Fitotecnia 10:34-49, 1987.

COMPUESTO PRECOZ (VS-409) NUEVA VARIEDAD DE MAIZ PARA EL NORESTE DE MEXICO

César A. Reyes Méndez[1]

RESUMEN

En el norte y centro de Nuevo León y Tamaulipas, se siembran 70 mil hectáreas de maíz (*Zea mays* L.) en el ciclo primavera-verano, bajo condiciones de temporal. Debido a lo corto de este ciclo agrícola (120 días) se requieren materiales precoces. La mayoría de las variedades que se siembran actualmente son criollas de bajo rendimiento, susceptibles al acame y a enfermedades. En el Campo Agrícola Experimental Río Bravo se inició un proyecto de mejoramiento genético para formar variedades precoces de alto rendimiento, obteniéndose la variedad llamada Compuesto Precoz (VS-409), a partir de una población formada mediante el cruzamiento entre criollos y líneas endocriadas sobresalientes, empleando posteriormente el método de selección modificada de mazorca por surco. Esta variedad se seleccionó con base en rendimiento, precocidad y sanidad de follaje y mazorca, entre otras características, mostrando buen comportamiento en el noreste de México. Al comparar el Compuesto Precoz con las dos variedades más populares en la región, se encontró que en 14 ambientes de evaluación igualó el rendimiento de la V-402 pero fue hasta 8 días más precoz a cosecha; con respecto al otro testigo (Ratón), el Compuesto Precoz rindió 10% más y fue de igual precocidad.

SUMMARY

In the North and Central areas of the States of Nuevo León and Tamaulipas, 70 thousand hectareas are sown with corn (*Zea mays* L.) under rainfed conditions, during the spring-summer season. Due to the short growth season (120 days) early genotypes are required in this region. Most of the available corn varieties showed low yields and susceptibility to diseases and lodging. In order to develope high yielding and early maturity open pollinated corn varieties, a breeding project was started at the Río Bravo Experimental Station. A new variety Compuesto Precoz (VS-409), was obtained, by applying the modified ear-to-row selection method for grain yield, earliness and leaf and ear diseases tolerance, among other characteristics, to a population wich included crosses between native varieties and elite corn lines. When compared to two of the most preferred corn varieties (V-402 and Ratón) through yield essays in 14 environments across the Northern part of Mexico, VS-409 matured up to a week earlier than the "late" control (V-402) and yielded 10% more grain thant the "early" control (Ratón).

1/: M.C. Investigador del Programa de Maíz, Campo Agrícola Experimental Río Bravo. Apdo. Postal 172. 88940 Río Bravo, Tamps.

INTRODUCCION

En los últimos años, en las regiones bajas del norte y centro de los estados de Nuevo León y Tamaulipas se han sembrado anualmente cerca de 70,000 hectáreas de maíz en el ciclo primavera-verano (P-V), las que en su mayoría se cultivan bajo condiciones de temporal. En estas condiciones, el manejo del cultivo es poco tecnificado, con rendimientos medios de 1250 kg/ha y un promedio anual de producción de 62,500 toneladas de grano, las que en su mayoría se utilizan para autoconsumo, por lo que el maíz es el cultivo de mayor importancia socioeconómica en ese ciclo de siembra.

Desde el punto de vista ambiental, el ciclo P-V se caracteriza por una alta incidencia de plagas y enfermedades, presencia de lluvias torrenciales acompañadas de vientos huracanados y días nublados (de octubre a enero) con temperaturas frescas y alta humedad relativa, lo que dificulta el secado de los maíces. La corta estación de crecimiento disponible (110-120 días) para el cultivo, las siembras fuera de época óptima (práctica muy común) que incrementa el riesgo de daños por heladas y la falta de variedades precoces de buenas características agronómicas, hacen difícil y riesgoso la siembra de maíz en este ciclo.

Por lo anterior, aunado a la facilidad de contar con semillas de más bajo costo y rápido acceso, en la mayor parte del noreste de México, se siembran variedades de polinización libre en ese ciclo. Las variedades de mayor uso actual son: V-402, V-401, Llera y algunas criollas como Ratón, las que se caracterizan por ser susceptibles al acame y al mildiú velloso (*Peronosclerospora sorghi*); además, algunas también son susceptibles a pudriciones de mazorca y la mayoría son de ciclo intermedio a tardío.

Para resolver algunos de estos problemas, en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo (CAERIB) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), se iniciaron trabajos de mejoramiento genético, con el objetivo de formar variedades precoces, con buenas características agronómicas y que completen su ciclo dentro del período de que se dispone para su cultivo. Esta variedad, a la que experimentalmente se le ha llamado Compuesto Precoz (VS-409), es el primer producto de este programa de maíces precoces.

ORIGEN Y PROCESO DE OBTENCION

El Compuesto Precoz es una variedad de polinización libre que se formó a partir de 20 criollos sobresalientes procedentes de los estados de Nuevo León y Tamaulipas (Cuadro 1) y de 14 líneas de dos y tres autofecundaciones que se caracterizaban por su porte bajo y resistencia al acame y al mildiú velloso (Cuadro 2). Los maíces criollos provinieron de un grupo de materiales donados por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en 1976. Las líneas fueron obtenidas por el M.C. Hugo Mejía Andrade, en el CAERIB.

Cuadro 1. Criollos que intervinieron en el Compuesto Precoz

Nombre del criollo	Nombre del criollo
1. Pilín	11. Socorro Güerito
2. Tres colores	12. Viento
3. Variedad 55	13. Sesenteño
4. Liebre	14. Pilinque
5. Saltillero	15. V-Pl-Comp. 5
6. Socorro	16. Amarillo
7. Ratón	17. Mezclado con Blanco
8. Güerito	18. Olote Colorado del Viejo Santana
9. Socorro de 60 días	19. Blanco
10. Olote Colorado	20. Taberón

Esta variedad se obtuvo aplicando el método de selección modificada mazorca por surco, propuesto por Lonnquist (1964) y posteriormente modificado por Compton y Comstock (1976). El proceso general mediante el cual se obtuvo esta variedad se presenta en el Cuadro 3; la presión de selección empleada fue 30% entre familias y 25% dentro de ellas.

Diversos investigadores han encontrado que este método es efectivo para mejorar poblaciones de maíz. Así, Troyer *et al.* (1965), seleccionando para varios caracteres mediante el método de mazorca por surco, obtuvieron ligeros incrementos en el rendimiento, menor contenido de humedad en el grano y mayor calidad del tallo.

Cuadro 2. Líneas incluidas en la formación del Compuesto Precoz

Genealogía
1. Tuxpeño 1 (Comp. Balanceado 400 líneas)-13-484A
2. EVT-29-540 B
3. San Juan Compuesto I PB-5-9-1-681A
4. Bco. Junio IPTT-32-727C
5. Bco. Junio P. B. 12-7-2-746D
6. Bco. Junio P. B. 13-M_2-1-747A
7. EVT-21-7-2001A
8. EVT-12-20-531A-657-A
9. Bco. Junio 13-M_{10}-1-663A-651B
10. Bco. Junio 11-1-668B-696A
11. Bco. Junio 13-M_{11}-2-667A-691A
12. Bco. Junio PB 13-M_7-2-687C
13. Bco. Junio 12-2-670A-700B
14. TGB-3-712B-766A

Uno de los primeros trabajos que muestran la bondad del método modificado de mazorca por surco es el de Paterniani (1967), quien después de realizar selección en la variedad Paulist Dent, durante tres ciclos, obtuvo 42% de incremento en el rendimiento; además, mejoró notablemente su resistencia al acame y la sanidad del follaje.

Webel y Lonnquist (1967), en la variedad Hays Golden, lograron ganancias en el rendimiento de 9.4% por ciclo, después de cuatro ciclos de selección. Lima, citado por Hallauer y Miranda (1981), trabajó con dos poblaciones, una cristalina y la otra dentada; obtuvo ganancias de 3 y 2%, respectivamente, después de dos ciclos de selección, al seleccionar con base en rendimiento, altura de mazorca y resistencia al acame. Miles *et al.* (1981) indican que el método es efectivo cuando se busca resistencia a enfermedades.

El Compuesto Precoz es una población obtenida del segundo ciclo de selección,

Cuadro 3. Proceso de obtención del Compuesto Precoz

Ciclo	Actividad
1976 B[1/] y 1977 A[2/]	Evaluación de 60 criollos
1977 B	Incremento de los 20 criollos seleccionados
1978 A y B	Recombinación genética de los 20 criollos empleando como macho un compuesto balanceado; en el último ciclo de recombinación se seleccionaron 1363 mazorcas (familias).
1979 A	Selección de 300 familias tolerantes al mildiú
1980 A y B	Recombinación genética de las 300 familias X Compuesto balanceado de 14 líneas sobresalientes
1981 y 1982 A	Obtención de los ciclos 1 y 2 del Compuesto Precoz evaluando las familias en 5 localidades del Noreste de México.
1982 B, 1983 A y B y 1984 A	Evaluación de la variedad experimental

1/: Ciclo P-V; 2/: Ciclo O-I

la cual se hizo con base en rendimiento, porte bajo, precocidad, resistencia al acame, al mildiú velloso y a pudriciones de mazorca. Durante el proceso de mejoramiento, las familias se evaluaron en cinco localidades: Río Bravo, Abasolo, Valle Hermoso y San Fernando, Tamps., y en Anáhuac, N.L. Esta nueva variedad fue evaluada en nueve localidades del Noreste de México, superando en rendimiento y precocidad a las que se siembran actualmente.

CARACTERISTICAS DE PLANTA Y MAZORCA

En los cuadros 4 y 5 se presentan algunas características de esta variedad.

Cuadro 4. Características de la planta y mazorca del Compuesto Precoz

Características	Ciclo	
	Otoño - Invierno	Primavera - Verano
Planta:		
Días de siembra a cosecha	120-125	100-110
Días a 50% de flor masculina	63-68	48-53
Altura de planta (cm)	185-198	198-210
Altura a la mazorca (cm)	75-85	85-90
No. de hojas arriba de la mazorca	6	6
Espiga:		
Tipo	Ramificada, Semicompacta	
Longitud (cm)	36 - 42	
Mazorca:		
Forma	Semicilíndrica	
Longitud (cm)	14 - 18	
No. de hileras	12 - 14	
Color de olote	Blanco (5-7% rojo)	
Porcentaje de desgrane	84	82
Grano:		
Cantidad por mazorca	360-490	
Textura	Semidura	
Color	Blanco	

La información de ambos cuadros corresponde al promedio de varias condiciones de manejo a que se sometió el Compuesto Precoz en el CAERIB, por lo que puede diferir del comportamiento en otras regiones.

El Compuesto Precoz es una variedad de 110 días a cosecha en el ciclo P-V y 125 días en O-I; es de altura intermedia y su follaje es de color verde intenso; en general presenta buena sanidad de planta y de mazorca; el grano es blanco.

Cuadro 5. Contenido de humedad en el grano y porcentaje de granos maduros del Compuesto Precoz en 7 muestreos efectuados en el ciclo P-V 83-83[1/] en Río Bravo, Tamaulipas

Días después de la siembra [2/]						
48	91	96	102	106	111	118
Fecha de muestreo						
20 Sep.	3 Nov.	8 Nov.	14 Nov.	18 Nov.	23 Nov.	30 Nov.
Humedad a la cosecha (%)						
-	41.8	37.0	30.2	26.3	20.3	18.5
Granos con capa negra (%)						
-	10.7	53.0	81.3	95.0	100.0	100.0

[1/]: Fecha de siembra: 3 de agosto.

[2/]: El primer muestreo se realizó cuando las plantas estaban en floración masculina (20 Sep.).

En el Cuadro 4 se observa que en el ciclo P-V la planta es más precoz y de mayor porte que en O-I; esto se atribuye básicamente a las diferentes condiciones de fotoperíodo y temperatura que prevalecen en cada ciclo, pues en la Figura 1 puede apreciarse que en el ciclo P-V el período vegetativo se desarrolla en días largos con temperaturas cálidas, mientras que las etapas de llenado de grano y maduración ocurren en días cortos con temperaturas frescas; en O-I ocurre lo contrario.

ADAPTACION Y RENDIMIENTO

El Compuesto Precoz ha mostrado buena adaptación en localidades de Nuevo León y Tamaulipas ubicadas de 0 a 1000 msnm. En Nuevo León se ha evaluado en los municipios de Anáhuac, Apodaca, General Terán y Linares; en Tamaulipas se ha sembrado en Abasolo, Nuevo Padilla, Río Bravo, San Fernando y Valle Hermoso. Los

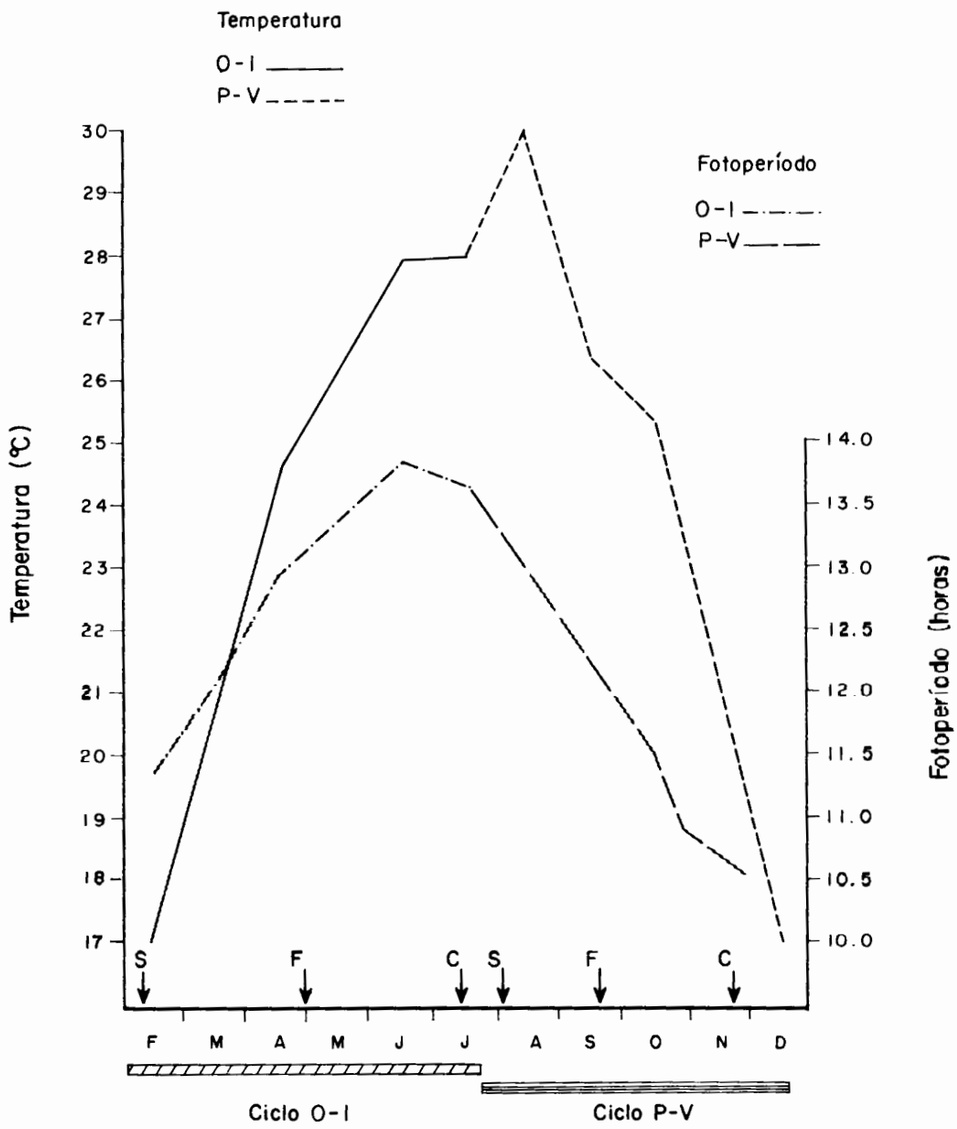

Figura 1.- Promedio de temperatura y fotoperíodo registrados en Río Bravo, Tamps. en los ciclos Otoño - Invierno (O-I) y Primavera-Verano (P-V) de 1983 y 1984, así como ocurrencia de siembra (S), floración (F) y cosecha (C).

ensayos se han establecido tanto en ambientes favorables como en condiciones adversas, resultado de numerosas variantes como: con y sin fertilizante; densidades de siembra que oscilaron entre 40 mil plantas/ha en temporal y de 45 a 57 mil plantas/ha en riego; en ocasiones se aplicaron 2 y 3 riegos de auxilio; las fechas de siembra ocurrieron en épocas normales (febrero en O-I y 15 julio - 15 agosto en P-V), aunque a veces fueron retrasadas (marzo, abril y mayo en O-I y fines de agosto y principios de septiembre en P-V).

En los cuadros 6 al 9 se presenta el comportamiento promedio del Compuesto Precoz y el de los maíces que más se siembran en la región (V-402 y Ratón); este último es el más precoz del Noreste de México. En el Cuadro 10 se muestra el promedio del rendimiento y otras características de las variedades obtenidos de numerosos ensayos conducidos bajo riego y temporal P-V, así como bajo condiciones de temporal en el ciclo O-I, que son las condiciones para las que se recomienda sembrar esta nueva variedad. La información del Cuadro 6 se presenta para observar el grado de adaptabilidad del Compuesto Precoz; nótese que cuando se siembra bajo riego en el ciclo O-I rinde 5% menos que V-402 pero 14% más que Ratón; sin embargo, en el ciclo P-V (que es el ciclo importante) así como en condiciones de temporal de O-I (Cuadros 7 al 10) rinde hasta 3% más que V-402 y 10% más que Ratón.

Cuadro 6. Comportamiento del Compuesto Precoz en los ciclos O-I 82-83 y 83-84, bajo condiciones de riego en localidades de Anáhuac y Apodaca, N.L., Abasolo, Río Bravo y Valle Hermoso, Tamps. (Promedio de 46 repeticiones).

Variedad	Rendimiento 1/		Días a 50% flor. masc.	Humedad a cosecha (%)	Porcentaje de			
	(kg/ha)	(%)			*Ustilago maydis*	Acame	Mazorcas podridas	Mildiu 2/ velloso
V-402	6119	105.4	70	18.43	1.5	24.0	14.6	55
Compuesto Precoz	5802	100.0	67	16.82	2.3	9.6	12.3	30
Ratón	4997	86.2	66	16.07	0.8	14.1	12.6	58

1/: En todos los casos el rendimiento está ajustado al 12% de humedad.
2/: Evaluado durante O-I 82-83, en Río Bravo, Tamps., en siembras de abril.

Cuadro 7. Comportamiento del Compuesto Precoz bajo condiciones de temporal durante el ciclo O-I 82-83 en General Terán, N.L. y en el ciclo O-I 83-84 en San Fernando y Río Bravo, Tamps. (Promedio de 16 repeticiones)

Variedad	Rendimiento		Días a 50% flor. masc.	Humedad a cosecha (%)	Porcentaje de		
	(kg/ha)	(%)			*Ustilago maydis*	Acame	Mazorcas podridas
Compuesto Precoz	2416	100.0	69	15.94	4.0	37.0	31.0
V-402	2350	97.3	72	17.23	1.9	36.5	30.3
Ratón	2173	89.9	68	15.56	2.2	17.0	28.5

Cuadro 8. Comportamiento del Compuesto Precoz en los ciclos P-V 82-82 y 83-83 bajo condiciones de riego. Datos de Río Bravo, Tamps. y General Terán, N.L.(Promedio de 42 repeticiones)

	Rendimiento		Días a 50% flor. masc.	Humedad a cosecha (%)	Porcentaje de		
	(kg/ha)	(%)			Acame	Mazorcas Podridas	Mildiú velloso
Compuesto Precoz	3913	100.0	51	23.89	67	18	27
V-402	3769	96.3	54	27.78	80	25	49
Ratón	3613	92.3	50	23.36	70	14	55

En la Figura 2 se muestra el rendimiento diferencial (riego-temporal) en cada ciclo de siembra, observándose que prácticamente las tres variedades presentaron el mismo porcentaje de reducción. La mayor disminución del rendimiento de estas variedades en el ciclo O-I respecto al ciclo P-V, en condiciones de temporal se atribuye principalmente a la escasa y mala distribución de la precipitación (Figura 3); mientras que en condiciones de riego, la disminución del rendimiento en el ciclo P-V, respecto al O-I se atribuye a que en el ciclo P-V se acorta el período de llenado de grano por la disminución del fotoperíodo (Figura 1).

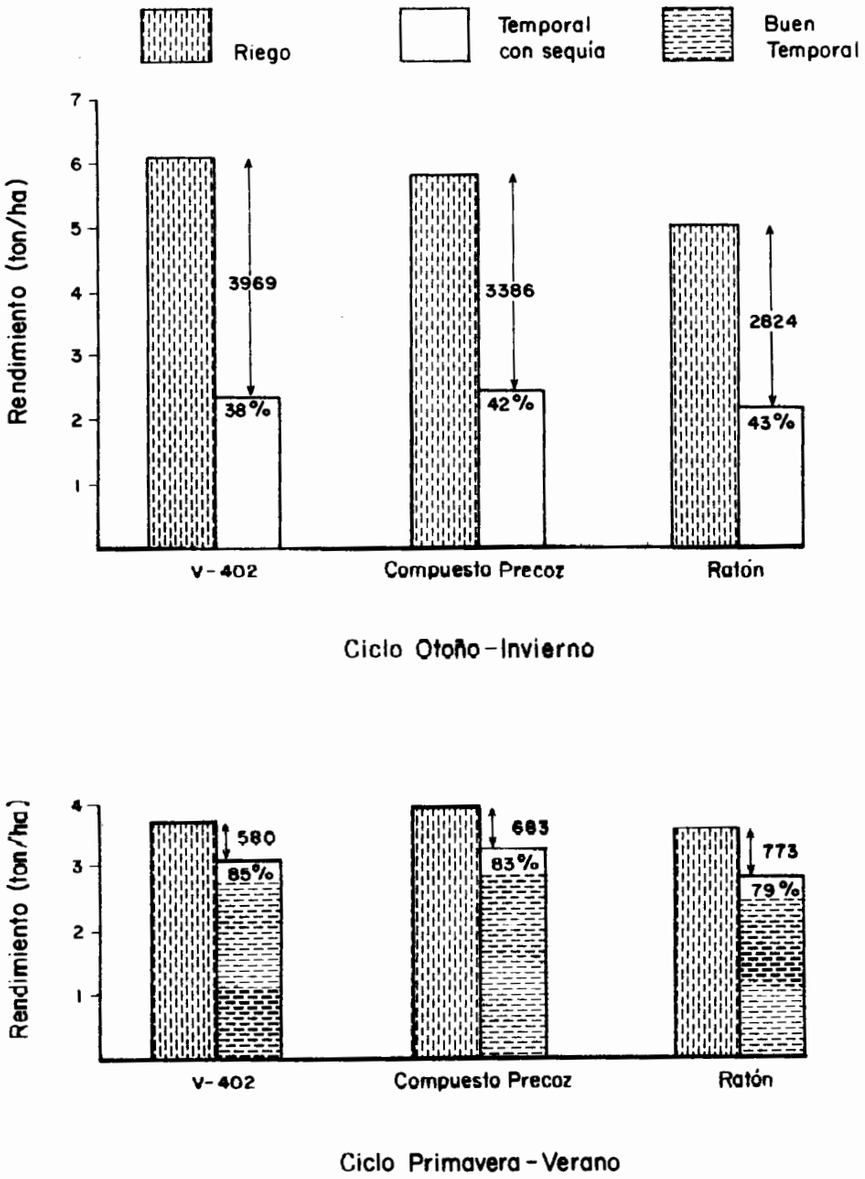

Figura 2.- Rendimiento en riego y temporal de tres variedades de maíz evaluadas en nueve localidades, en los ciclos P-V y O-I.

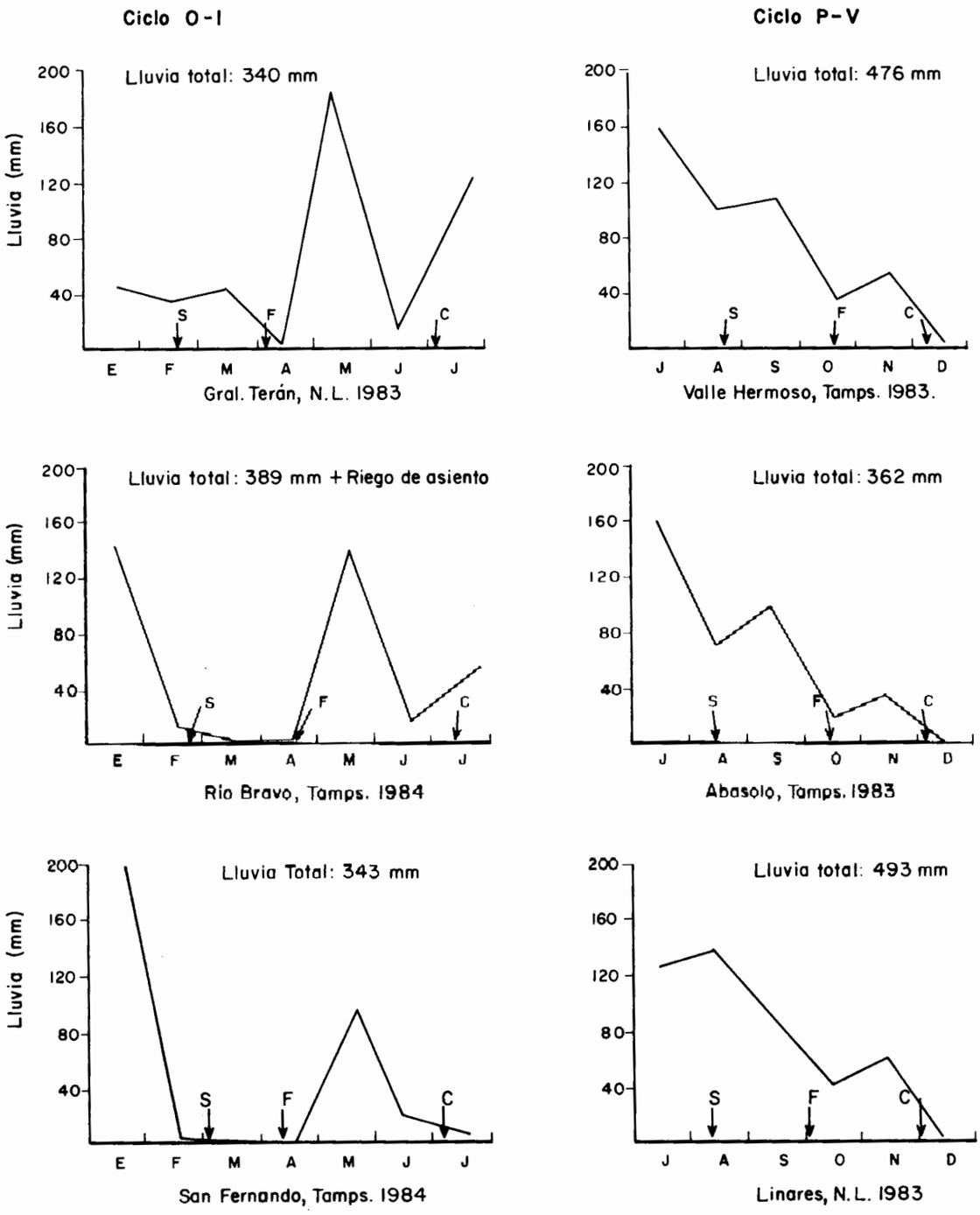

Figura 3.- Distribución de la precipitación pluvial en localidades representativas de la siembra de temporal, en los ciclos O-I y P-V. S: siembra; F: floración; C: cosecha.

Cuadro 9. Comportamiento del Compuesto Precoz bajo condiciones de temporal durante el ciclo P-V 83-83 en localidades de Abasolo, Tamps., Valle Hermoso, Tamps. y Linares, N.L. (Promedio de 24 repeticiones)

Variedad	Rendimiento		Días a 50% flor. masc.	Humedad a cosecha (%)	Porcentaje de	
	(kg/ha)	(%)			Acame	Mazorcas podridas
Compuesto Precoz	3230	101.1	51	15.82	36	15
V-402	3189	100.0	53	18.41	50	16
Ratón	2840	89.1	50	15.33	45	14

Cuadro 10. Comportamiento del Compuesto Precoz en 8 localidades del Norte de México, en siembras de temporal O-I 82-83, 83-84, P-V 83-83 y bajo condiciones de riego en P-V 82-82 y 83-83 (Promedio de 82 repeticiones)

Variedad	Rendimiento		Días a 50% flor. masc.	Humedad a cosecha (%)	Porcentaje de		
	(kg/ha)	(%)			Acame	Mazorcas podridas	Mildiú velloso 1/
Compuesto Precoz	3186	100.0	51	19.9	52	16.5	29
V-402	3102	97.3	54	22.8	65	20.6	52
Ratón	2875	90.2	50	19.5	57	14.0	57

1/: Evaluaciones en siembras de Abril y Septiembre en Río Bravo, Tamps.

A la cosecha, el grano del Compuesto Precoz contiene hasta 4 grados de humedad menos que V-402, y prácticamente igual contenido de humedad que Ratón. En el CAERIB se ha determinado que en primavera-verano el grano de maíz pierde un grado de humedad cada dos días, lo que significa que esta nueva variedad puede cosecharse 8 días antes que la variedad de ciclo intermedio. Dicha característica es muy importante para esta región, ya que ese lapso puede ser determinante para que el

cultivo escape a daños de heladas tempranas, que disminuyan las pudriciones de mazorca o que el agricultor tenga más oportunidad de hacer una buena preparación de su terreno para el siguiente ciclo agrícola. La precocidad de floración a cosecha o sea el rápido secado de mazorca que tiene este material es una característica deseable ya que las condiciones de temperatura frescas, días nublados y humedad relativa altas (80%) que prevalecen en el otoño dificultan el secado del maíz. Durante el proceso de selección se hizo énfasis en seleccionar familias con esta precocidad.

Todos los años, por numerosas razones, las siembras de P-V se realizan a fines de agosto, lo que incrementa el riesgo de que el cultivo sea atacado por el mildiú velloso. En siembras de abril y septiembre, meses óptimos para el desarrollo del patógeno, en lotes altamente infectados, el Compuesto Precoz mostró una susceptibilidad a esta enfermedad del 29%, mientras que V-402 y Ratón presentaron 52 y 57%, respectivamente (Cuadro 10).

Los resultados mencionados sugieren que el método modificado de mazorca por surco fue efectivo, pues se logró formar una variedad que rinde igual que V-402 pero con la precocidad de Ratón; además, VS-409 superó a ambos testigos en caracteres agronómicos importantes como sanidad de mazorca y resistencia al mildiú velloso.

Un problema muy serio que afrontan todos los maíces del Noreste de México en el ciclo P-V, es el acame producido por fuertes vientos y el daño ocasionado por tres especies de gusanos barrenadores del tallo; el de maíz (*Diatrea lineolata*), el de la caña de azúcar (*Diatrea saccharalis*) y el del arroz (*Eoreuma loftini*). El Compuesto Precoz presenta una mayor tolerancia que los testigos (Cuadros 6 a 10); sin embargo, el daño es tan severo que se requiere del trabajo conjunto de fitomejoradores y entomólogos para solucionar este problema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El Compuesto Precoz tiene buena adaptación en áreas de 0 a 1000 msnm del Noreste de México, tanto en riego como en temporal.

2. En general, la nueva variedad rinde 10% más que Ratón y es 8 días más precoz que V-402.

3. En general, VS-409 supera a los testigos en características agronómicas; sin embargo, la resistencia al acame es casi igual.

4. La siembra del Compuesto Precoz será útil para disminuir el daño por heladas y dará al agricultor la oportunidad de hacer una buena preparación del terreno para el siguiente ciclo agrícola.

5. Es necesario continuar realizando selección en el Compuesto Precoz con el propósito de incrementar su resistencia al acame.

6. Se sugiere ampliar las evaluaciones del Compuesto Precoz a otras localidades del trópico seco ya que en esas áreas, en el ciclo P-V, se requieren materiales precoces de buenoas rendimientos.

DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

Ya que esta variedad ha sido liberada por el INIFAP, la Productora Nacional de Semillas cuenta con semilla certificada.

RECONOCIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por la donación de los maíces criollos al programa de Maíz del Campo Agrícola Experimental Río Bravo; así como al M.C. Hugo Mejía Andrade, por la aportación de las 14 líneas endocriadas y la conducción de la evaluación de los criollos.

BIBLIOGRAFIA

Compton, W.A. and R.E. Comstock. 1976. More on modified ear-to-row selection in corn. Crop Sci. 5: 122.

Hallauer, A.R. and J.B.F. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding Ames, Iowa, Iowa State University Press. pp. 217-225.

Lonnquist, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for improvement of maize population. Crop Sci. 4: 227-228.

Miles, J.W., J.W. Dudley, D.G. White, and R.J. Lambert. 1981. Response to selection for resistance to four diseases in two corn populations. Crop Sci. 20: 980-983.

Paterniani, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.). Crop Sci. 7: 212-216.

Troyer, A.F., G.R. Herrick, and R.F. Baker. 1965. Ear-to-row selection in corn agronomic traits: six cycles compared. Agron. Abstr. p. 21.

Webel, O.D., and J.H. Lonnquist. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 7: 651-655.