

GAVATERO-203, NUEVA VARIEDAD DE SORGO FORRAJERO PARA EL ESTADO DE SINALOA*

GAVATERO-203, NEW SORGHUM FORAGE CULTIVAR FOR THE STATE OF SINALOA

Luis Alberto Hernández Espinal[§], Tomás Moreno Gallegos¹, Alfredo Loaiza Meza¹ y Juan Esteban Reyes Jiménez¹

¹Campo 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 Gavatero-203, fue desarrollado en el Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP y registrado con el número 2205-SOG-529-090209/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. Gavatero-203 es una variedad de grano rojo y se recomienda para condiciones de riego y temporal. El rendimiento promedio de la variedad es de 2 849 kg ha⁻¹ de grano y 35 367 kg ha⁻¹ de forraje verde, supera en promedio 18.5% y 15.4% respectivamente al rendimiento de híbridos comerciales de compañías privadas, que se cultivan en la región bajo las mismas condiciones. Gavatero-203 tiene mejor calidad bromatológica que los híbridos comerciales en el forraje, con un 7.3% de proteína y 66.4% de digestibilidad, supera en promedio 1% y 6% respectivamente, a los híbridos comerciales. Es tolerante a enfermedades que se presentan en la región, como son: ergot (*Claviceps african*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola*), tizón de la panoja (*Fusarium moniliforme*) y pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*). El forraje de sorgo Gavatero-203, se recomienda como un material de doble propósito en prácticas de conservación de forraje como henificado y ensilaje.

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

ABSTRACT

The new sorghum variety Gavatero-203 was developed at Culiacán Valley Experiment Station of the National Research Forestry, Agriculture and Livestock Institute (INIFAP) and was registered with the number 2205-SOG-529-090209/C in the Catalogue of Feasible Varieties of Certification in Mexico. This variety is adapted to sorghum-producing areas in State of Sinaloa, Mexico. The variety Gavatero-203 has red grain and is recommended either for irrigation and rainfall areas. The average yield of the variety is 2 849 kg ha⁻¹ of grain and 35 367 kg ha⁻¹ of green forage, which is 18.5% and 15.4% higher than the grain and fresh forage yield of commercial hybrids from private companies cultivated in the region. Gavatero-203 has better bromatologic quality in the forage than commercial hybrids, with 7.3% of protein and 66.4% of digestibility, which is 1% and 6% higher than commercial hybrids. It is tolerant to ergot (*Claviceps african*), anthracnose (*Colletotrichum graminicola*), head blight (*Fusarium moniliforme*) and charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*). The forage of Gavatero-203 can be used either for hay and silage.

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

* Recibido: mayo de 2010
Aceptado: diciembre de 2010

Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en 2008 fue de 308 057 ha, más 70% de esta superficie se cultiva bajo condiciones de temporal, que corresponde al ciclo primavera verano (SIAP, 2010). En la entidad destaca a nivel nacional la producción pecuaria, la producción de carne y leche de bovinos, así como carne de aves. Sin embargo, la limitante en esta actividad es la falta de alimentación durante la época seca del año (Moreno *et al.*, 2010).

En Sinaloa, las actividades agropecuarias se realizan fundamentalmente bajo condiciones de temporal, en áreas dispersas, localizadas en lomeríos (con suelos delgados y con pendientes de 2 a 25%), lo anterior, aunado a la mala distribución y cantidad de la lluvia (450 a 600 mm), origina que la superficie dedicada a la agricultura no sea apta para la producción rentable de granos. Esta situación ha obligado a los productores a integrar las actividades agrícolas y ganaderas. En la región desde 1993 se empezó a implementar una nueva tecnología de producción, basada principalmente en la siembra de sorgo forrajero y el uso de prácticas de conservación de forraje, como henificado y ensilaje (Loaiza *et al.*, 2008).

Los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa son la sequía, ocasionada por la errática distribución de lluvias y el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. Considerando que 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⁻¹ y 7.12 t ha⁻¹ de grano, respectivamente; mientras que en sorgo forrajero son de 16.06 t ha⁻¹ en temporal y 30.05 t ha⁻¹ 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 relevante en el cultivo del sorgo son las enfermedades ocasionadas por hongos que provocan pérdidas en la producción de grano: 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* (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

Sinaloa ranks second nationwide in sorghum sowed surface (*Sorghum bicolor* L. Moench), which in 2008 it was of 308 057 ha, more than 70% of this surface is cultivated under rainfall conditions that corresponds to spring summer cycle (SIAP, 2010). In the state, cattle production, meat production and milk of bovine, as well as birds meat highlight at national level. However, lack of feeding during drought time of year is a restrictive condition in this activity (Moreno *et al.*, 2010).

In Sinaloa, the agricultural activities are carried out mainly on low rainfall conditions, in dispersed areas, located in hillocks (with thin soils and with slopes of 2 to 25%), this together with bad distribution and quantity of rain (from 450 to 600 mm), it results in that surface dedicated to agriculture is not capable for profitable grains production. This situation has farmers to integrate the agricultural and cattle activities. In the region, a new production technology is implemented in 1993, based mainly on forage sorghum sowing and use of forage conservation practices, as hay and silage (Loaiza *et al.*, 2008).

The main problems that sorghum cultivation faces in Sinaloa are drought, caused by erratic distribution of rains and scarce use of humidity conservation practices. Considering that in the state 70% of sorghum is cultivated under rainfall conditions, while 30% under irrigation, with average yields of 1.26 t ha⁻¹ and 7.12 t ha⁻¹ of grain, respectively; while in forage sorghum they are of 16.06 t ha⁻¹ in rainfall and 30.05 t ha⁻¹ 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 outstanding aspect in sorghum cultivation is the problem caused by fungal disease that report losses in grain production: 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). For this region, the program of genetic improvement of sorghum of INIFAP's Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) has released four sorghum varieties tolerant to fungal diseases and to abiotic adverse conditions (Palacios *et al.*, 2001; Medina, 2003; Palacios *et al.*, 2009a; Palacios *et al.*, 2009b).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha liberado cuatro variedades de sorgo tolerantes a enfermedades provocadas por hongos y a condiciones abióticas adversas (Palacios *et al.*, 2001; Medina, 2003; Palacios *et al.*, 2009a; Palacios *et al.*, 2009b).

La variedad de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Gavatero-203 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 VC-462 como identificación. La selección de la línea VC-462, se inició a partir de la generación F₂, mediante el método de surco por panoja o pedigrí durante seis generaciones F₆ se obtuvo la línea que generó a Gavatero-203, misma que se identificó con el pedigrí: VC-462-3-2-2-1-1-3.

La nueva variedad Gavatero-203 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 2205-SOG-529-090209/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 Gavatero-203 es de ciclo intermedio (61 días a la floración y 110 días a la cosecha), con una altura de planta de 2.73 m, cuenta con buena excersión (26 cm), espigas medianas (27 cm), semicompacta, y grano de color rojizo naranja.

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. Gavatero-203 durante el ciclo otoño-invierno en condiciones de riego, las características de altura de planta, longitud de panoja y longitud de excersión, tienden a tener valores más bajos que los de temporal.

The sorghum variety (*Sorghum bicolor* L. Moench) Gavatero-203 with adaptation to State of Sinaloa, México, it was obtained in the program of genetic improvement of sorghum of Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) for genetic recombination and selection. The germoplasm that gave origin to this variety was introduced during 1986 to the CEVACU, in Sinaloa, México, 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 VC-462 as identification. The selection of line VC-462, began starting from generation F₂, by means of cob per furrow method or pedigree during six generations F₆ was obtained the line that generated Gavatero-203, same that was identified with the following pedigree: Pedigree: VC-462-3-2-2-1-1-3.

The new variety Gavatero-203 began to evaluate from 2002 in yield essays under rainfall conditions and irrigation in several localities of State of Sinaloa, México to 2008, and it is inscribed at Catalog of Feasible Varieties of Certification (CVC) with the number 2205-SOG-529-090209/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 Gavatero-203 variety is of intermediate cycle (61 days to flowering and 110 days to harvest), with a plant height of 2.73 m, it has good excersion (26 cm), medium spikes (27 cm), semicompact, and reddish orange 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. Gavatero-203 during autumn-winter cycle under irrigation conditions, the characteristics of plant height, cob longitude and excersion longitude, tend to have lower values than those of rainfall.

In evaluations carried out under rainfall conditions in south and center area of Sinaloa, Gavatero-203 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, Gavatero-203 demonstrated to yield 35 367 kg ha⁻¹ on average of green forage, to overcome in

En evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en la zona sur y centro de Sinaloa, Gavatero-203 mostró un comportamiento superior a los testigos comerciales incluidos como testigos. En ensayos de rendimiento realizados en un período de seis años (2002 a 2008) durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, Gavatero-203 demostró rendir en promedio 35 367 kg ha⁻¹ de forraje verde, para superar en 15.4% al promedio de cuatro testigos comerciales. Al compararlo con los materiales comerciales de INIFAP Costeño-201y Fortuna, durante el ciclo primavera-verano en los años (2002 a 2004) y mismo ambiente, Gavatero-203 rindió en promedio 20% y 18.6% respectivamente, más de forraje verde.

En 20 localidades se evaluó la producción de grano, establecidos bajo temporal durante los ciclos primavera-verano 2002 a 2008, Gavatero-203 demostró rendir en promedio 2 849 kg ha⁻¹ de grano para superar 18.5% al promedio de cuatro testigos comerciales. En la evaluación de rendimiento bajo temporal durante primavera-verano 2002 a 2004, se evaluó también la calidad bromatológica del forraje, en comparación con variedades e híbridos comerciales teniendo 66.4% de digestibilidad y 7.3% de proteína, superando a los testigos en 6% y 1%, respectivamente.

El nivel de rendimiento y la calidad bromatológica de forraje, ubica a la variedad Gavatero-203 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 Gavatero-203, 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). Lo cual sugiere que la variedad Gavatero-203, es tolerante ante esta compleja variación de enfermedades ocasionadas por hongos, además de presentar mejor adaptación a condiciones adversas que los híbridos comerciales.

La variedad Gavatero-203 demostró tolerancia a la pudrición carbonosa del tallo, al obtener plantas sanas durante los ocho años que comprendieron el período de evaluación (Palacios *et al.*, 2009). La pudrición carbonosa del tallo causada por *Macrophomina phaseolina*, es la enfermedad más importante del sorgo en México, cuya incidencia es

15.4% to average of four commercial control. When comparing it with commercial materials of INIFAP Costeño-201 and Fortuna, during the spring-summer cycle in the years (2002 to 2004) and same environment, Gavatero-203 yield 20.0 % and 18.6 % on average respectively, more of green forage.

In 20 localities grain production was evaluated, established under rainfall during spring-summer 2002 to 2008 cycles, Gavatero-203 demonstrated to yield on average 2 849 kg ha⁻¹ of grain to overcome 18.5% to the average of four commercial control. In yield evaluation under rainfall during spring-summer 2002 to 2004 cycles, it was also evaluated bromatologic quality of forage, in comparison with varieties and commercial hybrids having 66.4 % digestibility and 7.3% protein, overcoming the control in 6% and 1%, respectively.

The yield level and the bromatological quality of forage locates the Gavatero-203 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 Gavatero-203, 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). Which suggests that Gavatero-203 variety is tolerant to this complex variation of diseases caused by fungus, also presenting better adaptation to adverse conditions than commercial hybrids.

The variety Gavatero-203 demonstrated tolerance to charcoal rot of stem when obtaining healthy plants during the eight years that period of evaluation last (Palacios *et al.*, 2009). The charcoal rot of stem caused by *Macrophomina phaseolina* is the most important disease in the sorghum in Mexico whose incidence is bigger when sorghum plants are 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; Mount-García and Díaz-Franco, 2006; Williams-Alamís *et al.*, 2004).

mayor cuando la plantas del sorgo están expuestas a largos periodos de sequía y altas temperaturas (Clafin y Giordan, 2002); condiciones que prevalecen normalmente en las siembras de temporal de sorgo en el centro y sur de Sinaloa, ocasionando reducción en el rendimiento y la calidad del grano de 30%, y si el estrés persiste durante el desarrollo, las pérdidas pueden llegar a 100% (Edmunds, 1964; Montes-García y Díaz-Franco, 2006; Williams-Alamís *et al.*, 2004).

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: sorghum and millet diseases*. Leslie, J. F. (ed). 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. *Phytopathol.* 54:514-517.
- González, R.; Ávila, J. y Pieruzzini, N. 2005. Manejo de las principales enfermedades del sorgo. Aspectos Fitosanitarios. Núm. 6. 29-32 pp.
- 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. Fundación Produce. Sinaloa. 25-28 pp.
- 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 pp.
- Moreno, G. T.; Hernández, E. L. A.; Loaiza, M. A. y 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 pp.
- Montes-García, N. y Díaz Franco, A. 2006. Fitopatología. *In: Campo Experimental Río Bravo*. Rodríguez del Bosque, L. A. (ed). Cincuenta 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. 12 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. INIFAP. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 31. 7-10 pp.
- 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 pp.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Anuario estadístico de la producción agrícola 2009 en México. 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-Alamís, 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-Alamís, 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.