

## SINALOENSE-202, NUEVA VARIEDAD DE SORGO PARA EL ESTADO DE SINALOA\*

### SINALOENSE-202, NEW SORGHUM CULTIVAR FOR THE STATE OF SINALOA

Luis Alberto Hernández Espinal<sup>1</sup>§, Tomás Moreno Gallegos<sup>1</sup>, Alfredo Loaiza Meza<sup>1</sup> y Juan Esteban Reyes Jiménez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Valle de Culiacán. INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Culiacán. Sinaloa, México. Tel. 01 667 8461014. (moreno.tomas@inifap.gob.mx), (loaiza.alfredo@inifap.gob.mx), (reyes.esteban@inifap.gob.mx). §Autor de correspondencia: hernandez.luisalberto@inifap.gob.mx.

#### RESUMEN

La nueva variedad de sorgo Sinaloense-202 fue desarrollado en el Campo Experimental Valle de Culiacán del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias y registrado con el número 2204-SOG-528-090209/C en el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación de México. Esta variedad se adapta a las áreas productoras de sorgo para el estado de Sinaloa. Sinaloense-202 es una variedad de grano crema y se recomienda para condiciones de riego y temporal. El rendimiento promedio de la variedad es de 3 210 kg ha<sup>-1</sup> de grano y 28 608 kg ha<sup>-1</sup> de forraje verde, supera en promedio 8% y 18.1% respectivamente; el rendimiento de híbridos comerciales de compañías privadas, que se cultivan en la región bajo las mismas condiciones. Sinaloense-202 tiene mejor calidad bromatológica que los híbridos comerciales en el forraje, con un 8.3% de proteína y 59% de digestibilidad, supera en promedio 1.1% y 10% respectivamente, a los híbridos comerciales. Es tolerante a enfermedades que se presentan en la región, como son: ergot (*Claviceps africana*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), tizón de la panoja (*Fusarium moniliforme*) y pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*).

**Palabras clave:** adaptación, forraje, grano, resistencia a enfermedades, sorgo.

#### ABSTRACT

The new sorghum variety Sinaloense-202 was developed in the Culiacán Valley Experiment Station of the National Forestry, Agriculture and Livestock Research Institute and was registered with the number 2204-SOG-528-090209/C in the Catalogue of Feasible Varieties of Certification in México. This variety is adapted to sorghum-producing areas in State of Sinaloa, Mexico. The variety Sinaloense-202 has cream grain and is recommended either for irrigation and rainfall areas. The average yield of the variety is 3 210 kg ha<sup>-1</sup> of grain and 28 608 kg ha<sup>-1</sup> of green forage, which is 8% and 18.1% respectively; higher than the grain and fresh forage yield of commercial hybrids from private companies cultivated in the region. Sinaloense-202 has better bromatologic quality in the forage than commercial hybrids, with 8.3% of protein and 59% of digestibility, which is 1.1% and 10% higher than commercial hybrids. It is tolerant to ergot (*Claviceps africana*), anthracnose (*Colletotrichum graminicola*), head blight (*Fusarium moniliforme*) and charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*).

**Key words:** adaptation, disease resistance, forage, grain, sorghum.

\* Recibido: julio de 2010  
Aceptado: diciembre de 2010

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en 2009 fue de 2 195 853 ha, con una producción de 6 millones 108 mil toneladas de grano y 5 millones 081 mil toneladas de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas; se siembran 308 mil 057 hectáreas. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercer lugar en producción en México: 617 mil 852 toneladas de grano y 743 mil 682 toneladas de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2010).

El sorgo es uno de los principales granos en nuestro país. Su importancia radica en que nutre de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales (Loaiza *et al.*, 2008), lo cual permite que en el mercado alimentario disponga de proteínas de origen animal. El estado de Sinaloa destaca a nivel nacional por el volumen y valor de su producción pecuaria, donde es relevante la producción de carne y leche de bovinos, así como la de carne de aves (Moreno *et al.*, 2010).

Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa son la sequía, causada por la distribución errática de lluvias y el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. En la entidad, 70% del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, mientras que 30% bajo riego, con rendimientos promedio de 1.26 t ha<sup>-1</sup> y 7.12 t ha<sup>-1</sup> de grano, respectivamente; mientras que en forraje verde son de 16.06 t ha<sup>-1</sup> en temporal y 30.05 t ha<sup>-1</sup> en riego (SIAP, 2010); lo cual incide en la obtención de genotipos más eficientes para el aprovechamiento de la humedad disponible del suelo, además el ciclo biológico debe ser más corto o intermedio para adecuarse a la distribución errática de la precipitación pluvial.

Otro aspecto importante son las enfermedades ocasionadas por hongos que provocan pérdidas en la producción de grano: ergot causada por *Claviceps africana*, antracnosis causada por *Colletotrichum graminicola*; tizón de la panoja causada por *Fusarium moniliforme* y pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (González *et al.*, 2005; Velázquez *et al.*, 2001; Williams-Alamís *et al.*, 2009). Para esta región, el programa de mejoramiento genético de sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha liberado cuatro variedades de sorgo tolerantes a enfermedades ocasionadas por hongos y a condiciones abióticas adversas (Palacios *et al.*, 2001; Medina, 2003; Palacios *et al.*, 2009a; Palacios *et al.*, 2009b).

In Mexico, sorghum sowed surface (*Sorghum bicolor* L. Moench) in 2009 was of 2 195 853 ha, with a production of 6 millions 108 thousand t of grain and 5 millions 081 thousand tons of green forage. Sinaloa ranks second nationwide, after Tamaulipas, in sorghum sowed surface with 308 thousand 057 ha. As for production, Sinaloa ranks third place in Mexico: 617 thousand 852 tons of grain and 743 thousand 682 tons of green forage of sorghum per year (SIAP, 2010).

Sorghum is one of main grains in our country. Its importance resides in that provides raw material to animal balanced food industry (Loaiza *et al.*, 2008), which allows that proteins of animal origin are available in food market. The State of Sinaloa highlights at national level for the volume and value of its cattle production, where it is outstanding the milk of bovine and meat production, as well as that of birds meat (Moreno *et al.*, 2010).

Among main problems that sorghum cultivation faces in Sinaloa are drought, caused by erratic distribution of rains, and scarce usage of humidity conservation practices. In the state, 70% of sorghum is cultivated under rainfall conditions, while 30% under irrigation, with average yields of 1.26 t ha<sup>-1</sup> and 7.12 t ha<sup>-1</sup> of grain, respectively; while in green forage they are of 16.06 t ha<sup>-1</sup> in rainfall and 30.05 t ha<sup>-1</sup> in irrigation (SIAP, 2010), which impacts in obtaining more efficient genotypes for use of available humidity of soil, also biological cycle should be shorter or intermediate to be adapted to erratic distribution of pluvial precipitation.

Another important aspect is fungal diseases that cause losses in grain production: ergot caused by *Claviceps africana*, anthracnose caused by *Colletotrichum graminicola*; head blight caused by *Fusarium moniliforme* and charcoal rot of stem caused by *Macrophomina phaseolina* (González *et al.*, 2005; Velázquez *et al.*, 2001; Williams-Alamís *et al.*, 2009). For this region, the program of genetic improvement of sorghum of INIFAP's Campo Experimental Valle de Culiacán has released four sorghum varieties tolerant to fungal disease and to abiotic adverse conditions (Palacios *et al.*, 2001; Medina, 2003; Palacios *et al.*, 2009a; Palacios *et al.*, 2009b).

The sorghum variety (*Sorghum bicolor* L. Moench) Sinaloense-202 with adaptation to State of Sinaloa, Mexico, it was obtained in the program of genetic improvement of sorghum of the Field Experimental Valley

La variedad de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), Sinaloense-202 con adaptación al estado de Sinaloa, México, fue obtenida en el programa de mejoramiento genético de sorgo del CEVACU por recombinación genética y selección. El germoplasma que dio origen a esta variedad fue introducido durante 1986 al CEVACU, en Sinaloa, México, procedente del Instituto Internacional para el mejoramiento de Cultivos de los Trópicos Semi-Áridos (ICRISAT, por sus siglas en inglés). Sus líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador de la fertilidad masculino, de genealogía ignata; se le asignó la numeración S-23 como identificación. La selección de la línea S-23, se inició a partir de la generación F<sub>2</sub>, mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante seis generaciones F<sub>6</sub> se obtuvo la línea que generó a Sinaloense-202, misma que se identificó con el siguiente pedigrí:

Pedigrí: S-23(2)-2-3-3-1-2-1-2

La nueva variedad Sinaloense-202 se empezó a evaluar a partir de 2002 en ensayos de rendimiento bajo condiciones de temporal y riego, en varias localidades del estado de Sinaloa, México hasta 2008, y se encuentra inscrito ante el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) con el número 2204-SOG-528-090209/C. La semilla certificada está siendo producida por el CEVACU de INIFAP, Sinaloa y está siendo comercializada desde 2010, entre los agricultores de los estados de Tamaulipas y Sinaloa.

En el sur y centro de Sinaloa, donde el clima predominante es trópico seco, con precipitación entre 450 y 600 mm, durante el ciclo primavera-verano en condiciones de temporal, la variedad Sinaloense-202 es de ciclo intermedio (63 días a la floración y 105 días a la cosecha), con una altura de planta de 251 m, cuenta con buena excursión (22 cm), espigas medianas (28 cm), semicompacta y grano de color crema. Estos son de forma circular y semiaplanada, con testa y endospermo de textura semicristalina. En esta región se han obtenido excelentes rendimientos de forraje y grano con este material, compitiendo favorablemente con los híbridos comerciales. Sinaloense-202 durante el ciclo otoño-invierno en condiciones de riego, las características de altura de planta, longitud de panoja y longitud de excursión, tienden a tener valores más bajos que en temporal.

En evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en la zona sur y centro de Sinaloa, Sinaloense-202 mostró un comportamiento superior a los testigos comerciales incluidos como testigos. En ensayos de rendimiento realizados

of Culiacán (CEVACU) for genetic recombination and selection. The germoplasm that gave origin to this variety was introduced during 1986 to CEVACU, in Sinaloa, Mexico, coming from the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). Its parent lines were a female androsterile and a masculine fertility restoring line, of unknown genealogy; it was assigned number S-23 as identification. The selection of line S-23, began starting from generation F<sub>2</sub>, by means of cob per furrow method or pedigree during six generations F<sub>6</sub> was obtained the line that generated Sinaloense-202, same that was identified with the following pedigree:

Pedigree: S-23(2)-2-3-3-1-2-1-2

The new variety Sinaloense-202 began to evaluate from 2002 in yield essays under rainfall conditions and irrigation in several localities of State of Sinaloa, Mexico to 2008, and it is inscribed at Catalog of Feasible Varieties of Certification (CVC) with the number 2204-SOG-528-090209/C. The certified seed is being produced by INIFAP's CEVACU, Sinaloa and it is being marketed since 2010, with farmers of the States of Tamaulipas and Sinaloa.

In southern and central Sinaloa, where the predominant climate is tropical dry, with precipitation between 450 and 600 mm, during the spring-summer cycle under rainfall conditions, the Sinaloense-202 variety is of intermediate cycle (63 days to flowering and 105 days to harvest), with a plant height of 2.51 m, it has good excursión (22 cm), medium spikes (28 cm), semicompact, and cream grain color. These are of circular and semiflattened form, with coat and endosperm of semi-crystalline texture. In this region excellent forage and grain yields have been obtained with this material, competing favorably with the commercial hybrids. Sinaloense-202 during autumn-winter cycle under irrigation conditions, the characteristics of plant height, cob longitude and excursion longitude, tend to have lower values that those of rainfall.

In evaluations carried out under rainfall conditions in south and center area of Sinaloa, Sinaloense-202 showed a superior behavior than commercial control included as witness. In yield essays carried out in a six year period (2002 to 2008) during spring-summer cycle under rainfall, Sinaloense-202 demonstrated to yield 3 210 kg ha<sup>-1</sup> on average of green forage, to overcome in 8% to average

en un periodo de seis años (2002 a 2008) durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, Sinaloense-202 demostró rendir en promedio 3 210 kg ha<sup>-1</sup> de grano para superar 8% al promedio de cinco testigos comerciales. Al compararlo con los materiales comerciales de INIFAP Perla-101 y Fortuna durante el ciclo primavera-verano en los años (2003 a 2004) y mismo ambiente, Sinaloense-202 en promedio, rindió respectivamente 10.2% y 21.2% más de grano.

Se evaluó en 20 localidades la producción de forraje, establecidos bajo temporal durante los ciclos primavera-verano 2002 a 2008, Sinaloense-202 demostró rendir en promedio 28 608 kg ha<sup>-1</sup> de forraje verde, para superar en 18.1% al promedio de cinco testigos comerciales. En la evaluación de rendimiento bajo temporal durante los ciclos primavera-verano 2007 a 2008, se evaluó también su calidad bromatológica del forraje, en comparación con variedades e híbridos comerciales teniendo 8.3% de proteína y 59% de digestibilidad, superando a los testigos en 1.1% y 10%, respectivamente. Con su nivel de rendimiento y calidad bromatológica del forraje, la variedad Sinaloense-202 se ubica como un material de doble propósito, cuyo potencial puede ser destinado al ensilaje, actividad estratégica de conservación de forraje que coadyuva en la solución del principal problema de la ganadería de temporal en Sinaloa: la falta de forraje durante la época seca del año.

Durante el periodo de evaluación de la variedad Sinaloense-202, se identificaron las siguientes enfermedades en híbridos testigos utilizados: ergot causada por *Claviceps african*, antracnosis causada por *Colletotrichum graminicola*, tizón de la panoja causada por *Fusarium moniliforme* y pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina* (Velázquez *et al.*, 2001; González *et al.*, 2005; Williams-Alamís *et al.*, 2009). La variedad Sinaloense-202 presentó mayor tolerancia ante esta compleja variación de enfermedades, además de mayor adaptación a condiciones adversas que los híbridos comerciales.

La tolerancia a la pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina*, cuya incidencia es mayor en plantas expuestas a largos periodos de sequía y altas temperaturas (Clafin y Giordan, 2002), condiciones que prevalecen normalmente en cultivos de sorgo de temporal localizados en el centro y sur de Sinaloa ocasionando reducción en el rendimiento y la calidad del grano hasta 30%, y si el estrés persiste durante el desarrollo, las pérdidas pueden

of five commercial control. When comparing it with commercial materials of INIFAP Perla-101 and Fortune during the spring-summer cycle in the years (2003 to 2004) and same environment, Sinaloense-202 yield 10.2% and 21.2 % on average respectively, more of green forage.

In 20 localities forage production was evaluated, established under rainfall during spring-summer 2002 to 2008 cycles, Sinaloense-202 demonstrated to yield on average 28 608 kg ha<sup>-1</sup> of green forage to overcome in 18.1% to the average of five commercial controls. In yield evaluation under rainfall during spring-summer 2007 to 2008 cycles, it was also evaluated bromatologic quality of forage, in comparison with varieties and commercial hybrids having 8.3% protein and 59% digestibility, overcoming the control in 1.1 % and 10%, respectively. The yield level and the bromatological quality of forage locates the Sinaloense-202 variety as a material of double purpose whose potential can be dedicated to silage; strategic activity of forage conservation that cooperates in the solution of main problem of seasonal cattle in Sinaloa: forage lack during drought time of the year.

During evaluation period of variety Sinaloense-202, the following diseases were identified in used hybrid control: ergot caused by *Claviceps african*, anthracnose caused by *Colletotrichum graminicola*, head blight caused by *Fusarium moniliforme* and charcoal rot of stem caused by *Macrophomina phaseolina* (González *et al.*, 2005; Velázquez *et al.*, 2001; Williams-Alamís *et al.*, 2009). Sinaloense-202 variety presented bigger tolerance to this complex variation of diseases, also presenting better adaptation to adverse conditions than commercial hybrids.

Regarding the tolerance to tolerance to charcoal rot of stem caused by *Macrophomina phaseolina*, whose incidence is bigger in plants exposed to long periods of drought and high temperatures (Clafin and Giordan, 2002), condition that usually prevail in rainfall sorghum crop in the center and south of Sinaloa, causing reduction in the yield and grain quality of 30%, and if stress persists during the development, the losses can arrive up to 100% (Edmunds, 1964; Williams-Alamís *et al.*, 2004; Montes-García y Díaz-Franco, 2006). Sinaloense-202 variety is reported as moderately tolerant to this disease (Williams-Alamís *et al.*, 2009).

llegar a 100% (Edmunds, 1964; Williams-Alamís *et al.*, 2004; Montes-García y Díaz-Franco, 2006). La variedad Sinaloense-202 se reporta como moderadamente tolerante a esta enfermedad (Williams-Alamís *et al.*, 2009).

## AGRADECIMIENTOS

Al apoyo financiero proporcionado por la Fundación Produce Sinaloa, A. C. a través del proyecto. Núm. 2055985A titulado: formación de variedades e híbridos de sorgo para temporal y riego en el estado de Sinaloa.

## LITERATURA CITADA

- Clafin, L. E. and Giorda, L. M. 2002. Stalk rots of sorghum. *In*: Leslie, J. F. (ed). Sorghum and Millet Diseases. Chapter 33. Iowa State Press. Ames, USA. 504 p.
- Edmunds, L. K. 1964. Combined relation of plant maturity, temperature, and soil moisture to charcoal stalk rot development in grain sorghum. *Phytopathology* 54:514-517.
- González, R.; Ávila, J. y Pieruzzini, N. 2005. Manejo de las principales enfermedades del sorgo en el estado Portuguesa. *Aspectos Fitosanitarios* 6. 29-32.
- Loaiza, M. A.; Reyes, J. J. E.; Moreno, G. T. y Martínez, A. C. O. 2008. Tecnologías para mejorar la productividad de los ranchos ganaderos. Resultados de proyectos de investigación. Fundación Produce Sinaloa, A. C. 25-28p.
- Medina, C. S. 2003. Perla 101 variedad de sorgo de polinización libre. SAGARPA- INIFAP. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 23. 6-22 p.
- Moreno, G. T.; Hernández, E. L. A.; Loaiza, M. A.; Reyes, J. J. E. 2010. Formación de variedades e híbridos de sorgo para temporal y riego en el estado de Sinaloa. INIFAP. Publicación especial. Núm. 12. 32-38 p.
- Montes-García, N. y Díaz Franco, A. 2006. Fitopatología. *In*: Rodríguez del Bosque, L. A. (ed). Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. 192-213 pp.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To financial support provided by Fundación Produce Sinaloa, A. C. through project number 2055985A titled: formation of sorghum varieties and hybrids for rainfall and irrigation in State of Sinaloa.

*End of the English version*



- Palacios, V. O.; Moreno-Gallegos, T. G. y Reyes-Jiménez, J. E. 2001. Costeño 201, sorgo de doble propósito para temporal en Sinaloa. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 2. 22 p.
- Palacios, V. O.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A.; Reyes, J. J. E. y Medina, C. S. 2009a. Gavatero-203 Nueva variedad de sorgo forrajero para Sinaloa. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 31. 7-10 p.
- Palacios, V. O.; Moreno, G. T.; Reyes, J. J. E.; Loaiza, M. A. y Medina, C. S. 2009b. Sinaloense-202, nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 32. 7-10 p.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Anuario estadístico. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.
- Velázquez, V. R.; Narro, S. J. y Torres, M. H. 2001. Diseminación inicial del cornezuelo (*Claviceps africana*) de sorgo en México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 19:100-103.
- Williams-Alanís, H.; Zavala-García, F.; Martínez-Hernández, R.; Rangel-Estrada, S. E. y Machuca-Orta, I. 2004. Reacción a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid de híbridos comerciales y experimentales de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano. *Rev. Mex. Fitopatol.* 22:216-222.
- Williams-Alanís, H.; Pecina-Quintero, V.; Montes-García, N.; Palacios-Velarde, O.; Arcos-Cavazos, G. y Vidal-Martínez, V. A. 2009. Reacción de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Rev. Mex. Fitopatol.* 27:148-155.