

COSTEÑO-201: NUEVA VARIEDAD DE SORGO DE TEMPORAL DE DOBLE PROPÓSITO PARA SINALOA *

COSTEÑO-201: A NEW VARIETY OF RIANFED SORGHUM OF DUAL PURPOSE IN SINALOA

Luis Alberto Hernández Espinal^{1§}, Tomás Moreno Gallegos¹, Juan Esteban Reyes Jiménez¹ y Alfredo Loaiza Meza¹

¹Campo Experimental Valle de Culiacán. INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Municipio Culiacán, Sinaloa, México. Tel. 01 6678461014. (moreno.tomas@inifap.gob.mx), (reyes.juanesteban@inifap.gob.mx), (loaiza.alfredo@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: hernandez.luisalberto@inifap.gob.mx.

RESUMEN

La nueva variedad de sorgo Costeño-201, fue desarrollado en el Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con número de registro SOG-200389-182 en el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) de México. Esta variedad se adapta a las áreas productoras de sorgo para el estado de Sinaloa. Costeño-201 es una variedad de grano crema y se recomienda para condiciones de riego y temporal. El rendimiento promedio de la variedad es de 3 292 kg ha⁻¹ de grano y 25 517 kg ha⁻¹ de forraje verde, supera en rendimiento promedio de 8.8% y 12.4% respectivamente a híbridos comerciales de compañías privadas, que se cultivan en la región bajo las mismas condiciones. Costeño-201 tiene mejor calidad bromatológica que los híbridos comerciales en el forraje, con 9.5% de proteína y 64% de digestibilidad, supera en promedio 2.7% y 5% respectivamente a 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*). El forraje de sorgo Costeño-201, se recomienda como un material de doble propósito en prácticas de conservación del forraje como henificado y ensilaje.

ABSTRACT

The new sorghum variety Costeño-201 was developed in the Experimental Field Culiacan (CEVACU) of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), with the registration number SOG-200389-182 in the Catalog of Feasible Certification Varieties (CVC) of Mexico. This variety is adapted to the sorghum-producing areas of Sinaloa State. Costeño-201, is a cream-grain variety and is recommended for irrigated and rainfed conditions. The average yield of the variety is 3 292 kg ha⁻¹ grain and 25 517 kg ha⁻¹ of green fodder, it outperforms on average of 8.8% and 12.4% respectively to commercial hybrids from private companies, which are grown in the region under the same conditions. Costeño-201 has better bromatological quality than commercial hybrids regarding to forage, with 9.5% protein and 64% digestibility, on average it exceeds in 2.7% and 5% respectively to commercial hybrids. It is tolerant to diseases that occur in the region, such as: ergot (*Claviceps africana*), anthracnose (*Colletotrichum graminicola*), panicle blight (*Fusarium moniliforme*) and charcoal stalk rot (*Macrophomina phaseolina*). Forage of sorghum Costeño-201, is recommended as a dual-purpose material in fodder conservation practices such as hay and silage.

* Recibido: abril de 2011

Aceptado: septiembre de 2011

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

El estado de Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en 2009 fue de 308 057 ha, más de 75% de esta superficie se cultiva bajo condiciones de temporal, que corresponde al ciclo primavera verano (SIAP, 2011). Sin embargo, en el centro y sur de Sinaloa se siembran predominantemente híbridos comerciales bajo condiciones de temporal susceptibles a enfermedades y al acame de las plantas, imposibilitando la cosecha mecánica y la pérdida en el rendimiento de grano.

En los últimos años ha sido posible identificar nuevos genotipos con mayor tolerancia a enfermedades que los híbridos comerciales, entre ellos la nueva variedad Costeño-201 que presenta mayor tolerancia a: 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* (Velázquez *et al.*, 2001; González *et al.*, 2005; Williams-Alanís *et al.*, 2009).

La 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 de 30%, y si el estrés persiste durante el desarrollo, las pérdidas pueden llegar a 100% (Edmunds, 1964; Williams-Alanís *et al.*, 2004; Montes-García y Díaz-Franco, 2006). La variedad Costeño-201 presentó tolerancia ante esta compleja variación de enfermedades, además de mayor adaptación a condiciones adversas que los híbridos comerciales.

El estado de Sinaloa destaca a nivel nacional la producción pecuaria, la producción de carne y leche de bovinos, así como la carne de aves (Moreno *et al.*, 2010). 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 (de 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

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

The state of Sinaloa, ranks second nationally in area planted with sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), in 2009 was of 308 057 ha; over 75% of this area is grown under rainfed conditions, corresponding to the spring-summer cycle (SIAP, 2011). However, in the central and southern Sinaloa, predominantly commercial hybrids are grown under rainfed conditions, which are susceptible to disease and lodging of plants, making impossible the mechanical harvesting and losing grain yield.

In recent years, it has been possible to identify new genotypes with greater tolerance to diseases than commercial hybrids, including the new variety Costeño-201 that showed the highest tolerance to: ergot caused by *Claviceps africana*, anthracnose caused by *Colletotrichum graminicola*, panicle blight caused by *Fusarium moniliforme* and charcoal stalk rot caused by *Macrophomina phaseolina* (Velázquez *et al.*, 2001; González *et al.*, 2005; Williams-Alanís *et al.*, 2009).

The incidence is higher in plants exposed to long periods of drought and high temperatures (Clafin and Giordan, 2002), conditions normally prevailing in rainfed sorghum crops located in the central and southern Sinaloa; causing reduction in yield and grain quality up to 30% and if the stress persists during development, the losses may reach 100% (Edmunds, 1964; Williams-Alanís *et al.*, 2004; Montes-García and Díaz-Franco, 2006). The variety Costeño-201 presented tolerance to this complex diseases and greater adaptation to adverse conditions than commercial hybrids.

The state of Sinaloa stands out nationally by its livestock production, cattle meat and milk production and poultry meat (Moreno *et al.*, 2010). Agricultural activities are conducted primarily under rainfed conditions, in scattered areas located in hills (with thin soils and slopes from 2 to 25%), this, added to poor distribution and rainfall amount (450 to 600 mm), causes that the area devoted to agriculture is not suitable for grains' profitable production, this has forced producers to integrate crop and livestock activities. In the region, since 1993 a new production technology started to be implemented, mainly based on forage sorghum planting and use of forage conservation practices, such as hay and silage (Loaiza *et al.*, 2008).

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, así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. Por lo anterior y considerando que en la entidad 75% del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, mientras que 25% bajo riego, con rendimientos promedio de 0.97 t ha⁻¹ y 6.19 t ha⁻¹ de grano, respectivamente; mientras que en sorgo forrajero son 15.37 t ha⁻¹ en temporal y 18.03 t ha⁻¹ en riego (SIAP, 2011).

El programa de mejoramiento genético del CEVACU del INIFAP tiene como objetivo obtener genotipos más eficientes para el aprovechamiento de la humedad disponible del suelo, además adaptados a un ciclo biológico corto o intermedio para adecuarse a la distribución errática de la precipitación pluvial (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b).

Otro aspecto relevante en el cultivo del sorgo son las enfermedades ocasionadas por hongos que provocan pérdidas en la producción de grano; por tal motivo, el programa de mejoramiento genético de sorgo del Campo Experimental Valle de Culiacán de 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; Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b).

El programa de mejoramiento genético de sorgo del CEVACU, INIFAP, ha liberado la nueva variedad Costeño-201, 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). Las líneas progenitoras fueron una hembra androestéril y un restaurador de la fertilidad masculino de genealogía ignata; se le asignó la numeración C-201 como identificación. La selección de la línea C-201, 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 Costeño-201, misma que se identificó con el siguiente pedigrí: C-201-2-3-2-2-3-2.

The main problems faced by the Sinaloa sorghum are drought, caused by the erratic distribution of rainfall; as well as the limited use of conservation and use of moisture practices. In the state, 75% of sorghum is grown under rainfed conditions and 25% under irrigation, with average yields of 0.97 t ha⁻¹ and 6.19 t ha⁻¹ grain, respectively; while forage sorghum presented 15.37 t ha⁻¹ in under rainfed and 18.03 t ha⁻¹ in irrigation (SIAP, 2011).

The CEVACU breeding program of the INIFAP, aims to obtain more efficient genotypes for the use of available soil moisture, as well as adapted to a short or intermediate cycle to suit the erratic distribution of rainfall (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b).

Another important aspect in sorghum cultivation, are diseases caused by fungi that cause losses in grain production; for this reason, the program of genetic improvement of sorghum of the Experimental Field Culiacan of the INIFAP, has released four sorghum varieties tolerant to fungal diseases and adverse abiotic conditions (Palacios *et al.*, 2001; Medina, 2003; Palacios *et al.*, 2009a; Palacios *et al.*, 2009b; Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b).

The sorghum breeding program of CEVACU, INIFAP; has released the new variety Costeño-201 by genetic recombination and selection. The germplasm that originated this variety was introduced in 1986 to CEVACU in Sinaloa, Mexico; from the International Institute for Crop Improvement for Semi-Arid Tropics (ICRISAT). The parent lines were an androsterile female and a male fertility restorer of innate genealogy; the C-201 nomenclature was assigned as identification. The selection of the line C-201, started from the F₂ generation by the method of row per panicle or pedigree for six generations F₆ was obtained the line which led to Costeño-201, which was identified with the following pedigree: C-201-2-3-2-2-3-2.

In 1996 began its evaluation in yield assays under rainfed and irrigated conditions, in various locations of Sinaloa State until 2000 and is registered in the Catalogue of Varieties Feasible of Certification (CVC) with the number SOG-200389-182. Certified seed is produced by CEVACU of INIFAP, Sinaloa and is marketed since 2001 among farmers in the states of Tamaulipas and Sinaloa.

A partir de 1996 se inició su evaluación en ensayos de rendimiento bajo condiciones de temporal y riego, en varias localidades del estado de Sinaloa hasta el 2000, y se encuentra inscrito ante el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) con el número SOG-200389-182. La semilla certificada se produce por el CEVACU de INIFAP, Sinaloa y esta comercializándose desde 2001, 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 Costeño-201 es de ciclo intermedio; es decir, 63 a 67 días a la floración y 110 a 115 días a la cosecha, con una altura de planta de 2.2 m, cuenta con buena excursión (11 cm), espigas medianas (23 cm), semi compacta y grano de color crema; estos son de forma circular y semiaplanada, con testa y endospermo de textura semicristalina. Se han obtenido excelentes rendimientos de forraje y grano con este material, compitiendo favorablemente con los híbridos comerciales. Costeño-201 durante el ciclo otoño-invierno en condiciones de riego, la altura de planta, longitud de panoja y longitud de excursión, tienden a tener valores más bajos que los de temporal.

En evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en la zona sur y centro de Sinaloa, Costeño-201 mostró un comportamiento superior a los testigos comerciales. En ensayos de rendimiento realizados en un período de cuatro años (1996 a 2000) durante el ciclo primavera-verano bajo temporal; Costeño-201 demostró rendir en promedio 25 517 kg ha⁻¹ de forraje verde, para superar 12.4% al promedio de cuatro testigos comerciales.

En los municipios de Mazatlán, Elota, San Ignacio, Navolato, Culiacán y el Campo Experimental Valle de Culiacán, se evaluó la producción de grano, bajo temporal durante los ciclos primavera-verano 1996 a 2000; Costeño-201 presentó un rendimiento promedio 3 292 kg ha⁻¹ de grano para mejorar 8.8% al promedio de tres testigos comerciales. En la evaluación de rendimiento bajo temporal durante los ciclos primavera-verano 1999 a 2000, se evaluó también la calidad bromatológica del forraje, en comparación con variedades e híbridos comerciales teniendo 64% de digestibilidad y 9.5% de proteína, superando a los testigos 5% y 2.7%, respectivamente. El nivel de rendimiento y la calidad bromatológica de forraje ubica a la variedad Costeño-201 como un material de doble propósito, cuyo potencial puede ser destinado al ensilaje; actividad estratégica de

In southern and central Sinaloa, where the predominant climate is tropical dry, with rainfall between 450 and 600 mm during the spring-summer, under rainfed conditions, the variety Costeño-201 has intermediate cycle; i. e., 63 to 67 days to flowering and 110 to 115 days to harvest, plant height of 2.2 m, good for cutting (11 cm), medium ears (23 cm), semi compact, cream-colored beans, which are circular and semi-flattened, with the testa and endosperm with semi-crystalline texture. Excellent yields of forage and grain have been obtained with this material, competing favorably with commercial hybrids. Costeño-201, during autumn-winter under irrigated conditions; in plant height, panicle length and cutting length, tend to have lower values than those under rainfed conditions.

In evaluations carried out under rainfed conditions in southern and central Sinaloa, Costeño-201 showed superior yield than commercial controls. In yield trials conducted over a period of four years (1996 to 2000), during the spring-summer and under rainfed conditions; Costeño-201 showed an average yield of 25 517 kg ha⁻¹ of green fodder, exceeding by 12.4% the average of four commercial controls.

In the municipalities of Mazatlan, Elota, San Ignacio, Navolato, Culiacán and Culiacán Valley Experimental Field; grain production under rainfed conditions during spring-summer cycle 1996 to 2000 was evaluated; Costeño-201 showed a grain average yield of 3 292 kg ha⁻¹ exceeding in 8.8% the average of three commercial controls. In the yield evaluation under rainfed during the spring-summer cycles of 1999 to 2000, the forage bromatological quality was also evaluated, compared with commercial varieties and hybrids, obtaining 64% of digestibility and 9.5% of protein, exceeding controls in 5% and 2.7% respectively.

The yield level and bromatological quality of forage, placed the variety Costeño-201 as a dual-purpose material, who's potential can be transferred to silage; strategic activity of forage conservation that contributes solving the problem of rainfed livestock in Sinaloa, due to the lack of forage during the dry season (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b).

In recent studies, Williams-Alanís *et al.* (2009), reported the sorghum variety Costeño-201 as susceptible to *Macrophomina phaseolina*, but in tests in Culiacán, Sinaloa, it showed to be tolerant to charcoal stalk rot, the differences

conservación de forraje que coadyuva a la solución principal del problema de la ganadería de temporal en Sinaloa, por la falta de forraje durante la época seca del año (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b).

En estudios recientes Williams-Alanís *et al.* (2009), reporta a la variedad de sorgo Costeño-201 como susceptible a *Macrophomina phaseolina*; sin embargo, en pruebas realizadas en Culiacán, Sinaloa, resultó ser tolerante a la pudrición carbonosa del tallo, las diferencias se atribuyen a varios factores como son diferentes condiciones climáticas, adaptación, sequía, prácticas agronómicas y por la patogenicidad de cepas o aislamientos del patógeno *M. phaseolina* en sorgo. A partir de 2001 se han vendido pequeñas cantidades de semillas a los productores agropecuarios y en la actualidad Costeño-201, ya se cultiva en el estado de Sinaloa,

are attributed to several factors, including different climatic conditions, adaptation, drought, agronomic practices and the pathogenicity of strains or pathogen isolates of *M. phaseolina* in sorghum. Since 2001, small quantities of seed have been sold to farmers and now, Costeño-201 is already grown in Sinaloa State.

CONCLUSIONS

The variety Costeño-201 is a dual-purpose crop, due to the advantage of an easier seed reproduction, is also cheaper and, farmers can produce their own seeds, resulting in significant cost reduction.

End of the English version



CONCLUSIONES

La variedad Costeño-201 es un cultivo de doble propósito, con la ventaja que la semilla es más fácil de reproducir, es más barata y los agricultores pueden generar su propia semilla y con esto hay una reducción significativa de costos.

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. 185-190 pp. 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.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010a. Sinaloense-202, nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):733-737.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010b. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):727-731.
- 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. 25-28 p.
- Medina, C. S. 2003. Perla 101 variedades 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: 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.

- 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. 2 p.
- Palacios, V. O.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A.; Reyes, J. J. E. y Medina Chávez, 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 pp.
- Palacios, V. O.; Moreno, G. T.; Reyes, J. J. E.; Loaiza, M. A. y S. Medina Chávez. 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). 2011. 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-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.