



Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,
A.C.
México

Solís Moya, Ernesto; Díaz de León Tobías, José Gonzalo
Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano
en trigo duro
Terra Latinoamericana, vol. 19, núm. 4, octubre-diciembre, 2001, pp. 375-383
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319410>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFFECTO DE LOS FACTORES CONTROLABLES DE LA PRODUCCION SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA PANZA BLANCA DEL GRANO EN TRIGO DURO

Effect of Controllable Production Factors on Grain Yield and Yellow Belly in Durum Wheat

Ernesto Solís Moya¹ y José Gonzalo Díaz de León Tobías¹

RESUMEN

En el Campo Experimental El Bajío se establecieron dos trabajos cuyos objetivos fueron determinar la influencia de la variedad, dosis de nitrógeno, fecha de siembra y calendarios de riego, sobre el rendimiento y el carácter panza blanca en grano del trigo cristalino (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*). Se evaluaron los genotipos: Altar C84, Aconchi C89, Mexicali C75 y la Línea 1, experimental. Estos genotipos se establecieron en dos fechas de siembra: 1 de diciembre y 15 de enero; tres calendarios de riego: 0-45-75-100, 0-45-75 y 0-55 días después de la siembra; y tres dosis de N: 00, 120 y 240 kg ha⁻¹. Se encontró que el mayor rendimiento (5652 kg ha⁻¹) se obtuvo en la siembra del 1 de diciembre. En esta fecha de siembra con tres riegos, se obtuvo un rendimiento más alto que con cuatro riegos en la siembra del 15 de enero. En la siembra del 15 de enero se obtuvo rendimiento de grano muy similar (5053 y 5126 kg ha⁻¹) con las dosis de 120 y 240 kg ha⁻¹ de N. Los factores que favorecieron la expresión de panza blanca del grano fueron la baja fertilización nitrogenada, el uso de variedades sensibles como Altar C84, la siembra en la primera quincena de diciembre y el calendario de cuatro riegos. El tratamiento sin fertilización nitrogenada presentó valores promedio excesivamente altos de panza blanca (69.7%).

Palabras clave: Trigo cristalino, deficiencia de proteína, fechas de siembra, dosis de nitrógeno, calendarios de riego.

¹ Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. km 6 carr. Celaya-San Miguel de Allende, Apartado Postal 112, 38110 Celaya, Gto. Tel. 01 461 15431 y 15262.
(cebaj@cirpac.inifap.conacyt.mx)

Recibido: Diciembre de 2000. Aceptado: Agosto de 2001.
Publicado en Terra 19: 375-383.

SUMMARY

At El Bajío Experimental Station, two experiments were established to determine the effect of variety, nitrogen rate, sowing date and irrigation schedule on yield and yellow belly grain in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*). Four genotypes were evaluated: Altar C84, Aconchi C89, Mexicali C75, and the experimental Line 1. These genotypes were planted on two sowing dates: December 1st and January 15th; three irrigation schedules were studied: 0-45-75-100, 0-45-75, and 0-55 days after planting; and three N rates: 00, 120, and 240 kg ha⁻¹. It was found that the highest yield was obtained on the sowing date of December 1st. On this sowing date with the three irrigation schedules, higher yields were obtained than with four irrigation schedules on the sowing date of January 15th. Also on the same sowing date, grain yield was similar with 120 and 240 kg ha⁻¹ of N. The factors that favored the expression of grain yellow belly were the low N rate, the use of sensitive varieties like Altar C84, the sowing early December date and the irrigation schedule with four applications. The treatment without fertilizer presented excessively high values of yellow belly (69.7%).

Index words: Durum wheat, low protein, sowing dates, nitrogen doses, irrigation calendars.

INTRODUCCION

El trigo duro o cristalino (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*) es la segunda especie en importancia de trigo que se cultiva en el mundo (Hanson *et al.*, 1982). Su principal uso es para la fabricación de pastas y macarrones. Hernández (1992) reportó que las variedades comerciales de trigo, sembradas en México, poseen un amplio rango de adaptación, alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y a condiciones limitadas de humedad. Sin embargo,

algunas veces, el grano cosechado no tiene la calidad requerida por la industria, debido a la presencia de un alto porcentaje del carácter llamado “panza blanca” del grano, lo cual no afecta el rendimiento, pero sí la calidad industrial del grano. Headden (1915) fue uno de los primeros investigadores en usar el término “panza blanca” para designar una condición del grano de trigo que presenta un aspecto moteado debido a manchas que varían de blanco a blanco amarillento de acuerdo con el color de las capas externas de la semilla. Estas manchas de aspecto almidonado se presentan en algunas ocasiones en pequeñas áreas, pero pueden llegar a cubrir la mitad o toda la semilla. La apariencia de estas semillas está dada por una infinidad de grietas microscópicas dentro del endospermo; al observarse al microscopio semillas afectadas, presentan gránulos de almidón parcialmente sueltos y espacios entre ellos; en semillas normales estos espacios están ocupados por una matriz de proteína (Sharma *et al.*, 1983).

Roberts y Freeman (1908) señalaron, que las condiciones climáticas (lluvia principalmente) favorecen la presencia de este carácter, pero estudios posteriores (Roberts, 1919; Jones y Mitchell, 1926; Espericueta *et al.*, 1973; Robinson *et al.*, 1977) demostraron que las condiciones del suelo y, en principio, la disponibilidad de nitrógeno (N) determinan la presencia de panza blanca en el grano de trigo.

Gianibelli *et al.* (1991) observaron que la aplicación de N disminuye el porcentaje de panza blanca de 80 hasta 7%, lo cual depende de la dosis y la fecha de aplicación. Asimismo, Ryan *et al.* (1997) indicaron que, aunque existen diferencias genéticas entre variedades de trigo duro en relación con el carácter panza blanca, en todas se reduce este factor al incrementar la dosis de N. Nachit y Asbati (1987) señalaron que los genotipos de trigo duro pueden diferenciarse en su expresión del carácter panza blanca al evaluarse en ambientes sin la aplicación de N. Estos mismos autores indicaron que, cuando los genotipos son evaluados en condiciones de sequía y con alta dosis de N, las diferencias entre genotipos son pequeñas; además, destacaron que, al aumentar los riegos (de 240 a 450 mm) y la dosis de N (de 30 a 120 kg ha⁻¹), disminuye la incidencia de panza blanca. Mahdi *et al.* (1996) demostraron que las fechas tempranas (1 y 15 de noviembre) produjeron un

mayor número de semillas con panza blanca que las fechas tardías (15 y 30 de diciembre).

La relación entre la panza blanca con el rendimiento de grano depende de la variedad, ya que, en algunos casos, se ha encontrado asociación positiva entre estos caracteres (Ramig y Olson, 1969); en otros se han observado resultados opuestos (Raath *et al.*, 1995).

Espericueta *et al.* (1973) indicaron que entre los factores de calidad afectados por la presencia de panza blanca está el porcentaje de proteína del grano, el cual se reduce entre 2 y 4%, dependiendo de la variedad y el grado de incidencia. También señalaron que existe una relación negativa entre el porcentaje de panza blanca y el contenido de pigmentos de caroteno y color de macarrón, esto es, un mayor porcentaje de panza blanca en el grano dará lugar a pastas de menor calidad. Asimismo, Peña¹ (1992) (comunicación personal) indicó que las variedades que presentan mayor incidencia de panza blanca tienen menor rendimiento de semolina.

Dado que en la región del Bajío, México, no se han bien determinado las variables de manejo que inciden sobre la panza blanca del grano del trigo duro, se desarrolló el presente estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de la fecha de siembra, la fertilización nitrogenada y el número de riegos sobre el rendimiento y la presencia de panza blanca en el grano de cuatro genotipos de trigo duro.

MATERIALES Y METODOS

En el Campo Experimental Bajío se evaluaron, durante el ciclo otoño-invierno 1992-1993, cuatro genotipos de trigo cristalino (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*), entre ellos las variedades liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP): Mexicali C75, Altar C84 y Aconchi C89 y una línea experimental susceptible a panza blanca del grano (Línea 1). Estos materiales se establecieron en dos fechas de siembra (FS), tres calendarios de riegos (CR) y tres dosis de N (DN) (Cuadro 1). La dosis de P para todos los tratamientos fue de 46 kg ha⁻¹ de P₂O₅. La dosis de N de cada tratamiento se aplicó en dos épocas: 50% en la siembra

¹ Encargado del Programa de Calidad de trigos harineros y duros del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Cuadro 1. Descripción de los factores evaluados en el estudio del carácter panza blanca en trigo duro (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*).

Fechas de siembra	Calendarios de riegos	Dosis de fertilización	Variedades
	días	kg ha ⁻¹	
1 diciembre	0, 55	00-46-00	Mexicali C75
15 enero	0, 45, 75	120-46-00	Altar C84
	0, 45, 75, 100	240-46-00	Aconchi C89
			Línea 1

y 50% en el primer riego de auxilio. Los tratamientos se arreglaron en un diseño de parcelas subdivididas, para la parcela grande fueron las fechas de siembra; para la parcela mediana, los calendarios de riego; y para la parcela chica, la combinación de variedades y dosis de N. La parcela chica, a su vez, se analizó como un factorial 3 x 4 para separar la variación debida a variedades y dosis de N, así como la interacción entre estos factores. Las interacciones significativas de primer, segundo o tercer orden se descompusieron en sus efectos simples, a través de contrastes no ortogonales, con el procedimiento sugerido por Steel y Torrie (1986). Se hicieron correlaciones entre los factores rendimiento y panza blanca del grano para determinar la asociación entre estas variables.

La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 3 m de largo y 0.3 m de ancho. Las parcelas se separaron en sus extremos por calles de 1 m de ancho.

Las variables estudiadas fueron rendimiento de grano y porcentaje de panza blanca.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los Tratamientos sobre el Rendimiento de Grano

Los resultados del análisis de varianza para rendimiento de grano mostraron diferencias altamente significativas para fechas de siembra, calendarios de riegos, variedades y dosis de fertilización nitrogenada y para las interacciones entre los factores principales, excepto para la interacción fecha de siembra por variedad (Cuadro 2).

Las comparaciones de medias de los factores principales indican que, en la fecha de siembra del 1 de diciembre, se obtuvo el rendimiento de grano más alto (Cuadro 3); asimismo, con el calendario de cuatro

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística para las variables rendimiento y panza blanca del grano.

Fuente de variación [†]	Grados de libertad	Cuadrados medios	
		Rendimiento	Panza blanca
			%
Fechas de siembra	1	82112539**	26235**
Número de riegos	2	91372346**	4953**
Variedades	3	10462572**	573**
Dosis de nitrógeno	2	97082363**	96683**
FS x R	2	16775015**	3106**
FS x V	3	134057	456**
FS x N	2	2222421**	2152**
R x N	4	2334309**	2016**

** = diferencia significativa al 0.01; CV para rendimiento = 8.9%; CV para panza blanca = 23.5%.

[†] FS = fechas de siembra; R = número de riegos; V = variedades; N = dosis de nitrógeno.

riegos (el de siembra y tres auxilios) se obtuvo un rendimiento significativamente más alto que con el de dos y tres riegos; la variedad Altar C84 superó significativamente a Aconchi C89 y la Línea 1. El tratamiento de 240 kg de N ha⁻¹ superó significativamente al de 0 y 120 kg de N ha⁻¹. Los factores de manejo que más impactaron el rendimiento de grano fueron el número de riegos y la dosis de N, con diferencias de 1945 kg ha⁻¹ entre los calendarios de dos y cuatro riegos y de 1857 kg ha⁻¹ entre las dosis de 0 y 240 kg ha⁻¹ de N.

En la Figura 1 se observa que la respuesta en rendimiento de grano entre los tratamientos con tres y cuatro riegos no es de magnitud similar cuando cambia la fecha de siembra. Al realizar contrastes entre estos tratamientos, se detectaron diferencias altamente significativas en la siembra del 1 de diciembre ($P < 0.01$); en cambio, en la fecha de siembra del 15 de enero, las diferencias encontradas no fueron significativas ($P > 0.05$). Estos resultados indican la conveniencia de aplicar cuatro riegos en fechas tempranas y que, cuando la siembra es tardía, con tres riegos se alcanza un rendimiento igual estadísticamente que el obtenido con cuatro riegos. Con tres riegos y siembra el 1 de diciembre, se obtiene un rendimiento estadísticamente más alto ($P < 0.01$) que al aplicar cuatro riegos y sembrar el 15 de enero.

El rendimiento bajo, obtenido en la siembra del 15 de enero, se atribuye al efecto que tiene la alta temperatura en la duración del ciclo del trigo.

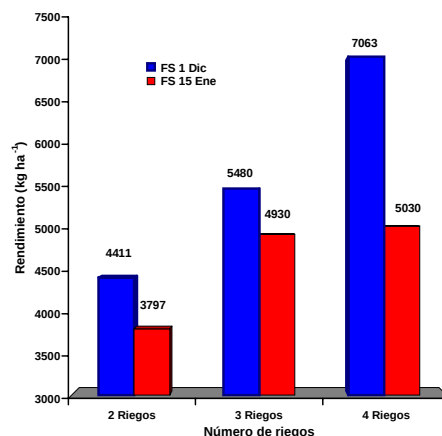
Cuadro 3. Medias de fechas de siembra, calendarios de riego, variedades y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y panza blanca del grano.

	Rendimiento	Panza blanca
	kg ha ⁻¹	%
Fecha de siembra		
1 diciembre	5652 a	46 a
15 enero	4585 b	27 b
	DMS = 284.5	DMS = 8.36
Calendario de riego		
4 riegos	6047 a	42 a
3 riegos	5206 b	39 a
2 riegos	4102 c	28 b
	DMS = 320.4	DMS = 5.01
Variedades		
Altar C84	5459 a	39 a
Mexicali C75	5295 ab	37 a
Aconchi C89	5137 b	33 b
Línea 1	4581 c	38 a
	DMS = 197.3	DMS = 3.7
Dosis kg ha ⁻¹		
240	5823 a	7 c
120	5564 b	33 b
00	3966 c	70 a
	DMS = 155.7	DMS = 2.9

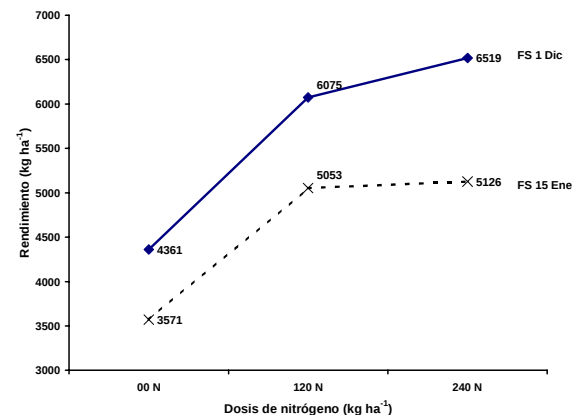
DMS = diferencia mínima significativa. Tukey (0.05).

Villalpando² (1982) (comunicación personal) señaló que la temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Temperaturas bajas retardan el desarrollo, mientras que temperaturas altas (hasta un cierto límite) lo aceleran y acortan el ciclo de las plantas. Van Keulen y Seligman (1987) señalaron que, durante el periodo de llenado de grano, altas temperaturas aceleran la senescencia de la hoja, lo cual reduce la duración del periodo de llenado de grano. Bindrabán (1997) observó que una diferencia promedio de 2.4 °C entre fechas de siembra, para el periodo de llenado de grano, reduce esta etapa en 10%, mientras que la tasa de llenado de grano se incrementa en 5 a 6%, esto da como resultado una disminución hasta de 20% en el peso del grano. En el Bajío, Urbina y Solís (1991) obtuvieron un acortamiento del ciclo biológico y bajo rendimiento en tres variedades de trigo, como consecuencia de la siembra tardía (15 de enero).

² Instructor del curso de orientación para aspirantes a investigadores del INIP, INIF e INIA (Tronco común) en 1982.

**Figura 1. Interacción entre fechas de siembra y riegos con la variable rendimiento de grano.**

La Figura 2 contiene la interacción entre los factores fechas de siembra y dosis de N y su efecto sobre el rendimiento de grano. La descomposición de los grados de libertad de esta interacción indicó que, en la siembra del 1 de diciembre, se obtienen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las dosis de 120 y 240 kg ha⁻¹ de N. En cambio, en la siembra tardía (15 de enero), no se detectaron diferencias significativas entre estos tratamientos de fertilización nitrogenada. Con la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N se obtuvo un rendimiento más alto ($P < 0.01$) que el registrado en el tratamiento sin N en ambas fechas de

**Figura 2. Interacción entre fechas de siembra y dosis de nitrógeno con la variable rendimiento de grano.**

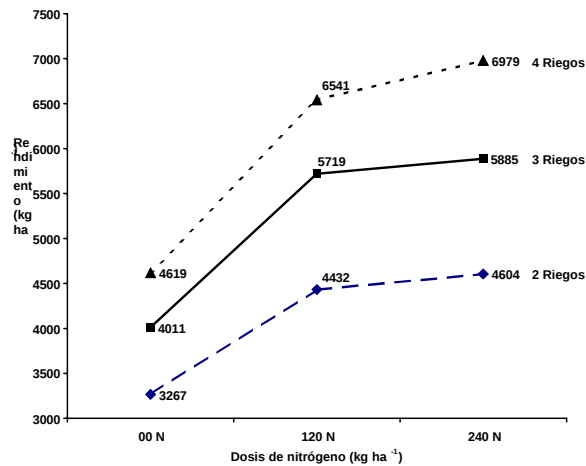


Figura 3. Interacción entre el número de riegos y las dosis de nitrógeno con la variable rendimiento de grano.

siembra. En la siembra del 1 de diciembre con la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N, se obtuvo un rendimiento más alto ($P < 0.01$) que el alcanzado con la dosis de 240 kg ha⁻¹ de N en la siembra del 15 de enero.

La interacción entre los factores dosis de N y número de riegos resultó altamente significativa; la Figura 3 muestra las diferencias en las respuestas de los calendarios de riegos con las dosis de N promediando fechas de siembra. A este nivel, no hubo diferencias significativas entre las dosis de 120 y 240 kg de N ha⁻¹. Por ello, se analizaron los efectos simples de dichos tratamientos dentro de cada fecha de siembra (Cuadro 4). Los resultados de este análisis mostraron que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las dosis de 120 y 240 kg ha⁻¹ de N en la primera fecha de siembra con los calendarios de dos y cuatro riegos, pero no con el calendario de tres riegos. En cambio, para la segunda fecha de siembra no se detectaron diferencias para esta fecha de siembra, 120 kg ha⁻¹ son suficientes para significativas entre estos tratamientos en los tres calendarios de riego evaluados, lo cual indica que,

alcanzar el rendimiento más alto posible para este ambiente.

Efecto de los Tratamientos sobre la Incidencia de Panza Blanca del Grano

En el Cuadro 2, se presentan los cuadrados medios de los factores principales y las interacciones más relevantes del análisis de varianza con el factor panza blanca. En este caso, también se encontraron diferencias altamente significativas para los cuatro factores principales. Al realizar la prueba de comparación de medias (Cuadro 3), se encontró que la fecha de siembra influyó en la presencia de panza blanca del grano. La siembra de diciembre tuvo una mayor incidencia que la siembra de enero; esto se debe a que en la siembra de diciembre el rendimiento es mayor que en enero, lo cual produce un efecto de dilución del N contenido en el grano, propiciando la mayor presencia de panza blanca; estos resultados son congruentes con los obtenidos por Mahdi *et al.* (1996). En este mismo cuadro se observa que el número de riegos afectó el carácter panza blanca del grano, pero el efecto de la dosis de N fue mayor, ya que el tratamiento sin N registró un porcentaje promedio de panza blanca de 70 por sólo 7%, registrado por el tratamiento con 240 kg ha⁻¹. En el caso de variedades, las más sensibles a la incidencia de panza blanca fueron Altar C84 y la Línea 1 con porcentajes promedio de 39 y 38, respectivamente; Aconchi C89 fue la menos afectada y expresa un porcentaje de 33. Asimismo, considerando el porcentaje de panza blanca promedio de las variedades en los grados alto y bajo de los factores estudiados (FS, CR y DN), en el Cuadro 3 se observa que el tratamiento que diferenció en mayor

Cuadro 4. Descomposición de los grados de libertad por fecha de siembra de la interacción entre dosis de nitrógeno y calendarios de riego.

Comparación de tratamientos	Gl	Cuadrados medios	Diferencias entre tratamientos kg ha ⁻¹
Entre 120 y 240 [†] en la FS A con dos riegos	1	1106253.8**	372
Entre 120 y 240 en la FS B con dos riegos	1	5523.0	26
Entre 120 y 240 en la FS A con tres riegos	1	508384.8	252
Entre 120 y 240 en la FS B con tres riegos	1	51448.3	80
Entre 120 y 240 en la FS A con cuatro riegos	1	4029463.6**	710
Entre 120 y 240 en la FS B con cuatro riegos	1	222244.4	167

[†] kg ha⁻¹ de nitrógeno; ** = significativo al 0.01 de probabilidad; FS = fecha de siembra; A = 1 de dic.; B = 15 de enero.

proporción el promedio de las variedades en la expresión del carácter panza blanca, fue el de la menor dosis de N, como lo reportaron Nachit y Asbati (1987).

En la Figura 4 se graficó la interacción entre fecha de siembra y número de riegos. En la primera FS, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) con la variable panza blanca entre los tratamientos de dos y tres, y entre los de tres y cuatro riegos. En cambio, para la segunda FS, se detectaron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los calendarios de dos y tres riegos, mas no las hubo entre los de tres y cuatro riegos. El mínimo efecto de los tratamientos de riego sobre la expresión del carácter panza blanca en la fecha de enero se debe a que las altas temperaturas limitan el rendimiento de la planta y no se presenta el efecto de dilución de N observado en las fechas de principios de diciembre. Aplicar tres riegos y sembrar el 1 de diciembre produce un rendimiento más alto (Figura 1) que aplicar cuatro riegos con siembra el 15 de enero; pero, también, presenta valores de panza blanca más altos ($P < 0.01$).

Los genotipos presentaron diferente respuesta a la panza blanca del grano al variar la fecha de siembra (Figura 5); Mexicali C75, Aconchi C89 y la Línea 1 expresaron menor porcentaje de panza blanca ($P < 0.01$) que Altar C84 en la primera FS; mientras que en la segunda FS, Mexicali C75 produjo el mayor porcentaje de panza blanca, igual estadísticamente al

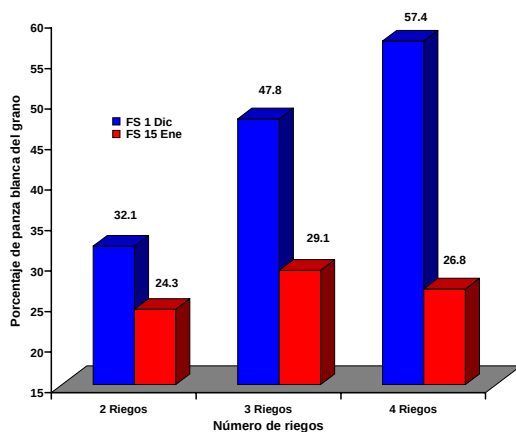


Figura 4. Interacción entre fechas de siembra y riegos con la variable porcentaje de panza blanca.

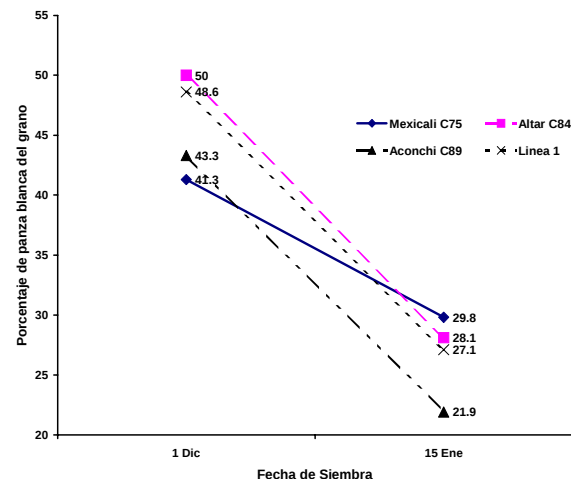


Figura 5. Interacción entre fechas de siembra y variedades con la variable porcentaje de panza blanca.

obtenido por las variedades Altar C84 y la Línea 1 y superior ($P < 0.01$) al registrado por la variedad Aconchi C89. Dichos resultados ponen en evidencia que de los genotipos evaluados, Aconchi C89 constituye una mejor alternativa para el productor, ya que combina rendimientos intermedios con menores grados de panza blanca que la variedad Altar C84 ($P < 0.01$).

En la Figura 6, se observa que en ambas fechas de siembra el porcentaje de panza blanca resultó excesivamente alto con el tratamiento sin N. Con la dosis de $120 \text{ kg de N ha}^{-1}$ se obtuvieron porcentajes de panza blanca del grano muy altos en la FS del 1 de diciembre; sin embargo, con esta dosis se obtuvieron valores (18.8%) aceptados por la industria en la siembra del 15 de enero. Con la dosis de $240 \text{ kg de N ha}^{-1}$ se obtuvieron los rendimientos más altos (Figura 2) y los porcentajes de panza blanca más bajos (Figura 6); sin embargo, con este tratamiento de N no se alcanzaron en la siembra del 1 de diciembre los grados de panza blanca que la industria premia por calidad ($< 9\%$)³. La interacción entre FS y dosis de N resultó altamente significativa (Cuadro 2). Al analizar los efectos simples de esta interacción de primer orden, no se detectó la no independencia de los factores, ya

³ OPISEC S.A. de C.V. es la principal empresa comercializadora de trigo cristalino en el Bajío y premia con 15 pesos MN la tonelada de grano con porcentajes de 9 ó menores. Esta misma empresa rechaza el grano con más de 25% de PB.

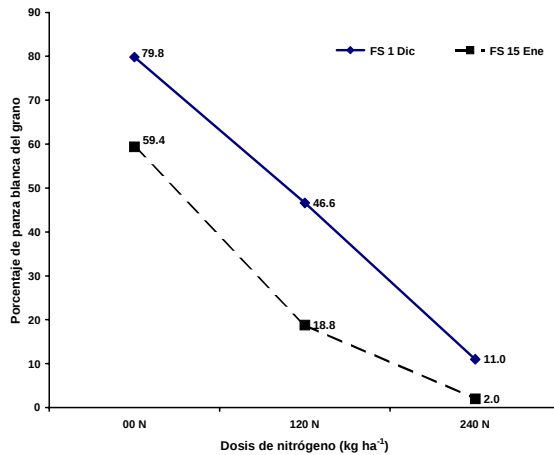


Figura 6. Interacción entre fechas de siembra y dosis de nitrógeno con la variable porcentaje de panza blanca.

que existen diferencias altamente significativas entre las tres dosis de N en las dos fechas de siembra. Resultados similares se obtuvieron con el análisis de la interacción de segundo orden entre los factores FS, calendarios de riego y dosis de N. Sin embargo, el cambio de magnitud de las respuestas entre la dosis de 120 y 240 kg ha⁻¹ de N en la segunda FS (Figura 6) indica que los genotipos tienen respuestas diferentes en estos tratamientos de fertilización nitrogenada al variar el número de riegos. El análisis de la interacción de tercer orden en la segunda fecha de siembra mostró que con dos riego no existen diferencias significativas entre las dosis de 120 y 240 kg ha⁻¹ de N con la siembra de los genotipos Altar C84, Aconchi C89 y la Línea 1, pero sí con la siembra de la variedad Mexicali C75 ($P < 0.01$). En esta fecha de siembra con el calendario de tres riegos, la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N produjo más panza blanca del grano que la dosis de 240 ($P < 0.01$), con cualquiera de las cuatro variedades evaluadas. Con cuatro riegos (siembra y tres auxilios), las variedades Mexicali C75, Altar C84 y la Línea 1 produjeron más panza blanca del grano con la dosis de 120 que con la de 240 kg ha⁻¹ de N ($P < 0.01$). Mientras que, con la variedad Aconchi C89 no hubo diferencias significativas entre estos tratamientos.

La interacción entre número de riegos y dosis de N se presenta en la Figura 7. El análisis de los efectos simples de estos factores puso en evidencia que con la dosis de 240 kg ha⁻¹ de N no hubo diferencias

significativas en la manifestación de panza blanca del grano con los calendarios de dos y tres riegos, pero sí los hubo con las dosis de 0 y 120 kg ha⁻¹ de N. Asimismo, cuando no se aplicó N se obtuvieron porcentajes de panza blanca iguales estadísticamente con los calendarios de tres y cuatro riegos; en cambio, con las dosis de 120 y 240 kg ha⁻¹ de N los genotipos produjeron más panza blanca con cuatro riegos que con tres ($P < 0.01$). Cuando se aplicaron dos riegos, 120 kg ha⁻¹ de N son suficientes para obtener grados de panza blanca del grano inferiores a 20%, pero con tres o cuatro riegos es necesario aplicar 240 unidades para obtener grano con bajos porcentajes de panza blanca.

Los resultados registrados en este experimento indican que el factor que más influyó en el rendimiento de grano fue el número de riegos, obteniéndose una diferencia de 1945 kg ha⁻¹ entre los tratamientos de dos y cuatro riegos. Asimismo, la dosis de N produjo efectos similares (1857 kg ha⁻¹) entre dosis contrastantes (00 y 240 kg ha⁻¹); sin embargo, las diferencias observadas para la variable panza blanca del grano, entre los tratamientos de mayor y menor grado de los factores número de riegos y dosis de fertilización, hacen ver la importancia del N en la producción de grano de calidad. Esto confirma las observaciones de Sharma *et al.* (1983), quienes mencionaron que, en condiciones ambientales de alto rendimiento y baja disponibilidad de N, se producen en el grano espacios ocupados por almidón en lugar de proteína, lo cual hace presente la panza blanca en el grano de trigo.

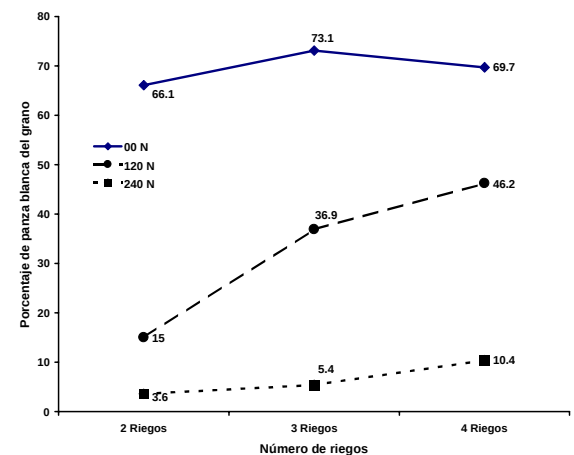


Figura 7. Interacción entre número de riegos y dosis de nitrógeno con la variable porcentaje de panza blanca.

Entre variedades existe un comportamiento diferencial, tanto en rendimiento de grano, como en la sensibilidad a la manifestación del carácter panza blanca, cuya expresión depende fuertemente del manejo agronómico del cultivo. Las siembras de enero en el área Bajío son menos productivas y, quizás por este hecho, menos sensibles al problema de panza blanca, ya que la planta, al tener menor producción de biomasa, dispone de una cantidad mayor de N para satisfacer los requerimientos de la semilla. No se encontró asociación entre el rendimiento y la panza blanca del grano ($r > 0.05$), lo cual indica que por selección se pueden obtener genotipos de alto rendimiento y bajos grados de panza blanca.

CONCLUSIONES

La interacción entre fechas de siembra y número de riegos indicó que se obtiene un rendimiento más alto con cuatro que con tres riegos en las siembras del 1 de diciembre, pero no así en la siembra del 15 de enero. En la fecha tardía se obtiene un rendimiento más bajo con cuatro riegos que con tres en las siembras del 1 de diciembre.

Las interacciones entre fecha de siembra y dosis de N revelaron que 240 kg de N ha⁻¹ producen un rendimiento más alto que la dosis de 120 en la siembra del 1 de diciembre, pero no hay diferencias estadísticas en la siembra del 15 de enero entre estos tratamientos. En cambio, con el carácter panza blanca del grano sí se encontraron diferencias entre estos tratamientos en ambas fechas de siembra.

Cuatro riegos producen un rendimiento más alto y más panza blanca del grano que tres riegos en la siembra del 1 de diciembre, pero no ocurre así en la siembra del 15 de enero.

La panza blanca del grano mostró mayor asociación con la dosis de N que con cualquiera de los demás factores evaluados. El rendimiento y la panza blanca no están correlacionados, lo cual indica que se pueden obtener, por selección, genotipos de alto rendimiento y bajo porcentaje de panza blanca.

Todos los genotipos evaluados deben sembrarse el 1 de diciembre y fertilizar con una dosis mayor que 240 kg ha⁻¹ de N para obtener altos rendimientos y porcentajes de panza blanca inferiores a 10%.

LITERATURA CITADA

- Bindraban, P.S. 1997. Bridging the gap between plant physiology and breeding. Identifying traits to increase wheat yield potential using systems approaches. Thesis Landbouwniversiteit Wageningen. Wageningen, The Netherlands.
- Espericueta R., T., J. Ortiz C. y A.A. Amaya C. 1973. Influencia de distintos niveles de fertilizantes nitrogenados sobre el carácter Panza Blanca de (*Triticum durum*_Desf.) y sus relaciones con la calidad industrial del grano. *Agrociencia* 11: 105-116.
- Gianibelli, M.C., C. Arango y S.J. Sarandon. 1991. Protein composition of vitreous and yellow berry bread wheat: Influence of nitrogen fertilization. pp. 765-772. In: W. Bushuk y R. Tkachuk (eds.). *Gluten proteins*. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- Hanson, H., N.E. Borlaug y R.G. Anderson. 1982. Trigo en el tercer mundo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). El Batán, México.
- Headden, W.P. 1915. Yellow berry in wheat, its cause and prevention. *Colo. Agr. Exp. Sta. Bul.* 205: 38.
- Hernández S., A. 1992. Avance en el mejoramiento genético del trigo en México. 567 p. In: *Memoria de la 1a Conferencia Nacional sobre la Producción de Trigo en México*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigación Regional del Noroeste. Ciudad Obregón, Sonora, México.
- Jones, J.S. y G.A. Mitchell. 1926. The cause and control of yellow berry in Turkey wheat grown under dry-farming conditions. *J. Agron. Res.* 33: 281-292.
- Mahdi, L., C.J. Bell y J. Ryan. 1996. Non-vitreousness or "Yellow berry" in durum wheat as affected by both depth and date of planting. *Cereal Res. Comm.* 24: 347-352.
- Nachit, M.M. y A. Asbati. 1987. Testing for vitreous kernels in durum wheat at ICARDA. *Rachis* 6: 48-49.
- Raath, N.C., G.A. Agenbag y O.T. De Villiers. 1995. Effect of yellow berry on yield and protein composition of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *South African J. Plant Soil* 12(4): 175-176.
- Ramig, R.E. y R.S. Olson. 1969. Yield-protein relationships in wheat grain, as affected by nitrogen and water. *Agric. J.* 61: 755-759.
- Roberts, H.F. 1919. Yellow berry in hard winter wheat. *J. Agron. Res.* 18: 155-169.
- Roberts, H.F. y G.F. Freeman. 1908. The yellow berry problem in Kansas hard winter wheats. *Kans. Agric. Exp. Sta. Bul.* 156.
- Robinson, F.F., D. Cudney y W.F. Lehman. 1977. Yellow berry of wheat linked to protein content. *California Agric.* 31(3): 16-18.
- Ryan, J., N. Nsarellah y M. Mergoum. 1997. Nitrogen fertilization of durum wheat cultivars in the rainfed area of Morocco: Biomass, yield and quality considerations. *Cereal Res. Comm.* 24: 347-352.

SOLIS Y DIAZ DE LEON. EFECTO DE FACTORES DE PRODUCCION SOBRE RENDIMIENTO Y PANZA BLANCA EN TRIGO

- Sharma, G.C., A.D. Paul y J.A. Bietz. 1983. Nitrogen fertilization effects and anatomical, protein and amino acid characteristics of yellow berry in triticale. *Crop Sci.* 23: 699-703.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1986. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2a ed. (primera en español). McGraw-Hill, México.
- Urbina A., R. y E. Solís M. 1991. Marte M86, Saturno S86 y Romuma M86, variedades de trigo harinero para El Bajío. Folleto técnico 8. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Guanajuato. Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto., México.
- Van Keulen, H. y N.G. Seligman. 1987. Simulation of water use, nitrogen nutrition and growth of a spring wheat crop. *Simulation monographs*. Pudoc. Wageningen, The Netherlands.