Rev. Fitotec. Mex. 15: 40-50. 1992

INTERACCION DE VARIEDADES DE TRIGO CON AMBIENTES SECOS DE LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA

Juan P. Legaria Solano y Abel Muñoz Orozco[1]

RESUMEN

En dos ambientes de la Mixteca Alta Oaxaqueña se evaluaron 65 colecciones de las variedades conocidas como trigos (*Triticum aestivum* L.) "ventureros", los que se siembran en la parte media del período de lluvias y concluyen su ciclo hasta el principio de la primavera. El objetivo fue tener idea del mecanismo que les permite resistir tan largos períodos de sequía sin perder la capacidad de rendir. Varios trigos ventureros se comportaron tardíos, florearon y fructificaron en contenidos de humedad del suelo menores al porcentaje de marchitez permanente (PMP). En algunos de ellos se ha detectado mantenimiento de la turgencia aún a -65 bares de potencial hídrico; por ello, se considera que el ajuste osmótico es el mecanismo que les permite soportar largos períodos de sequía.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Triticum aestivum L., trigos ventureros, resistencia a sequía, ajuste osmótico.

SUMMARY

At two locations of the Mixteca Alta, a region of the Mexican state of Oaxaca, 65 samples of the so called "adventurous" wheat (*Triticum aestivum* L.) were tested. This type of wheat is planted at the middle of the rainy season (summer) and harvested at the beginning of the next spring. The purpose of this study was to know about the mechanisms that allow these varieties to resist drought for long periods, without losing their ability to yield. Several adventurous wheat samples were late varieties but they flowered and yielded well even under a soil moisture content below the permanent wilting point. Measurements on this type of wheats indicated turgor maintenance even at a water potential of -63 bars. Therefore, it is assumed that drought resistance of these varieties could be explained in terms of osmotic adjustment.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Triticum aestivum L., adventurous wheats, drought resistance, osmotic potential.

INTRODUCCION

En 1986 y 1987 se realizó una exploración etnofitogenética en la región de la Mixteca Alta, habiéndose reunido 65 colecciones de las variedades conocidas como trigos ventureros, los cuales se siembran a mediados del verano bajo temporal y se cosechan a principios de la primavera, aprovechando las últimas lluvias del otoño y las eventuales que ocurren en invierno. Si bien sus rendimientos no son altos, coadyuvan a la supervivencia de los habitantes de esas áreas, quienes usan el grano de trigo para hacer tortillas, complementando así la limitada producción de maíz *(Zea mays* L.) durante la etapa en que la cosecha anterior empieza a agotarse y ninguna otra planta produce.

Estos trigos son elementos de los patrones varietales que los productores han estructurado a través de largo tiempo, para hacer frente a las variaciones de la sequía y de otros factores adversos, y constituyen verdaderos modelos de resistencia a sequía.

[1] Investigador Auxiliar y Profesor Investigador Titular, respectivamente. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. C.P 56230. Montecillo, México.
Trabajo apoyado por CONACYT. Proyecto P218CCOC981291.

Por razones tanto de autoconsumo y sobrevivencia como técnicas y científicas en la búsqueda de genes de resistencia a sequía, factibles de incorporarse a variedades comerciales ya establecidas, resulta de interés su estudio en el contexto ecológico en que el productor los ha seleccionado.

Fue así que se establecieron sendos experimentos en dos ambientes de la Mixteca Alta, incluyendo al grupo de trigos colectados y otros de los programas nacionales de mejoramiento, a fin de estudiar su comportamiento bajo los regímenes de sequía y temperatura de ese agrosistema, tratando de entender los mecanismos que les permiten sobrevivir tan largos períodos de sequía y aún así producir.

REVISION DE LITERATURA

En México se ha dado un proceso agricultural que se remonta a unos 15 000 años (Hernández, 1978), en el cual los grupos étnicos en particular han generado esquemas varietales, denominados "patrones etnofitogenéticos" por Muñoz (1978), partiendo de la variación genética autóctona y luego de la derivada por las introducciones de cultivares de otros países. Su estructura y funcionamiento responden a las variaciones higrotérmicas de los nichos ecológicos, a las de otros factores adversos y a las necesidades derivadas de su utilización.

La resistencia a sequía de los elementos de cualquier patrón varietal en un agrosistema dado, puede evaluarse mediante el uso de los modelos planteados por Muñoz y Rodríguez (1988). El modelo uno, permite cuantificar la interacción de los genotipos por los niveles de sequía (GxS), requiriendo para ello la prueba de los genotipos al menos en dos ambientes. Según Muñoz (1990), la variación de la interacción GxS estima los efectos genéticos específicos a sequía los cuales requieren de la condición deficitaria de agua para expresarse, a diferencia de los efectos genéticos genéricos que se expresan tanto bajo sequía como bajo no sequía. Este modelo tiene capacidad para detectar unos y otros; así el mejorador puede seleccionarlos y aumentar su frecuencia.

Recientemente, Castañón (1991) identificó ajuste osmótico cuando en sus selecciones de trigo consideró las variaciones de la interacción GxS. Ello indicó que dicho mecanismo de resistencia es específico a sequía, que es fundamental en dicha especie y que el modelo usado es eficiente para detectarlo. La naturaleza específica a sequía del ajuste osmótico la había postulado Hanson (1980), aunque él usó el término "inductivo" para designar un carácter específico a sequía y "constitutivo" para designar un carácter genérico. Rodríguez (1991), al determinar los potenciales hídrico, osmótico y de turgencia en varios trigos que incluían un tipo venturero, observó que éste sobresalió por su ajuste osmótico. El ajuste osmótico conlleva el mantenimiento de la turgencia, como lo demostraron en trigo Turner y Jones (1980), lo que permite a la planta continuar el intercambio gaseoso y con ello la fotosíntesis y el crecimiento, aún a niveles de sequía muy avanzados.

MATERIALES Y METODOS

El material genético consistió de 72 variedades de las cuales 65 fueron trigos ventureros colectados en la región y 7 provenían de otros programas nacionales. Estas últimas se usaron como testigos y fueron: T_1, Genaro T-81; T_2, Abasolo; T_3, PMG-2; T_4, PMG-5; T_5, PMG-8; T_6, PMG-ll y T_7, PMG-17.

Las localidades de prueba fueron: Sinaxtla, Oax. (A1), donde se sembró el 9 de julio, en suelo franco y profundo de la parte baja del Valle de Nochixtlán, y Santa Catarina Adequez (A2), sembrada el 31 de julio de 1987 en suelo arcilloso, delgado, localizado en lomerío con subsuelo calizo.

Las variedades se agruparon en látices rectangulares 8 x 9 con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de cuatro surcos de 3.0 m de longitud y 30 cm de ancho (3.6 m^2) de los cuales se utilizaron como parcela útil los surcos centrales (1.8 m^2). Se sembró a una densidad de 100 kg de semilla por hectárea, depositando la semilla a chorrillo. La fórmula de fertilización fue la 70-50-00.

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron datos de altura de planta en cm; calificación de aspecto de planta (escala: 1, mejor; 5, peor); número de hojas secas por tallo; número de hojas verdes por tallo; número de tallos por planta; número de tallos con espiga; días a antesis y calificación de ataque de enfermedades (1, muy resistente; 3, resistente; 5, moderadamente sensible; 7, sensible; 9, muy sensible, según Saari y Prescott, citados por Stubbs et *al.*, 1986). A la cosecha se cuantificó el número de semillas por espiga, la relación grano/paja (en porciento), el peso de 100 semillas (g) y el rendimiento de grano en peso seco por parcela (g).

Los experimentos se condujeron bajo estricto temporal registrando la precipitación acumulada y las temperaturas extremas semanales en estaciones termopluviométricas en cada localidad. Semanalmente se realizaron muestreos de la humedad del suelo para calcular el porcentaje de humedad; se determinó el punto de marchitez permanente (PMP) y la capacidad de campo (CC).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza considerando localidades por separado mediante un diseño experimental en látice. A fin de cuantificar la interacción entre genotipos y ambientes de prueba, se realizó un análisis de variación combinando ambas localidades, utilizando un modelo en bloques completos al azar.

Considerando la diferencia mínima significativa al 5% se formaron grupos de variedades contrastantes en rendimiento por localidad; cuyos días a antesis se graficaron, junto con las curvas de precipitación, temperaturas extremas, y curvas de retención de humedad del suelo. Ello con el objetivo de establecer relación con las variaciones termopluviométricas, siguiendo la metodología ideada por Barrales *et al.* (1984).

RESULTADOS Y DISCUSION

La mayoría de las variables en el factor variedades mostraron significancia en ambas localidades (Cuadro 1), lo que refleja una amplia variación, sobre todo en las características más vinculadas con el rendimiento. Los coeficientes de variación en algunos casos fueron relativamente altos, en parte por los promedios bajos, que son típicos en temporal y por la variación aleatoria que es relativamente más pronunciada en ambientes críticos.

El análisis de variación combinando ambas localidades (Cuadro 2) detectó significancia para la interacción de genotipos por ambientes en las variables rendimiento, días a antesis, altura de planta, número de tallos con espiga por planta, relación de grano/paja y peso de 100 semillas. Ello indica que en estas características las variedades difieren en sus comportamientos al pasar de una localidad a otra.

Cuadro 1. Significancia estadística de los cuadrados medios de variedades y coeficientes de variación de las variables estudiadas en Sinaxtla (A1) y Sta. Catarina Adequez (A2), de la Mixteca Alta Oaxaqueña.

Variable	A1		A2	
	CM[1]	CV[2]	CM[1]	CV[2]
Rendimiento de grano seco/parcela (g)	**	48	**	36
Días a antesis	**	4	**	6
Altura de planta (cm)	**	20	**	10
Aspecto de planta		19		22
Número de hojas secas por tallo		14	**	18
Número de hojas verdes por tallo	**	5	**	13
Número de tallos por planta	**	27		28
Número de tallos con espiga/planta		4		28
Número de semillas por espiga	**	29	**	21
Relación grano/paja (%)	**	14	**	9
Peso de 100 semillas (g)	**	15	**	10

[1] GL del factor variedades = 71; [2] CV en %; ** Significancia al 1%.

Ambientes y promedios por ambiente

En Sinaxtla (A1) la precipitación total (PPT) después de la siembra fue de 166.3 mm (Figura 1); hubo dos sequías breves antes y una prolongada después de la floración, habiéndose alcanzado el PMP, pero durante la floración hubo precipitación y el suelo estuvo arriba del PMP; se presentaron heladas con relativa frecuencia a partir de los 96 días posteriores a la siembra. En Santa Catarina Adequez (A2) la lluvia fue algo menor, 160.3 mm (Figura 2); sin embargo, su distribución fue diferente concentrándose poco antes de la floración de tal forma que las variedades tardías florecieron aun en condiciones de PMP; sólo ocurrió una helada, y en general las temperaturas mínimas fueron más benignas que en A1.

Cuadro 2. Cuadrados medios de la interacción de los gehotipos por los ambientes, significancia estadística y coeficientes de variación de las variables estudiadas en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

Variable	CM[1]	CV (%)
Rendimiento grano seco/parcela (g)	4310.58 *	42
Días a antesis	150.99 **	7
Altura de planta (cm)	71.61 **	16
Aspecto de planta	0.50	21
Número de hojas secas por tallo	0.36	18
Número de hojas verdes por tallo	0.42	18
Número de tallos por planta	0.28	29
Número de tallos con espiga	0.15 *	25
Número de semillas por espiga	24.2	26
Relación grano/paja (%)	43.62 *	13
Peso de 100 semillas (g)	0.43 **	13

[1] GL para variedades x localidades = 71.
*, ** Significancia al 1 y al 5 %, respectivamente.

El rendimiento de A1 (Cuadro 3) fue 48% del de A2, pese a que en A1 el suelo fue más profundo y hubo incluso algunos milímetros más de lluvia. Uno de los factores que podría estar asociado a esta reducción del rendimiento en A1 es la ocurrencia de las heladas. La antesis se retrasó casi 5 días en A1, no obstante que

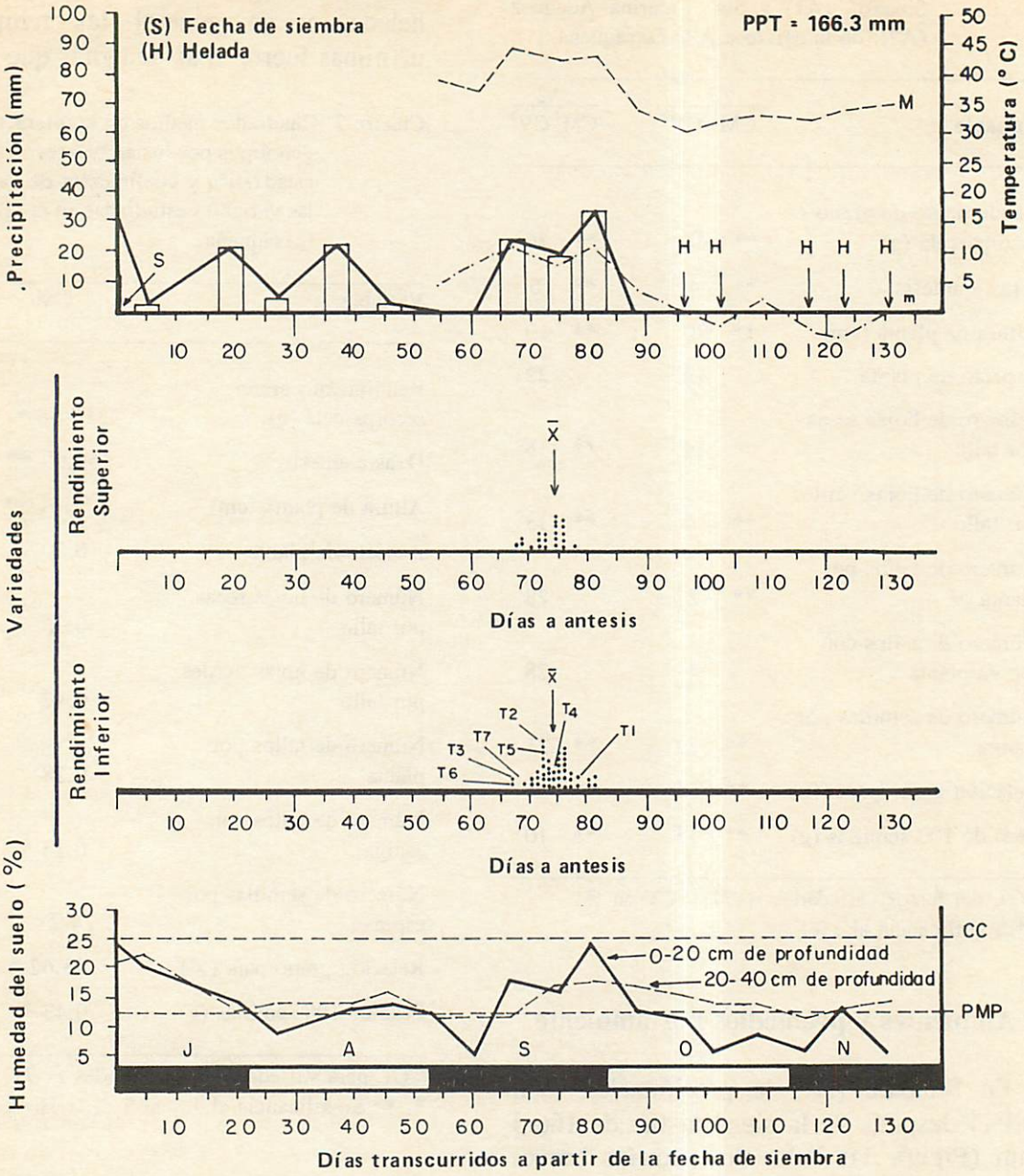

Figura 1. Curvas de precipitación acumulada, temperaturas extremas semanales, porcentaje de humedad del suelo y distribución de las variedades de trigo contrastantes en rendimiento por días a antesis, en Sinaxtla (AI), Mixteca Alta Oaxaqueña. Temperatura : M, máxima; m, mínima; ⊓ : precipitación; CC. Capacidad de campo; PMP : Punto de marchitez permanente; PPT: Precipitación Total; S: Siembra; H: Helada.

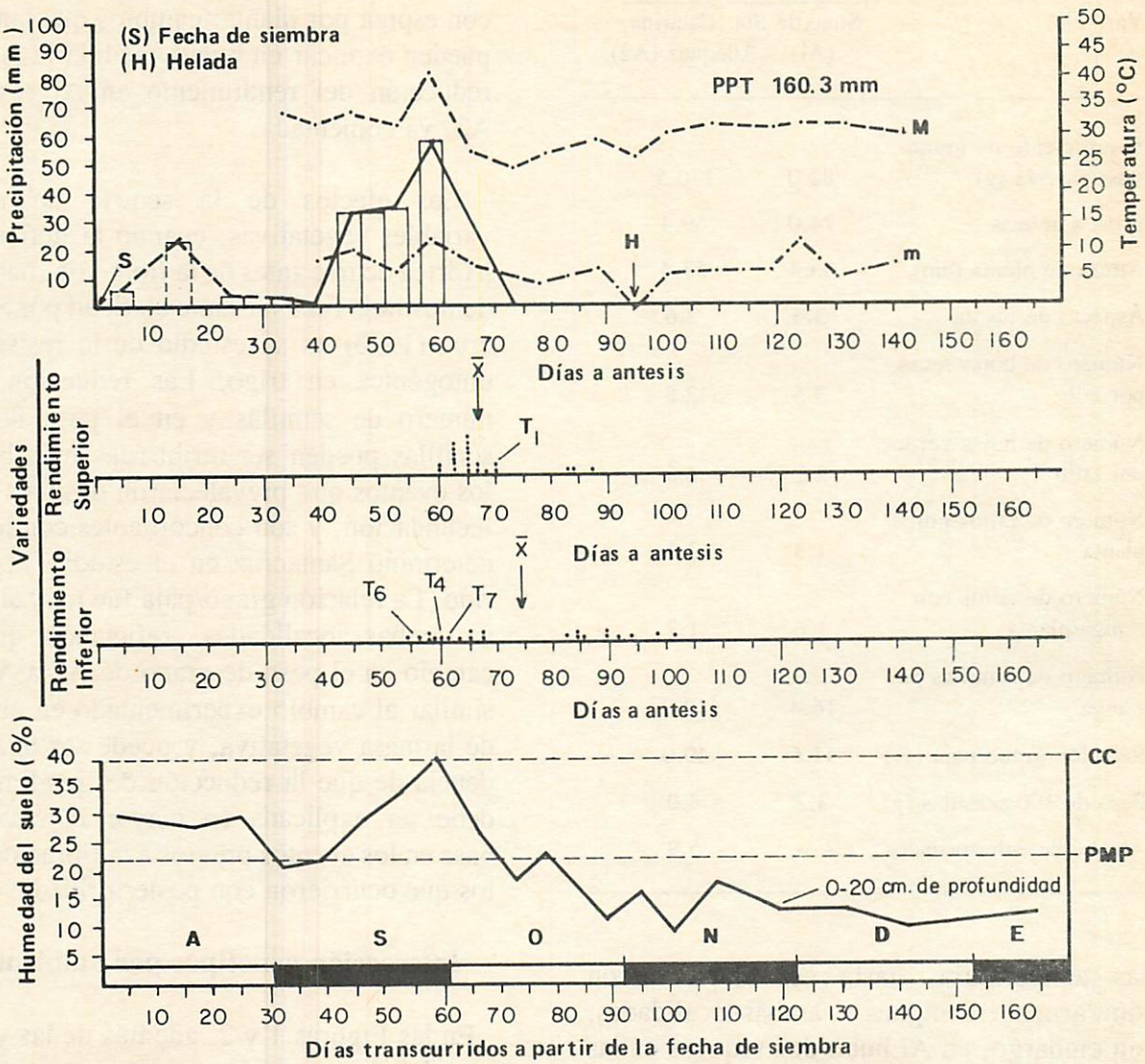

Figura 2. Curvas de precipitación acumula tiva, temperaturas extremas semanales, porcentaje de humedad del suelo y distribución de las variedades de trigo contrastantes en rendimiento por días a antesis, en Sta. Catarina Adequez (A2), Mixteca Alta Oaxaqueña. Temperatura : M, máxima; m, mínima ; ⊓ : precipitación; CC: Capacidad de campo ; PMP: Punto de marchitez permanente ; PPT: Precipitación total ; S: Siembra ; H: Helada.

Cuadro 3. Promedio de las variables evaluadas en los experimentos de trigo en las localidades de Sinaxtla y Santa Catarina Adequez, de la Mixteca Alta Oaxaqueña.

Variable	Localidad	
	Sinaxtla (Al)	Sta. Catarina Adequez (A2)
Rendimiento de grano seco/parcela (g)	82.0	170.5
Días a antesis	74.0	69.4
Altura de planta (cm)	35.4	53.4
Aspecto de planta	3.5	2.6
Número de hojas secas por tallo	3.5	2.8
Número de hojas verdes por tallo	2.2	4.5
Número de tallos por planta	1.3	2.1
Número de tallos con espiga/planta	1.0	1.7
Número de semillas por espiga	16.4	19.0
Relación grano/paja (%)	41.6	40.0
Peso de 100 semillas (g)	3.2	4.0
Ataque de enfermedades	- - -	5.9

las temperaturas hasta esa etapa fueron similarmente benignas en ambas localidades; sin embargo, en Al hubo dos sequías en las que se alcanzó el PMP antes de la floración. Si bien una sequía poco antes de la floración puede adelantarla en plantas autógamas como sorgo (*Sorghum bicolor*) (Wong *et al.*, 1983) y trigo (Cabañas *et al.*, 1988), cuando la sequía afecta la etapa vegetativa y la gametogénesis puede ocurrir un retraso de la floración, como fue observado en arroz (*Oriza sativa*) (Rodríguez y Muñoz, 1990), caso similar al que ocurrió en A1. Esas sequías que se presentaron en Al antes de la floración (respecto a A2) redujeron la altura de planta, empeoraron el aspecto de la misma, aumentaron el número de hojas secas y causaron reducción de las hojas verdes de los tallos por planta y del número de tallos con espiga por planta; cambios que también pueden explicar en buena medida la notable reducción del rendimiento en Al respecto A2, ya comentada.

Los efectos de la sequía sobre las variables vegetativas, cuando la deficiencia hídrica ocurre antes de la floración, han sido demostrados con bastante claridad por Santacruz (1990) en su estudio de la resistencia ontogénica en trigo. Las reducciones en número de semillas y en el peso de 100 semillas pueden ser atribuídas más bien a los eventos que prevalecieron después de la fecundación, y son concordantes con lo que determinó Santacruz en el estudio ya referido. La relación grano/paja fue muy similar en ambas localidades, reflejando que el cambio en el peso de grano de A2 a Al fue similar al cambio experimentado en el peso de la masa vegetativa, y puede ser una evidencia de que la reducción del rendimiento debe ser explicada en mayor medida con base en los eventos previos a la floración que los que ocurrieron con posterioridad a ella.

Interacción genotipos por ambientes

En las Figuras 1 y 2, además de las variables del clima y suelo, ya antes comentadas, se muestra la distribución de las variedades de trigo que integran los grupos contrastantes en rendimiento de los Cuadros 4 y 5, representada cada una por un punto, y ubicándolas en función de sus días a antesis. Este sistema de representación gráfica, ideado por Barrales *et al.* (1984), permite interrelacionar objetivamente, como en este caso, hasta, ocho variables, lo cual sería muy difícil, si no imposible, mediante la

Cuadro 4. Días a antesis (DA) de las colecciones (COL) de trigo venturero y de los testigos (T), indicando las de rendimiento de grano (RG) alto (a) y bajo (b), en Sinaxtla (A1).

	A1			A1			A1			A1	
COL	DA	RG	COL	DA	RG	COL	DA	RG	COL	DA	RG
1716	72	156a	1730	76	103a	T_1	78	79	1710	73	58
1748	72	142a	1739	75	101a	1735	75	77	1753	74	58
1715	78	138a	513	73	100a	1725	76	77	1732	73	57
1721	71	134a	1713	72	100a	1756	78	77	1731	76	57
1746	75	124a	1743	75	95a	1708	77	74	512	72	57
1737	75	122a	1714	76	95a	1751	75	68	649	72	56
1722	75	122a	1719	80	93	1757	76	68	1755	77	56
1704	76	122a	1740	72	93	565	76	67	1734	70	55
1747	73	121a	1706	72	92b	1723	75	66	1745	81	53
1749	68	120a	1727	72	89b	1733	80	63	1741	76	52
1717	76	119a	1752	75	98b	T_2	72	63	T_5	72	44
1712	76	115a	639	70	89	1709	77	62	657	74	44
1707	75	112a	1718	71	88	1729	72	62	T_6	67	44
1702	69	109a	1750	71	88	1724	75	61	T_7	69	40
1736	73	106a	601	75	87	1711	81	60	1742	73	37
1705	75	105a	1738	71	83	1754	80	59	1728	76	36
1703	69	105a	1726	73	82	1758	76	50	1759	73	36
1720	76	104a	1744	72	80	T_3	67	59	T_4	74	35

COL- Número de colección según el registro del área de Resistencia a Sequía, Centro de Genética, Colegio de Postgraduados.

T = Los nombres de las variedades testigo se dan en Materiales y Métodos.

RG: g/parcela de 1.8 m^2

inspección de sólo los datos; de ahí que represente un valioso auxilio en la interpretación de fenómenos complejos como el de la resistencia a sequía. La existencia de la interacción GxA, desde el punto de vista geométrico, puede detectarse por la ausencia de paralelismo en el comportamiento de los genotipos (Muñoz, 1974). Extendiendo este concepto al presente caso, la ausencia de paralelismo se refleja por la no coincidencia del agrupamiento de las variedades de la imagen de la Figura 1 con las de la Figura 2, y también por las diferencias de los agrupamientos de A1 respecto A2 en los Cuadros 4 y 5. En A1 (Figura 1) tanto las variedades del grupo de rendimiento superior como las de rendimiento inferior, florecieron en un período de máxima precipitación y porcentaje de humedad edáfica por arriba del PMP, no existiendo condiciones de sequía durante esa etapa del cultivo; además, estas variedades integraron grupos relativamente compactos con medias de floración muy similares.

En A2 tanto las variedades del grupo superior como las del inferior se dividieron en dos subgrupos: precoz y tardío. Las

Cuadro 5. Días a antesis (DA) de las colecciones (COL) de trigo venturero y de los testigos (T), indicando las de rendimiento de grano (RG) alto (a) y bajo (b), en Santa Catarina Adequez (A2).

	A2			A2			A2			A2	
COL	DA	RG	COL	DA	RG	COL	DA	RG	COL	DA	RG
1716	70	169	1730	65	183	T_1	70	237a	1710	54	140b
1748	63	255a	1739	65	175	1735	65	276a	1753	65	160
1715	98	99b	513	67	209a	1725	67	220a	1732	85	116b
1721	74	175	1713	63	136b	1756	63	165	1731	65	166
1746	60	252a	1743	65	212a	1708	63	265a	512	67	107b
1737	65	214a	1714	94	132b	1751	65	226a	649	70	181
1722	63	161	1719	84	125b	1757	63	153	1755	84	144b
1704	68	170	1740	60	287a	565	63	187	1734	59	135b
1747	63	206a	1706	63	181	1723	65	164	1745	83	210a
1749	84	210a	1727	65	192a	1733	82	96b	1741	65	190a
1717	91	49b	1752	63	164	T_2	60	150	T_5	63	181
1712	89	115b	639	67	156	1709	67	149	657	69	163
1707	85	156	1718	68	226a	1729	65	148	T_6	56	134b
1702	58	133b	1750	65	122b	1724	63	258a	T_7	61	92b
1736	65	202a	601	65	159	1711	91	151	1742	68	207a
1705	65	100b	1738	89	143b	1754	86	189a	1728	63	199
1703	58	138b	1726	70	194a	1758	101	123b	1759	87	204a
1720	67	119b	1744	65	163	T_3	58	165	T_4	60	132

COL: Número de colección según el registro del área de Resistencia a Sequía, Centro de Genética, Colegio de Postgraduados.

T: Los nombres de las variedades testigo se dan en Materiales y Métodos.

RG: g/parcela de 1.8 m^2

precoces florecieron bajo condiciones de alta precipitación y buena humedad del suelo, en tanto que las tardías florecieron y fructificaron bajo condiciones de PMP, correspondiendo este tipo tardío al grupo de trigos ventureros. Turner y Jones(1980) detectaron la ocurrencia de ajuste osmótico en trigo, y como consecuencia, el mantenimiento de la turgencia incluso a potenciales hídricos del orden de -42 bars. El mantenimiento de la turgencia es imprescindible para que el estoma se abra y ocurra el intercambio gaseoso necesario para la fotosíntesis; ello indica que es posible tener fotosíntesis a niveles muy avanzados de sequía, tratándose de un trigo portador del mecanismo de ajuste osmótico.

Rodríguez (1991), precisamente en un trigo venturero, detectó ajuste osmótico y, como consecuencia, mantenimiento de la turgencia aún a -63 bars. Por su parte Castañón (1991), al seleccionar familias de trigo resistentes a sequía con base en un índice que incluía la interacción GxS, encontró el ajuste osmótico asociado a la

resistencia a la sequía. De acuerdo con estas observaciones, este mecanismo de resistencia a sequía puede explicar en buena medida la obtención de rendimientos en los trigos ventureros después de tan prolongados períodos de sequía. El hecho de que se haya acumulado rendimiento en condiciones de humedad edáfica menores al PMP, y las evidencias de que el ajuste osmótico es el mecanismo para mantener la turgencia a potenciales hídricos tres o cuatro veces más bajos que el nivel del PMP, el cual es de -15 bars, rompe con muchos conceptos establecidos con anterioridad. Según éstos, alcanzado el PMP se llega al límite de la de humedad disponible, el estoma se cierra, cesa la fotosíntesis y como consecuencia, el crecimiento (Slatyer, 1957); lo cual no necesariamente ocurre bajo la presencia de ajuste osmótico. La observación de que la proporción de humedad en el suelo al nivel del PMP es aproximadamente el 50% de la humedad a capacidad de campo, indica que aún alcanzado el PMP, el suelo contiene alguna cantidad de agua, que si bien puede ser aprovechada lentamente, mediante el mecanismo de ajuste osmótico la planta puede sobrevivir y aún acumular rendimiento durante largos períodos de sequía, como los que caracterizan al agrosistema en que han sido seleccionados los trigos ventureros.

CONCLUSIONES

Se encontraron variedades conocidas en la Mixteca Alta como trigos ventureros capaces de producir rendimiento en condiciones de humedad edáfica inferiores al PMP, siendo el ajuste osmótico el mecanismo de resistencia a sequía que puede explicar esa capacidad.

BIBLIOGRAFIA

Barrales D., S., A. Muñoz O. y D. Sotres R. 1984. Relaciones termopluviométricas en familias de maíz bajo condiciones de temporal. Agrociencia 58:127-139.

Cabañas C., B., A. Muñoz O. y J. Kohashi S. 1988. Sequía y caracteres fenológicos, morfológicos y fisiotécnicos en trigo. Agrociencia 74:259-268.

Castañón N., G. 1991. Selección familial en trigo (*Triticum aestivum* L.) mediante índices de selección para mejorar por resistencia a sequía. Tesis de Doctor en Ciencias. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 270 p.

Hanson A. D. 1980. Interpreting the metabolic responses of plants to water stress. Hort. Sci. 15:9-15.

Hernández X., E. 1978. Exploración etnobotánica para la obtención de plasma germinal para México. **In:** Recursos Genéticos Disponibles a México. Cervantes S., T. (ed.). Soc. Mex. de Fitogenética. Chapingo, Méx. pp. 3-12.

Muñoz O., A. 1974. Tamaño de parcela, diseños y uso de los factoriales en la experimentación agrícola. CIAMEC, INIA, SAG. Campo Experimental Chapingo, Méx. Foll. Misc. 25. 38p.

_____. **1978.** Resistencia a factores adversos y mejoramiento de los patrones etnofitogenéticos de la Mixteca. **In:** Memoria del Seminario "Cómo Aumentar la Producción Agropecuaria y Forestal en la región Mixteca Oaxaqueña". CEICADAR. Colegio de Postgraduados, Puebla, Pue. pp. 537-548.

_____. **1990.** Modelo Matemático 1 para evaluar la resistencia a sequía, casos uno a seis. Evolución Biológica 4:93-106.

_____ and **J. L. Rodríguez O. 1988.** Models to evaluate drought resistance. **In:** Challenges in Dryland Agriculture. Unger P., W., T. V. Sneed, W. R. Jordan, and R. Jensen. (eds.). Proc. Intern. Conf. on Dryland Farming. Texas Agric. Exp. Sta. pp. 741-743.

Rodríguez P., J. E. 1991. Comparación de trigos (*Triticum aestivum* L.) de riego y secano bajo déficits hídricos. Tesis de M.C. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.

Rodríguez A., J. H. y A. Muñoz O. 1990. Dialélico de cruzas de arroz (*Oriza sativa* L.) bajo el sistema riego-sequía. I. Análisis de variación y promedios generales de las variables. Agrociencia (Serie Fitociencia) 1:157-173.

Santacruz V., A. 1990. Resistencia ontogénica del trigo a la sequía. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Méx. 84 p.

Slatyer R. O. 1957. The significance of the permanent wilting percentage in studies of plant and soil water relations. Bot. Rev. XXIII: 586-636.

Stubbs, R. W., J. M. Prescott, E. E. Saari y J. M. Dubin. 1986. Manual de Metodologías Sobre las Enfermedades de los Cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México.

Turner N. C. and M. M. Jones. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. **In:** Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. N. C. Turner and P. J. Kramer. John Wiley. New York. pp. 87-103.

Wong R., R., A. Muñoz O. y L. E. Mendoza O. 1983. Efecto de la sequía sobre características vegetativas, reproductivas y de eficiencia en variedades de sorgo. Agrociencia 51:101-114.