

URBINA S2007: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA LA REGIÓN ‘EL BAJÍO’*

URBINA S2007: NEW BREAD WHEAT CULTIVAR ‘EL BAJIO’ REGION

Ernesto Solís Moya^{1§}, Julio Huerta Espino², Patricia Pérez Herrera², Aquilino Ramírez Ramírez¹, Héctor Eduardo Villaseñor Mir², Eduardo Espitia Rangel² y Anatoly Borodanenko³

¹Programa de Trigo, Campo Experimental Bajío, INIFAP. Apartado Postal 112 C. P. 38000 Celaya, Guanajuato, México. ²Programa de Trigo, Campo Experimental Valle de México, INIFAP. ³Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. §Autor para correspondencia:esolismoya@hotmail.com.

ABSTRACT

Recent breeding efforts at the ‘El Bajío’ Experimental Station of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP-Mexico) have allowed for the development of high yielding wheat cultivars with high levels of disease resistance. Among those superior genotypes is the new cultivar ‘Urbina S2007’, that display higher yield (4%) than the best commercial cv. Barcenas S2002, it display higher resistance to yellow striped and leaf rust and is of similar grain quality. The seed of Urbina S2007 is available for wheat producers of El Bajío region of central Mexico.

INTRODUCCIÓN

El trigo por superficie sembrada es el cultivo más importante durante el ciclo otoño invierno en el Bajío. En los tres últimos años (2004-05, 2005-06 y 2006-07) el promedio de siembra de trigo en el estado de Guanajuato es de 101 000 ha, con un rendimiento de 6 t ha⁻¹ (SIACON, 2006).

Las variedades que ocupan mayor superficie en el estado de acuerdo a la semilla certificada producida son Bárcenas S2002 con 29%, Cortazar S94 con 22% y Saturno S86 con 11% (SNICS, 2007). Sin embargo, cerca de 50% de la superficie de trigo en Guanajuato se siembra con semillas pintadas de la cual se desconoce la proporción que ocupa cada variedad.

El programa de mejoramiento genético de trigo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el estado de Guanajuato tiene entre sus objetivos generar genotipos de los diferentes grupos de calidad con mayor potencial de rendimiento que las variedades comerciales de la región, resistentes a royas y de alta calidad industrial. Como resultado de los trabajos de investigación del INIFAP en 2002 se liberó la variedad Bárcenas S2002 (Solís *et al.*, 2003), los altos rendimientos que se obtienen con esta variedad ha propiciado la reducción de la superficie sembrada con la variedad Salamanca S75 y la ampliación del mosaico de variedades de trigo para la región y con ello la disminución de las probabilidades de una epidemia que pudiera causar graves daños económicos a los productores del Bajío.

Los trabajos de mejoramiento genético realizados en los últimos años en El Bajío han permitido identificar nuevos genotipos más rendidores y con mayor resistencia a royas que las variedades comerciales. Entre ellos está la nueva variedad Urbina S2007, la cual supera en 4% el rendimiento de Bárcenas S2002, es más resistente a roya lineal amarilla y a la de la hoja y es de calidad similar. Por sus altos rendimientos, la variedad Urbina S2007 se pone a disposición de los productores de El Bajío como una alternativa para incrementar el rendimiento de trigo a nivel regional y la rentabilidad del cultivo.

* Recibido: Octubre de 2006
Aceptado: Noviembre de 2007

La variedad Urbina S2007 fue inscrita y protegida en el Catálogo de Variedades factibles de Certificación (CVC) el día 24 de agosto del 2007 y se le asignó el registro provisional “1971-TRI-074-240807/C”. La semilla básica de Urbina S2007 estará disponible en el Campo Experimental Bajío para su venta a las compañías productoras de semilla que lo soliciten, a partir de diciembre de 2007.

A continuación se presenta el origen de la variedad, sus principales características fenotípicas y su comportamiento agronómico en comparación con el de las variedades de referencia.

La variedad de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) Urbina S2007 es de hábito de primavera, y fue obtenida por hibridación y selección genética a través del método de cruzas masivas F_3 en el programa de mejoramiento genético de trigo del INIFAP en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ). La crusa que dio origen a esta variedad se realizó en el año 2000. En el progenitor femenino de Urbina S2007 intervinieron cuatro genotipos diferentes recombinados en cinco cruzamientos, y el progenitor masculino fue la crusa Casilda/Centella.

Durante el proceso de selección la generación F_1 se cosechó masalmente; en la F_2 la planta reconocida como 10R se trilló en forma individual; en F_3 y F_4 se cosechó masalmente en Roque Guanajuato, en F_5 también se realizó selección masal en Texcoco, Estado de México, en F_6 se seleccionó la planta reconocida como 3R y en F_7 se cosechó masalmente al no encontrarse diferencias fenotípicas apreciables. A partir de 2003 se empezó a evaluar en ensayos de rendimiento en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ), y en los ciclos 2005-2006 y 2006-2007 en diferentes localidades de la región del Bajío.

La variedad Urbina S2007 es de hábito de crecimiento de primavera, semienana, 91 cm de altura; ciclo vegetativo intermedio, con 77 días a floración y 124 días a madurez fisiológica. Estos caracteres registran ciclos vegetativos más largos al sembrarse en fechas tempranas, como las realizadas del 15 de noviembre al 10. de diciembre, y más cortos y portes más bajos al sembrarse en fechas intermedias y tardías, del 16 de diciembre al 15 de enero. La condición de humedad, la fertilización y la densidad de población también pueden afectar estos caracteres.

El tallo de la variedad Urbina S2002 es fuerte, hueco, color crema y moderadamente resistente al acame. Esta nueva

variedad sembrada a una densidad de 120 kg ha⁻¹ produce de 274 a 345 espigas por m², dependiendo de la fecha de siembra.

La espiga es color blanco, piramidal, laxa, con barbas, longitud de 11 a 14 cm, y produce de 19 a 23 espiguillas de las cuales 1 ó 2 en la base pueden ser estériles. Generalmente produce tres granos en la base, cuatro en la parte media y tres en el ápice.

Las glumas son color blanco, miden de 10 a 11 mm de largo y de 4 a 5 mm de ancho. El pico es largo de 9.3 mm de longitud. La forma predominante del hombro es elevado, aunque se pueden encontrar algunos del tipo recto.

De grano blanco, forma ovoide, bordes redondeados y endospermo suave. El grano es mediano, de 7 a 8.2 mm de largo y 3.4 a 4.1 mm de ancho, con un peso específico medio de 77.1 kg hL⁻¹ y el peso de 1000 granos es de 37 a 50 g dependiendo de la fecha de siembra.

Urbina S2007 posee los genes de resistencia a roya de la hoja del trigo (*Puccinia triticina* E.) *Lr1* y *Lr23*. La presencia de *Lr1* se postuló por la respuesta a la infección con las razas BBG/BN, CBJ/QL y CBJ/QB. *Lr1* muestra su tipo de infección “0” característico cuando este gen es efectivo (McIntosh *et al.*, 1995). *Lr1* también ha sido identificado en variedades como Sonora F64, Noroeste F66, Tobari F69, Nuri F70, Yecora F70, Cajeme F71, Cleopatra VS74, Pavón F75, Ahome F81 y Tonichi S81 (Singh y Rajaram, 1992) además de Jaral F66, Azteca F67, Bajío F67, Norteño F67, Saric F70, Vicam F70, Mochis F73, Roque F73, Toluca F73, Torim F73, Chapingo VF74, Yecorato S77 y Yécora 70R (Singh, 1993). *Lr1*, fue también uno de los genes de resistencia más comunes (27/50) en un estudio de resistencia a roya de la hoja en trigos de temporal (Huerta *et al.*, 2002).

Lr23 se pudo postular por el tipo de infección “-” característico como un pequeño punto clorótico y/o necrótico del tamaño de la punta de un alfiler y que es consecuencia de la muerte de una célula en respuesta a la infección del hongo de la raza MCJ/QM. Este gen ha sido de resistencia más común en las variedades que se han cultivado en áreas de temporal en México incluyendo, Chapingo VF74, Glenson M81, México M82, Seri M82, Curinda F86, Temporalera M87, Batán F96, e inclusive en variedades más recientes como Rebeca 2000 (Huerta y Singh, 2000).

Para estos dos genes ya existe virulencia en México y de manera especial Urbina S2007 es susceptible en plántula a las razas MCJ/SP y MBJ/SP (Singh, 1991; Huerta y Singh, 1996; Huerta y Singh, 2000) que son actualmente las más comunes en El Bajío y todas las áreas donde se siembra trigo bajo condiciones de riego y temporal. Existe además un tercer gen de plántula que no corresponde a ninguno de los genes actualmente identificados y/o catalogados (McIntosh *et al.*, 1995), pero que es efectivo en contra de las razas CCJ/SP y otras razas identificadas en el norte de México incluyendo una denominada TNM/SP y MLJ/SP (Huerta-Espino *et al.*, 2008).

En planta adulta, Urbina S2007 es resistente a roya de la hoja alcanzando niveles máximos de infección de 10% en la hoja bandera de acuerdo a la escala modificada de Coob (Peterson *et al.*, 1948). Estos resultados fueron obtenidos al someter la variedad a infecciones naturales en Texcoco, Estado de México y Celaya, Guanajuato en el ciclo primavera-verano donde son comunes las razas MCJ/SP y MBJ/SP, esta respuesta indica que la nueva variedad basa su resistencia de campo en por lo menos tres genes de resistencia de planta adulta (Singh *et al.*, 2001). Estos genes de planta adulta son de efectos aditivos y confieren resistencia de enroyamiento lento a roya de la hoja (Singh *et al.*, 2001), este tipo de resistencia es efectiva en contra de todas las razas que existen en México y otras partes del mundo donde se cultiva trigo y se protege en contra de las epifitias de roya hasta en 84% (Singh y Huerta-Espino, 1997). Se espera que este tipo de resistencia sea más duradera al no ejercer el patógeno una presión de selección.

Los bajos niveles de infección de roya lineal observados en campo en Urbina S2007 (menores de 10%) cuando se realizan inoculaciones artificiales con el biotipo que venció la resistencia de Salamanca S75 y Saturno S86 (aún sin nombrar) y con el aislamiento MEX96-11 que tiene la fórmula de avirulencia/virulencia *Yr1, 4, 5, 8, 15, 17/2, 3, 6, 7, 9, 10, 27*, basado en las líneas diferenciales derivadas de Avocet (Singh *et al.*, 2000), indican que la nueva variedad manifiesta su resistencia en por lo menos tres genes de enroyamiento lento en planta adulta (Singh *et al.*, 2001).

Los niveles más altos de roya lineal amarilla en el ciclo otoño-invierno son de 5% Urbina S2007 contra 30% de Cortazar S94, 33% de Bárcenas S2002, 53% de Salamanca S75 y 73% de Saturno S86; en roya de la hoja los niveles más altos en el ciclo primavera-verano son 10% en Urbina S2007, 20% en Bárcenas S2002 y 60% en Cortazar S2002, Saturno S86 y Salamanca S75.

El rendimiento potencial de Urbina S2007 es superior a 9 t ha⁻¹ en el período comprendido entre el 16 de noviembre y el 31 de diciembre. Al comparar el rendimiento de Urbina S2007 con el obtenido por las variedades de gluten débil recomendadas para El Bajío, se observó que la nueva variedad superó a Salamanca S75 con un 15.8%, a Saturno S86 con 16.8%, a Cortazar S94 con 6% y a Bárcenas S2002 con 4%, su rendimiento es superior a cualquier variedad en el período del 1 al 16 de diciembre, así como en fechas tardías realizadas el 15 enero.

Con calendarios de dos y tres riegos Urbina S2007 fue superior a todas las variedades superando a Salamanca S75 hasta en 17.1% y a Bárcenas S2002 en 4%.

En evaluaciones hechas en diferentes localidades de Guanajuato, durante los ciclos otoño-invierno 2005-2006 y 2006-2007, la nueva variedad Urbina S2007 fue superior a Salamanca S75 en 20.8% a Cortazar S94 en 15.8% y a Bárcenas S2002 en 0.6%.

La variedad Urbina S2007 de grano blanco, al igual que la variedad Bárcenas S2002, debido al bajo contenido de pigmentos, tanto en el endospermo, como en el pericarpio del grano; esta es una característica deseable en los trigos harineros, ya que la harina refinada producida mediante la molienda del grano permite la obtención de harinas blancas. Los trigos suaves que generan harinas refinadas de color blanco tienen gran demanda para la elaboración de pasteles y cereales para desayuno. Adicionalmente, su uso se recomienda para la producción de harinas integrales, ya que estas resultan considerablemente más claras que las resultantes de trigos de color ámbar y rojo.

El peso hectolítico promedio de Urbina S2007 es similar a la variedad Bárcenas S2002, y ligeramente inferior a la variedad Salamanca S75. Sin embargo, la Norma Mexicana NMX-FF-036-1996, que rige la comercialización del trigo a nivel nacional (DGN, 1996), especifica un peso hectolítico mínimo de 74 kg hL⁻¹ para el grado de calidad México 1 y menor aún para los grados de calidad México 2 y 3 (72 y 68 kg hL⁻¹, respectivamente). Estos valores son ampliamente superados por el cultivar Urbina S2007, de modo que reúne las características necesarias para su comercialización.

El grano de Urbina S2007 es suave, con un índice de perlado promedio superior al 60%. La suavidad del grano permite realizar la molienda para producir harinas refinadas con un menor consumo de energía y tiempo de procesamiento,

pues el endospermo del grano tiende a ser más harinoso que los trigos semiduros o duros. La reducción en el tiempo y consumo de energía empleados durante la molienda origina importantes beneficios económicos para la industria molinera intermedia. Por otra parte, los trigos suaves permiten obtener harinas con menor cantidad de almidón dañado, evitando que las masas sean pegajosas, condición que facilita su manejo y finalmente permite la obtención de productos finales (galletas, pasteles, etc.) de mejor calidad (Bassett *et al.*, 1989; Miller *et al.*, 1982; Calaveras, 1996).

A pesar que el contenido de proteína generalmente se relaciona inversamente con el rendimiento, la variedad Urbina S2007 presenta mayores porcentajes de proteína a las variedades testigo Bárcenas S2002 y Salamanca S75, condición que hace especialmente valiosa a ésta variedad desde el punto de vista industrial (mayor cantidad de gluten), adicionalmente, por el mayor contenido proteínico representa mayor aporte nutrimental para el consumidor (Edwards, 1997).

Las harinas de trigo suave con alto contenido de proteína (9-10%) se utilizan preferentemente como materia prima para la elaboración de galletas, mientras que las de menor contenido (8-8.5%) se usan en pastelería (Faridi y Foubion, 1995).

La harina de Urbina S2007, como otros trigos suaves, entre los cuales se encuentran las variedades Bárcenas S2002 y Salamanca S75, requiere cortos tiempos de amasado (menor a 3 min) y presenta un gluten generalmente débil y extensible. Sin embargo, el efecto ambiental puede incrementar la fuerza y tenacidad de la masa.

El tiempo de amasado de Urbina S2007 es ligeramente menor (2.2 min) que el de las variedades testigo Bárcenas S2002 y Salamanca S75 (2.7 min), por lo que genera masas de gluten más débil. La presencia de gluten débil ($W < 200$) y extensible ($P/L \leq 1$) son deseables para facilitar el manejo de las masas empleadas en la preparación de galletas, pasteles y otros productos (Bettge, 1989; Finney *et al.*, 1987).

Por otra parte, la menor fuerza y mayor extensibilidad de la masa de Urbina S2007, respecto al de las variedades Bárcenas S2002 y Salamanca S75, hacen que sea un material idóneo para ser utilizado como mejorador de trigos de gluten fuerte y tenaz, que pretenda ser empleado en la panificación mecanizada.

La calidad de los trigos de gluten débil se determina finalmente mediante la prueba de galletería, pues las galletas representan el producto final predominante que se obtiene a partir de trigos del grupo III (trigos suaves), según la clasificación contenida en la Norma Mexicana NMX-FF-036-1996, que rige la comercialización del trigo a nivel nacional (DGN, 1996). La calidad galletera de las harinas de este tipo de trigos se realiza mediante la elaboración de galletas, utilizando como principal ingrediente de la formulación la harina de prueba. En los productos finales (galletas), se realiza la evaluación del diámetro y altura promedio, para calcular el factor galletero, que representa la relación diámetro/altura.

El factor galletero de Urbina S2007 es semejante a la reconocida variedad Salamanca S75, e incluso superior al de Bárcenas S2002; aunque los tres genotipos presentan muy buena aptitud galletera (factor galletero > 4), los factores galleteros de Urbina S2007 y Salamanca S75 son cercanos a la calificación de 5 puntos, que corresponde a excelente calidad galletera. Por ello, Urbina S2007 tiene las características de calidad de harina adecuadas para su utilización en la elaboración de galletas, asociado con su contenido de proteína, fuerza y extensibilidad del gluten.

El contenido de proteína es un factor determinante para establecer el uso industrial preferente de las harinas de trigo; sin embargo, la calidad de ésta también es importante para establecer la aptitud industrial de la harina. (Faridi y Foubian, 1995; Salazar *et al.*, 2000). La calidad de la proteína del trigo está determinada por la composición de las gliadinas y gluteninas que forman el gluten (Gianibelli *et al.*, 2002); cada una de estas fracciones confieren al gluten características particulares. Mientras las gluteninas le proporcionan al gluten las propiedades elásticas, las gliadinas son las responsables de su extensibilidad y cohesividad (Hosseney, 1991; Quaglia, 1991). En particular, las gluteninas de alto peso molecular (GAPM) permiten seleccionar los trigos de acuerdo con su tipo de gluten y aptitud para la elaboración de diferentes productos. Así, las GAPM asociadas a la subunidad Glu 1D 5+10 presentes en los trigos harineros se emplea como indicador para seleccionar trigos de gluten fuerte extensible, aptos para la panificación mecanizada (Gupta *et al.*, 1990; Salazar *et al.*, 2000); en tanto que aquellos en los que se presenta la subunidad Glu 1D 2+12 permite seleccionar genotipos de gluten débil.

La variedad Urbina S2007 presenta GAPM en donde se encuentra presente la subunidad Glu 1D 2+12, que corresponde a los trigos de gluten suave, los resultados son consistentes con la información reportada para este tipo de trigos.

De acuerdo con las características de Urbina S2007, este trigo suave tiene parámetros de calidad comercial que aseguran su competitividad en el mercado, calidad industrial que asegura su aptitud para ser empleada en la elaboración de productos que demandan como materia prima, harinas de gluten débil y finalmente, propiedades de fuerza y extensibilidad del gluten que favorecen su empleo como mejorador de harinas de gluten fuerte y tenaz.

La nueva variedad Urbina S2007 se recomienda para la región denominada El Bajío, la cual comprende parte de los estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro, con alturas de 1500 a 1800 msnm, temperatura media de 20 °C y precipitación de 450 a 650 mm. Esta nueva variedad supera el rendimiento de las variedades comerciales en cualquier fecha de siembra y también es superior con calendarios de tres riegos.

La semilla básica de Urbina S2007 está disponible en el INIFAP - Campo Experimental Bajío para su venta a las compañías productoras de semilla que lo soliciten desde diciembre de 2007.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Fundación Guanajuato Produce (FGP A.C.), por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación que condujeron a la obtención de la nueva variedad Urbina S2007, Proyecto 215/02. Así mismo, se agradece al CONACYT por el financiamiento parcial en las evaluaciones finales de este nuevo cultivar, Proyecto GTO-2003-C02-11860. La siembra de este nuevo cultivar contribuirá al incremento de la rentabilidad del cultivo de trigo en beneficio del productor triguero de El Bajío.

LITERATURA CITADA

- Bassett, L. M., Llan R. E. and Rubenthaler, G. L. 1989. Genotype x environment interactions on soft white winter wheat quality. *Agron. J.* 81:955-960.
- Bettge, A., Rubenthaler G. L. and Pomeranz Y. 1989. Alveograph algorithms to predict functional

properties of wheat in bread and cookie baking. *Cereal Chem.* 66:81-86.

Edwards, I. B. 1997. A global approach to wheat quality. J. I. Steele and O. K. Chung (eds.) International Wheat Quality Conference. Grain Industry Alliance. Manhattan, KS. 66505, USA. p. 27-37.

Calaveras, J. 1996. Tratado de panificación y bolletería. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 473 p.

Dirección General de Normas (DNG). 1996. Norma Mexicana NMX-FF-036-1996. Productos alimenticios no industrializados. Cereales. Trigo. (*Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* Desf.). Especificaciones y métodos de prueba. 11 p.

Faridi, H. and Foubion, J. M. 1995. Wheat usage in North America. In: H. Faridi and J. M. Foubion (eds.). Wheat and uses around the world. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. p. 1-41.

Finney, K. F.; Yamazaki, W. T.; Youngs, V. L. and Rubenthaler, G. L. 1987. Quality of hard, soft, and durum wheats. In: Heyne E. H. G. (ed.). Wheat and Wheat Improvement American Society of Agronomy. Madison, WI. p. 677-748.

Gianibelli, M. R.; Larroque, O. R.; McRitchie, F. and Wrigley, W. 2002. Biochemical, genetics and molecular characterization of wheat endosperm proteins. *Cereal Chem.* 28(76):1-120.

Gupta, R.; Bekes, B. F.; Wrigley, C. W. and Moss, H. J. 1990. Prediction of wheat quality in breeding on the basis of LMW and HMW glutenin subunit composition. *Wheat Breeding Society of Australia. 6th Assembly.* Tamworth, NSW. p. 217-225.

Huerta-Espino, J. and Singh, R. P. 1996. Misconceptions on the durability of some adult leaf rust resistance genes in wheat. In: Kema, G. H. J.; Niks, R. E. and Daamen, R. A. (eds.). Proceedings of the 9th European and Mediterranean Cereal Rust and Powdery Mildews Conference. September 2-6, 1996. Lunteren, The Netherlands. p. 109-111.

Huerta-Espino, J. y Singh, R. P. 2000. Las royas del trigo. In: Villaseñor Mir H. E. y Espitia Rangel E. (eds.). p. 231-249. El trigo de temporal en México. Chapingo, Estado de México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México. 315 p. (Libro Técnico Núm. 1).

- Huerta-Espino, J.; Villaseñor, M. H. E.; Espitia, R. E.; Leyva, M. S. G. y Singh, R. R. P. 2002. Análisis de la resistencia a la roya de la hoja en trigos harineros para temporal. Rev. Fitotec. Mex. 25:161-169.
- Huerta-Espino, J.; Singh, R.P y Reyna-Martínez, J. 2008. First report of virulence to Leaf rust resistance Genes Lr9 and Lr25 in Mexico. Plant Disease 92:311.
- McIntosh, R. A.; Wellings, C. R. and Park R. F. 1995. Wheat rust: An atlas of resistance genes. CSIRO Publications, East Melbourne, Australia.
- Miller, B. S.; Pomeranz, Y.; Bruinsma B. and Booth G. D. 1982. Measuring the hardness of wheat. Cereal Foods World. 27:61 -64.
- Quaglia, G. 1991. Ciencia y tecnología de la panificación. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 485 p.
- Peterson, R. F.; Campbell A. B. and Hannah A. E. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaf and stems of cereals. Can. J. Res. Sect. C. 26:496-500.
- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2006. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. <http://www.w3.siap.sagarpa.gob.mx>. (6 de octubre, 2006).
- Salazar Z.; A., Peña R. J. y Solís M. E. 2000. Calidad industrial. In: Solís M. E., y Rodríguez G. A. (Comps.). Trigo de riego: Origen, variedades, manejo del cultivo, calidad industrial. Celaya, Guanajuato., México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Peca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío. p. 85-102. (Libro Técnico Núm. 2).
- Singh, R. P. 1991. Pathogenicity variations of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *P. graminis* f. sp. *tritici* in wheat growing areas of Mexico during 1988 and 1989. Plant Dis. 75:790-794.
- Singh, R. P. and Rajaram, S. 1992. Genes for resistance to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in 73 Mexican bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. In: F.J. Zeller and G. Fischbeck (eds.). Cereal Rusts and Mildews. Proceedings of the 8th European and Mediterranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. September 8-11, 1992. Weihenstephan/Germany. Vortr. Pflanzenzuechtg. 24: 211-213.
- Singh, R. P. 1993. Resistance to leaf rust in 26 Mexican wheat cultivars. Crop Sci. 33:633-637.
- Singh, R. P. and Huerta-Espino, J. 1997. Effect of leaf rust resistance gene *Lr34* on grain yield and agronomic traits of spring wheat. Crop Sci. 37:390-395.
- Singh, R. P.; Huerta-Espino, J. and Rajaram, S. 2000. Achieving near-innunity to leaf and stripe rust in wheat by combining slow rusting resistance genes. Acta Phytopathologica and Entomologica Hungarica. 35:133-139.
- Singh, R. P.; Huerta-Espino, J. and William M. 2001. Slow rusting genes based resistance to leaf and yellow rusts in wheat: Genetics and breeding at CIMMYT. p 103-108. In: Eastwood, R, G. Hollamby, T. Rathjen and N. Gororo (eds.) Wheat Breeding Society of Australia 10th Assembly Proceedings. 16-21 September 2001. Mildura, Australia.
- Solís M., E.; Salazar Z., A.; Huerta E., J.; Villaseñor M., H. E.; Espitia R., E. y Ramírez. R., A. 2003. Bárcenas S2002; nueva variedad de trigo harinero para El Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato, México. 24 p. (Folleto Técnico Núm. 1).