

## OBSIDIANA, VARIEDAD DE AVENA PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE EN MÉXICO\*

### OBSIDIANA, OAT CULTIVAR FOR GRAIN AND FORAGE PRODUCTION IN MEXICO

Eduardo Espitia Rangel<sup>1</sup>, Héctor Eduardo Villaseñor Mir<sup>1§</sup>, Julio Huerta Espino<sup>1</sup>, José Juan Salmerón Zamora<sup>2</sup>, Rebeca Margarita González Iñiguez<sup>3</sup> y Leodegario Osorio Alcalá<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Avena, Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Apartado Postal 10. Km 18.5 carretera Los Reyes-Lechería. 56230 Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. <sup>2</sup>Campo Experimental Sierra de Chihuahua, INIFAP. <sup>3</sup>Campo Experimental Uruapan, INIFAP. <sup>4</sup>Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, INIFAP. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: villaseñor.hector@inifap.gob.mx

En la última década, la superficie sembrada con avena tuvo alta tasa de crecimiento en México, debido a que se le considera como cultivo alternativo en los Valles Altos y en la región semiárida del Norte Centro, particularmente cuando el inicio del período de lluvias se retrasa o se presentan bajas temperaturas que ponen en riesgo la siembra de los cultivos tradicionales de maíz y frijol (Villaseñor et al., 2003). Durante la década de los ochenta y el primer quinquenio de los noventa se sembraron entre 300 000 y 400 000 ha de avena a nivel nacional y fue a partir de 1996 que se incrementó la superficie hasta alcanzar poco más de 700 000 ha en 2004 (SIAP, 2004). La avena tiene un amplio rango de adaptación a las condiciones ambientales; su producción es satisfactoria en regiones altas, frías y lluviosas, como en el área Parres-Ajusco, D. F. y en las de clima semiárido como en el Norte-Centro del país.

La avena es una excelente opción para la reconversión productiva de las tierras de baja productividad con aptitud pecuaria en las regiones en las que la estación de crecimiento es corta y que actualmente se utilizan en la producción de cultivos tradicionales; sin embargo, para que este cultivo llegue a ser de amplio uso, es necesario disponer de variedades aptas para la producción de forraje y grano con un conjunto de atributos agronómicos y fitopatológicos que permita minimizar el efecto negativo de la incidencia de la roya del tallo [(*Puccinia graminis* f.

*sp. avenae*) Erikss & Hanning], y de la corona [(*Puccinia coronata* var. *Avenae*) W.P.Fraser & Ledingham], así como de la ocurrencia de heladas tempranas y de sequía intermitente (Villaseñor et al., 2003). La roya del tallo [(*Puccinia graminis* f. *sp. avenae*) Erikss & Hanning], es la enfermedad que más afecta a la producción de avena en México, debido a que se utilizan variedades altamente susceptibles como Chihuahua y Cuauhtémoc, que fueron liberadas en 1967 (Jiménez, 1992). El ataque de la enfermedad puede disminuir el rendimiento hasta en 50% en estas variedades (Leyva et al., 2004).

Obsidiana es una nueva variedad de avena que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), pone a disposición de los agricultores que siembran bajo condiciones de temporal y riego a través del Programa de Mejoramiento Genético de Avena. Fue desarrollada de acuerdo con la Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas vigente en México y al reglamento de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV). Obsidiana esta inscrita en el Registro Nacional de Variedades y Plantas y protegida para su uso comercial dentro del catálogo de variedades factibles de certificación con el registro "AVE-006-150103/C".

La línea que dio origen a Obsidiana se obtuvo de la cruce entre dos líneas desarrolladas por el programa de avena del

\* Recibido: Abril de 2006  
Aceptado: Marzo de 2007

INIFAP, Campo Experimental Valle de México, Chapingo, Estado de México, México. Una de las líneas provino de la cruz TPC/6/MFH-7114/ENA-IN-N//JIM-INCA/3/JIM-ENA/4/OJI/5/YUCA-DIA y la otra V154 se derivó por selección individual en un compuesto masivo gravimétrico. La cruz entre estos progenitores se realizó durante el ciclo otoño-invierno de 1993-1994 en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ), Celaya, Guanajuato, México. En la generación  $F_1$  se realizó selección visual intercruzas en el CEVAMEX; para generar la línea experimental se empleo el método genealógico y el masal de  $F_2$  a  $F_6$  que a continuación se describe: en las generaciones  $F_2$  y  $F_3$  se realizó selección visual intrapoblacional y cosecha masiva en el CEBAJ y CEVAMEX, respectivamente, la selección se baso en la sanidad y precocidad de las plantas. La semilla cosechada de las poblaciones en las dos generaciones se sometió a "flotado" para seleccionar la de mayor peso específico. En las generaciones  $F_4$  y  $F_5$  se practicó selección individual y cosecha de panículas en el CEVAMEX y CEBAJ, respectivamente. En la generación  $F_6$  la línea experimental que originó a Obsidiana se cosechó en masa en el CEBAJ, su genealogía y pedigrí son:

TPC/6/MFH-7114/ENA-IN-N//JIM-INCA/3/JIM-ENA/4/OJI/5/YUCA-DIA/7/V154

I-4449-0R-0C-5CE-2RE-0C

A partir de 1998 la línea experimental se evaluó en ensayos de rendimiento a nivel nacional. En ciclos agrícolas de verano de 1999 y 2000 se incluyó en la Prueba Preliminar de Rendimiento (PPR) y se evaluó en el ensayo regional que se estableció en los Valles Altos del Centro de México. En los ciclos agrícolas de 2001 a 2004 se evaluó conjuntamente con las variedades testigo Ópalo, Chihuahua, Páramo, Juchitepec, Papigochi, Karma y Avemex en los primeros cuatro ensayos nacionales de avena. En total, de 1998 al 2004 se evaluó en 77 experimentos en los siguientes estados: Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Distrito Federal, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua; que en conjunto, incluyen un amplio rango de localidades y años.

### Características fenotípicas

La caracterización fenotípica de Obsidiana se realizó en el CEVAMEX en los ciclos Primavera-Verano 2002 y 2003. Es de hábito de primavera y la posición de los tallos en amacollamiento es semiprostrada; tallos gruesos y

moderadamente susceptibles al acame; paja color amarillo medio; panícula de tamaño grande y con gran cantidad de granos, los cuales son color café claro y tamaño mediano; la vellosidad del nudo superior del tallo es muy escasa; grano lechoso, la orientación de las ramificaciones de la panícula es sub-unilateral con posición semierecta y la disposición de las espiguillas es colgante. La altura de planta y el ciclo de cultivo son influenciados por el ambiente, principalmente por el efecto de temperatura y cantidad y distribución de lluvia; la altura promedio es de 98 cm, pero bajo condiciones de sequía como la que ocurre en Sandoval, Aguascalientes, se reduce hasta 51 cm, mientras que en lugares con alta precipitación como en Nanacamilpa, Tlaxcala, alcanza hasta 148 cm. Es de ciclo intermedio, con 104 días en promedio a madurez fisiológica, este carácter también varía de acuerdo con las condiciones ambientales; por ejemplo, en condiciones de sequía como Sandoval, Aguascalientes, se reduce a 74 días, mientras que en lugares lluviosos y fríos como Juchitepec, Estado de México, se incrementa hasta 135 días.

La caracterización fitopatológica de Obsidiana se realizó bajo la incidencia natural de las enfermedades que se registraron durante las 77 evaluaciones establecidas en temporal. Obsidiana mostró desde inmunidad (0R) hasta moderada susceptibilidad (50MS) a roya del tallo; inmune (0R) a moderadamente resistente (30MR) a roya de la hoja o de la corona y resistente (3/20) a tolerante (5/40) al complejo de enfermedades foliares que inciden en ambientes lluviosos causadas por quemadura foliar (*Helminthosporium avenae* f. sp. *avenae*), mancha foliar (*Septoria avenae*), antracnosis [*Colletotrichum graminicola* (Ces) G. W. Wils.] y tizón del halo (*Pseudomonas coronafaciens*).

La reacción de resistencia, a moderada susceptibilidad a roya del tallo, se determinó mediante 10 pruebas de campo efectuadas en ambientes favorables al desarrollo de la enfermedad, en las que se cultivó con y sin protección de fungicida para cuantificar la pérdida de rendimiento causada por el ataque de *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* y con base en la reacción a las razas fisiológicas que prevalecieron en las 77 evaluaciones realizadas. De acuerdo con las evaluaciones con y sin protección, la roya del tallo disminuyó el rendimiento promedio de grano en 15%, con rango del 11% al 20%, mientras que en las variedades susceptibles Ópalo, Chihuahua y Juchitepec la disminución promedio fue cercana al 40%, con rango del 28% hasta 47%. En las variedades testigo Karma y Avemex se registraron pérdidas similares a las de Obsidiana. En ninguna de las 77 pruebas de

campo realizadas, presentó reacción mayor de 50MS (50% de infección con reacción de moderada susceptibilidad). En el verano del 2004 Obsidiana se evaluó en 21 localidades distribuidas desde la Mixteca Oaxaqueña hasta Cuauhtémoc, Chihuahua, y la roya del tallo ocurrió en 12 de ellas. La reacción en planta adulta a este patógeno varió de 10R a 50MS, mientras que en testigos susceptibles que de 50S a 100S. Mediante aislados de muestras de la enfermedad colectadas en esas localidades, se determinó que nueve razas diferentes prevalecieron y Obsidiana expresó en plántula desde resistencia hasta moderada susceptibilidad (Huerta *et al.*, 2005).

Los sitios de evaluación de Obsidiana se clasificaron de acuerdo con el rendimiento promedio de grano en: ambientes críticos (menor a  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$ ), intermedios (de  $1.5$  a  $3 \text{ t ha}^{-1}$ ) y favorables (mayor a  $3 \text{ t ha}^{-1}$ ). El rendimiento medio de Obsidiana en estos tres ambientes fue de  $1.46$ ,  $2.31$  y  $4.17 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente. En promedio, Obsidiana superó a todos los testigos desde 3% a Karma hasta 50% a Ópalo. En ambientes favorables el rendimiento fue mayor que el de los testigos Karma y Ópalo en 4 y 59%, respectivamente y fue bajo esta condición en la que mostro mayores ventajas. En los ambientes intermedios y críticos el rendimiento promedio sobre los testigos fue menor; incluso, en sitios de baja productividad fue superada por Karma en 5%. Así, se determinó que Obsidiana mostro adaptación a ambientes favorables de temporal. En rendimiento promedio superó a las variedades como Avemex, Papigochi y Juchitepec de 12 a 15%, mientras que a la variedad Chihuahua en 40% en los tres ambientes descritos, por lo que si Obsidiana sustituye a Chihuahua podría incrementar el rendimiento medio de avena en  $1 \text{ t ha}^{-1}$ .

Obsidiana, junto con las variedades testigo, se evaluó bajo condiciones de temporal en ensayos de rendimiento de forraje en 18 experimentos diferentes que combinaron años y localidades y que se clasificaron de acuerdo al rendimiento de materia seca en: ambientes críticos (menor a  $7 \text{ t ha}^{-1}$ ), intermedios (de  $7$  a  $9.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) y favorables (mayor a  $9.5 \text{ t ha}^{-1}$ ). Las variedades Papigochi y Saia rindieron en promedio más que Obsidiana; sin embargo, en ambientes favorables Obsidiana las superó con rendimiento medio de  $12.6 \text{ t ha}^{-1}$ . En ambientes intermedios y críticos la productividad de Obsidiana fue menor que la de las variedades forrajeras en 15%; no obstante, su mayor relación grano/paja produce forraje de mayor valor energético y nutricional. En siembras bajo riego durante el invierno, Obsidiana superó la productividad de algunas variedades forrajeras como

Avemex, Papigochi y Chihuahua; sin embargo, rindió 16% menos que la variedad forrajera tardía Saia. Se analizó el contenido de proteína en la etapa de madurez fisiológica y se determinó que Obsidiana contiene 11.8%, el cual es similar al de las variedades Chihuahua, Cuauhtémoc y Karma y sólo fue superada por Avemex con 13.6% (Salmerón *et al.*, 2003).

Por sus cualidades agronómicas y fitopatológicas, Obsidiana es buena alternativa para siembras bajo condiciones de temporal y de riego. En temporal responde a las condiciones de la Mixteca Oaxaqueña, Valles Altos, Sierra Tarasca, Altos de Jalisco y el Altiplano del Norte en clima templado húmedo y subhúmedo, en altitudes desde 1800 hasta poco más de 3000 m. En esos ambientes la precipitación pluvial durante el ciclo oscila de 300 a cerca de 1000 mm. Obsidiana muestra adaptación en los ambientes favorables de producción y su siembra durante el verano se puede realizar desde mediados de mayo hasta fines de julio, con 120 a 140 kg de semilla por hectárea y con la dosis de fertilización 40-40-00 de  $\text{N}_2$ - $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente. En condiciones de riego se adapta a las diferentes regiones productoras del país bajo el manejo agronómico tradicional en siembras desde los primeros días de diciembre hasta mediados de enero.

El INIFAP, a través del Programa Nacional de Avena, pone a disposición de empresas productoras de semilla y asociaciones de productores, semilla básica de la variedad Obsidiana para iniciar programas de reproducción y comercialización de semilla certificada. Esta semilla se puede adquirir directamente en los campos experimentales CEVAMEX y CEBAJ.

## AGRADECIMIENTOS

El Programa de Mejoramiento Genético de Avena del INIFAP-CEVAMEX, hace un especial reconocimiento al C. Carlos Márquez Gutiérrez que por más de 35 años ha colaborado como técnico y que directamente participó en la formación de la línea experimental que dio origen a la variedad Obsidiana. Se agradece la participación en la conducción de las pruebas de campo de los investigadores del Programa de Cereales del INIFAP ubicados en los siguientes estados: M. C. Simón Alvarado Mendoza, en Puebla; Dr. Ernesto Solís Moya, en Guanajuato; M. C. Javier Ireta Moreno, en Jalisco, y M. C. Carlos A. Jiménez González y M. C. Luis Martín Macías Valdés, en Aguascalientes. M. C. Bertoldo Cabañas Cruz, en Zacatecas y M. C. Jesús López Hernández, en Durango.

**LITERATURA CITADA**

- Huerta E., J.; Villaseñor M., H. E.; Rodríguez G., M. F.; Espitia R., E. y Leyva M., S. G. 2005. Respuesta de variedades de avena a diferentes aislamientos de roya del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*). VIII Congreso Nacional Agronómico. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México. (R-91).
- Jiménez G., C. A. 1992. Descripción de variedades de avena cultivadas en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central, Campo Agrícola Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México, México. 69 p. (Folleto Técnico No. 3).
- Leyva M., G.; Espitia R., E.; Villaseñor M., H. E. y Huerta E., J. 2004. Pérdidas ocasionadas por *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Eriks. y Henn., causante de la roya del tallo en seis cultivares de avena (*Avena sativa* L.) en los Valles Altos de México. Rev. Mex. Fitopatol. 22(2):166-171.
- Salmerón Z., J. J.; Meda F., J. y Barcena J., R. 2003. Variedades de avena y calidad nutricional del forraje. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto, Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación del Norte Centro, Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua. 26 p. (Folleto Técnico No 17).
- Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D. F.
- Villaseñor M., H. E.; Espitia R., E. y Huerta E., J. 2003. El Campo Experimental Valle de México, estratégico en la producción nacional de avena: Historia y Aportaciones. En: 60 años de investigación en el Campo Experimental Valle de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto, Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación del Centro, Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México, México. p. 17-30. (Publicación Especial No.1).