

Fundada en 1951 por Founded in 1951 by

Miguel Raggio & Nora Moro de Raggio
Editor-in-Chief: Dr. Carlos A. Busso

FUNDACION ROMULO RAGGIO
Gaspar Campos 861, 1638 Vicente López (BA), Argentina
www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar

ISSN 0031-9457

57° ANIVERSARIO

(2008) 77: 263-273

57th ANNIVERSARY

Susceptibilidad relativa a escudete negro en variedades de trigo para fideos de Argentina.

(Con 5 Tablas)

Relative susceptibility to blackpoint in durum wheat varieties of Argentina.

(With 5 Tables)

Miravalles¹ M, V Beaufort², F Möckel¹

Resumen. Se determinaron los niveles de incidencia de escudete negro en granos de seis variedades de trigo para fideos (*Triticum durum* Desf.), sembradas en cuatro sitios de la región tradicional de cultivo en Argentina, durante la campaña agrícola 2004-05. Se detectaron amplias diferencias en los niveles de manchado del grano entre sitios y variedades, e interacciones variedad x sitio altamente significativas. Entre las variedades, aquellas con menor peso de mil granos y mayor relación ancho/largo (granos proporcionalmente más cortos) presentaron menor susceptibilidad a esta enfermedad que las variedades con granos más pesados y grandes. Las diferencias observadas en los niveles de incidencia de escudete negro entre sitios estuvieron también vinculadas con los atributos físicos de los granos, revelando la fuerte influencia del ambiente sobre la aparición de este defecto. Algunas variedades no tuvieron un comportamiento estable en los diferentes sitios, lo cual pone de relieve la necesidad de realizar nuevos estudios que involucren más años de ensayo antes de recomendar el cultivo de determinadas variedades en áreas específicas.

Palabras Clave: Trigo fideos, escudete negro, variedad, sitio de cultivo, susceptibilidad, atributos físicos del grano.

Abstract. Blackpoint incidence was assessed on grain from six durum wheat (*Triticum durum* Desf.) varieties grown during crop season 2004-05 at four sites, in the traditional durum wheat growing region of

¹ Departamento de Agronomía, UNSur, Altos del Palihue - 8000. Bahía Blanca, Argentina.

² Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS). Camino de la Carrindanga, km 7 CP (B8000FWB) Bahía Blanca, Argentina.

Dirección para correspondencia: Ing. Agr. Marta Miravalles, e-mail: mmiraval@uns.edu.ar; fax 054-0291-4595127; Teléfono: 054-0291- 4595102 Interno 4386

Argentina. Broad differences in grain discolouration were detected among sites and varieties, together with significant variety x site interactions. Among varieties, those with lower thousand grain weight and higher width-to-length ratio (proportionally shorter grains) showed less susceptibility to this disease than heavy/large grain varieties. Differences among sites in the levels of blackpoint incidence were also related to the physical attributes of grains revealing the strong influence of the environment on the occurrence of this defect. Some varieties performed inconsistently among sites, showing the need of further research involving more years of study, previous to advising of selected varieties to be grown in specific regions.

Key Words: Blackpoint, durum wheat, variety, site of cultivation, grain physical attributes.

INTRODUCCIÓN

El defecto conocido como “escudete negro” es un problema de aparición frecuente en la mayoría de las regiones trigueras del mundo (Lorenz, 1986). Se caracteriza por la presencia de una coloración parda o negra en la zona del germen del grano de trigo que, en casos severos, puede extenderse al área circundante y al surco (Conner y Davidson, 1988).

Tradicionalmente, se ha asociado la ocurrencia de este defecto con la infección de organismos tales como *Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana* (Mathur y Cunfer, 1993), aunque existen estudios en los que se ha propuesto que la presencia de dichos hongos podría ser más bien una consecuencia de la colonización saprofítica de tejidos previamente dañados, y no la causa (Williamson, 1997). Bioquímicamente, el manchado del grano está asociado a la oxidación de compuestos fenólicos de la pared celular, que ocurre en respuesta a estreses bióticos y abióticos (Pasquini et al., 1997).

El grano es susceptible a la infección durante la etapa de llenado o maduración, particularmente durante los estados denominados lechoso y pastoso (Conner, 1989; Moschini et al., 2006). Las condiciones climáticas imperantes en estas etapas constituyen un factor decisivo para la aparición del problema y los niveles de severidad observados entre años, aún para un mismo sitio de cultivo (Sisterna y Sarandón, 2000; Fernández et al., 1994). El riego, las lluvias frecuentes, y la ocurrencia de bajas temperaturas y heladas durante el llenado, han sido citadas como condiciones altamente predisponentes (Fernández et al., 2000; Wang et al., 2002), aunque existen en la literatura observaciones contradictorias en tal sentido. Así, Moschini et al. (2006) determinaron que la severidad de esta enfermedad en Argentina, se ve favorecida por temperaturas cálidas, lluvias abundantes y frecuentes, y días con humedades relativas superiores al 62%, en el período de desarrollo del grano que abarca alrededor de 30 días después de espigazón.

El trigo para fideos (*Triticum durum* Desf.) es más susceptible a esta enfermedad que el trigo pan (*Triticum aestivum* L.) (Fernandez et al., 2001a; Wang et al., 2002). Un mayor tamaño y peso de los granos, podría ser una de las causas de tales diferencias. Este aspecto fue previamente evaluado por Gooding et al. (1993) y Ellis et al. (1996) en trigo pan. Estos autores hallaron una relación positiva entre los niveles de incidencia de la enfermedad y el peso de los granos de las variedades analizadas.

Hasta el presente, ninguna variedad ha demostrado ser totalmente resistente (Conner y Davidson, 1988; Sisterna y Sarandón, 2000) a escudete negro. No obstante, teniendo en cuenta que las diferencias de susceptibilidad entre cultivares pueden ser grandes y relativamente estables (Ellis et al., 1996), una correcta elección del cultivar parece ser al momento el principal método disponible para su control. En Argentina se han reportado amplias diferencias varietales en los niveles de susceptibilidad, tanto en trigo para fideos como en trigo pan (Sisterna y Sarandón, 2000, 2005); esto cobra particular importancia en virtud de los resultados dispares obtenidos con el control con fungicidas (Ellis et al., 1996; Wang et al., 2002), y la falta de perspectivas alentadoras (por lo menos en el corto plazo) con el control biológico (Mónaco et al., 2004).

Con respecto al impacto que este defecto tiene para la industria procesadora de este cereal, se ha puntualizado que el mismo no afecta el rendimiento de sémola en el molino, como tampoco al color de los fideos o su comportamiento durante la cocción. Se ha señalado, sin embargo, un considerable deterioro en la calidad visual de la pasta, vinculado al aumento en la cantidad de puntos negros en las sémolas producto de la molienda de granos enfermos (Dexter y Matsuo, 1982).

Durante las últimas campañas, las industrias semolera y fideera de nuestro país han alertado sobre la presencia de niveles excesivamente altos de grano con escudete negro. Sin embargo, se carece de información actualizada acerca del comportamiento de los cultivares en las diferentes áreas de producción de Argentina. Estos aspectos, conjuntamente con las posibles relaciones existentes entre la susceptibilidad de las variedades y los atributos físicos del grano, constituyen los principales tópicos a explorar en el presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron muestras de grano de trigo para fideos del ciclo agrícola 2004/05, correspondientes a 6 variedades comerciales (Bonaerense INTA Cumenay, Bonaerense INTA Facón, Bonaerense INTA Cariló, Buck Esmeralda, Buck Topacio y Buck Platino). Las variedades se cultivaron en cuatro localidades pertenecientes a diferentes zonas agroecológicas de la

región de producción, en el sur de la Provincia de Buenos Aires: La Dulce (38° 20' S, 58° 0' O), en la región húmeda del Sudeste, Barrow (38° 20' S, 60° 23' O) en el Centro Sur subhúmedo y, Cabildo (38° 35' S, 61° 58' O) y Bordenave (37° 50' S, 63° 1' O), en la región Sudoeste semiárida. El diseño experimental utilizado en los ensayos fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las parcelas (7 surcos/parcela distantes 0,20m, 1,40m x 5,5m) se sembraron entre fines de junio y principios de julio, a una densidad entre 250 y 280 plantas/m². La cosecha se realizó entre fines de diciembre y primeros días de enero.

Luego de cosechadas, las muestras de grano se subdividieron para la realización de los diferentes análisis. En primer lugar, se determinó el porcentaje de granos con escudete negro (%EN), mediante la inspección visual bajo lupa binocular estereoscópica de 400 granos por muestra. Se contabilizaron como dañados los granos que presentaban oscurecimiento, tanto en la zona del embrión como en el surco y áreas circundantes. El peso de los granos se calculó sobre tres repeticiones de 400 granos cada una, y se expresó como peso de mil granos (PMG, en gramos). El ancho (AG) y largo (LG) del grano, expresados en mm, se midieron sobre muestras de 100 granos, mediante el uso de un calibre Vernier. Se calculó, además, la relación ancho/largo (A/L). Para la determinación de peso hectolítrico (PH) se utilizó la Balanza de Schopper, equipada con vaso de 250 ml; los valores se expresaron en kilogramos/hectolitro.

Los datos se analizaron mediante un ANOVA doble mixto, donde las variedades fueron el efecto fijo y los sitios, el efecto aleatorio. Las diferencias de medias se determinaron mediante el Test de Diferencias Mínimas Significativas Protegido de Fisher ($p < 0,05\%$). Las relaciones entre los niveles de severidad de escudete de las variedades, y los atributos físicos de los granos, se estudiaron usando técnicas de correlación y regresión múltiple por eliminación progresiva (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la campaña triguera 2004-05 las condiciones climáticas en el sur bonaerense fueron propicias para la aparición de escudete negro en el grano, en virtud de la ocurrencia de precipitaciones abundantes y tiempo cálido y húmedo en noviembre y diciembre, coincidentemente con el llenado y maduración de los granos (Tabla 1). En nuestro país se ha vinculado la severidad del ataque de escudete con lluvias frecuentes, días con humedades relativas por encima de 62% y temperaturas medias diarias superiores a los 17° C, en el período comprendido entre grano lechoso y pastoso (Moschini et al., 2006).

Tabla 1. Valores medios de temperatura, humedad relativa del aire, número de días con lluvia y precipitaciones durante noviembre y diciembre 2004, en cuatro sitios de cultivo de trigo fideos del sur bonaerense.

Table 1. Mean values of temperature, air relative humidity, number of rainy days and precipitations during November and December 2004, at four durum wheat sites of cultivation in southern Buenos Aires .

	Cabildo	Barrow	Bordenave	La Dulce
Noviembre				
Temperatura (°C)	16,8	17,2	16,5	17,7
Humedad Relativa (%)	83,0	71,0	63,0	77,4
Nº de días con lluvia	8	12	10	13
Precipitaciones	56,2	61,5	62,0	103
1ª quincena	47	33,1	38	50
2ª quincena	9,2	28,4	24	53
Diciembre				
Temperatura (°C)	21,3	21,7	21,7	20,9
Humedad Relativa (%)	78,6	61,0	58,0	65,2
Nº de días con lluvia	11	9	8	6
Precipitaciones	264,0	126,4	229,5	80
1ª quincena	169,0	89,6	194,5	53,5
2ª quincena	95,0	36,8	35	26,5
Total Precipitaciones del Ciclo (1/11 al 15/12)	225,2	151,1	256,5	156,5
Total Precipitaciones Noviembre y Diciembre	320,2	187,9	291,5	183

Se detectaron diferencias significativas en los niveles de manchado del grano entre variedades, entre sitios de cultivo e interacciones significativas variedad x sitio (Tabla 2). El nivel promedio de incidencia de escudete negro del ensayo fue del 10%. La localidad de Bordenave tuvo los mayores niveles de manchado (13,8%), seguida por La Dulce (10,4%), Cabildo (8,7%) y Barrow (7,0%) (Tabla 3). El factor localidad permitió explicar un 26% del total de la variación observada en los niveles de escudete negro. La variedad y la interacción variedad x localidad, explicaron por su parte, un 36% y un 30% de la variación, respectivamente. Esto pone de manifiesto la existencia de diferentes niveles de susceptibilidad al manchado entre las variedades estudiadas, y revela además, la ocurrencia de variaciones en el comportamiento de las variedades entre los diferentes sitios de

cultivo. Dicha inestabilidad podría atribuirse a modificaciones en el ciclo de las variedades en los distintos sitios. Tales modificaciones determinan cambios en las fechas de espigazón y antesis, y por ende, desplazamientos del período de llenado de granos y del momento crítico de la enfermedad. Pequeños cambios en el ciclo de las variedades atribuibles al sitio de cultivo, pueden producir diferentes grados de solapamiento entre el momento de máxima susceptibilidad a la infección y las condiciones climáticas que la determinan (Moschini et al., 2006).

Tabla 2. Valores de *F* del ANOVA para los efectos de la localidad (L), la variedad (V) y la interacción variedad x localidad (V x L), sobre los niveles de incidencia de escudete negro, y sobre cinco variables físicas del grano en trigo para fideos.

Table 2. *F* values of ANOVA for the effects of location (L), variety (V) and variety x location interaction (V x L) on blackpoint incidence and on five physical attributes of the grain in durum wheat.

Variables del Grano	Fuentes de Variación			
	Localidad	Bloque	Variiedad	V x L
Escudete negro (%)	36,85***	1,80 ns	5,49**	13,51***
Peso de mil granos (g)	6,92*	4,80***	7,05**	9,32***
Peso hectolítrico (kg/hl)	31,12***	2,17 ns	42,52***	4,80***
Ancho del grano (mm)	2,24 ns	5,66***	2,24 ns	1,10 ns
Largo del grano (mm)	1,05 ns	5,52***	32,15***	1,41 ns
Ancho / Largo	0,60 ns	1,75 ns	33,09***	1,21 ns
Grados de libertad	3	8	5	15

* , ** , *** Estadísticamente diferentes al 5, 1 y 0,1%, respectivamente. ns: no significativa.

* , ** , *** Statistically different at the 5, 1 and 0,1% probability level, respectively. ns: not statistically different.

Pese al amplio rango de manchado observado entre las variedades estudiadas, ninguna de ellas se mostró totalmente libre de daño o totalmente afectada. Se registraron valores extremos desde un mínimo de 1,5%, para Facón en la localidad de Barrow, hasta un máximo de 21,3%, para Esmeralda en la localidad de Bordenave. Considerando los cuatro sitios de estudio en promedio, las variedades Topacio y Facón se destacaron con los niveles más bajos de manchado (5,7 y 5,9%, respectivamente), Cumenay y

Esmeralda se presentaron como las más susceptibles (14,9 y 13,2%, respectivamente), en tanto que Cariló y Platino mostraron niveles de daño intermedios (11,1 y 9,2%, respectivamente) (Tabla 3).

Tabla 3. Valores medios de incidencia de escudete negro (%) para seis variedades de trigo fideos cultivadas en cuatro localidades del sur bonaerense durante 2004.

Table 3. Mean values of blackpoint incidence (%) for six durum wheat varieties grown at four locations in southern Buenos Aires during 2004.

	Barrow	Bordenave	Cabildo	La Dulce	Media	E.E
Cumenay	7,8 b(*)	17,8 c	16,7 c	17,3 c	14,9 c	1,31
Facón	2,7 a	8,3 a	5,5 a	7,3 a	5,9 a	0,69
Topacio	3,7 a	6,6 a	5,3 a	7,3 a	5,7 a	0,59
Esmeralda	13,9 c	21,0 d	6,8 a	11,0 b	13,2 bc	1,61
Cariló	7,4 b	15,9 bc	6,9 a	14,1 b	11,1 bc	1,31
Platino	6,8 b	13,5 b	11,2 b	5,3 a	9,2 ab	1,06
Media	7,0	13,8	8,7	10,4	10,0	0,61
DMS	1,9	3,08	3,14	3,14	4,85	—

DMS: Diferencia Mínima Significativa. (*) Valores seguidos por letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). E.E.: Error Estándar.

DMS: Least Significant Difference. (*) Values followed by different letters in the same column are statistically different ($p \leq 0,05$). E.E.: Standard Error.

Las variedades Topacio y Facón presentaron consistentemente niveles medios de manchado relativamente bajos en cada una de las localidades analizadas. Los rangos de variación medidos fueron, asimismo, comparativamente menores a los del resto de las variedades. Estos resultados permiten inferir acerca de una menor probabilidad de aparición de este defecto cuando se utilizan estas dos variedades, en años con condiciones que predisponen a la aparición de esta enfermedad. Estas presunciones, sin embargo, deberán validarse con más años de estudio.

Trabajos previos en el tema han vinculado la susceptibilidad a escudete con el peso promedio alcanzado por los granos y con su forma (Ellis et al., 1996). Los granos de las variedades de trigo candeal que se incluyeron en el presente estudio cubrieron un amplio rango de características físicas y de niveles de incidencia de escudete negro (Tabla 4). El análisis de los

datos reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre variedades para prácticamente todas las variables del grano vinculadas a peso y dimensión. Dichas variables estuvieron (al igual que para EN), fuertemente influidas por los efectos de la localidad, y de las interacciones variedad x localidad (Tabla 2).

Tabla 4. Valores medios de incidencia de escudete negro (EN), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH), ancho (AG), largo (LG) y relación ancho/largo (A/L) del grano en seis variedades de trigo fideos durante 2004.

Table 4. Mean values of blackpoint incidence (EN), thousand kernel weight (PMG), test weight (PH), grain width (AG), grain length (LG) and width to length ratio (A/L) of six durum wheat varieties during 2004.

	EN (%)	PMG (g)	PH (kg/hl)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Ancho/Largo
Cumenay	14,9 c (*)	46,5 bc	75,9 b	0,281 a	0,760 c	0,373 a
Facón	5,9 a	42,8 a	78,0 c	0,287 ab	0,714 b	0,401 c
Topacio	5,7 a	42,0 a	76,2 b	0,293 b	0,682	0,430 d
Esmeralda	13,2 bc	48,4 c	79,5 d	0,287 ab	0,760 c	0,379 ab
Cariló	11,1 bc	43,1 a	73,9 a	0,285 ab	0,747 c	0,383 ab
Platino	9,2 ab	44,7 ab	79,1 d	0,291 b	0,760 c	0,384 b

(*) Valores seguidos por letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).

(*) Values followed by different letters in the same column are statistically different ($p \leq 0,05$).

El análisis conjunto de las 72 muestras del ensayo reveló una asociación altamente significativa entre los niveles de escudete negro y las variables PMG, LG y relación A/L ($r = + 0,57$, $r = + 0,45$ y $r = - 0,55$, respectivamente, $p < 0,0001$) (Tabla 5). Esto permitió explicar, el ordenamiento de susceptibilidad promedio que exhibieron los materiales.

El análisis de regresión múltiple por eliminación progresiva determinó que el PMG y la relación A/L explicaron aproximadamente un 40% del total de la variación observada en los niveles de manchado en el grano. No obstante, las variables seleccionadas para ingresar a cada modelo difirieron. La excepción fue el PMG, que fue incorporada al modelo en tres de las cuatro localidades cuando el análisis se realizó en cada localidad por separado. Así, en Barrow (el sitio con la menor incidencia de escudete), el PMG explicó por sí solo un 60% de la variación observada en los niveles

de escudete negro. En Cabildo, sin embargo, la variable con mayor influencia sobre EN fue la relación A/L del grano. En La Dulce y Bordenave, además del PMG, fueron incorporados al modelo el PH y la relación A/L (sólo en Bordenave).

Tabla 5. Coeficientes de determinación ajustados (R^2 Aj.) de las regresiones simples y múltiples para la incidencia de escudete negro (EN) en función del peso y dimensión de los granos en trigo para fideos.

Table 5. Adjusted coefficients of determination (R^2 Aj.) for simple and multiple regressions on blackpoint incidence as a function of grain weight and dimension in durum wheat.

	N	Modelo	R^2 Aj.	p
Ensayo	72	EN= -32,10 + 0,94 PMG	0,32	<0,0001
	72	EN= -37,88 + 6,5 LG	0,20	<0,0001
	72	EN= 59,58 - 126,63 A/L	0,30	<0,0001
	72	EN= 1,99 + 0,65 PMG - 79,23 A/L	0,41	<0,0001
Barrow	18	EN= -29,68 + 0,83 PMG	0,60	0,0001
Cabildo	18	EN= 49,94 - 104,70 A/L	0,36	0,0083
Bordenave	18	EN= 39,43 - 39,23 A/L + 1,87 PMG - 1,01 PH	0,80	<0,0001
La dulce	18	EN= 135,56 - 2,26 PH + 1,16 PMG	0,72	<0,0001

PMG: Peso de mil granos. LG: Largo del grano. A/L: Relación ancho/largo del grano. PH: Peso hectolítrico.

PMG: Thousand kernel weight. LG: Grain length. A/L: Grain width/length ratio. PH: Test weight.

Una mayor apertura de las glumas en la espiguilla de las variedades de trigo fideos de granos con alto PMG (ej. Esmeralda y Cumenay), explicaría su mayor susceptibilidad a escudete negro. La mayor apertura de glumas facilita el acceso de las esporas de los hongos al extremo del grano donde se encuentra el germen (Culshaw et al., 1988). En dichas variedades, además, la duración de la etapa de llenado de granos es más extensa, y la tasa de pérdida de humedad más lenta que en las variedades de grano pequeño y más liviano. Esto hace que permanezcan susceptibles a la infección por un período de tiempo mayor (Evans et al., 1975, Williamson, 1997). En base a estas relaciones se podrían explicar los diferentes grados de manchado observados para una misma variedad en las distintas localidades, y

la mayor susceptibilidad reportada en la bibliografía para el trigo fideos comparado con trigo pan (Greany y Wallace, 1943; Wang et al., 2002).

La observación de una correlación inversa entre la variable A/L y el grado de severidad a escudete en nuestro estudio, se contrapone con los resultados informados en trigo pan por Ellis et al. (1996). En las variedades de trigo fideos evaluadas en nuestro trabajo, los granos de mayor peso correspondieron a granos más largos ($r= 0,63$, $p<0,0001$), y por ende con bajas relaciones de A/L ($r= - 0,53$, $p<0,0001$). Se ha observado que los granos grandes y largos (menor A/L) disponen proporcionalmente de una menor área superficial a partir de la cual se produce la pérdida de agua durante el secado (Evers et al., 1995).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado con fondos aportados por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur y la Bolsa de Cereales de Bahía Blanca. Se agradece, además, a los responsables de la conducción del Ensayo Regional de Trigo para Fideos Ingenieros Carlos Jensen (Chacra Experimental de Barrow), Rubén Miranda (Criadero A.C.A. Cabildo), Juan Ramón López (INTA Bordenave) y Francisco Ayala (Criadero Back, La Dulce), quienes facilitaron las muestras de granos para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- Conner, R.L. (1989) Influence of irrigation and precipitation on incidence of blackpoint in soft white spring wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 388-392.
- Conner, R.L. y J.G.N. Davidson (1988). Resistance of wheat to blackpoint caused by *Alternaria alternata* and *Cochliobolus sativus*. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 351-359.
- Culshaw, F., R.J. Cork, N. Magan y E.J. Evans (1988). Blackpoint of wheat. HGCA Research Review N° 7, Home-Grown Cereals Authority, London, UK, 43 pp.
- Dexter, J.E. y R.R. Matsuo (1982). Effect of smudge and blackpoint, midwed kernels, and ergot on durum wheat quality. *Cereal Chemistry* 59: 63-69.
- Ellis, S.A., M.J. Gooding y A.J. Thompson (1996). Factors influencing the relative susceptibility of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) to blackpoint. 1996. *Crop Protection* 15: 69-76.
- Evans, L.T., I.F. Wardlaw y R.A. Fischer (1975). Wheat. *En: Crop Physiology*. L.T. Evans (ed.), pp. 101-149. Cambridge University Press, Cambridge.
- Evers, A.D., J. Flintham y K. Kotecha (1995). Alpha-amylase and grain size in wheat. *Journal of Cereal Science* 21: 1-3.
- Fernández, M.R., J.M. Clarke y R.M. DePauw (2000). Blackpoint reactions of common and durum wheat cultivars grown under irrigation in southern Saskatchewan. *Plant Disease* 84: 892-894.
- Fernández, M.R., J.M. Clarke, R.M. DePauw, R.B. Irvine y R.E. Knox (1994). Blackpoint and red smudge in irrigated durum wheat in southern Saskatchewan in 1990-1992. *Canadian Journal of Plant Pathology* 16: 221-227.

- Fernández, M.R., R.M. DePauw y J.M. Clarke (2001). Reaction of common and durum wheat cultivars to infection of kernels by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 23: 158-162.
- Gooding, M.J., A.J. Thompson, F.M.B. Collingborn, S.P. Smith y W.P. Davies (1993). Blackpoint on wheat: Influences of cultivar, management and season on symptom severity. *Aspects of Applied Biology* 36: 391-396.
- Greaney, F.J. y H.A.H. Wallace (1943). Varietal susceptibility to kernel smudge in wheat. *Science Agriculture* 24: 126-134.
- Lorenz, K. (1986). Effects of blackpoint on grain composition and baking quality of New Zealand wheat. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29: 711-718.
- Mathur, S.B. y B. Cunfer (1993). Blackpoint. In: Seed-borne disease and seed health testing of wheat. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, Copenhagen, Denmark.
- Mónaco, C., M. N. Sisterna, A. Perelló. y G. Dal Bello (2004). Preliminary studies on biological control of the blackpoint complex of wheat in Argentina. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 20: 285-290.
- Moschini, R., M.N. Sisterna, y M. A. Carmona (2006). Modelling of wheat black point incidence based on meteorological variables in the southern Argentinean Pampas region. *Australian Journal of Agricultural Research* 57: 1151-1156.
- Pasquini, M., N.E. Pogna, M. Mazza, A. Niglio, L. Sereni y F. Casini (1997). Blackpoint disease in durum wheat: epidemiological and biochemical aspects. *Annual Wheat Newsletter*, 43: 138.
- Sisterna, M.N. y S.J. Sarandón (2000). Blackpoint incidence on durum wheat in Argentina: Influence of cultivar and location. *Acta Agronomica Hungarica* 48: 395-401.
- Sisterna, M.N. y S.J. Sarandón (2005). Preliminary studies on the natural incidence of wheat blackpoint under different nitrogen fertilization levels and tillage systems in Argentina. *Plant Pathology Journal* 4: 26-28.
- Steel, R.G. y J.H. Torrie (1985). Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, Bogota, Colombia. 622 p..
- Wang, H., M.R. Fernández, F.R. Clarke, R.M. DePauw y J.M. Clarke (2002). Effects of foliar fungicides on kernel black point of wheat in southern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Pathology* 24: 287-293.
- Willamson, P.M. (1997). Blackpoint of wheat: in vitro production of symptoms, enzymes involved and association with *Alternaria alternata*. *Australian Journal of Agricultural Research* 48: 13-19.