

PERLA-101: NUEVA VARIEDAD DE SORGO PARA EL ESTADO DE SINALOA*

PERLA-101: NEW SORGHUM CULTIVAR FOR THE STATE OF 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. Culiacán, Sinaloa, México. Tel. 01 667 8461014. (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 Perla-101 fue desarrollado en el Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y registrado con el número: 1355-SOG-466-121200/C 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. Perla-101, es una variedad de grano crema y se recomienda para condiciones de riego y temporal; el rendimiento promedio de la variedad es de 3 470 kg ha⁻¹ de grano y 22 500 kg ha⁻¹ de forraje verde, supera en promedio 14% y 10% respectivamente, el rendimiento de híbridos comerciales de compañías privadas, que se cultivan en la región bajo las mismas condiciones. Perla-101 tiene mejor calidad bromatológica que los híbridos comerciales en el forraje, con 9.7% de proteína y 66% de digestibilidad, supera en promedio 3.2% y 8% 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*).

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

ABSTRACT

The new variety of sorghum Perla-101 was developed in the Valle de Culiacan Experimental Field (CEVACU), of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) and registered with the number: 1355-SOG-466-121200/C in the Catalogue of Varieties Feasible of Certification (CVC) of Mexico; this variety is adapted to the sorghum-producing areas of the State of Sinaloa. Perla-101, is a creamy-grain variety and is recommended for irrigated and rainfed conditions; its average yield is 3 470 kg ha⁻¹ of grain and 22 500 kg ha⁻¹ of green fodder, it exceeds on average in 14% and 10% respectively, the yield of commercial hybrids from private companies that are grown in the region under the same conditions. Perla-101, has better bromatological quality than the commercial hybrids in forage, with 9.7% of protein and 66% of digestibility, it exceeds on average of 3.2% and 8% respectively to commercial hybrids. It is tolerant to diseases that occur in the region, such as: ergot (*Claviceps african*), anthracnose (*Colletotrichum graminicola*), panicle blight (*Fusarium moniliforme*) and charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*).

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

* Recibido: abril de 2011

Aceptado: octubre de 2011

México es el cuarto productor mundial de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con una participación de 10% de la producción mundial; sin embargo, es el principal importador de este grano con un volumen promedio de 1.15 millones de toneladas. En México, la superficie sembrada de sorgo en 2010 fue de 2 102 959 ha, con una producción de 6 365 000 t de grano y 4 391 000 t de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas; se siembran 308 057 ha. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercer lugar en México: 516 271 t de grano y 769 810 t de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2011).

El sorgo es uno de los principales granos en nuestro país. Su importancia radica en que proporciona materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales (Loaiza *et al.*, 2008), la cual, a su vez permite que en el mercado alimentario se 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 aves de engorda (Moreno *et al.*, 2010).

Entre los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa es la sequía, causada por la distribución errática de lluvias, así como el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. 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 forraje verde son de 15.37 t ha⁻¹ en temporal y 18.03 t ha⁻¹ en riego (SIAP, 2011).

El programa de mejoramiento genético del CEVACU, 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).

En los últimos años ha sido posible identificar nuevos genotipos con mayor tolerancia a enfermedades que los híbridos comerciales, que provocan pérdidas en la producción de grano, entre ellos la nueva variedad Perla-101, presenta mayor tolerancia a: 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-

Mexico is the fourth largest producer of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) with a 10% of worldwide production; however, it's the main importer of this grain with an average volume of 1.15 million tons. In Mexico, sorghum planted area in 2010 was 2 102 959 ha, with a production of 6 365 000 t of grain and 4 391 000 t of green fodder. Sinaloa has the second national sorghum area planted after Tamaulipas; 308 057 ha are planted. In terms of production, Sinaloa occupies the third place within Mexico: 516 271 t of grain and 769 810 t of green fodder of sorghum per year (SIAP, 2011).

Sorghum is one of the main grains in our country. Its importance lies in the fact that it provides raw material for the generation industry for animal feed (Loaiza *et al.*, 2008), which allows availability of animal protein in food market. Sinaloa State stands out nationally by the volume and value of its livestock production, where the production of meat and milk from cattle, and poultry is relevant (Moreno *et al.*, 2010).

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).

In recent years, it has been possible to identify new genotypes with greater tolerance to diseases than commercial hybrids, which cause losses in grain production, including the new variety Perla-101 that showed greater tolerance to: ergot caused by *Claviceps african*, anthracnose caused by *Colletotrichum graminicola*, panicle blight caused by *Fusarium moniliforme* and charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* (Velázquez *et al.*, 2001; González *et al.*, 2005; Williams-Alanís *et al.*, 2009), whose incidence is higher in plants exposed to long periods of drought and high temperatures (Clafin and Giordan, 2002).

Alanís *et al.*, 2009), cuya incidencia es mayor en plantas expuestas a largos periodos de sequía y altas temperaturas (Clafin y Giordan, 2002).

Las condiciones que prevalecen normalmente en cultivos de sorgo de temporal localizados en el centro y sur de Sinaloa, ocasionan reducción en el rendimiento y la calidad del grano hasta 30%, y si el estrés persiste durante el desarrollo, las pérdidas pueden llegar a 100% (Edmunds, 1964; Williams-Alamís *et al.*, 2004; Montes-García y Díaz-Franco, 2006). La variedad Perla-101 presentó tolerancia ante esta compleja variación de enfermedades, además de mayor adaptación a condiciones adversas que los híbridos comerciales.

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 la nueva variedad Perla-101, 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 PP-290 como identificación. La selección de la línea PP-290, 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 Perla-101, misma que se identificó con el siguiente pedigrí: PP-290 (3)-3-2-2-3-1-2-2.

A partir de 1991 se inició su evaluación en ensayos de rendimiento bajo condiciones de temporal y riego, en varias localidades del estado de Sinaloa, México hasta el 2000 y se encuentra inscrito ante el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) con el número: 1355-SOG-466-121200/C. La semilla certificada está siendo producida por el CEVACU de INIFAP, Sinaloa y está siendo comercializada desde 2003, entre los agricultores en el estado de 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 Perla-101 es de ciclo intermedio; es decir, 60 a 65 días a la floración y 105 a 110 días a la cosecha, con una

The normally prevailing conditions in rainfed sorghum crops located in the central and southern Sinaloa, cause reduction in yield and grain quality up to 30% and if the stress persists during the development, the losses may reach 100% (Edmunds, 1964; Williams-Alamís *et al.*, 2004; Montes-García and Díaz-Franco, 2006). The variety Perla-101 presented tolerance to this complex diseases variety, and greater adaptation to adverse conditions than the commercial hybrids.

The sorghum breeding program of Valle de Culiacan Experimental Field (CEVACU), of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), has released the new variety Perla-101 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 androesterile female and a male fertility restorer of innate genealogy; the PP-290 nomenclature was assigned as identification. The selection of the line PP-290, 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 Perla-101, which was identified with the following pedigree: PP-290 (3)-3-2-2-3-1-2-2.

Since 1991, its evaluation in yield assays under rainfed and irrigated conditions began, in various locations of Sinaloa State, Mexico until 2000 and is registered in the Catalogue of Varieties Feasible of Certification (CVC) with the number 1355-SOG-466-121200/C. Certified seed is produced by CEVACU of INIFAP, Sinaloa and is marketed since 2003 among farmers in Sinaloa State.

In southern and central Sinaloa, where tropical dry is the predominant climate, with rainfall between 450 and 600 mm during the Spring-Summer, under rainfed conditions, the variety Perla-101 has intermediate cycle; i. e., 60 to 65 days to flowering and 105 to 110 days to harvest, with plant height of 1.55 m, it has good a cutting distance (7 cm), medium spikes (23 cm), is semi-compact and has cream-amber colored beans.

These are circular semi-flattened, with testa and endosperm with semi-crystalline texture. In this region, excellent yields of forage and grain have been obtained

altura de planta de 1.55 m, cuenta con buena excersión (7 cm), espigas medianas (23 cm), semicompacta, y grano de color crema o ámbar.

Estos son de forma circular y semiaplanada, con testa y endospermo de textura medio cristalino. En esta región se han obtenido excelentes rendimientos de forraje y grano con este material, compitiendo favorablemente con los híbridos comerciales. Perla-101 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.

En evaluaciones realizadas bajo condiciones de temporal en la zona sur y centro de Sinaloa, Perla-101 mostró un comportamiento superior a los testigos comerciales. En ensayos de rendimiento realizados en un periodo de siete años (1992 a 1999), durante el ciclo primavera-verano bajo temporal, Perla-101 demostró rendir en promedio 3 470 kg ha⁻¹ de grano para superar 14% al promedio de tres testigos comerciales.

Durante los ciclos primavera-verano 1992 a 1999, Perla-101 se evaluó la producción de forraje en 12 localidades del estado de Sinaloa, establecidos bajo temporal, Perla-101 demostró rendir en promedio 22 500 kg ha⁻¹ de forraje verde, para superar 10% al promedio del testigo comercial. En la evaluación de rendimiento bajo temporal durante los ciclos primavera-verano 2000-2001, se evaluó también su calidad bromatológica del forraje, en comparación con variedades e híbridos comerciales teniendo 9.7% de proteína y 66% de digestibilidad, superando a los testigos 3.2% y 8%, respectivamente.

Con su nivel de rendimiento y calidad bromatológica del forraje, la variedad Perla-101 se ubica como un material de doble propósito, cuyo potencial puede ser destinado al ensilaje, actividad estratégica de conservación de forraje, que coadyuva a la solución del problema de la ganadería, por la falta de forraje durante la época seca del año en el estado de Sinaloa.

A partir de 2003 se han vendido pequeñas cantidades de semillas a los productores agropecuarios y en la actualidad Perla-101, ya se cultiva en el estado de Sinaloa, porque la semilla se reproduce fácilmente, es más barata y los agricultores pueden producir su propia semilla y con esto hay una reducción significativa de costos.

with this material, competing favorably with the commercial hybrids. Perla-101, during Autumn-Winter and 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, Perla-101 showed superior yield than the commercial controls. In yield trials conducted over a period of seven years (1992 to 1999), during the Spring-Summer and under rainfed conditions; Perla-101 showed an average yield of 3 470 kg ha⁻¹ of grain, exceeding by 14% the average of three commercial controls.

During Spring-Summer cycle of 1992 to 1999, Perla-101 was evaluated for forage production in 12 locations of Sinaloa State, which were established under rainfed conditions. Perla-101 showed an average yield of 22 500 kg ha⁻¹ of forage, exceeding in 10% the average of commercial control. In the yield evaluation under rainfed during the spring-summer cycles of 2000 to 2001, the forage bromatological quality was also evaluated, compared with the commercial and hybrids varieties, obtaining 9.7% of protein and 66% of digestibility, exceeding controls in 3.2% and 8% respectively.

Due to the yield level and bromatological quality of forage, Perla-101 variety results as a dual-purpose material, who's potential can be transferred to silage; strategic activity of forage conservation that contributes solving the problem of livestock, due to the lack of forage during the dry season in Sinaloa.

Since 2003, small quantities of seed have been sold to farmers and now, Pearl-101 is already growing in the State of Sinaloa, because the seed is easily reproduced, is cheaper and farmers can produce their own seed, resulting in a significant cost reduction.

Perla-101, produces large amounts of pollen, which is favorable in case of Ergot disease caused by *Claviceps african*, quantity, viability and vigor of pollen are of vital importance for grain production in the presence of the fungus, as it occurs a phenomenon of competition between pollen and fungus to infect or fertilize the ovary (Medina, 2003).

Perla-101 produce altas cantidades de polen, siendo favorable para el ataque de la enfermedad de Ergot causada por *Claviceps africana*, la cantidad, viabilidad y el vigor del polen son vital importancia para la producción de grano en la presencia del hongo, dado que se presenta un fenómeno de competencia entre el polen y el hongo para fertilizar o infectar el ovario (Medina, 2003).

CONCLUSIONES

Perla-101 tiene mejor calidad bromatológica que los híbridos comerciales en el forraje, y 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*).

AGRADECIMIENTOS

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

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.

CONCLUSIONS

Perla-101 has better bromatological quality than the commercial hybrids in matter of forage and is tolerant to diseases that occur in the region, such as: ergot (*Claviceps africana*), anthracnose (*Colletotrichum graminicola*), panicle blight (*Fusarium moniliforme*) and charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*).

End of the English version



- 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: 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. 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 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.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Anuario estadístico de la producción agrícola 2009 en México. El cultivo de sorgo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). URL: <http://www.siap.gob.mx>.
- Velázquez, V. R.; Narro, S. J. y H. Torres, M. 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.