EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL GRANO DE GENOTIPOS DE AVENA (*Avena Sativa* L.)

Eliel Martínez Cruz§; Héctor E. Villaseñor Mir; René Hortelano Santa Rosa; Ma. Florencia Rodríguez García
INIFAP. CAEVAMEX. Estado de México. §Autor responsable: martinez.eliel@inifap.gob.mx

Recibido: Noviembre 14, 2012; Aceptado: Noviembre 21, 2013

RESUMEN

La superficie nacional sembrada de avena se ha triplicado al pasar de 350 mil ha en 1995 a más de 900 mil ha 2012; de ésta superficie, el 80% se estableció bajo condiciones de temporal, y en cuanto a cultivos, el 94% se destinó para forraje y el resto para grano (consumo humano). Por otro lado, diferentes estudios a nivel mundial han demostrado el valor nutracéutico del grano de avena, debido a la presencia de fibra soluble (β-glucanos) que reduce el colesterol en la sangre y, por su proteína, presenta mayor proporción de aminoácidos esenciales lisina y triptófano. De tal manera, que la avena es una fuente de proteína barata y de excelente calidad nutricional asociada con efectos nutracéuticos por su tipo de fibra, sin embargo, no existen variedades mexicanas de avena específicas para consumo humano. Por ello, el objetivo de esta investigación fue caracterizar la colección nacional de avena del Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) del INIFAP, con base en sus características físicas y contenido de proteína del grano para identificar fuentes de variabilidad genéticas e incorporar dichas características en el programa de mejoramiento. Treinta genotipos que conforman la colección nacional de avena fueron evaluados en las localdades de Juchitepec, Chapingo y Santa Lucia, Edo. de México. La parcela experimental consistió de 4 surcos de 1 m de longitud y una separación de 30 cm. Las variables evaluadas fueron peso hectolítrico (PH, kg HL^{-1}), porcentaje de cáscara (PC), peso de mil granos (PMG, g), volumen de mil granos (VMG, cc) y porcentaje de proteína en el grano (PPG). Diamante R31 mostró estadísticamente el mayor PH con 49.7 kg HL^{-1} respecto a Ópalo, que registró el valor más bajo con 37.2 kg HL^{-1}. Para PC no se observaron diferencias significativas, cuyos valores máximos y mínimos variaron de 38.3 a 53.1%, correspondientes a las variedades Diamante R-31 y Tarahumara. Los valores estadísticamente más altos de PMG y VMG los presentó Jade con 28 g y 24.7 cc. Chihuahua y Diamante R-31 superaron estadísticamente con 21.1% los PPG. En promedio, todos los genotipos de la colección nacional superaron el 15%. De acuerdo con lo anterior, dentro de la colección nacional existen de avena genotipos que pueden ser usadas dentro del plan de cruzamientos para recombinar y derivar genotipos que reúnan características agronómicas y de calidad nutricional aceptable.

Palabras clave: calidad física, contenido de proteína, calidad nutricional, grano de avena.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de avena (*Avena sativa* L.) en México ha incrementado la superficie de siembra en los últimos años, de tal manera que de 350 mil hectáreas que eran en 1995 prácticamente a la fecha se ha triplicado. Con base en lo reportado por el SIAP en 2012, en nuestro país, se sembraron 946 797 ha de avena de las cuales el 94% se destinó para forraje con una producción de 10, 903, 361 t con un rendimiento promedio de 12.9 t ha^{-1}. El 6% de la superficie restante se destinó para consumo humano con una producción de 84 403 t y un rendimiento de grano de 1.8 t ha^{-1}. Es importante indicar que el 80% de la superficie nacional cultivada de avena es bajo condiciones de temporal. (SIAP, 2013).

El consumo del grano de avena en la dieta tiene un efecto favorable sobre la salud humana, uno de los más importantes es la reducción en la sangre de lipoproteínas de baja densidad es decir, colesterol maligno asociado con riesgos de enfermedades del corazón (Emmons y Peterson, 2001; Granfeldt *et al.,* 1995) y disminución del riesgo de cáncer, debido a la presencia de β-glucanos (fibra soluble) presentes en el grano de la avena (Akramiené *et al.,* 2007;

Chernyshova *et al.,* 2007 y Mantovani *et al.,* 2008). Adicionalmente, los β-glucanos estimulan el sistema inmune (Reynolds *et al.,* 1980) así como mejoran la presión arterial en pacientes hipertensos y disminuye los niveles altos de glucosa en la sangre (Pins *et al.,* 2002). Por otro lado de los cereales, el grano de avena es el que presenta el mayor porcentaje de proteína comparado solamente con el del triticale (*X Triticosecale Wittmack*). Adicionalmente presenta una mayor proporción de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (Kent, 1983). Lo anterior indica que la avena es una fuente de proteína barata y de excelente calidad nutricional. En este contexto en México existen 6 millones de diabéticos y 35 millones de adultos con sobrepeso (García-García *et al.,* 2008), por lo que el consumo de avena, podría contribuir a la mejora de la salud de este sector de la población.

El mejoramiento genético de avena en México se inició en 1960 y desde entonces el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) del Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha sido la única estación en donde se ha realizado. A la fecha, ha puesto a disposición de los agricultores 31 variedades, las cuales han sido la base de la producción nacional (Villaseñor *et al*., 2009b). Los criterios de selección del programa de mejoramiento genético de avena en nuestro país, se han enfocado principalmente sobre, la mayor producción de grano, resistencia a la roya del tallo, buena respuesta en condiciones de temporal limitante (sequía) y mayor tolerancia al acame (Jiménez, 1992). Por lo que, en dicho programa, es necesario incorporar criterios de selección que permitan liberar variedades de avena apropiadas para consumo humano, para lo cual un primer paso es incorporar y generar la variabilidad genética necesaria con el objetivo de reunir alto potencial de rendimiento de grano, tolerancia a enfermedades, buena calidad industrial así como nutricional. Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue caracterizar la colección nacional de avena del INIFAP con base en su porcentaje de proteína y calidad física del grano para identificar fuentes deseables de estas características.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético estudiado fue la colección nacional de avena, la cual está conformada por variedades liberadas anteriormente así como las de reciente liberación y líneas avanzadas candidatas a liberarse. Los genotipos son: Texas, Nodaway, AB-177, Putnam 61, Perla, Ópalo, Chihuahua, Cuauhtémoc, Guelatao, Tulancingo, Juchitepec, Humantla, Diamante R-31, Tarahumara, Páramo, Gema, Babí-cora, Cusihuiriachi, Papigochi, Raramuri, Menonita, Bachiniva, Pampas y Teporaca. Las variedades comerciales de reciente liberación: Karma, Avemex, Obsidiana y Turquesa; finalmente las líneas avanza-das: Ágata y Jade.

Dicho material fue sembrado y cosechado bajo condiciones de temporal en el ciclo PV-2011, en tres localidades del Estado de México. Juchitepec se localiza a 19°6' latitud norte y 98°52' longitud oeste con un clima: templado húmedo, a 2571 m de altura y una precipitación pluvial de 807 mm. La localidad de Chapingo se caracteriza por su clima templado subhúmedo y altura de 2250 m, con una lluvia promedio anual de 620 mm y se ubica a 19º 29’ de latitud norte y 98º 53’ longitud oeste y Santa Lucia de Prías es de clima templado subhúmedo, altitud de 2260 m y una precipitación pluvial de 636 mm, localizada a 19° 17’ latitud norte y 98° 54’ longitud oeste. La parcela experimental consistió de 4 surcos de 1 m y una separación de 30 cm. El ensayo se estableció bajo un diseño completamente al azar, con arreglo en serie de experimentos. Las variables de calidad física evaluadas fueron peso hectolítrico (PH, kg HL^{-1}), porcentaje de cáscara (PC, %), peso de mil granos (PMG, g), volumen de mil granos (VMG, cc) y porcentaje de proteína en el grano (PPG, %). El porcentaje de proteína se calculó mediante el método de microKjeldahl en base seca, mediante la siguiente fórmula PPG = 5.83 x %N, donde: %N = porcentaje de nitrógeno y PPG = porcentaje de proteína. Dado que los genotipos se evaluaron bajo una serie sencilla de experimentos sin repeticiones, se realizó el análisis de varianza al considerar a la localidad como repetición, de la fuente de variación de los genotipos se obtuvieron los cuadrados medios, y enseguida se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para identificar las diferencias entre variedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios del análisis de varianza de las variables analizadas del grano de avena, se presentan en el Cuadro 1. Se observaron diferencias significativas entre localidades para todas las variables estudiadas excepto para volumen de mil granos; mientras que entre genotipos no hubo diferencias estadísticas, sólo para el porcentaje de cáscara. Lo anterior concuerda con Doehlert *et al.* (2001), quienes determinaron que el rendimiento y calidad del grano de avena es afectado por el ambiente de producción y el genotipo utilizado.

Cuadro 1. Cuadrados medios de variables de calidad del grano de los genotipos de la colección nacional de avena del CEVAMEX-INIFAP en tres ambientes de temporal. PV-2011.

Fuente de variación	GL	PH	PC	PMG	VMG	PPG
Localidad	2	76.1**	153.1**	31.7**	8.1ns	85.4**
Genotipo	29	20.1**	29.1ns	28.3**	10.1**	5.0**
Error	49					
Total	80					
Media		43.3	44.9	22.2	18.6	18.5
CV		5.1	10.2	9.0	9.6	7.8

CV = coeficiente de variación, GL = grados de libertad, PH = peso hectolítrico, PC = porcentaje de cáscara, PMG = peso de mil granos, VMG = volumen de mil granos y PPG = porcentaje de proteína en el grano.

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias entre genotipos para las variables peso hectolítrico y porcentaje de cáscara. En el caso de la colección nacional de avena del INIFAP el peso hectolítrico varío de 49.7 a 37.2 kg HL^{-1}, siendo las variedades Diamante R31 y Ópalo las cuales mostraron dichos valores, respectivamente. Diamante R31 es un genotipo que presenta tolerancia a roya del tallo; mientras que Ópalo es altamente susceptible a este hongo (Mariscal-Amaro *et al*., 2009). Por lo que nuestros resultados concuerdan con Gullord y Aastveit (1987) quienes indicaron que el peso hectolítrico se relaciona con la densidad del grano y es altamente influenciado por condiciones de sequía y heladas así como infecciones severas de la roya del tallo durante el llenado de grano, lo cual disminuye el peso hectolítrico (Murphy *et al*., 1940). En este mismo cuadro, se presentan los valores para porcentaje de cáscara, y es uno de los parámetros más importantes en el comercio de la avena, dado que el subproducto no es comestible para el humano (Ganssmann y Vorwerck, 1995). Diamante R-31 con 38.3% se asoció a la menor cantidad de cáscara y cinco genotipos mostraron valores cercanos a 41%, por otro lado los valores más altos 53.1 y 51.1% correspondieron a Gema y Ópalo. Es importante indicar que Diamante R-31 presentó el valor más alto de peso hectolítrico y el menor porcentaje de cáscara, Cuadro 2, mismos resultados fueron reportados por Doehlert *et al*. 1999 y Doehlert *et al*. 2001.

El peso y volumen de mil granos de los genotipos de avena de la colección nacional se presentan en el Cuadro 3. Los valores más altos para estas dos variables de 28 g y 27 g los presentó la línea avanzada Jade, dichos valores corresponde a las medias más bajas en genotipos cultivados en Canadá (Miller *et al*., 1993). Por otro lado los genotipos Ópalo y Perla presentaron los valores más bajos para peso de grano con 16 g y 17 g, respectivamente. El peso de mil granos es unos de los componentes que favorecen el rendimiento (Dumlupinar *et al*., 2012). Lo anterior concuerda con nuestros resultados dado que Jade mostró los valores más altos para el peso y volumen de milgranos (Cuadro 3), dicha línea experimental bajo condiciones favorables de temporal, con precipitación mayores a 600 mm, puede llegar a producir hasta 6 tha^{-1} de grano (Villaseñor *et al*., 2009a).

En el Cuadro 4 se presentan la comparación de medias para porcentaje de proteína en grano de los genotipos de la colección nacional. Donde se muestra que los valores más altos correspondieron a

las variedades Chihuahua y Diamante R-31 (21.1%) seguidas por la variedad introducida Nodaway (20.7%); mientras que los genotipos con menor porcentaje los presentaron la variedad Ópalo y la línea experimental Jade con 15.7 y 15.4%, respectivamente. Lo cual concuerda con lo reportado con Peterson *et al*. (1995) quienes reportaron valores desde 124 a 244 g kg^{-1} de proteína en avena descascarada. Por otro lado Ortiz-Robledo *et al*. 2013 reportó valores de 12% para el genotipo Chihuahua lo cual puede deberse a las diferencias agroclimatológicas y del manejo del cultivo, mientras que para las variedades Avemex. Karma y Cuauhtémoc, obtuvo porcentajes similares a nuestros resultados.

Cuadro 2. Comparación de medias de variables físicas del grano de los genotipos de la colección nacional de avena del CEVAMEX-INIFAP en tres ambientes de temporal. PV-2011.

Variedad	Peso hectolítrico (kg. HL^{-1})	Porcentaje de cáscara (%)
Diamante R31	49.7 a†	38.3 a
Tarahumara	41.6 ebdac	41.1 a
Papigochi	46.1 bdac	41.4 a
Huamantla	44.3 ebdac	41.5 a
Turquesa	45.8 bdac	41.5 a
Obsidiana	44.0 ebdac	41.8 a
Karma	46.0 bdac	42.3 a
Jade	43.6 ebdac	42.3 a
Bachiniva	43.2 ebdac	42.4 a
Tulancingo	43.7 ebdac	42.6 a
Raramuri	44.0 ebdac	42.6 a
Menonita	43.0 ebdac	42.7 a
Chihuahua	42.9 ebdac	42.9 a
Ágata	42.8 ebdac	43.8 a
AB-177	46.0 bdac	43.9 a
Babícora	46.5 bac	44.7 a
Guelatao	43.1 ebdac	44.9 a
Paramo	42.6 ebdac	45.8 a
Nodaway	46.2 bdac	45.9 a
Juchitepec	47.2 ba	45.9 a
Texas	38.8 ebdac	46.2 a
Teporaca	44.8 ebdac	46.5 a
Pampas	41.6 ebdac	46.8 a
Putnam 61	42.3 ebdac	47.4 a
Avemex	39.8 ebdc	48.4 a
Perla	38.5 edc	49.7 a
Cuauhtémoc	37.9 ed	49.8 a
Cusihuiriachi	45.8 bdac	50.8 a
Ópalo	37.2 e	51.1 a
Gema	38.6 edc	53.1 a
DSH	8.2	16.2

DSH = diferencia mínima significativa. †Valores medios con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Cuadro 3. Comparación de medias de variables físicas de los genotipos de la colección nacional de avena en tres ambientes de temporal. PV-2011.

Variedad	Peso de mil granos (g)	Volumen de mil granos (cc)
Jade	32.3 a†	24.7 a
Nodaway	27.2 ba	21.5 ba
Papigochi	27.1 ba	20.8 bac
Paramo	25.4 bac	20.6 bac
Avemex	25.3 bac	20.0 bac
Ágata	24.8 bdc	20.0 bac
Raramuri	24.3 bedc	20.6 bac
Pampas	24.3 bedc	19.1 bac
Teporaca	24.3 bedc	19.0 bac
AB-177	24.1 bedc	20.2 bac
Babícora	24.0 bedc	19.3 bac
Karma	24.0 bedc	19.0 bac
Chihuahua	23.3 bedc	19.6 bac
Turquesa	22.9 fbed	19.8 bac
Obsidiana	22.8 fbed	19.5 bac
Cusihuiriachi	22.5 fbed	18.0 bc
Gema	21.7 fbed	18.7 bac
Bachiniva	21.5 fbed	18.8 bac
Diamante R31	21.0 fbed	18.7 bac
Menonita	20.7 fbed	18.0 bc
Putnam 61	20.6 fbed	18.0 bc
Guelatao	20.3 fbed	17.1 bc
Juchitepec	20.1 fbed	17.5 bc
Cuauhtémoc	19.4 fed	16.5 bc
Tarahumara	19.2 fed	17.1 bc
Huamantla	19.0 fed	16.1 bc
Tulancingo	18.6 fed	16.1 bc
Texas	17.8 fed	17.5 bc
Perla	17.3 fe	14.6 c
Ópalo	16.0 f	16.5 bc
DSH	7.2	6.1

cc = centímetros cúbicos, DSH = diferencia mínima significativa. †Valores medios con diferente letra en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La variedad Diamante R31 presentó el mayor peso hectolítrico y menor porcentaje de cáscara. La línea avanzada Jade destacó por su mayor peso de grano así como las variedades Chihuahua, Diamante R31 y Nodaway mostraron altos porcentajes de proteína. Con base en esta información se logró identificar y clasificar el germoplasma de la colección nacional de avena, para usarlas como fuentes genéticas para recombinarlas e incorporarlas en el programa de mejoramiento.

Cuadro 4. Comparación de medias para porcentaje de proteína en grano de los genotipos de la colección nacional de avena del CEVAMEX-INIFAP en tres ambientes de temporal. PV-2011.

Variedad	PPG	DS	Min.	Max.
Chihuahua	21.1 a†	1.1	20.0	22.0
Diamante R-31	21.0 a	0.2	21.0	21.2
Nodaway	20.7 a	0.5	20.3	21.3
Raramuri	20.3 ba	2.0	18.0	21.6
AB-177	20.0 ba	1.1	19.3	20.9
Teporaca	19.9 ba	3.6	16.1	23.2
Perla	19.8 ba	1.6	18.6	21.7
Tarahumara	19.3 ba	1.7	17.7	21.1
Tulancingo	18.9 ba	1.2	17.8	20.1
Ágata	18.9 ba	0.2	18.8	19.0
Gema	18.8 ba	2.9	16.8	20.9
Obsidiana	18.7 ba	1.1	17.7	20.0
Cusihuiriachi	18.7 ba	2.1	16.6	20.7
Putnam 61	18.6 ba	0.9	17.7	19.3
Huamantla	18.5 ba	0.1	18.5	18.6
Pampas	18.2 ba	4.3	13.4	21.1
Guelatao	18.2 ba	1.2	17.0	19.5
Papigochi	18.2 ba	1.9	16.1	19.6
Babícora	18.1 ba	1.8	16.3	19.9
Juchitepec	18.1 ba	2.2	15.9	20.2
Paramo	18.0 ba	1.0	17.1	19.1
Avemex	17.7 ba	4.6	14.6	21.0
Menonita	17.6 ba	3.7	13.4	19.9
Cuahutemoc	17.6 ba	1.5	15.9	18.9
Karma	17.3 ba	3.7	13.2	20.3
Texas	17.2 ba	0.5	16.9	17.6
Bachiniva	17.0 ba	3.0	13.7	19.2
Turquesa	16.2 ba	2.1	13.9	17.8
Ópalo	15.7 b	4.2	12.8	18.7
Jade	15.3 b	3.6	12.8	17.9
DSH	4.9			

PPG = porcentaje de proteína, DS = desviación estándar, Min. y Max. = mínimo y máximo, respectivamente, DSH = diferencia mínima significativa. †Valores medios con diferente letra en la columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akramiené D; Kondrotas A; Didziapetrienė J; Kėvelaitis E. (2007). Effects β-glucans on the immune system. *Medicine (Kaunas)*. 43: 597-606.

Chernyshova AA; White PJ; Scott MP; Jannink J.L. (2007). Selection for nutritional function and agronomic performance in Oat. *Crop Sci.* 47:2330-2339.

Doehlert DC; McMullen MS; Baumann RR (1999). Factors affecting groat percentage in oat. *Crop Sci.* 39:1858-1865.

Doehlert DC; McMullen MS; Hammond JJ. (2001). Genotypic and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in North Dakota. *Crop Sci.* 41:1066–1072.

Dumlupinar Z; Kara R; Dokuyucu T; Akkaya A. (2012). Correlation and path analysis of grain yield and yield components of some Turkish oat genotypes. Pak. J. Bot. 44(1): 321-325.

Emmons CL; Peterson DM. (2001). Antioxidant activity and phenolic content of oat as affected by cultivar and location. *Crop Sci.* 41:1676-1681.

Ganssmann W; Vorwerck. K. (1995). Oat milling, processing and storage. In: Welch R. W. (ed.). The Oat Crop: Production and Utilization. London.UK. p. 369-408.

García-García E; De la Llata-Romero M; Kaufer-Horwitz M; Tusié-Luna M T; Calzada-León R; Vázquez-Velázquez V.; Barquera-Cervera S; Caballero-Romo A de J, Orozco L, Velásquez-Fernández D, Rosas-Peralta M, Barriguete-Meléndez A; Zacarías-Castillo R; Sotelo-Morales J. (2008). La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. *Salud pública de México.* 50(6): 530-547.

Gullord M; Aastveit AH. (1987). Developmental stability in oats (*Avena sativa* L.): II. Quality characteristics. *Hereditas*. 107:65-74.

Granfeldt Y; Hagander B; Bjorck I. (1995). Metabolic responses to starch in oat and wheat products. On the importance of food structure, incomplete gelatinization or presence of viscous dietary fibre. *European Journal of Clinical Nutrition*. 49:189-199.

Jiménez G C A. (1992). Descripción de variedades de avena cultivadas en México. Folleto Técnico No. 3. INIFAP. CIRCE-CEVAMEX. 72 p.

Kent NL. (1983). Technology of cereals. 3rd. edition. pp. 27-48. Editorial Pergamon Press, Great Britain.

Mariscal-Amaro L A; Huerta-Espino J.; Villaseñor-Mir HE; Leyva-Mir SG; Sandoval-Islas JS; Benítez-Riquelme I. (2009). Genética de la resistencia a roya del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Erikss. & Henning) en tres genotipos de avena (*Avena sativa* L.). Agrociencia 43: 869-879.

Mantovani SM; Bellini MF; Angeli JPF; Oliveira R J; Silva A F; Ribeiro LR. (2008). β-Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. *Mutation Research*. 658. 154-161.

Miller SS; Wood PJ; Pietrzak LN; Fulcher RG. (1993). Mixed Linkage β-Glucan, Protein Content, and Kernel weight in Avena Species. *Cereal Chem.* 70(2):231-233.

Murphy HC; Burnett LC; Kingsolver CH; Stanton TR; Coffman FA. (1940). Relation of crown rust infection to yield, test weight and lodging of oats. *Phytopathology*. 30:808-819.

Ortiz-Robledo F; Villanueva-Fierro I; Oomah BD; Lares-Asef; Proal-Nájera JB; y Návar-Chaidez JJ. (2013). Avenantramidas y componentes nutricionales de cuatro variedades mexicanas de avena (Avena sativa L.). Agrociencia 47 (3): 225-232.

Peterson D; Wesenberg D; Burrup D. (1995). β-Glucan content and its relationship to agronomic characteristics in elite oat germplasm. *Crop Sci.* 35:965-970.

Pins J J; Geleva D; Keenan J M; Frazel C; O'Connor P J; Cherney L M. (2002). Do Whole-grain oat cereals reduce the need for antihypertensive medications and improve blood pressure control?. *The Journal of Family Practice*. 51(4). 352-359.

Reynolds JA; Kastello MD; Harrigton DG; Crabs CL; Peters C.J.; Jemski JV; Scott GH; Di Luzio NR (1980) Glucan-induced enhancement of host resistance to selected infectious diseases. *Infect. Immun.* 30 51-57.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (Julio 2013). Obtenido de la Red. www.siap.gob.mx.Consulta Julio 2013.

Villaseñor MHE; Huerta EJ; Rodríguez GMa F; Hortelano SR; Martínez CE. (2009a). Jade, nueva variedad de avena para siembra de temporal en México. Memoria, CEVAMEX-INIFAP. pp. 111-112.

Villaseñor MHE; Huerta EJ; Rodríguez GMaF; Hortelano SR; Martínez CE y Espitia RE. (2009b). Programa nacional de mejoramiento genético de avena en México: historia y aportaciones. *In:* Reseña histórica 66 años al servicio de México 1943-2009. CEVAMEX. Publicación especial. INIFAP. pp. 33-43.