



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

ISSN: 2007-0934

cienciasagricolas@inifap.gob.mx

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

México

Peña Ramos, Alfonso; Iván Santana, Omar; Briones Reyes, Dolores; Ramírez Díaz, José Luis; Vidal Martínez, Víctor Antonio; Ledesma Miramontes, Alejandro

H-383: híbrido de maíz blanco intermedio para grano y forraje para el norte, centro y occidente de México

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 8, noviembre-diciembre, 2017, pp. 1891-1896

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153822014>

- 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

H-383: híbrido de maíz blanco intermedio para grano y forraje para el norte, centro y occidente de México*

H-383: intermediate white maize hybrid for grain and fodder for northern, central and western Mexico

Alfonso Peña Ramos^{1§}, Omar Iván Santana¹, Dolores Briones Reyes¹, José Luis Ramírez Díaz², Víctor Antonio Vidal Martínez³ y Alejandro Ledesma Miramontes²

¹Campo Experimental Pabellón-INIFAP. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de A., Aguascalientes, México. AP. 20. CP. 20660. Tel. 01 (55) 38718700, ext. 82501. ²Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP. Carretera Libre Tepatitlán-Lagos de Moreno km 8, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. AP. 56. CP. 47600. ³Campo experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP. Entronque carretera Internacional México-Nogales km 6, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. AP 100. [§]Autor para correspondencia: pena.alfonso@inifap.gob.mx.

Resumen

En México la demanda de grano de maíz para consumo humano y pecuario es de alrededor de 38 millones de toneladas; sin embargo, solo se producen entre 25 y 28 millones, el resto se importa de Estados Unidos. El déficit en la producción de maíz se debe principalmente al uso de variedades no apropiadas, manejo deficiente del cultivo y a problemas bióticos y abióticos que ocurren regularmente durante el ciclo del cultivo. Ante la necesidad de contar con híbridos más productivos, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el año 2 000 se inició un programa de mejoramiento genético orientado a obtener híbridos de alto rendimiento de grano y forraje, del cual se derivó el híbrido de cruza simple H-383 de grano blanco formado por la combinación de las líneas PAB7 y PAB8. La línea PAB7 se derivó de la población PGB y su genealogía es PGB-2-1-3-1-1-N1-3-b-b-b. La línea PAB8, corresponde con la línea pública subtropical CML312 del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con tres generaciones más de endogamia para selección de mayor sanidad de mazorca. El híbrido tiene un potencial de rendimiento superior a la

Abstract

In Mexico the demand for maize grain for human consumption and livestock is around 38 million tons; however, only between 25 and 28 million are produced, the rest are imported from the United States. Deficits in maize production are mainly due to the use of inappropriate varieties, poor crop management, and biotic and abiotic problems occurring regularly during the crop cycle. In view of the need for more productive hybrids, the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP) in the year 2 000 initiated a genetic improvement program aimed at obtaining hybrids of high yield of grain and forage, from which the hybrid was derived of single cross h-383 white grain formed by the combination of lines PAB7 and PAB8. The line PAB7 was derived from the PGB population and its pedigree is PGB-2-1-3-1-1-N1-3-b-b-b. The PAB8 line corresponds to the sub-tropical public line CML312 of the International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT) with three more generations of inbreeding for the selection of greater ear health. The hybrid has a yield potential higher than 15 t ha⁻¹ of irrigated grain, and up to 12 t ha⁻¹ in areas of good weather; produces

* Recibido: noviembre de 2017
Aceptado: diciembre de 2017

15 t ha⁻¹ de grano en riego, y hasta 12 t ha⁻¹ en áreas de buen temporal; produce entre 24.7 y 26 t ha⁻¹ de materia seca, con valores entre 71 y 74% en digestibilidad y entre 40 y 48% en digestibilidad de la fibra. Tiene adaptación en áreas de riego de la región Norte Centro de México y El Bajío; así como, en áreas de buen temporal del Centro y Occidente de México, localizadas entre los 1 600 y 2 000 msnm. Es de ciclo intermedio, hojas color verde oscuro y altura entre 3 y 3.2 m. El híbrido se registró en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con la clave: MAZ-1352-190712.

Palabras claves: *Zea mays* L., calidad de forraje, híbrido, producción de forraje, producción de grano.

El maíz es una de las especies más importantes en el mundo, tanto para la alimentación pecuaria como por su uso en la alimentación humana, es de alto contenido energético y puede utilizarse en grandes cantidades en las dietas de vacas lecheras (Núñez *et al.*, 2006). Híbridos con alta digestibilidad, alto contenido de energía y bajo contenido de fibras favorecen mayor producción de leche por tonelada de materia seca (Peña *et al.*, 2006a). Con relación al consumo humano, el maíz tiene una amplia gama de usos, tanto en el ramo industrial como de consumo directo en diversas presentaciones.

En México la demanda de grano de maíz para consumo humano y pecuario es de alrededor de 38 millones de toneladas (Panorama agroalimentario Maíz, 2016), en 2016 se produjeron 28.25 millones (SIAP, 2016), el resto se importó principalmente de Estados Unidos de América. El promedio de rendimiento de grano en las áreas de riego del Norte Centro de México es de 7.95 t ha⁻¹ y el forraje verde para silo de 47.6 t ha⁻¹, comparado con el potencial de más de 14 t ha⁻¹ de grano y 70 t ha⁻¹ de forraje obtenidas experimentalmente (Peña *et al.*, 2004; González *et al.*, 2005; Núñez *et al.*, 2005).

De igual manera, en regiones de buen temporal del Occidente de México y El Bajío, donde se siembra más de medio millón de hectáreas, se obtiene un rendimiento promedio de 6.47 t ha⁻¹ de grano (SIAP, 2016), comparado con rendimientos experimentales superiores a 10 t ha⁻¹ que se han obtenido en la parte central de Jalisco. Lo anterior, es indicativo que existe un potencial que no ha sido alcanzado debido a manejo deficiente del cultivo o bien a una mala elección del híbrido para la siembra. En el mercado de semillas, existen

between 24.7 and 26 t ha⁻¹ dry matter, with values between 71 and 74% in digestibility and between 40 and 48% in fiber digestibility. It has adaptation in areas of irrigation of the North Central region of Mexico and the Bajío; as well as in good weather areas of the Center and West of Mexico, located between 1 600 and 2 000 meters above sea level. It is of intermediate cycle, leaves dark green and height between 3 and 3.2 m. The hybrid was registered in the National Service of Inspection and Certification of Seeds (SNICS) with the key: MAZ-1352-190712.

Keywords: *Zea mays* L., forage production, forage quality, grain yield, hybrid.

Maize is one of the most important species in the world, both for animal feed and for its use in human food, is high in energy and can be used in large quantities in diets of dairy cows (Núñez *et al.*, 2006). Hybrids with high digestibility, high energy content and low fiber content favor higher milk production per ton of dry matter (Peña *et al.*, 2006a). Regarding human consumption, maize has a wide range of uses, both in the industrial sector and direct consumption in various presentations.

In Mexico the demand for maize grain for human consumption and livestock is around 38 million tons (Panorama agroalimentario Maíz, 2016), in 2016 there were 28.25 million (SIAP, 2016), the rest was imported mainly from the United States America. The average grain yield in the irrigated areas of North Central Mexico is 7.95 t ha⁻¹ and the silage green forage of 47.6 t ha⁻¹, compared to the potential of more than 14 t ha⁻¹ grain and 70 t ha⁻¹ of forage obtained experimentally (Peña *et al.*, 2004; Gonzalez *et al.*, 2005; Núñez *et al.*, 2005).

Similarly, in good weather regions of western Mexico and The Bajío, where more than half a million hectares are planted, an average yield of 6.47 t ha⁻¹ of grain (SIAP, 2016) is obtained, compared to experimental yields higher than 10 t ha⁻¹ that have been obtained in the central part of Jalisco. The above, it is indicative that there is a potential that has not been reached due to poor management of the crop or a poor choice of the hybrid for planting. In the seed market, there are hybrids with high grain and forage production that can be used to improve maize production in the region, but it is also necessary to expand the supply of public seeds so that producers have greater options for using high quality materials.

híbridos con alta producción de grano y forraje que pueden usarse para mejorar la producción del maíz en la región, pero también es necesario ampliar la oferta de semillas públicas para que los productores tengan mayores opciones de uso de materiales de alta calidad.

Por lo anterior, en el Campo Experimental Pabellón (CEPAB) del INIFAP, en el período de 2000 a 2008, se llevó a cabo un programa de mejoramiento genético orientado a obtener híbridos de alto rendimiento de grano con el objetivo de contribuir a mejorar la producción de maíz en áreas de riego de la región Norte Centro de México y El Bajío, así como en áreas de buen temporal del Occidente de México. Derivado de este proceso de mejoramiento, se obtuvo el híbrido de cruce simple H-383 de grano blanco formado por la combinación de las líneas progenitoras PAB7 y PAB8.

La línea PAB7 es la hembra del H-383 la cual se derivó de una población subtropical tardía de grano blanco denominada PGB, mediante el método de pedigrí (Fehr, 1987), en el cual se seleccionó para alto rendimiento, sanidad de planta y mazorca y tolerancia al acame durante siete generaciones, su genealogía es PGB-2-1-3-1-1-N1-3-b-b-b. La línea PAB8 es el macho del híbrido, que corresponde con la línea pública subtropical CML312 del CIMMYT, a la cual en el CEPAB se le realizaron tres generaciones más de endogamia, en las que se seleccionó para mayor sanidad de mazorca. En 2006, las mejores líneas de la población PGB se cruzaron con la línea PAB8 para evaluar su habilidad combinatoria.

La cruce más sobresaliente por rendimiento de grano y forraje, estabilidad de producción y sanidad de planta y mazorca, fue la combinación de las líneas PAB7 x PAB8 que corresponde con el híbrido H-383.

La descripción fenotípica del híbrido H-383 se realizó en el CEPAB en el ciclo primavera - verano (PV) de los años 2010 y 2011, de acuerdo a la guía técnica de maíz (UPOV, 2009). El híbrido tiene una altura de planta de 2.8 a 3.2 m, hojas curvadas de color verde oscuro, espiga abierta con 12 a 14 ramas primarias y estigmas de color vino claro. La mazorca es cilíndrica de 20 a 25 cm de longitud, de 5.1 a 6 cm de diámetro, con 16 hileras en promedio, de 41 a 50 granos por hilera y granos de color blanco de textura semidentada (Figura 1). La floración masculina ocurre entre los 84 y 87 días y la madurez fisiológica entre los 150 a 160 días después de la siembra.

Due to the above, a genetic improvement program was conducted in the Experimental Pavilion (CEPAB) of INIFAP between 2000 and 2008, aimed at obtaining hybrids of high yield of grain with the objective of contributing to the improvement of production of maize in irrigated areas of the North Central region of Mexico and The Bajío, as well as in good weather areas of the West of Mexico. Derived from this breeding process, the single-cross hybrid H-383 of white grain formed by the combination of the progenitor lines PAB7 and PAB8 was obtained.

The PAB7 line is the female of the H-383 which was derived from a late-stage white subtropical PGB population using the pedigree method (Fehr, 1987), which was selected for high yield, plant and ear health and tolerance to lodging for seven generations, his pedigree is PGB-2-1-3-1-1-N1-3-b-b-b. The PAB8 line is the male of the hybrid, corresponding to CIMMYT's subtropical public line CML312, to which CEPAB performed three more generations of inbreeding, in which it was selected for greater ear health. In 2006, the best lines of the PGB population were crossed with the PAB8 line to evaluate their combinatorial ability.

The most outstanding crosses for yield of grain and forage, production stability and health of plant and cob, was the combination of the lines PAB7 x PAB8 that corresponds with the hybrid H-383.

The phenotypic description of the H-383 hybrid was carried out in the CEPAB in the spring-summer (SS) cycle of the years 2010 and 2011, according to the maize technical guide (UPOV, 2009). The hybrid has a plant height of 2.8 to 3.2 m, curved leaves of dark green color, open spike with 12 to 14 primary branches and stigmas of light wine color. The cob is cylindrical from 20 to 25 cm in length, from 5.1 to 6 cm in diameter, with 16 rows on average, from 41 to 50 grains per row and white grains of semidentated texture (Figure 1). Male flowering occurs between 84 and 87 days and physiological maturity between 150 and 160 days after sowing.

The PAB7 line has a plant height ranging from 1.9 to 2.2 m, the cob is cylindrical from 15 to 20 cm in length and 4 to 5 cm in diameter, has 12 to 14 rows and 31 to 40 grains per row, is white and toothed texture (Figure 2). The spike is open, 31 to 35 cm in length, with 7 to 9 slightly curved lateral branches, has anthocyanin intensity intermediate in

La línea PAB7 tiene una altura de planta que oscila entre 1.9 y 2.2 m, la mazorca es cilíndrica de 15 a 20 cm de longitud y 4 a 5 cm de diámetro, tiene de 12 a 14 hileras y 31 a 40 granos por hilera, es de color blanco y textura dentada (Figura 2). La espiga es abierta, de 31 a 35 cm de longitud, con 7 a 9 ramas laterales ligeramente curvadas, tiene intensidad de antocianinas intermedia en glumas y tenue en las anteras, los estigmas son de color verde a amarillo claro y las hojas de color verde limón ligeramente curvadas. Las floraciones masculina y femenina ocurren entre los 85 y 90 días y 86 y 91 días, respectivamente.

El progenitor PAB8 tiene una altura de planta de 1.6 a 1.9 m, la floración masculina ocurre entre los 86 y 91 días y la femenina entre los 90 y 94 días, tiene hojas curvadas de color verde oscuro, espiga semiabierto entre 41 y 60 grados, con 10 a 12 ramas primarias y estigmas de color guinda. La mazorca es cilíndrica, de 15 a 20 cm de longitud, con 12 a 14 hileras y 21 a 30 granos por hilera, es de grano blanco de textura semicristalina (Figura 3). De acuerdo con la descripción del CIMMYT (1999), esta línea tiene una calificación de 2, 1.9 y 3 para *P. Sorghi*, *E. turcicum* y pudrición de mazorca, respectivamente.



Figura 1. Tipo de planta y mazorca del híbrido de maíz H-383.
Figure 1. Type of plant and ear of the maize hybrid H-383.

El híbrido H-383 se adapta a regiones de transición y áreas con clima subtropical. En primavera-verano, se puede sembrar en las áreas de riego del Altiplano del Norte Centro de México y el Bajío en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro; así como, en áreas de buen temporal del Occidente de México. En 25 localidades de evaluación realizadas desde el año 2006 en diferentes estados del país, se obtuvo un rendimiento promedio de 10.6 t ha⁻¹, igual al del mejor testigo comercial con los cuales se evaluó.

El rendimiento de grano potencial bajo condiciones de riego ha sido superior a las 16 t ha⁻¹, con una densidad de población de 80 mil plantas ha⁻¹ y una dosis de fertilización de 240-

glumes and tenuous in the anthers, the stigmas are green to light yellow and green leaves lemon slightly curved. Male and female blooms occur between 85 and 90 days and 86 and 91 days, respectively.

The progenitor PAB8 has a plant height of 1.6 to 1.9 m, male flowering occurs between 86 and 91 days and female between 90 and 94 days, has dark green curved leaves, semi-open spike between 41 and 60 degrees, with 10 to 12 primary branches and stigmas of cherry color. The cob is cylindrical, 15 to 20 cm long, with 12 to 14 rows and 21 to 30 grains per row, is of white grain with a semicrystalline texture (Figure 3). According to the description of CIMMYT (1999), this line has a rating of 2, 1.9 and 3 for *P. Sorghi*, *E. turcicum* and cob rot, respectively.



Figura 2. Tipo de planta y mazorca del progenitor PAB7.
Figure 2. Type of plant and ear of the parent PAB7.



Figura 3. Tipo de planta y mazorca del progenitor PAB8.
Figure 3. Type of plant and ear of the parent PAB8.

The H-383 hybrid adapts to transitional regions and areas with subtropical climate. In spring-summer, it can be planted in the irrigated areas of the North Central Plateau of Mexico and the Bajío in the states of Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosi and Queretaro; as well as in areas of good weather in the West of Mexico. In 25 localities of evaluation carried out from 2006 in different states of the country, an average yield of 10.6 t ha⁻¹, was obtained, equal to the one of the best commercial witness with which it was evaluated.

Potential grain yield under irrigation conditions was higher than 16 t ha⁻¹, with a population density of 80 000 ha⁻¹ plants and a fertilization rate of 240-100-00 + 20 kg

100-00 + 20 kg de elementos menores. En condiciones de buen temporal en el Occidente de México se obtuvieron rendimientos experimentales hasta de 14 t ha⁻¹. No se ha evaluado en el ciclo otoño-invierno (O-I), pero se espera que presente buena respuesta también en la costa del Pacífico de México como Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima.

En parcelas de validación de riego con productores en el Valle de Aguascalientes, se han obtenido rendimientos de grano comerciales de 13.7 t ha⁻¹, y de forraje para silo de 98.3 t ha⁻¹ y en temporal en una localidad de San Pedro de Mojarras en Santa María del Oro, Nayarit, de 8.4 t ha⁻¹ de grano. En las evaluaciones realizadas, no ha presentado problemas de enfermedades de importancia económica como *Fusarium verticillioides*, *Helmintosporium turcicum*, carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*) o *Ustilago maydis*. Ocasionalmente ha presentado acame de raíz.

En tres años de evaluación para producción y calidad forrajera, el híbrido H-383 produjo entre 24.7 y 26 t ha⁻¹ de materia seca, con valores entre 71 y 74% en digestibilidad de la materia seca y entre 40 y 48% en digestibilidad de la fibra. Estos rendimientos son superiores a los reportados por Peña *et al.* (2006b; 2006c; 2010) con otros híbridos, y similares a los testigos con los cuales se comparó. Los resultados muestran que el H-383 es competitivo con los mejores híbridos comerciales y puede ser una opción para empresas nacionales que carecen de programas de investigación y para productores agrícolas que dependen de híbridos de compañías transnacionales que ofrecen sus semillas a precios altos, lo cual en ocasiones representa más de 15% del costo total del cultivo.

El híbrido H-383 se registró en el año 2012 ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con la clave: MAZ-1352-190712 y en diciembre de 2013, se obtuvo el título de obtentor número: 1109 para su aprovechamiento y explotación exclusiva del INIFAP. La semilla registrada de ambos progenitores para la reproducción comercial del híbrido H-383 está disponible en el Campo Experimental Pabellón del INIFAP.

Conclusiones

La producción de semilla certificada del híbrido puede realizarse en el ciclo primavera-verano en el Altiplano del Norte Centro de México en altitudes de 1 800 a 2 000 m,

of smaller elements. Under good weather conditions in western Mexico, experimental yields of up to 14 t ha⁻¹ were obtained. It has not been evaluated in the autumn-winter cycle (A-W), but it is expected to present a good response also in the Pacific coast of Mexico such as Sinaloa, Nayarit, Jalisco and Colima.

In irrigation validation plots with producers in the Aguascalientes Valley, commercial grain yields of 13.7 t ha⁻¹ and forage for silo of 98.3 t ha⁻¹ have been obtained and in a locality of San Pedro de Mojarras in Santa María del Oro, Nayarit, of 8.4 t ha⁻¹ of grain. In the evaluations carried out, it has not presented problems of economically important diseases such *Fusarium verticillioides*, *Helmintosporium turcicum*, charcoal (*Sphacelotheca reiliana*) or *Ustilago maydis*. Occasionally he has submitted root mail.

In three years of evaluation for production and forage quality, the H-383 hybrid produced between 24.7 and 26 t ha⁻¹ of dry matter, with values between 71 and 74% in dry matter digestibility and between 40 and 48% in digestibility of the fiber. These yields are higher than those reported by Peña *et al.* (2006b; 2006c; 2010) with other hybrids, and similar to the controls with which it was compared. The results show that the H-383 is competitive with the best commercial hybrids and may be an option for national companies lacking research programs and for agricultural producers who depend on hybrids from transnational companies offering their seeds at high prices, which sometimes represents more than 15% of the total cost of the crop.

The hybrid H-383 was registered in 2012 before the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS) with the key: MAZ-1352-190712 and in December 2013, obtained the title of breeder number: 1109 for its exploitation and exclusive exploitation of INIFAP. The registered seed of both parents for the commercial reproduction of the H-383 hybrid is available in the INIFAP Pavilion Experimental Field.

Conclusions

Certified seed production of the hybrid can be done in the spring-summer cycle in the North Central Altiplano of Mexico at altitudes of 1 800 to 2 000 m, and in the autumn-winter cycle on the coast of Nayarit, Jalisco and Colima. By

y en el ciclo otoño-invierno en la costa de Nayarit, Jalisco y Colima. Por el ciclo biológico de ambos progenitores, se pueden sembrar al mismo tiempo con una relación hembra: macho 4:2 ó 6:2, según se le facilite al productor; de esta forma, se pueden obtener hasta 4 t ha⁻¹ de semilla beneficiada.

the biological cycle of both parents, they can be sown at the same time with a female: male ratio 4: 2 or 6: 2, as facilitated to the producer; in this way, up to 4 t ha⁻¹ of beneficiated seed can be obtained.

End of the English version



Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los investigadores de INIFAP, MC. Fernando González Castañeda, Dra. Ma. Del Rosario Tovar Gómez, MC. Arturo Terrón Ibarra y MC. Adán Castillo Rosales por su participación en la evaluación del híbrido y al INIFAP, por el financiamiento brindado al proyecto.

Literatura citada

- CIMMYT. 1999. Maize inbred lines released by CIMMYT: a compilation of 424 CIMMYT maize lines (CMLs)-CML 1- CML 424 (First draft). CIMMYT. 56 p.
- González C. F.; Peña R. A. y Núñez H. G. 2005. Híbridos de maíz para forraje con alto rendimiento y calidad nutricional. II. Aguascalientes. *In*: memoria de la XVII semana internacional de agronomía. Universidad Juárez del estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango, México. 295-300 p.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Theory and technique. Iowa State University. Published by Macmillan Publishing Company. ISBN 0-07-020345-8. United States of America. Volume 1. 536 p.
- Núñez, H. G.; Faz, C. R.; González, C. F. y Peña, R. A. 2005. Híbridos de maíz para forraje con alto rendimiento y calidad nutricional. I. Región Lagunera. *In*: memoria de la XVII semana internacional de agronomía. UJED, Durango, México. 301-305 p.
- Núñez, H. G.; Peña, R. A.; González, C. F. y Faz, C. R. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. 45-97 pp.
- Panorama agroalimentario maíz. 2016. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200637/panorama_agroalimentario_ma_z_2016.pdf.
- Peña, R. A.; Núñez, H. G.; Preciado, O. R. E.; Luna, F. M.; Castro, R. V. M. y González, C. F. 2004. Informe final. Mejoramiento genético para la formación de híbridos y variedades de maíz para la región Norte Centro de México. PRECI 3298. INIFAP-CIRNOC-CEPAB. 154 p.
- Peña, R. A.; Núñez, H. G.; González, C. F. y Faz, C. R. 2006a. Mejoramiento genético del maíz forrajero. 1-43 pp.
- Peña, R. A.; González, C. F.; Núñez, H. G. y Maciel, P. L. H. 2006b. Producción y calidad forrajera de híbridos precoces de maíz en respuesta a fecha de siembra, nitrógeno y densidad de población. *Rev. Fitotec. Mex.* 29:207-213.
- Peña, R. A.; González, C. F.; Núñez, H. G.; Tovar, G. Ma.; Preciado, O. R. E.; Terrón, I. A.; Gómez, M. N. y Ortega, C. A. 2006c. Estabilidad del rendimiento y calidad forrajera de híbridos de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 29:109-114.
- Peña, R. A.; González, C. F. y Robles, E. F. J. 2010. Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(1):27-35.
- SIAP (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera). 2016. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. 2016. http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/.
- UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2009. Maíz, código upov: ZEAAA_MAY. *Zeamays* L. TG/2/7. www.upov.int.