, dándose calificaciones entre uno y cinco que corresponden a grados intermedios.
- 6.- Calificación de acame y enfermedades, aplicándose la escala del uno al cinco como ya se mencionó en el punto anterior.

3.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en dos tipos de análisis de varianza (anva).

- a).- Análisis de varianza para cada localidad.
- b).- Análisis de varianza combinado, con estimación de parámetros de estabilidad.

3.5.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CADA LOCALIDAD.

Los análisis de varianza para cada localidad se realizaron en base al modelo (1).

$$Y_{gij} = M + R_g + T_{ij} + B_{gi} + E_{gij} \dots (1)$$

$g = 1$ para el arreglo X (grupo x), $g = 2$ para el arreglo Y (grupo y)

$i, j = 1, 2, \dots, k$

en que $k =$ al número de bloques incompletos.

donde:

Y_{gij} = es la ij -ésima observación en la g -ésima repetición,

M = media general,

T_{ij} = efecto del ij -ésimo tratamiento,

B_{gj} = efecto del bloque incompleto para el g -ésimo arreglo,

R_g = efecto de repetición en el g -ésimo arreglo,

E_{gij} = error aleatorio.

Este modelo conduce al análisis de varianza del Cuadro 6.

CUADRO 6. TIPO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO EN
LATICES SIMPLE DUPLICADO.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	
REPETICIONES	$2 q^* - 1$	
BLOQUES DENTRO DE REP. (A.J.)	$2 q(k^*-1)$	Eb
COMPONENTE A	$2 (q-1) (k-1)$	
COMPONENTE B	$2 (k-1)$	
TRATAMIENTOS (SIN AJ.)	$k^2 - 1$	
ERROR INTRABLOQUES	$2 q k^2 - k^2 - 2qk + 1$	Ee
T O T A L.	$2 q k^2 - 1$	

* $q = r/2$, $k =$ número de bloques incompletos.

El coeficiente de variación se calculó como:

$$C.V. = \frac{\sqrt{E_e \left\{ 1 + \frac{2ku}{k+1} \right\}}}{M} \times 100$$

$$\text{en donde } u = \frac{2(Eb - Ee)}{k(2Eb + Ee)}$$

La eficiencia relativa se calculó como:

$$E.R. = \frac{C.M. \text{ Bloques al Azar}}{E_e \left\{ 1 + \frac{2ku}{k+1} \right\}} \times 100$$

COMPARACION DE MEDIAS

Para la comparación de medias se usó la prueba DMS con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, utilizando la evaluación siguiente.

$$DMS = t \bar{Sd}$$

$$\text{en que: } S \bar{d} = \sqrt{\frac{2 Ee}{r} \left(1 + \frac{2 ku}{k+1}\right)}$$

En una de las localidades (V. Hidalgo, Jal.,) se encontraron diferencias entre el número de plantas en la unidad experimental, por lo que se cosechó el total de plantas existentes, procediéndose enseguida a realizar un análisis de covarianza (ANCO), teniendo como covariable a la densidad de población, de acuerdo al modelo (2).

$$Y_{ij} = M + T_i + P_j + B(X_{ij} - \bar{X}) + E_{ij} \dots \dots (2)$$

donde:

M = es la media general,

T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento,

P_j = es el efecto de la j -ésima repetición,

B = es el coeficiente de regresión medio,

$(X_{ij} - \bar{X})$ = representa la desviación de la observación X_{ij} de la observación X_{ij} de la media del experimento para la covariable,

E_{ij} = es la componente aleatoria debida al error.

Este modelo conduce al análisis de covarianza del Cuadro 7.

Procediéndose posteriormente del ANCO a la corrección de los promedios del rendimiento para cada variedad en base a la ecuación (3).

$$\hat{Y}_i = \bar{Y}_i - b (X_i - \bar{X}_g) \dots \dots \dots (3)$$

en donde:

\hat{Y}_i = media ajustada para el i -ésima variedad,

\bar{Y}_i = medias de rendimiento sin ajustar,

b = coeficiente de regresión,

X_i = media de número de plantas de la variedad i -ésima,

\bar{X}_g = media general de densidades.

en donde b se calcula como:

$$b = E_{xy} / E_{xx}$$

3.5.2.- ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO Y ESTIMACION DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

Una vez obtenido el análisis de varianza para cada una de las localidades, se realizó un análisis de varianza combinado y la estimación de los parámetros de estabilidad de acuerdo al modelo (4), presentado por Eberhart y Russell (1966). La forma de análisis de varianza se da en el cuadro 8.

$$Y_{ij} = M_i + B_i I_j + d_{ij} \dots \dots \dots (4)$$

donde:

Y_{ij} = Media varietal de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente,

M_i = Media de la i -ésima variedad sobre todos los ambientes,

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i -ésima variedad en los diferentes ambientes,

d_{ij} = Desviación de regresión de la i -ésima variedad en el j -ésimo ambiente,

CUADRO 7. ANALISIS DE COVARIANZA PARA DISEÑO EN LATICE (ANCO).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS			G.L.	S.C. AJUSTADOS
		γ^2	XY	x^2		s.c.
Repeticiones	r-1	—	—	—	—	
Bloques dentro de Rep. (AJ.)	b-r	—	—	—	—	
Tratamientos (sin AJ.)	v-1	Vyy	Vxy	Vxx	—	
Error intrabloques	fe	Eyy	Exy	Exx	fe-1	$Eyy' = Eyy - Exy^2 / Exx$
Tratamiento + Error	fe+v-1	Wyy	Wxy	Wxx	fe+v-2	$Wyy' = Wyy - Wxy^2 / Wxx$
Tratamientos (sin AJ.) ajustado por regresión intrabloques.					v-1	$Wyy' = Wyy' - Eyy'$
Bloques + Error	fe+b-r	Uyy	Uxy	Uxx	fe+b-r-1	$Uyy' = Uyy - Uxy^2 / Uxx$
Bloques (elim.trat.) ajustado por regresión intrabloques.					b-r	$Byy' = Uyy' - Eyy'$

I_j = Índice ambiental obtenido por sustraer la media general del rendimiento promedio de todas las variedades en un ambiente particular.

$$I_j = (\sum_i Y_{ij}/v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij}/va).$$

Los parámetros de estabilidad son:

a).- El coeficiente de regresión (B_i)

donde:

$$B_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

b).- La desviación de regresión (S_{di}^2)

donde:

$$S_{di}^2 = \left\{ \sum_j \hat{d}_{ij}^2 / (a-2) \right\} - S_{e/r}^2$$

donde:

$S_{e/r}^2$ es el estimador del error conjunto.

$$\sum_j \hat{d}_{ij}^2 = \left\{ \sum_j Y_{ij} - \frac{Y_{i.}^2}{a} \right\} - \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$$

El estadístico B_i mide el incremento promedio del carácter medido de un cultivar por unidad de incremento en el índice ambiental; - S_{di}^2 mide que tan diferentes son la respuesta observada y los valores predichos.

Las pruebas de hipótesis que pueden realizarse a partir del tipo de análisis seguido, son las siguientes:

a).- La comparación de las medias se hace bajo la hipótesis nula:

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA CUANDO SON ESTIMADOS LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO.
TOTAL	av-1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - F.C.$	
Variedades (V)	v-1	$\frac{1}{a} \sum_i Y_i^2 - F.C.$	CM1
Medios ambientes (A)	a-1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / a$	
A x V	(v-1)(a-1)		
Medios ambientes (lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
V x A (lineal)	v-1	$\sum_i \{ (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \} - S.C. A(lineal)$	CM2
Desviación conjunta	v(a-2)	$\sum_{ij} \delta_{ij}^2$	CM3
Variedad 1	a-2	$\{ \sum_j Y_{1j}^2 - \frac{Y_1^2}{a} \} - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
⋮	⋮	⋮	
Variedad v	a-2	$\{ \sum_j Y_{vj}^2 - \frac{Y_v^2}{a} \} - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error conjunto	a(r-1)(v-1)		CM4

$$H_0: V_1 = V_2 \dots V_v$$

Se prueba con:

$$F = CM_1 / CM_3$$

b).- La hipótesis nula para la comparación de los coeficientes de regresión:

$$H_0: B_1 = B_2 = \dots B_v$$

se prueba con:

$$F = CM_2 / CM_3$$

Para probar el coeficiente de regresión es igual a cero se usa el estadístico t como sigue:

$$t_c = \frac{B_i - 1.0}{S_{bi}}, \text{ donde } t_c \sim t(a-2) \text{ gl}$$

y nivel de significación $\alpha / 2$

c).- La prueba aproximada de las desviaciones de regresión para cada variedad puede obtenerse de la siguiente manera:

$$F = \left\{ \sum_j d_{ij}^2 / (a-2) \right\} / \text{error conjunto}$$

La comparación específica de medias de variedades se efectuó por la prueba de D.M.S.

La clasificación en base a los parámetros de estabilidad - se puede realizar de acuerdo al agrupamiento propuesto por Carballo (1970) la cual se menciona a continuación en el Cuadro 9.

CUADRO 9. SITUACIONES POSIBLES DERIVADAS DE LOS VALORES QUE PUEDEN TENER LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD. CARBALLO (1970).

SITUACION	COEFICIENTE DE REGRESION	DESVIACION DE REGRESION.	DESCRIPCION
1	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} = 0.0$	Variedad estable
2	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} > 0.0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
3	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} = 0.0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes.
4	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} > 0.0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistentes.
5	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} = 0.0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes.
6	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} > 0.0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistentes.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis estadísticos se obtuyeron - por computadora del Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgrados, utilizándose el paquete SAS*.

4.1.- ANALISIS DE VARIANZA PARA CADA LOCALIDAD.

Se presenta en el Cuadro 10, el análisis de varianza para - la localidad de Sandoval, Ags., en la cual se observa que para la fuente de variación de tratamientos (variedades) existe diferencia significativa al 1%, indicando con esto que existen diferencias en rendimiento entre las variedades en estudio; el coeficiente de variación calculado fue de 21.4%.

Los cuadrados medios de los análisis de varianza de las localidades de Ojocaliente, Villanueva, Viudas Poniente y Villa Hidalgo, se presentan en el Cuadro 11. En el cual se observa que para las tres primeras localidades existió diferencia significativa al 1% para la fuente de variación de tratamientos y con coeficientes de variación de 29.7%, 16.4% y 33.3% respectivamente.

Para la localidad de Villa Hidalgo, se detectó significancia al 1% entre los tratamientos ajustados por covarianza y con un coeficiente de variación de 73.3%, siendo este valor alto debido principalmente a factores adversos al buen desarrollo del cultivo como fué el encharcamiento de agua en el lote experimental, reflejándose lo anterior en pérdidas de plantas en numerosas parcelas experimentales que dieron lugar a - variaciones mayores que al no poder atribuirse a un factor de variación en particular fueron a engrosar la magnitud del error experimental elevando - el coeficiente de variación.

* STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM.

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA DE VARIEDADES EVALUADAS EN SANDOVALES 1977 T. INIA.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
Repeticiones	3	326144.00
Bloques dentro de rep. (Aj)	24	254513.80
Componente A	12	290397.82
Componente B	12	218629.78
Tratamientos (sin Aj)	48	129386.66 **
Error intra bloques	120	75224.90
T o t a l	195	114483.64

C.V. = 21.4%

EF. relativa respecto a bloques al azar. = 121.1%

** Significativo al nivel de 0.01

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA DE VARIEDADES EVALUADAS EN OJOCALIENTE, VILLANUEVA, VIUDAS PTE.
Y VILLA HGO. 1977 T. INIA.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C U A D R A D O S M E D I O S			
		OJOCALIENTE, ZAC.	VILLANUEVA, ZAC.	VIUDAS PTE. AGS.	VILLA HGO., JAL.
Repeticiones	3	214080.0	149930.66	1679376.00	601504.00
Bloques dentro de rep.(Aj)	20	82811.49	209261.35	60484.79	339747.61
Componente A	10	128344.12	257759.73	74507.39	297871.11
Componente B	10	37278.86	160762.98	46462.19	381624.11
Tratamientos (sin Aj)	35	127255.31 **	199753.14 **	93001.14 **	178946.28
Error intra bloques	85	27360.99	81447.08	32201.35	89886.09
T O T A L	143	63483.14	129715.95	85594.25	157369.09
Tratamiento Aj. por covarianza	35				156849.97 **
Error intra bloques Aj. por <u>co</u> varianza.	84				81351.08
C. V.		29.7%	16.4%	33.3%	73.3%
EF. relativa respecto a bloques al azar.		119.0%	113.3%	105.5%	141.3%

** Significancia al nivel del 0.01

4.2.- COMPARACION DE MEDIAS.

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiples o multirango "diferencia mínima significativa" (DMS) a un nivel de significancia de 0.05.

SANDOVALES, AGS.

En la localidad de Sandoval, Ags., se encontró que el 63% de materiales (de 49 variedades) en estudio, son iguales estadísticamente en relación a su promedio de rendimiento, pudiéndose observar esto en el Cuadro 12, en donde se pueden diferenciar grupos de materiales tanto normales como opacos sobresalientes en rendimiento y días a floración masculina, estos materiales son:

NORMALES.- Dentro de este grupo sobresalieron el V.S. 202, V.S. 201, Comp. II Ger, H-221, y H-204.

OPACOS.- Sobresalieron el Comp. 18 E.T. (het) con la fuente de Zac. 58 o₂, el Comp. 15 E.T. con las fuentes de Bol. I x C. o₂ y C 1002 o₂, la V.S.202 con las tres fuentes: Bol. I x C.o₂, C 1002 o₂ y Zac. 58 o₂ y el H-220 opaco.

Pudiéndose observar además en dicho Cuadro 12, que algunos materiales normales como el H-222, V.S. 203, Cafime, y el Criollo Local, rindieron muy por abajo de los materiales opacos anteriormente descritos, con la excepción, en cuanto a días a floración, del criollo local y de la V.S. 203 que son más precoces que los materiales opacos.

OJOCALIENTE, ZAC.

Para la localidad de Ojocaliente, Zac., se observa en el -

Cuadro 13, que con el nivel de significancia al 5%, el 27% de los materiales (de 36 materiales) fueron iguales estadísticamente en su promedio de rendimiento, teniéndose entre los materiales normales sobresalientes al V.S.202, V.S. 201, y al H-221. Entre los materiales opacos sobresalieron el Comp. 15 E.T. con las fuentes de C.1002 O_2 y Bol. I x C O_2 , al Comp. 18 E.T. (het) con la fuente de Zac. 58 O_2 , el Comp. 19 E.T. y 17 E.T. con la fuente de Bol. I x C. O_2 .

Dentro de los grupos anteriores se observa que el V.S. 202 muestra ser el de mayor rendimiento y a la vez el más precoz.

Al igual que en Sandoval, los materiales normales como el Cafime, H-222, V.S. 203 y el Criollo regional obtuvieron rendimientos bajos en comparación con los maíces opacos sobresalientes.

VILLANUEVA, ZAC.

En la localidad de Villanueva, Zac., se presentaron las condiciones más apropiadas al buen desarrollo del cultivo, mostrándose lo anterior en los promedios de rendimiento que se presentan en el Cuadro 14, observándose que estadísticamente el 25% de los materiales son iguales.

En ésta localidad en contraste con los anteriores, el Criollo local, el V.S. 12 E., V.S. 203, y el V.S. 202, presentaron los mayores rendimientos siendo a la vez los más precoces ya que sus días a floración fluctúan entre 60 y 63 días, dentro de los materiales opacos sobresalieron el Comp. 18 E.T. con la fuente Zac. 58 O_2 (het), el Comp. III Ger. con la fuente C 1002 O_2 y el Comp. 15 E.T. y el V.S. 202 con la fuente de Bol. I x C O_2 . Considerándose a este grupo como de precocidad intermedia.

Dentro del grupo de testigos normales se observó que el ren

CUADRO 12. MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN SANDOVALES AGS. 1977 T.

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	DIAS A FLOR.
36	V.S.-202	1598	67
44	V.S.-201	1575	71
32	(Comp. 18 ET. x Z.58 o ₂) F ₃ *	1552	71
7	Compuesto 11 Germoplasma	1536	72
40	(Comp. 15 ET. x B.1 o ₂) F ₂ **	1520	70
31	H-220 Opaco	1502	85
4	H-221	1460	73
23	(V.S.-202 x C 1002 o ₂) F ₃ ***	1454	72
35	(V.S.-202 x B.1 o ₂) F ₂	1429	71
19	(V.S.-202 x Z.58 o ₂) F ₃	1426	69
37	H-204	1423	70
41	V.S.-4 B. 1001	1422	74
15	Compuesto 18 ET.	1421	67
3	(Comp. 15 ET. x C 1002 o ₂) F ₃	1417	71
16	Compuesto. 15 ET.	1397	66
48	(Comp. 111 Ger. x C 1002 o ₂) F ₃	1394	75
39	V.S.-5 Bol. 1002 x B.1 o ₂) F ₂	1387	74
18	(Comp. 17 ET. x B.1 o ₂) F ₂	1384	74
38	(Comp. 16 ET. x B.1 o ₂) F ₂	1380	75
28	V.S.-5 Bol. 1002	1372	72
21	(Comp. 1 Cr. A.Sant. x B.1 o ₂) F ₂	1360	71
25	V.S. 11 E	1342	63
47	V.S. 8 E	1329	64
12	(Comp. 11 Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1321	70
26	(Comp. 15 ET. x Z 58 o ₂) F ₃	1307	68
17	(Comp. IV Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1291	72
6	(Comp. 11 Ger. x C 1002 o ₂) F ₃	1273	74
29	V.S.- 12 E	1259	65
22	Compuesto IV Germoplasma	1257	72
33	(Comp. 1 Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1228	77

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	DIAS A FLOR.
46	V.S.- 10 E	1219 DMS	63
13	(Comp. 19 ET. x B.1 o ₂) F ₂	1201	72
49	(Comp. 18 ET. x C 1002 o ₂) F ₃	1198	69
34	(V.S.-4 Bol. 1001 x B. 1 o ₂) F ₂	1188	74
14	H-222	1157	74
30	V.S.-203	1144	64
24	(Comp. 11 M Bol. x B. 1 o ₂) F ₂	1139	75
20	Compuesto. 19 ET.	1137	70
43	Cafime	1089	72
27	(Comp. 111 Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1089	72
10	V.S.-201 x P. o ₂	1066	77
2	(Comp. IV Ger. F ₃ x C 1002 o ₂) F ₃	1062	73
9	Criollo local	1055	66
11	(V.S.-3 Bol. 61 x B. 1 o ₂) F ₂	1053	74
5	(Comp. 1 Ger. x C 1002 o ₂) F ₂	1005	79
42	Compuesto 111 Germoplasma	999	74
45	V.S.-201 x C. o ₂	985	76
1	Compuesto 1 Germoplasma	939	79
8	H-220	891	78

DMS 0.05 = 380 Kg.

* = Z 58 o₂ = Zac. 58 x Mz-M21 - 1507 o₂

** = B.I o₂ = (Bol. Comp. IX C. o₂) CR₃ F₃

*** = C 1002 o₂ = C 1002-SHX Mz-C1007 o₂

CUADRO 13. MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN OJOCALIENTE, ZAC. 1977 T.

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	DIAS A FLOR.
29	V.S.-202	902	63
28	V.S.-201	763	68
10	(Comp. 15 ET. x C1002 o ₂) F ₃ *	743	68
11	(Comp. 18 ET. x Z 58 o ₂) F ₃ **	724	67
32	H-221	723	70
15	(Comp. 15 ET. x B. I o ₂) F ₂ ***	718	67
18	(Comp. 19 ET. x B. I o ₂) F ₂	715	70
8	(Comp. IV Ger. x C1002 o ₂) ² F ₃	698	70
17	(Comp. 17 ET. x B.I o ₂) F ₂	685	71
22	(V.S. 4 Bol.1001 x B. I o ₂) F ₂	680	70
34	V.S.- 12 E	664	60
5	(Comp. III Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	668	68
20	(Comp. II M Bol. x B.I o ₂) F ₂	617	72
35	Cafime	612	70
9	(Comp. 15 ET.x Z 58 o ₂) F ₃	609	66
7	(Comp. IV Ger. x Z 58 o ₂) ³ F ₃	608	67
26	V.S.-201 x C. o ₂	607	73
33	H-222	603	73
23	(V.S.-5 Bol. 1002 x B.I o ₂) F ₂	586	71
21	(V.S.-3 Bol.61 x B.I o ₂) F ₂	573	71
30	V.S.-203	554	61
3	(Comp. II Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	548	66
4	(Comp. II Ger. x C 1002 o ₂) ³ F ₃	523	72
19	(V.S.-202 x B.I o ₂) F ₂	513	70
12	Comp. 18 ET. x C1002 o ₂) F ₃	479	66
25	V.S.-201 x P. o ₂	462	74
14	(V.S.-202 x C 1002 o ₂) F ₃	461	69
24	(Comp. I Cr. A.Sant x B. I o ₂) F ₂	446	75
27	H-220 Opaco	419	78
6	(Comp. III Ger. x C1002 o ₂) F ₃	407	73
16	(Comp. 16 ET. x B.I o ₂) F ₂	398	76
31	H-220	362	78
1	(Comp. I Ger. Z 58 o ₂) F ₃	349	75
13	(V.S.-202 x Z 58 o ₂) ² F ₃	326	70
2	(Comp. I Ger. x C1002 o ₂) F ₃	271	74
36	Criollo riego (local)	0	95

DMS 0.05 = 229 Kg.

* = C 1002 o₂ = C1002-SH x Mz-C1007 o₂
 ** = Z 58 o₂ = Zac. 58 x Mz-M21-1507 o₂
 *** = B. I o₂ = (Bol. Comp. I x C. o₂)²CR₃ F₃

CUADRO 14. MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN VILLANUEVA, ZAC. 1977 T.

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	DIAS A FLOR.
36	Criollo (local)	2244	61
34	V.S. 12 E	2109	60
30	V.S. 203	2053	60
9	(Comp. 15 ET. x Z 58 o ₂) F ₃ *	2043	63
29	V.S. 202	2016	61
6	(Comp. III Ger. x C 1002 o ₂) F ₃ **	1972	70
32	H-221	1947	70
15	(Comp. 15 ET. x B.I o ₂) F ₂ ***	1877	64
19	(V.S.-202 x B.I o ₂) F ₂	1876 DMS	65
10	(Comp. 15 ET. x C 1002 o ₂) F ₃	1847	63
33	H-222	1840	70
5	(Comp. III Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1837	65
17	(Comp. 17 ET. x B.I o ₂) F ₂	1834	66
8	(Comp. IV Ger. x C 1002 o ₂) F ₃	1832	67
31	H-220	1827	75
12	(Comp. 18 ET. x C 1002 o ₂) F ₃	1820	62
3	(Comp. II Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1789	64
1	(Comp. I Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1750	68
4	(Comp. II Ger. x C1002 o ₂) F ₃	1724	69
35	Cafime	1718	67
26	V.S.-201 x C o ₂	1708	72
21	(V.S.-3 Bol. 61 x B.I o ₂) F ₂	1705	70
16	(Comp. 16 ET. x B.I o ₂) F ₂	1690	69
18	(Comp. 19 ET. x B.I o ₂) F ₂	1662	68
22	(V.S.-4 Bol. 1001 x B.I o ₂) F ₂	1637	69
14	(V.S.-202 x C 1002 o ₂) F ₃	1624	65
20	(Comp. II M Bol. x B.I o ₂) F ₂	1605	70
7	(Comp. IV Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	1579	64
28	V.S. 201	1569	67
24	(Comp. I Cr. A Sant x B.I o ₂) F ₂	1527	74
11	(Comp. 18 ET. x Z 58 o ₂) F ₃	1461	63
23	(V.S.-5 Bol 1002 x B.I o ₂) F ₂	1454	69
25	(V.S.-201 x P o ₂)	1449	73
27	H-220 opaco	1390	77
13	(V.S.-202 x Z 58 o ₂) F ₃	1226	63
2	(Comp. I Ger. x C 1002 o ₂) F ₃	1213	72

DMS 0.05 = 395 Kg.

* = Z 58 o₂ = Zac 58 x Mz-M21-1507 o₂

** = C 1002 o₂ = C1002 -SH x Mz-C1007 o₂

*** = B.I o₂ = (Bol.Comp. I x C. o₂) CR₃F₃

dimiento del V.S. 201, estuvo por debajo del H-222, H-220 y Cafime.

VILLA HIDALGO, JAL.

En la localidad de Villa Hidalgo, Jal., Cuadro 15, la gran mayoría de los materiales estudiados fueron iguales estadísticamente al nivel del 5%, observándose en dicho cuadro que los mejores materiales normales fueron el V.S. 202, V.S. 12 E, V.S. 201 y Criollo local. En cuanto a materiales opacos los mejores fueron del Comp. 15 E.T. con la fuente Bol. I x C. O_2 , el Comp. IV Ger. con la fuente C 1002 O_2 , y al V.S. 201 con la fuente de Celaya O_2 .

Considerándose a esta localidad con la mejor precipitación en cuanto a su cantidad, de acuerdo con la Gráfica A 4 del Apéndice, fué en la que se obtuvieron de una manera general los más bajos promedios de rendimiento, debido a que como anteriormente se dijo hubo encharcamientos, ocasionando con esto irregularidad en el número de plantas por parcela.

VIUDAS PONIENTE, AGS.

Se observó que para la localidad de Viudas Poniente, Ags., únicamente el 13% de los materiales al nivel del 5% fueron estadísticamente iguales en rendimiento según Cuadro 16, sobresaliendo el Criollo local, V.S. 202, y entre los materiales opacos al Comp. 15 E.T., el V.S. 202 y V.S. 3 Bol. 61 todos con las fuentes de opaco Bol. I x C. O_2 .

En dicho cuadro se puede observar además que el V.S. 12 E. fué más precoz que el Criollo local (62 a 66 días respectivamente) en consideración a sus días a floración y ambos más precoces que el resto de materiales. Pudiéndose observar además que dentro del grupo de materiales -- testigos como el V.S. 201, H-221, H-222, Cafime y H-220, presentaron rendimientos no igualables al del V.S. 202.

CUADRO 15. MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN VILLA HIDALGO, JAL. 1977 T.

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	DIAS A FLOR.
29	V.S.-202	671	62
34	V.S.-12 E	671	56
28	V.S.-201	667	65
15	(Comp. 15 ET. x B.I o ₂) F ₂ *	629	66
36	Criollo local	603	66
8	(Comp. IV Ger. x C 1002 o ₂) F ₃ **	595	67
26	V.S.-201 x C. o ₂	584	70
30	V.S.-203	566	60
22	(V.S.-4 Bol. 1001 x B.I o ₂) F ₂	531	67
32	H-221	522	68
19	(V.S.202 x B.I o ₂) F ₂	514	65
11	(Comp. 18 ET.x Z ² 58 o ₂) F ₃ ***	513	63
17	(Comp. 17 ET. x B.I o ₂) F ₂	462	66
35	Cafime	461	67
12	(Comp. 18 ET. x C 1002 o ₂) F ₃	453	61
6	(Comp. III Ger. x C 1002 o ₂) ³ F ₃	428	68
9	(Comp. 15 ET. x Z 58 o ₂) F ₃	419	63
5	(Comp. III Ger.x Z 58 o ₂) F ₃	418	66
25	V.S.-201 x P. o ₂	417	71
33	H-222	417	68
16	(Comp. 16 ET. x B.I o ₂) F ₂	401	67
20	(Comp. II M Bol. x B. I o ₂) F ₂	379	67
21	V.S.-3 Bol. 61 x B.I o ₂) F ₂	375	68
24	(Comp. Cr. A.Sant.x B. I o ₂) F ₂	360	74
31	H-220	359	74
2	(Comp. I Ger.x C1002 o ₂) F ₃	324	71
3	(Comp. II Ger.x Z 58 o ₂) F ₃	303	65
18	(Comp. 19 ET.x B.I o ₂) F ₂	294	65
23	(V.S.-5 Bol.1002 x B.1 o ₂) F ₂	293	67
4	(Comp. II Ger. x C 1002 o ₂) F ₃	292	66
10	(Comp. 15 ET. x C.1002 o ₂) F ₃	290	65
14	(V.S.-202 x C 1002 o ₂) F ₃	274	DMS 66
1	Comp. I Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	213	69
27	H-220 opaco	212	77
7	(Comp. IV Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	208	64
13	(V.S.202 x Z 58 o ₂) F ₃	162	64

DMS 0.05 = 368 Kg.

* = B.I o₂ = (Bol Comp I x C. o₂) CR₃ F₂

** = C1002 o₂ = C 1002-SH x Mz-C 1007 o₂

*** = Z 58 o₂ = Zac. 58 x Mz-M21-1507 o₂

CUADRO 16. MEDIAS DE RENDIMIENTO EN KG/HA Y DIAS A FLORACION EN VIUDAS PONIENTE, AGS. 1977 T.

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	DIAS A FLOR.
36	Criollo local	928	66
15	(Comp. 15 ET. x B.I o ₂) F ₂ *	786	71
29	V.S.-202	752	67
19	(V.S.202 x B.I o ₂) F ₂	709	70
21	(V.S.-3 Bol.61 x B.I o ₂) F ₂	687	75
18	(Comp. 19 ET.x B.I o ₂) F ₂	672	71
10	(Comp. 15 ET.x C1002 o ₂) F ₃ **	653	70
11	(Comp. 18 ET.x Z 58 o ₂) F ₃ ***	637	68
12	(Comp. 18 ET.x C1002 o ₂) F ₃	633	68
34	V.S.-12 E	631	62
30	V.S.-203	609	65
17	(Comp.17 ET.x B.I o ₂) F ₂	591	73
6	(Comp.III Ger.x C 1002 o ₂) F ₃	590	75
13	(V.S.202 x Z 58 o ₂) F ₃	587	70
4	(Comp.II Ger.x C 1002 o ₂) F ₃	581	74
28	V.S.201	581	71
35	Cafime	576	72
5	(Comp.III Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	573	71
25	V.S.201 x P.o ₂	556	76
24	(Comp.Cr.A.Saht.x B.I o ₂) F ₂	545	78
9	(Comp.15 ET.x Z 58 o ₂) F ₃	530	68
14	(V.S.202 x C 1002 o ₂) F ₃	530	72
8	(Comp. IV Ger.x C 1002 o ₂) F ₃	529	75
20	(Comp. II M Bol.x B.I o ₂) F ₂	495	75
33	H-222	478	74
16	(Comp. 16 ET.x B.I o ₂) F ₂	478	73
3	(Comp.II Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	424	71
32	H-221	422	73
23	(V.S.5 Bol.1002 x B.I o ₂) F ₂	379	72
31	H-220	364	77
7	(Comp.IV Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	339	70
2	(Comp.I Ger. x C 1002 o ₂) F ₃	332	76
22	(V.S.-4 Bol. 1001 x B.I o ₂) F ₂	329	74
1	(Comp.I Ger. x Z 58 o ₂) F ₃	327	75
26	V.S.-201 x C.o ₂	292	76
27	H-220 opaco.	217	83

DMS 0.05 = 248 Kg.

* = B.I o₂ = (Bol.Comp. I x C.o₂) CR₃ F₂
 ** = C1002 o₂ = C1002-5 H x Mz-C 1007 o₂
 *** = Z 58 o₂ = Zac. 58 x Mz-M21-1507 o₂

Ahora bien, de los resultados obtenidos por localidad y de acuerdo a los Cuadros 17 y 18, se puede apreciar que existieron materiales opacos que a pesar de haberse ensayado el fenotipo de grano E.O. 100% (ami láceo) y que dependiendo del progenitor donante de dicho carácter, presentaron aumentos o disminuciones en rendimiento comparados con sus contrapartes normales; aunado a esto, se observó que las fuentes del opaco-2 tuvieron influencia sobre el aumento del ciclo vegetativo de los materiales.

En cuanto a la reducción de rendimiento mostrado por los materiales opacos se concuerda con los resultados obtenidos por Nelson (1966), Mertz (1968) y Poey (1970) los cuales mencionan que lo anterior es ocasionado por la menor densidad relativa del grano opaco. A la vez Asnani y Gupta (1970), Lambert et al (1969) y Sreramulu y Bauman (1970), citados por Sigh y Asnani (1977) han mostrado varios casos en que los híbridos de opaco-2 rindieron igual o más que sus contrapartes normales, lo que posiblemente sea debido a efectos heteroticos.

Lo anterior puede observarse para el caso de la V.S.202 que con cualquiera de las tres fuentes de opaco-2 se presentan disminuciones - considerables en el rendimiento en comparación a su contraparte normal; las menores reducciones se presentaron con la fuente donante B.I x C.o₂, y las de mayor magnitud con las fuentes C1002 o₂ y Z 58 o₂, siendo estas ultimas reducciones estadísticamente significativas.

Además de observarse reducciones significativas (cuadros 17 y 18), se detectaron materiales sobresalientes que presentaron aumentos en rendimiento en comparación con sus contrapartes normales, que en algunos - casos, tales aumentos fueron estadísticamente significativos como fue para Comp. III Ger. x C1002 o₂.

CUADRO 17. PORCENTAJE EN AUMENTO (+) O REDUCCION (-) EN RENDIMIENTO DE MAICES o_2 RESPECTO A SUS CONTRAPARTES NORMALES EN LA LOCALIDAD DE SANDOVALES, AGS. 77 T.

MATERIAL RECURRENTE	FUENTES DEL CARACTER OPACO-2				
	COMP.1002 o_2	ZAC.58 o_2	Bol.I xC o_2	PUEBLA o_2	CELAYA o_2
VS-202	- 8.9%	-10.7%	-10.5%		
VS-201				-32.3%*	-37.4%*
Comp. 18 ET	-15.7%	+ 9.8%			
Comp. 15 ET	0.0%	- 6.4%	+ 8.8%		
Comp. IV Ger.	-15.5%	+ 2.7%			
Comp. II Ger.	-17.1%	-14.0%			
Comp.III Ger.	+39.4%*	+ 8.9%			

* Significancia 0.05

CUADRO 18. PORCENTAJE EN AUMENTO (+) O REDUCCION (-) EN RENDIMIENTO DEL -- V.S.202 Y V.S.201 CON DIVERSAS FUENTES DEL CARACTER OPACO-2.

MATERIAL RECURRENTE	L O C A L I D A D E S				
	OJOCALIENTE.	VILLANUEVA.	VILLA HGO.	VIUDAS PNTE.	
VS-202	Comp.1002 o_2	-48.8%*	-19.4%*	-59.1%*	-29.4%*
	Zac. 58 o_2	-63.7%*	-39.1%*	-75.8%*	-21.8%*
	Bol.I x C o_2	-43.0%*	- 6.9%	-23.4%	- 5.6%
VS-201	Puebla o_2	-39.3%*	- 7.6%	-37.5%	- 4.2%
	Celaya o_2	-20.3%	+ 8.8%	-12.3%	-49.2%*

* Significancia 0.05

4.3.- ANÁLISIS COMBINADO Y ESTIMACION DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

Los resultados del análisis de varianza conjunto y para estimar los parámetros de estabilidad se dan en base a 35 materiales que coincidieron en las cinco localidades (ambientes) utilizadas para el presente trabajo, dichos resultados se presentan en el Cuadro 19. Este muestra que existen diferencias altamente significativas (1.%) para variedades, no habiendo para la interacción de variedades por ambiente (lineal). Esto indica que hay diferencias entre los promedios de variedades, pero no existen diferencias entre los coeficientes de regresión de las variedades sobre los índices ambientales, o sea que existe una respuesta similar del rendimiento de las variedades a los ambientes donde se efectuó la prueba.

Esto sugiere (Betanzos 1970), que el material genético empleado, en terminos generales observa un comportamiento similar (en la pendiente), lo cual implicaría que no se han usado variedades muy diferentes entre sí. Sin embargo, debe hacerse hincapié en que en un área ecológica que tiene muchos factores limitantes para la agricultura, como son suelos de baja fertilidad, período de lluvias muy corto, cantidad de precipitación reducida, etc.; difícilmente pueden encontrarse materiales genéticos que sean capaces de soportar condiciones ambientales altamente desfavorables, y que a la vez sean muy disímiles entre sí.

Sobre este mismo aspecto, Romo (1977) y Juárez (1977) reportan también como no significativa la interacción de variedades por ambientes (lineal). Juárez (1977), menciona que la no significancia puede deberse a una reducida heterogeneidad ambiental, para esto una mayor variabilidad en los ambientes de prueba puede ser la causa de que las variedades tienden a diferenciarse con más intensidad y por lo tanto pudiera detectar

CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CALCULO DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS.	Fc.
Total	174	50188873.46434		
Variedades (V)	34	2169807.43234	63817.86566	3.24938 **
Ambientes (A)	140	48019066.03200		
V x A				
Ambiente (lineal)	1	45344466.75692		
V x A (lineal)	34	612397.630368	18011.69502	0.91709 NS
Desviación conjunta	105	2062201.64441	19040.01566	
Error conjunto	563		21291.2400	

** Significativo al nivel de 0.01

NS = No significativo.

CUADRO 20. PARAMETROS DE ESTABILIDAD ESTIMADOS ASI COMO MEDIAS DE RENDIMIENTO Y DIAS A FLORACION CONSIDERANDO LAS 5 LOCALIDADES

1977 T.

No. DE VAR.	GENEALOGIA	REND. KG/HA GRANO	b_i	Sd_i^2	DIAS A FLOR.
29	V.S. 202	1118	1.034	-19181.6	64
15	(Comp.15 ET. x B.I o_2) F_2	1106	0.977	-18140.7	68
34	V.S. 12 E	1067	1.090	8717.7	60
28	V.S.201	1031	0.833	9894.9	68
32	H-221	1015	1.148	- 8803.8	71
19	(V.S.202 x B.I o_2) F_2	1008	DMS 1.067	-10840.2	68
17	(Comp.17 ET. x B.I o_2) F_2	991	1.038	-20542.2	70
10	(Comp.15 ET. x C1002 o_2) F_3	990	1.087	- 4676.4	67
30	V.S.203	985	1.095	16158.5	62
9	(Comp.15 ET. x Z 58 o_2) F_3	982	1.200	-13507.0	65
11	(Comp.18 ET. x Z 58 o_2) F_3	977	0.809	15802.4	66
6	(Comp. III Ger. x C1002 o_2) F_3	958	1.212	- 9873.6	72
8	(Comp.IV Ger. x C1002 o_2) F_3	943	0.908	7971.2	71
12	(Comp.18 ET.x C1002 o_2) F_3	916	1.019	- 9159.5	65
5	(Comp.III Ger.x Z58 o_2) F_3	915	0.982	- 1741.2	68
18	(Comp.19 ET.x B.I o_2) F_2	909	0.908	- 2585.9	69
33	H-222	899	1.046	-11366.2	72
35	Cafime	891	0.902	-11555.5	70
4	(Comp.II Ger.x C 1002 o_2) F_3	879	1.044	-15966.7	71
21	(V.S. 3 Bol.61 x B.I o_2) F_2	879	0.893	- 755.3	72
3	(Comp.II Ger.x Z58 o_2) F_3	877	1.135*	-19971.4	67
22	(V.S.4 Bol.1001 x B.I o_2) F_2	873	0.908	- 255.2	70
16	(Comp.16 ET.x B.I o_2) F_2	869	1.075	-11092.4	72
14	(V.S.202 x C1002 o_2) F_3	868	1.071	- 1086.4	69
24	(Comp.I Cr.A.Sant. x B.I o_2) F_2	848	0.950	- 6369.5	76
20	(Comp.II M Bol.x B.I o_2) F_2	847	0.898	-18429.9	71
26	V.S.201 x C. o_2	835	0.904	23801.6	73
23	(V.S.5 Bol.1002 x B.I o_2) F_2	820	0.949	5968.1	70
7	(Comp.IV Ger x Z 58 o_2) F_3	805	1.038	- 4323.0	67
25	V.S.201 x P o_2	790	0.737*	-18256.1	74
1	(Comp.I Ger.x Z 58 o_2) F_3	773	1.196*	-20911.2	73
31	H-220	761	1.077	20906.1	76
27	H-220 opaco	748	1.062	43524.8 **	80
13	(V.S.202 x Z 58 o_2) F_3	746	0.872	61959.7 **	67
2	(Comp.I Ger.x C1002 o_2) F_3	629	0.769	-13106.0	74

DMS 0.05 = 180 Kg.

* = $b_i \neq 1.0$ ** = $Sd_i^2 > 0$

se diferencias significativas en los análisis de varianza.

Cabe hacer mención que a pesar de que por el análisis de varianza no se detectaron diferencias entre los coeficientes de regresión, se realizaron pruebas individuales de éstos por medio del estadístico t ; encontrándose que 3 coeficientes (variedades 1, 3 y 25) difirieron de la unidad.

El hecho de que por medio del análisis de varianza no se hubiesen detectado diferencias entre las b 's y que se hubieran detectado por medio de t , puede explicarse en el sentido de que el análisis de varianza es un procedimiento usado para probar hipótesis generales, en cambio t --- prueba hipótesis de las b 's en particular.

El valor de los parámetros de estabilidad (b_i , S^2_{di}) y el promedio de rendimiento varietal se presentan en el Cuadro 20, en el que se observa que el 17% de los materiales guardan DMS 0.05, con respecto al rendimiento más alto y forman el grupo superior de variedades por su producción de grano.

En el mismo cuadro 20 puede observarse que existen 3 variedades con coeficientes de regresión diferentes estadísticamente a 1.0, y también variedades con coeficientes numéricamente diferentes a 1.0. El contraste entre estos dos grupos de variedades es atribuido fundamentalmente a las diferencias en sus desviaciones de regresión; esto puede observarse en dicho cuadro 20 para las variedades 1 y 25 y para la 9 y 13. Lo mismo se observa gráficamente en la Figura 3, la cual muestra mayores desviaciones de la línea de regresión en las variedades 9 y 13 que en las 1 y 25.

De acuerdo con el concepto de Eberhart y Russell (1966), de definir a una variedad como estable la que tiene un coeficiente de regre--

sión igual a la unidad ($b_i = 1.0$) y desviaciones de la línea de regresión tan pequeñas como sea posible ($S_{di}^2 = 0$), y tomando en consideración las situaciones posibles de dichos parámetros propuestas por Carballo (1970), los materiales estudiados quedan agrupados de la siguiente manera:

SITUACION	DESCRIPCION	No. DE MATERIALES
$b_i = 1.0 \quad S_{di}^2 = 0$	Variedad estable	30
$b_i = 1.0 \quad S_{di}^2 > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.	2
$b_i > 1.0 \quad S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.	2
$b_i < 1.0 \quad S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.	1

Lo anterior demuestra que la mayoría de los materiales pueden catalogarse como estables.

Considerando que en la región donde se hicieron las evaluaciones privan condiciones climáticas desfavorables como son escasa precipitación, período libre de heladas muy reducido y además, teniendo en cuenta la conclusión de Carballo (1970) en el sentido de que el concepto de variedad deseable debiera definirlo el mejorador en función de las características del ambiente de la región; se consideró conveniente que además de tomar en cuenta los valores de b_i , S_{di}^2 y el rendimiento promedio alto, incluir también la precocidad de los materiales medida ésta por el promedio de días a floración.

Tomando en consideración lo anterior se pueden agrupar en el Cuadro 21 materiales tanto opacos como normales por las características

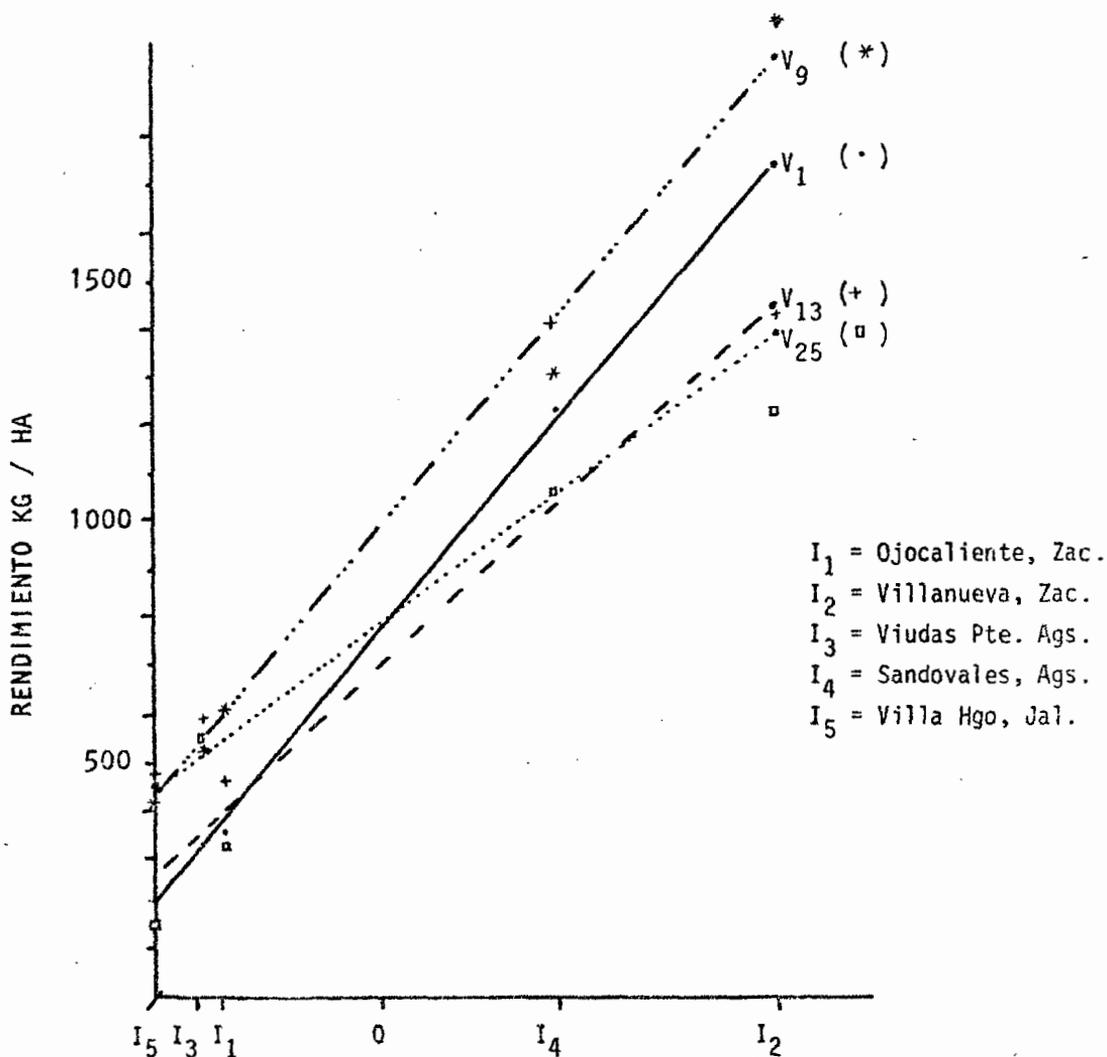


FIGURA 3. COMPORTAMIENTO EN RENDIMIENTO DE ALGUNAS VARIETADES EN LOS DIFERENTES AMBIENTES.

anteriormente señaladas.

CUADRO 21. MATERIAL SOBRESALIENTE EN CUANTO A SU DESEABILIDAD.

V A R I E D A D.	MEDIA REND.	b_i	S^2_{di}	DIAS A FLOR.
V.S. 202	1118	1.034	= 0	64
(Comp. 15 ET. x B.I o ₂) F ₂	1106	0.977	= 0	68
V.S. 12 E	1067	1.090	= 0	60
V.S. 201	1031	0.833	= 0	68
(V.S. 202 x B.I o ₂) F ₂	1008	1.067	= 0	68
(Comp. 15 ET. x C.1002 o ₂) F ₃	990	1.087	= 0	67
V.S. 203	985	1.095	= 0	62
(Comp. 18 ET. x Z.58 o ₂) F ₃	977	0.809	= 0	66
(Comp. III Ger. x Z.58 o ₂) F ₃	915	0.982	= 0	68
(Comp. 19 ET. x B.I o ₂) F ₂	909	0.908	= 0	69

Como se observa en el cuadro anterior, todos los materiales presentaron entre 62 y 69 días a floración lo cual se considera aceptable.

4.4.- Contenido de proteína y triptófano en el endospermo de grano.

Los análisis de proteína y triptófano fueron obtenidos en el Laboratorio de Análisis Químico del Programa de Calidad de Proteínas de Maíz y Sorgo del INIA ubicado en Chapingo, Méx., los resultados de dichos análisis se presentan en el Cuadro 22, indicándose los valores de por ciento de proteína y por ciento de triptófano en muestra.

Los análisis químicos fueron obtenidos de el grupo de materiales portadores del gene opaco-2 con fenotipos E.O. 0% (normal) y E.O. - 100% (opaco).

En relación al contenido de proteína, los materiales con fenotipo E.O 0% mostraron los valores más altos en comparación al fenotipo - E.O. 100% a excepción de el Comp. II Ger. x C1002 o₂ en el que se presenta-

ron iguales cantidades de proteína en ambos fenotipos (E.O. 0% = 9.6%, -- E.O. 100% = 9.5%).

El porcentaje de triptófano en muestra fue mayor en los fenotipos E.O. 100% llegando a superar al fenotipo E.O. 0% hasta en más del doble a excepción del Comp. 15 E.T. x C1002 o₂ que presentó valores iguales para ambos fenotipos.

Al comprobarse químicamente el aumento de triptófano influenciado por el gene opaco-2 en los materiales y si dicho aumento lo vemos desde el punto de vista nutricional, nos demuestra que se requerirá mayor cantidad de maíz normal en comparación con maíz de alto valor nutritivo para obtener las mismas proporciones de triptófano. Lo anterior se puede hacer constatar con los valores de porciento de triptófano obtenido por el Compuesto I Ger. x Z 58 o₂ con los fenotipos E.O. 0% y 100% los cuales fueron 0.51 y 0.96 respectivamente (cantidades que están dados en gr. de triptófano en 100 gr. de endospermo), que al ser transformados a kilogramos, el valor del E.O. 0% proporcionaría 0.51 kg. de triptófano por tonelada de maíz, en cambio con el E.O. 100% se obtendría 0.96 kg. de triptófano por tonelada de maíz.

CUADRO 22. CONTENIDO DE PROTEINA Y TRIPTOFANO EN EL ENDOSPERMO DE GRANO -
CON FENOTIPO E.0 0% Y E.0 100%.

V A R I E D A D.	FENOTIPO	% DE PROTEINA.	% DE TRIPTOFANO EN MTRA.
(Comp. I Ger. x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.2	100
	E.0 100%	7.2	188
(Comp. I Ger. x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.7	100
	E.0 100%	8.9	158
(Comp. II Ger. x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.1	100
	E.0 100%	8.5	184
(Comp. II Ger. x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.6	100
	E.0 100%	9.5	154
(Comp. III Ger. x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.5	100
	E.0 100%	8.5	214
(Comp. III Ger. x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.3	100
	E.0 100%	8.9	138
(Comp. IV Ger. x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.0	100
	E.0 100%	8.2	211
(Comp. IV Ger. x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.3	100
	E.0 100%	7.8	171
(Comp. 15 ET. x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.3	100
	E.0 100%	7.4	171
(Comp. 15 ET. x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.3	100
	E.0 100%	9.3	98
(Comp. 15 ET. x B. I o ₂) F ₃	E.0 0%	10.8	100
	E.0 100%	7.9	167
(Comp. 18 ET. x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	10.6	100
	E.0 100%	8.9	157
(Comp. 18 ET. x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.2	100
	E.0 100%	7.6	209
(V.S. 202 x Z 58 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.7	100
	E.0 100%	7.9	191
(V.S. 202 x C1002 o ₂) F ₄	E.0 0%	9.6	100
	E.0 100%	8.8	176

V A R I E D A D	FENOTIPO.	% DE PROTEINA.	% DE TRIPTOFANO EN MTRA.
(V.S. 202 x B. I o ₂) F ₃	E.0 0%	10.2	100
	E.0 100%	8.0	192
(Comp. 16 ET. x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	9.9	100
	E.0 100%	7.6	221
(Comp. 17 ET. x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	10.9	100
	E.0 100%	8.2	180
(Comp. 19 ET. x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	9.9	100
	E.0 100%	8.5	214
(Comp. II M. Bol. x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	10.3	100
	E.0 100%	8.4	204
(V.S. 3 Bol. 61 x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	9.6	100
	E.0 100%	7.8	202
(V.S. 4 Bol.1001 x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	10.2	100
	E.0 100%	8.4	217
(V.S. 5 Bol.1002 x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	9.6	100
	E.0 100%	8.1	210
(Comp. I Cr.A.Sant. x B.I o ₂) F ₃	E.0 0%	10.9	100
	E.0 100%	9.4	250
V.S. 201 x P. o ₂	E.0 0%	10.6	100
	E.0 100%	8.3	163
V.S. 201 x C. o ₂	E.0 0%	11.1	100
	E.0 100%	8.5	175

Promedio fenotipo E.0 0%

" " E.0 100%.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se deducen las siguientes conclusiones.

Se detectaron tanto materiales normales como materiales -- con alta calidad proteica que sobresalieron en todos los ambientes estudiados.

Considerando como material deseable aquel que tenga buena respuesta a todos los ambientes, que sea consistente en su comportamiento, con media de rendimiento alta y ademas precoz, se pueden señalar a:

- a) Dentro de los maíces normales V.S. 202, V.S. 12 E y -- H-221, y
- b) Dentro de los maíces del gene opaco-2 al Comp. 15 ET. -- con las fuentes B.I. x Celaya o_2 y C 1002 o_2 , V.S. 202 con la fuente de B.I. x Celaya o_2 , Comp. 18 ET. x Zac. 58 o_2 , Comp. 17 ET. x B.I. x Celaya o_2 .

Las fuentes usadas para incorporar el gene opaco-2 tuvieron una influencia marcada sobre el comportamiento en rendimiento y días a flo-- ración de los materiales recurrentes resultando ventajosa la fuente B.I. x Celaya o_2 para el Comp. 15 ET, V.S. 202 y Comp. 17 ET; la fuente Zac. 58 -- o_2 para el Comp. 18 ET, y la fuente C 1002 o_2 en Comp. 15 ET, Comp. III -- germoplasma y Comp. IV germoplasma.

El decremento en rendimiento por incorporación del carácter opaco-2 ocurrió en V.S. 201 y V.S.202 al considerar 4 localidades.

Con el fin de tener estimación de mayor confianza de los pa-- rámetros de estabilidad, es conveniente tener una muestra más amplia de am

bientes ya que se hizo ésta en 5, y algunos investigadores han señalado - que es conveniente tener 10 ambientes.

Se logró determinar que los maíces normales tienen un mayor contenido de proteína en el endospermo, mientras que la calidad de proteína medida ésta como % de triptófano en muestra fué mayor hasta es más del doble en la mayoría de los materiales opacos. Indicando con esto último - la influencia favorable del gene opaco-2 al incrementar la calidad proteíca en el endospermo del grano de maíz.

Se sugiere que se inicien sistemas de selección simples -- (selección masal, familiar o combinada) en Comp. 15 ET. y V.S. 202 ambos con la fuente de B.I. x Celaya 0₂, con la finalidad de ir eliminando características indeseables tales como enfermedades, fenotipo amiláceo del endospermo e ir mejorando su rendimiento, a la vez realizar pruebas biológicas, lotes semicomerciales y en usos culinarios, para que en un futuro no se tengan barreras para la aceptación de maíces con alto valor nutritivo.

VI. A P E N D I C E

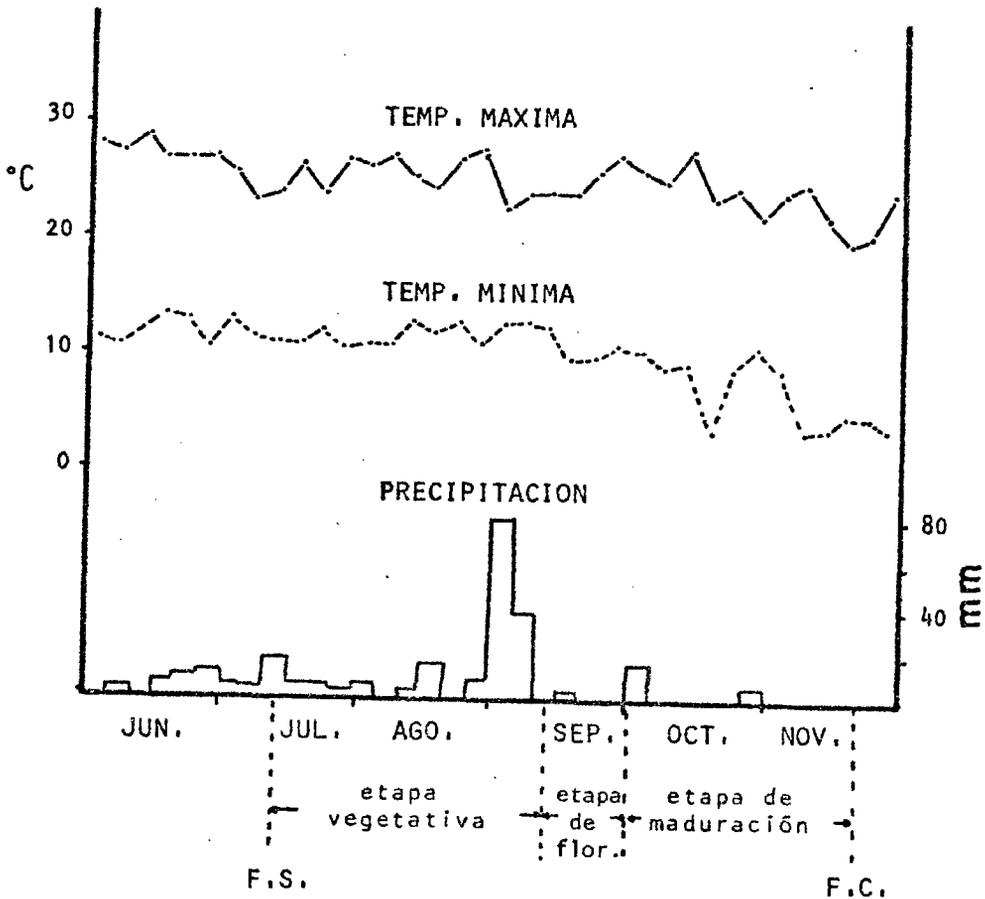


FIGURA A1. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS Y PRECIPITACIÓN TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN SANDOVALES, AGS., 1977.

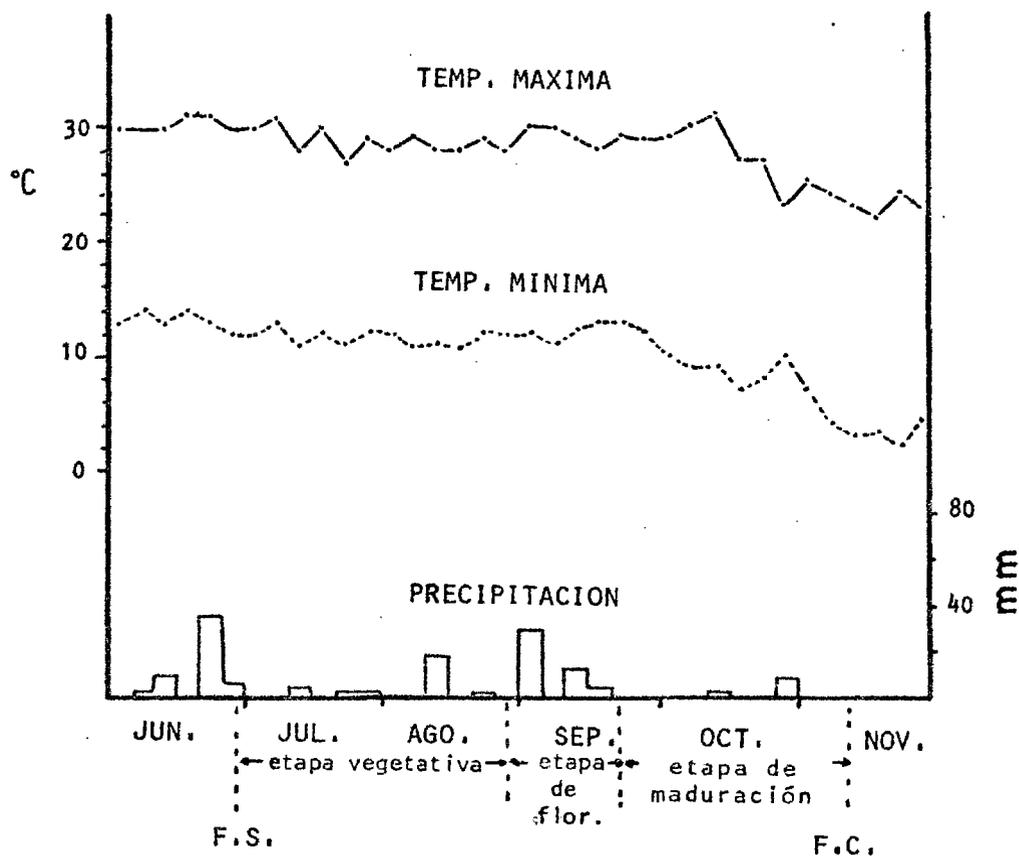


FIGURA A2. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS Y PRECIPITACIÓN TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN OJOCALIENTE, ZAC., 1977.

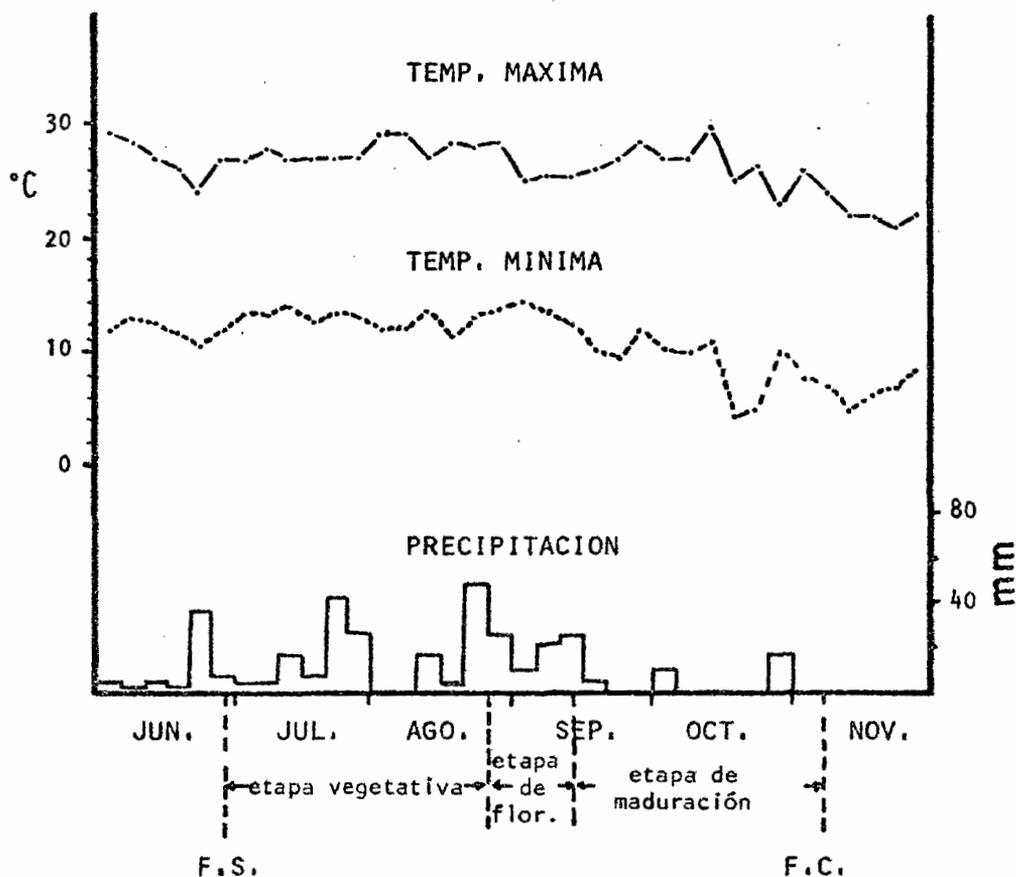


FIGURA A3. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN VILLANUEVA, ZAC., 1977.

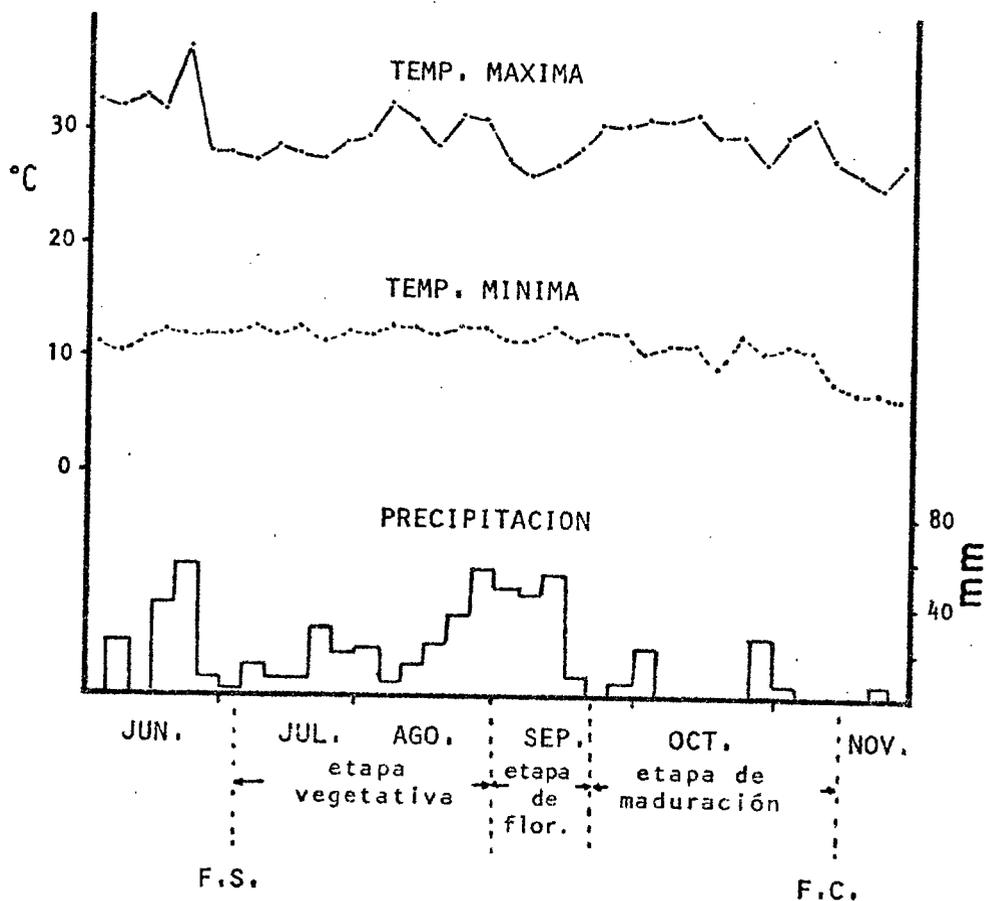


FIGURA A4. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN VILLA HIDALGO, JAL., 1977.

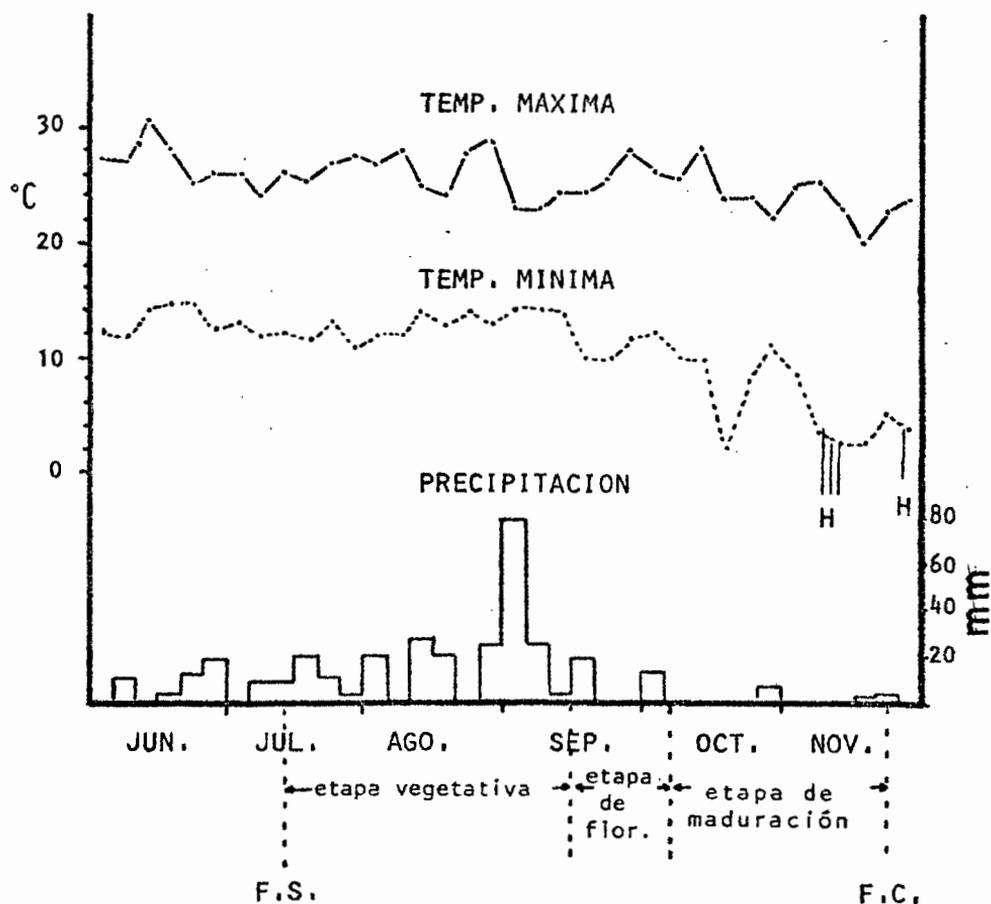


FIGURA A5. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS Y PRECIPITACION TOTAL EXISTENTE DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO, POR PERIODOS DE 5 DIAS EN VIUDAS PONIENTE, AGS., 1977.

VII BIBLIOGRAFIA

- Bauman, L.F. and E.T. Mertz (1972). The status of development of maize with improved protein quality. *Purdue Univ. Agric. Exp. Sta. Res. Progress. Rept.* 405.
- Beeson, W.M., R.A. Pickett, E.T. Mertz, G.L. Cromwell and O.E. Nelson (1966). Nutritional value of high lysine corn. *Purdue Univ. Res. Progress. Rept.* 227
- Betanzos M., E. (1970). Dos aspectos en el estudio de la interacción genético-ambiental. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México.
- Breese, E.L. (1969). The measurement and significance of genotype-environmental interactions in grasses. *Heredity* 24:27-44.
- Bressani, R. (1966). Protein quality of opaque-2 maize in children. In *Proceeding of the high lysine corn conference Purdue University, Lafayette, Indiana. Corn industries Research foundation, a division of - corn refiners, Washington, D.C., p. 34.*
- Bressani, R., J. Alvarado y F. Viteri. (1969). Evaluación en niños de la calidad de la proteína del Maíz Opaco-2. *Arch. Lat. Amer. Nut.* 19:129.
- Bucio A., L. (1966). Environmental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred lines. *Heredity*. 21:387-397.
- Carañgal, R.V. (1977). Mejoramiento de la calidad proteínica del maíz: Asuntos y problemas actuales. Maíz de alta calidad proteínica, CIMMYT-PURDUE. Editorial Limusa Wiley, S.A. México.
- Carballo C., A. (1970). Comparación de variedades de maíz de el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.
- Clark, H.E., P.E. Allen, S.M. Meyers, S.E. Tuckett and Y. Yamamura. (1967). - Nitrogen Balance of adults consuming opaque-2 corn protein. *Amer. J. Clin. Nut.* 20:825.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6 : 36-40.
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14 : 742-754.
- Freeman, G.H. and J.M. Perkins (1971). Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. *Heredity*. 27 : 15-23.

- Frey, K.J. (1949). The Inheritance of protein and certain of its components in maize. *Agronomy Journal (U.S.)*. 41 : 113-117.
- Frey, K.J., B. Brimball and G.F. Sprague. (1949). The effects of selection - upon protein quality in the corn kernel. *Agronomy Journal (U.S.)*. 41 : 399-403.
- Fripp, Y.J. (1972). Genotype-environmental interactions in *Shizophyllum commune*. II. Assessing the environment. *Heredity*. 28: 223-238.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de - Koppen. U.N.A.M. Instituto de Geografía.
- Goldsworthy, P. (1974). El mejoramiento del maíz a nivel mundial en la década del setenta y el papel del CIMMYT (Memoria). 6 : 6-51.
- Hardwick, R.C. and J. T. Wood (1972), Regression Methods for studying genotype-environment interactions. *Heredity*. 28 : 209-222.
- Hurtado de la P.S. (1977). Estudio de competencia en líneas, compuestos balanceados y sintéticos de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.
- Inglett, G.E. (1970). Corn and sorghum proteins. Proc. XXV Ann. Corn sorghum res. Conf., págs. 67-68.
- Juarez E., R. (1977). Interacción genotipo-ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.
- Maner, J.J., W.G. Pond, J.T. Gallo, A. Henao, R. Portella and F. Linares. (1971). Performance of rats and swine fed Colombian Floury-2, Colombian opaque-2 or normal corn. *J. Anim. Sci.* 33 : 791.
- Martínez R., L. y A. Shimada. (1971). Valor alimenticio de una variedad mexicana de maíz opaco-2 para cerdos en crecimiento. *Téc. Pec. en Méx.* - 18 : 45-49.
- Márquez S., A.R. (1977). Programa calidad de proteína de maíz y sorgo. Laboratorio de análisis químico de alta calidad de proteínas. III reunión nacional de investigadores de maíz y sorgo. S.A.R.H., I.N.I.A.
- Márquez S., F. (1974). El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. PATENA. A.C. Chapingo, México.
- Mertz, E.T. (1963). Corn proteins-a chemical and nutritional perspective. - - Proc. 18 th Corn Res. Conf., pp. 7-12. Amer. Seed Trade Assoc.
- Mertz, E.T., L.S. Bates and O.E. Nelson. (1964). Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize. *Endosperm. Science*. 145 : 1701 - 1705.
- Mertz, E.T. (1965). Growth of rats fed on opaque-2 maize. *Science*. 148:1741-42.

- Mertz, E.T. (1968). High lysine corn. *Agricultural Science Review*. Vol. 6 - No. 31.6.
- Miranda J., O. (1976). Incidencia de genes modificadores del endospermo - - opaco-2 en 25 razas mexicanas de maíz y su efecto en la textura y calidad proteínica del grano. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.
- Nelson, O.E., E.T. Mertz and L.S. Bates. (1965). Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm protein. *Science*. 150: 1469-70.
- Nelson, O.E. (1966). Opaque-2, floury-2 and high protein maize. *Proceedings of the high lysine corn conference*. Purdue University (U.S.) - 156-160.
- Osborne, T.B. and L.B. Mendel. (1914). Aminoacids in nutrition and growth. *J. Biol. Chem.* 17 : 325.
- Paez, A.V., J.L. Helm and M.S. Zuber. (1969). Comparison of kernal properties from progenies segregating for normal opaque-2 and Floury-2 Type endosperms. *Agronomy Abstracts*. A.S.A. Detroit, Michigan. 14.
- Perkins, J.M. and J.L. Jinks. (1968). Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity* 23 : 166-172.
- Perkins, J.M. (1972). The principal component analysis of genotype-environmental interactions and physical measures of the environment, - *Heredity*, 29 : 51-70.
- Plaisted, R.L. (1960). A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. *American Potato - - Journal* 37 : 166-172.
- Poey D., F.R. (1970). Estudios sobre la herencia de los mutantes opaco-2 y - harinoso-2 y su influencia en la proteína del endospermo y caracteres físicos del grano de maíz. Tesis, M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.
- Poey D., F.R. y E. Villegas. (1970). Variaciones en el fenotipo de maíz opaco-2. Resumen VIII Reunión Latino Americana de Fitotecnia Colombia 1970.
- Poey D., F.R. y E. Villegas (1973). Herencia del fenotipo córneo en maíces - opaco-2 y su efecto en contenido de proteína y triptófano del - endospermo. Resumen V. Reunión de maiceros de la zona Andina Cochabamba, Bolivia.
- Pradilla, A.D., D.D. Harpstead, D. Sarria, F.A. Linares y C.A. Francis. (1977). El maíz de alta calidad proteínica y la nutrición humana. Maíz - de alta calidad proteínica, CIMMYT-PURDUE. Editorial Limusa Wiley, S.A. México.

- Pro, A., O. Neri y M. Cuca. (1971). Estudio comparativo del maíz opaco-2 y maíz normal y el efecto de la suplementación de lisina en dietas para pollos en iniciación. *Técnica Pecuaria en México*. -- Núms. 15-16 : 62.
- Romo C., E. (1977). Obtención de variedades de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, a partir de compuestos integrados con generaciones avanzadas de híbridos. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. -- Chapingo, México.
- Sánchez G., J.J. (1977). Efecto de niveles de divergencia genética y factores ambientales en la expresión fenotípica de variedades sintéticas de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (1978). Situación nutricional del estado de Aguascalientes. Servicios Coordinados de Salud Pública en el estado de Aguascalientes, Departamento de Promoción de la Salud, Nutrición.
- Singh, J. y V.L. Asnani. (1977). Estado actual de la investigación y perspectivas de mejorar la calidad proteínica del maíz por medio del opaco-2. Maíz de alta calidad proteínica. CIMMYT-PURDUE. Editorial Limosa Wiley, S.A. México.
- Singleton, W.R. (1939). Recent Linkages Studies in Maize. V. opaque endosperm-2. *Genetics*. 24 : 61.
- Sprague, G.F. and W.T. Federer. (1951). A comparison of variance components in corn yield trials: II. Error. year x variety, location x variety and variety components. *Agronomy Journal*. 43 : 535-541.
- Villegas, E. (1972). Maíces de alta calidad nutricional. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. CONACYT, CP., INIA., SOMEFI., México.
- Wood, J. T. (1976). The use of environmental variables in the interpretation of genotype-environment interaction. *Heredity*, 37 : 1-7.
- Yates, F. and W.G. Cochran. (1938). The analysis of groups of experiments. - *Journal of Agricultural Science* 28 : 556-580.