

EL SILVERIO: NUEVA VARIEDAD DE ARROZ PARA EL TRÓPICO MEXICANO*

EL SILVERIO: A NEW RICE CULTIVAR FOR THE TROPICAL AREAS OF MEXICO

José Luis García Angulo¹*, Leonardo Hernández Aragón² y Leticia Tavitas Fuentes²

¹Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Melchor Ocampo Núm. 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oaxaca, México. C. P. 68200. Tel. 01 951 5215502.

²Campo Experimental Zacatepec. INIFAP. Carretera Zacatepec-Galeana, km 0.5. Zacatepec, Morelos, México. C. P. 62780. Tel. 01 734 3436907. (hernandez.leonardo@inifap.gob.mx), (tavitas.leticia@inifap.gob.mx). *Autor para correspondencia: garcia.jose@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El Silverio es una variedad de grano mediano con 10% de “panza blanca” y altamente versátil, ya que se puede cultivar en condiciones de temporal o temporal con riegos de auxilio en el trópico húmedo del sureste (Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Campeche y Chiapas) y sub-húmedo del noreste (Tamaulipas), así como bajo riego en el trópico seco de la vertiente del pacífico (Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán). Su potencial de rendimiento medio es de 6 t ha⁻¹ en condiciones de temporal, 7 t ha⁻¹ en temporal con riegos de auxilio y 8 t ha⁻¹ bajo riego. Su calidad molinera es 55% de granos pulidos enteros sobre palay. El ciclo vegetativo de la nueva variedad El Silverio es de 130 días de la germinación de la semilla a la maduración del grano en primavera-verano y de 135 días en otoño-invierno; el tipo de planta es compacto con altura de 95 cm y por ello es resistente al acame; también es moderadamente tolerante a sequía; es resistente al desgrane y tolerante a enfermedades como: “quema del arroz” (*Magnaporthe grisea*) antes (*Pyricularia oryzae*), “mancha café” (*Helminthosporium oryzae*) y escaldado del follaje (*Monographella albescens*). Por lo que se refiere a plagas de insectos, es tolerante al daño mecánico que causa la chicharrita “sogata” *Tagosodes orizicolus*. El Silverio es la segunda variedad seleccionada de Milagro Filipino (IR8) en México; ha sido registrada en el Catálogo Nacional de Variedades de Plantas (CNVV) con el número: ARZ015-260210.

Palabras claves: calidad, estabilidad, genotipos, rendimiento.

ABSTRACT

The Silverio is a medium grain variety with 10% of “chalkiness” and highly versatile, it can be grown under rainfed conditions or rainfed with auxiliary irrigation in the south-east humid tropic (Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Campeche and Chiapas) and sub-humid northeast (Tamaulipas), also under irrigation in the Pacific dry tropic (Nayarit, Jalisco, Colima and Michoacán). Its average yield potential is around 6 t ha⁻¹ under rainfed conditions, of 7 t ha⁻¹ in rainfed with auxiliary irrigation and 8 t ha⁻¹ under irrigation. Its milling quality is 55% of polished whole grain over palay. The growing cycle of the new variety El Silverio, is 130 days of seed germination to grain maturity in Spring-Summer and 135 days in Autumn-Winter; the plant type is compact with a height of 95 cm and therefore is resistant to lodging disease, it is also moderately tolerant to drought, resistant to shattering and tolerant to diseases such as “rice blast fungus” (*Magnaporthe grisea*) called before (*Pyricularia oryzae*), “brown leaf spot” (*Helminthosporium oryzae*) and rice scald (*Monographella albescens*). Regarding to insect pests, it is tolerant to mechanical damage caused by the “sogata” planthopper *Tagosodes orizicolus*. El Silverio is the second variety selected of Milagro Filipino (IR8) in Mexico; it has been recorded in the National Catalogue of Plants Varieties (CNVV for its spanish acronym) with the number: ARZ015-260210.

Key words: genotypes, quality, stability, yield.

El arroz es un cultivo tradicional en las regiones tropicales de México. En el trópico húmedo, éste cereal se siembra principalmente en condiciones de temporal solo y temporal con riegos de auxilio; en una superficie de 34 307 ha, que representa 57% de las áreas arroceras de México. A su vez, en el trópico seco se siembran 26 464 ha bajo riego, tanto por siembra directa como por trasplante (43% de la superficie nacional). En las variedades cultivadas en el país, se distinguen tres tipos de grano: calidad Morelos, que es largo y ancho con 20% de “panza blanca”; arroz Milagro, de grano mediano con 10% de “panza blanca” y arroz Sinaloa, que igualmente es mediano, pero delgado y simétrico con endospermo translúcido (SAGARPA, 2009).

Los factores limitantes de la producción, especialmente en el trópico húmedo están relacionados con los efectos del cambio climático (Bates *et al.*, 2008), que se manifiestan por sequía de diferente magnitud en el verano, o por inundaciones abruptas, por efecto de lluvias torrenciales en el otoño. Cada año estos efectos meteorológicos causan siniestros parciales o totales que afectan la economía de los productores y reducen los niveles de la producción nacional, lo que finalmente se refleja en el aumento de las importaciones de este grano.

Milagro Filipino, es la variedad predominante en las áreas arroceras del trópico mexicano, es afectada fuertemente por el déficit de humedad en el suelo. Su rendimiento disminuye en más de 46% cuando la humedad en el suelo es escasa, y puede llegar a perderse completamente la cosecha, sobre todo si la sequía se presenta durante la fase reproductiva o de madurez. La variedad Milagro Filipino es muy susceptible a enfermedades como pircularia (*Magnaporthe grisea* Herbert), que presenta un carácter endémico en la región, y que asociada a periodos de ausencia de lluvias, origina pérdidas de 50 a 80% en la producción de grano.

Además, Milagro Filipino se ha degenerado por mezclas y cruza con arroz rojo (*Oryza rufipogon* Griff.), lo cual merma los rendimientos en molino hasta 25% y reduce la calidad comercial del grano (Ayón *et al.*, 2008). Este grano es grueso y presenta “panza blanca”, con una recuperación de granos pulidos enteros sobre palay de 37%. Aunque la industria arroceras considera que este porcentaje es bajo, debido a la preferencia de los consumidores por este tipo de grano, tiene un mercado asegurado en las regiones del Altiplano, El Bajío y el centro de la república mexicana; por lo cual se siembra todavía; en el resto del país se consumen granos delgados y translúcidos (SAGARPA, 2005).

Rice is a traditional crop in tropical regions of Mexico. In humid tropic, this cereal is mainly grown under rainfed conditions and rainfed with auxiliary irrigation; in an area of 34 307 ha, representing 57% of rice areas in Mexico. In the dry tropics are planted 26 464 ha under irrigation, by direct seeding and by transplant (43% of national area). In varieties grown in the country, there are three types of grain: Morelos quality, which is long and wide with 20% of “chalkiness”; Milagro rice, medium grain with 10% of “chalkiness” and Sinaloa rice, with medium grain but also thin and symmetrical, with transparent endosperm (SAGARPA, 2009).

The production’s limiting factors, especially in humid tropics, are related to the effects of climate change (Bates *et al.*, 2008), manifested by droughts of different magnitudes in the Summer, or abrupt floods caused by pouring rains in the Autumn. Each year, these weather effects cause partial or total losses that affect the producers’ economy and reduce the levels of domestic production, which is reflected in increased imports of this grain.

Milagro Filipino, is the main variety of rice areas in the Mexican tropic, it is strongly affected by the shortage of soil moisture. Its performance decreases by more than 46% when the soil moisture is limited and the crop can be lost completely, especially if drought occurs during the reproductive or maturity stage. The Milagro Filipino variety is very susceptible to diseases such as rice blast (*Magnaporthe grisea* Herbert), which is endemic of the region and associated with no rain periods, it causes loss of 50 to 80% in grain production.

In addition, Milagro Filipino has been degenerated due to mix and mingle with red rice (*Oryza rufipogon* Griff.), which depletes mill yield up to 25% and reduces the commercial quality of the grain (Ayón *et al.*, 2008). This grain is thick and “chalky”, with a recovery on whole polished grain over palay of 37%. Although the rice industry believes that this percentage is low, due to the consumers preference for such grain, it has an assured market in regions as Altiplano, El Bajío and the center of the Mexican Republic, being the reason why it is planted still; in the rest of the country thin and translucent grains are consumed (SAGARPA, 2005).

Since its introduction in Mexico in 1967, the Milagro Filipino variety has been planted intensively and extensively, in most cases with seed obtained without a selection process

A partir de su introducción en México en 1967, la variedad Milagro Filipino se ha sembrado intensiva y extensivamente, en la mayoría de los casos con semilla obtenida sin un proceso de selección, por los propios productores, o se utiliza grano de los molinos como semilla. Por lo anterior en la actualidad existe una notable pérdida de su pureza, por la mezcla con variedades comerciales e inclusive con plantas de arroz rojo.

En 1998 se colectaron en zonas arroceras de la región del Papaloapan, en los estados de Oaxaca y Veracruz, cuatro tipos de arroz Milagro con las siguientes características: paja intermedia con grano largo, paja intermedia con grano medio-mediano, paja corta con grano largo y paja corta con grano medio-mediano. En 2000, se realizaron ensayos de mejoramiento genético con los cuatro tipos, en los cuales se utilizó el método de línea pura propuesto por Johannsen en 1903 (Brauer, 1969), seleccionándose en forma individual 150 plantas a partir de dos poblaciones heterogéneas, una del estado de Oaxaca (100 selecciones) y otra de Veracruz (50 selecciones); ambas fueron representativas de los cuatro tipos de arroz Milagro detectados.

Se incrementaron sus progenies en el ciclo primavera-verano 2001, y de ellas en los años 2002 y 2003 se seleccionaron 25 líneas uniformes, que se nombraron de acuerdo con su población de origen como Miloax o Milver (García *et al.*, 2010). Estos materiales mostraron mejoras en varios componentes de rendimiento y en tolerancia a enfermedades. En general, las líneas seleccionadas presentaron un ciclo vegetativo intermedio, (cinco a diez días más precoz), tolerancia a enfermedades y mejores características en los componentes de rendimiento, como longitud de panícula, granos por panícula, cantidad de granos llenos, peso de 1 000 granos y rendimiento, con respecto al material comercial de Milagro Filipino utilizado como testigo.

El rendimiento de grano de los nuevos materiales osciló de 3.8 a 5.1 t ha⁻¹, que representa un incremento de 12 a 34% con relación a la producción del testigo comercial. De 2004 a 2006, las líneas promisorias se evaluaron en ensayos de rendimiento, tanto en condiciones de temporal en localidades de los estados de Oaxaca y Campeche, como en condiciones de riego en localidades de Morelos, Jalisco, Nayarit y Chiapas (García *et al.*, 2010).

Posteriormente, entre 2007 y 2008 se realizaron ensayos para la descripción varietal de las mejores líneas, entre ellas la Miloax 27, liberada con el nombre de El Silverio. Durante los ciclos primavera-verano de 2005 a 2008 en cuatro localidades

by producers or using grains from mills as seed. Therefore there is now a significant purity loss, due to the mix with commercial varieties and even with red rice plants.

In 1998 there were collected in rice growing areas in Papaloapan region, in the states of Oaxaca and Veracruz, four Milagro rice types with the following features: intermediate straw with long grain, intermediate straw with medium-median grain, short straw with long grain and short straw with medium-median grain. In 2000, genetic improvement tests were conducted on the four types, using the pure line method proposed by Johannsen in 1903 (Brauer, 1969), individually selecting 150 plants from two heterogeneous populations, one from Oaxaca (100 selections) and other from Veracruz (50 selections); both of which were representative of the four detected types of Milagro rice.

Their progeny were increased in the Spring-Summer 2001 and of these, in 2002 and 2003, 25 uniform lines were selected and they were named according to their origin population like Miloax or Milver (García *et al.*, 2010). These materials showed improvements in several components of yield and also in disease tolerance. In general, selected lines showed an intermediate growth cycle, (five to ten days earlier), tolerance to diseases and improved features in yield components such as panicle length, grains per panicle, number of filled grains, average weight of 1 000 grains and yield compared to Milagro Filipino commercial material used as control.

Grain yield of new materials ranged from 3.8 to 5.1 t ha⁻¹, which represents an increase of 12 to 34% with respect to the commercial control production. From 2004 to 2006, promising lines were evaluated in yield trials, both in rainfed conditions in locations of the states of Oaxaca and Campeche, as in irrigated conditions in localities of Morelos, Jalisco, Nayarit and Chiapas (García *et al.*, 2010).

Later, between 2007 and 2008, there were trials for varietal description of the best lines, including Miloax 27, released with the name of El Silverio. During the Spring-Summer 2005 to 2008, there was performed a comparative testing of yield of the new variety in four locations of Tuxtepec, Oaxaca, with Milagro Filipino commercial variety. The new variety yield ranged from 5.3 to 6.3 t ha⁻¹, with an average of 5.8 t ha⁻¹; while the control Milagro Filipino produced 3 to 6.2 t ha⁻¹, but its average was 4.4 t ha⁻¹, 35% lower yield (1.4 t ha⁻¹) than the new variety.

del municipio de Tuxtepec, Oaxaca, se realizaron ensayos comparativos de rendimiento de la nueva variedad, con la variedad comercial Milagro Filipino. Los rendimientos de la nueva variedad fluctuaron de 5.3 a 6.3 t ha⁻¹, con un promedio de 5.8 t ha⁻¹; mientras que el testigo Milagro Filipino produjo de 3 a 6.2 t ha⁻¹, pero su promedio fue de 4.4 t ha⁻¹, rendimiento 35% inferior (1.4 t ha⁻¹) a la nueva variedad.

Con el análisis de parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966), se determinó que la variedad El Silverio es un genotipo con mejor respuesta en ambientes desfavorables, y consistente ($\beta_i < 1$ y $S^2_{di} = 0$), mientras que Milagro Filipino mostró la mejor respuesta en ambientes favorables, y consistente ($\beta_i > 1$ y $S^2_{di} = 0$). Durante los años 2004 a 2006, se validó esta variedad en parcelas bajo condiciones de riego en zonas arroceras de Morelos, Jalisco, Nayarit y Chiapas. Con excepción de una localidad, en el resto El Silverio produjo más grano que el testigo. Con esta nueva variedad se tuvieron rendimientos de arroz palay de 4.7 a 8.8 t ha⁻¹, con un promedio de 6.7 t ha⁻¹, superior 16% al rendimiento promedio del testigo comercial. Por lo anterior El Silverio es una alternativa más para cultivar bajo riego en diferentes áreas del país.

El Silverio es la segunda variedad de grano grueso, seleccionada de Milagro Filipino en México; es de crecimiento erecto, semicompacta, y tiene buen vigor inicial, que le permite competir favorablemente con la maleza. Presenta tolerancia a *M. grisea* y mancha café (*Helminthosporium oryzae* Breda de Hann). Por sus características de ciclo vegetativo y altura intermedios (130 a 135 días y 91 cm), se adapta muy bien a condiciones de temporal. La caracterización de esta variedad se realizó de acuerdo con las guías y normas internacionales vigentes (UPOV, 1985; IRRI, 2002) y está registrada en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) con la clave: ARZ015-260210. En los Cuadros 1 y 2 se presentan los valores de sus características.

With the analysis of stability parameters (Eberhart and Russell, 1966), it was determined that El Silverio variety is the genotype with better response in hostile environments and consistent ($\beta_i < 1$ y $S^2_{di} = 0$), while Milagro Filipino showed the best response in favorable environments and consistent ($\beta_i > 1$ y $S^2_{di} = 0$). During the years 2004 to 2006, this variety was validated in plots under irrigation in rice-growing areas of Morelos, Jalisco, Nayarit and Chiapas. Except for one locality, El Silverio produced more grain than the control. With this new variety were obtained palay rice yield of 4.7 to 8.8 t ha⁻¹, with an average of 6.7 t ha⁻¹, 16% higher than the average yield of commercial control. Therefore, El Silverio is an alternative for growing under irrigation in different areas of the country.

The Silverio is the second thick-grain variety selected from Milagro Filipino in Mexico; it presents erect growth, is semi-compact and has good initial vigor, allowing it to compete favorably with weeds. It has tolerance to *M. grisea* and brown leaf spot (*Helminthosporium oryzae* Breda de Hann). Due to its growth cycle characteristics and intermediate height (130 to 135 days and 91 cm), is well suited to rainfed conditions. The characterization of this strain was performed according to guidelines and international standards (UPOV, 1985; IRRI, 2002) and is registered in the National Catalogue of Plant Varieties (CNVV) with the key: ARZ015-260210. Tables 1 and 2 show the values of their characteristics.

El Silverio has high recovery of whole polished grains over palay (55%), compared with the Milagro Filipino variety (Table 3). The grain is medium sized with small center or chalky, which favors its milling yield. Baking tests show that the grain meets quality standards demanded by Mexican consumers in terms of consistency, tenderness and flavor. It is

Cuadro 1. Descriptores cuantitativos de la variedad El Silverio en condiciones de temporal. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, 2009.
Table 1. Quantitative descriptors of El Silverio variety under rainfed conditions. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, 2009.

Carácter	Mínimo	Máximo	\bar{X}	Desviación estándar	CV (%)
Días a floración	98	105	101.5	2.7	2.8
Tallos por planta	5	16	9.7	3.1	32.6
Longitud de hoja bandera (cm)	15.7	36	21.4	5.8	27.5
Ancho de hoja bandera (cm)	0.8	1.6	1.3	0.2	17.6
Altura de planta (cm)	86	112	91	6.1	6.7
Longitud de panícula (cm)	19.2	24	21.8	1.5	7.2

CV= coeficiente de variación.

Cuadro 1. Descriptores cuantitativos de la variedad El Silverio en condiciones de temporal. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, 2009 (Continuación).

Table 1. Quantitative descriptors of El Silverio variety under rainfed conditions. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, 2009 (Continuation.)

Carácter	Mínimo	Máximo	\bar{X}	Desviación estándar	CV (%)
Longitud de semilla (mm)	8.1	9.9	9.0	0.3	4.3
Ancho de semilla (mm)	2.6	3.2	2.9	0.1	4.4
Espesor de semilla (mm)	1.7	2.1	1.9	0.1	4.8
Peso de mil granos (g)	26.6	34.2	29.8	2.2	7.6
Granos por panícula	82	167	131	27.3	21
Granos llenos	74	137	109.9	22.6	20.6
Fertilidad de espiguillas (%)	76	91.4	84.2	6.5	7.8
Longitud de grano pulido (mm)	4.9	6.5	5.6	0.3	6.1
Ancho de grano pulido (mm)	1.6	2	1.8	0.1	5.3
Espesor de grano pulido (mm)	0.9	2	1.3	0.3	27.5
Días a madurez	130	135	132.5	1.6	1.2

CV= coeficiente de variación.

Cuadro 2. Descriptores cualitativos expresados en porcentajes para la variedad El Silverio en condiciones de temporal. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, 2009.

Table 2. Qualitative descriptors expressed in percentages for El Silverio variety under rainfed conditions. San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, 2009.

Carácter	Característica predominante	\bar{X} (%)
Hábito de crecimiento	Erecto	90.5
Pubescencia de la hoja	Ligera	91.6
Posición de la hoja bandera	Erecta (10°)	73.4
Color de la lígula	Blanquecino	99.6
Forma de la lígula	Partida	79
Tipo de panícula	Compacta	100
Excursión de la panícula	Bien emergida	83.5
Color de la lema y la palea	Pajizo	100
Aristado predominante	Ausente a parcialmente corta en menos del 5% de los granos	80.8

El Silverio posee alta recuperación de granos enteros pulidos sobre palay (55%), comparada con la variedad Milagro Filipino (Cuadro 3). El grano es de tamaño medio con centro ó panza blanca pequeña, lo que favorece su rendimiento en molino. Las pruebas de cocción muestran que el grano reúne las normas de calidad que demanda el consumidor mexicano en cuanto a consistencia, terneza y sabor. Al cocerse es moderadamente tierno, y los granos quedan separados y secos después de la cocción; además tiene un sabor agradable (García *et al.*, 2010).

moderately tender when is cooked and after cooking grains are separated and dry; it also has a pleasant taste (García *et al.*, 2010).

CONCLUSIONS

At the Campos Experimentales of Valles Centrales of Oaxaca and Zacatepec of INIFAP, there are 450 kg of basic seed with labels from the National Seed Inspection

Cuadro 3. Características industriales de cocción y degustación de la variedad El Silverio y Milagro Filipino.

Table 3. industrial features of cooking and tasting of El Silverio and Milagro Filipino varieties.

Característica	El Silverio	Milagro Filipino
Arroz entero (%)	55.1	45.9
Arroz ½ grano (%)	5.6	8.7
Granillo (%)	9.7	12.6
Forma aparente	Delgado	Medio
Categoría	Medio	Medio
Apariencia	Panza blanca pequeña	Panza blanca pequeña
Temperatura de gel	Baja	Baja
Terneza	Moderadamente tierno	Tierno
Cohesión	Bien separados	Bien separados
Brillo	Beige opaco	Blanco opaco
Sabor	Agradable	Insípido

CONCLUSIONES

En los Campos Experimentales de Valles Centrales de Oaxaca y Zacatepec del INIFAP, se tienen 450 kg de semilla básica con etiquetas del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) para programas de producción de semilla de alta calidad y 25 kg de semilla original como reserva.

LITERATURA CITADA

Ayón, R. E.; García, A. J. L.; Jiménez, Ch. J. A. y Becerra, L. E. N. 2008. Adaptación de genotipos de arroz de temporal en la región central del Golfo de México. *In: avances en la investigación agrícola pecuaria, forestal y acuícola en el trópico mexicano*. Veracruz, México. Libro científico. Núm. 5. 63-69 pp.

and Certification Service (SNICS), for production programs of high quality seed and 25 kg of original seed as a reserve.

End of the English version



Bates, B. C.; Kundzewics, Z. W.; Wu, S. and Palutikof, J. P. 2008. Climate change and water. Technical paper of the intergovernmental panel on climate change. IPCC Secretariat. Genève, Switzerland. 210 p.

Brauer, H. O. 1969. Fitogenética aplicada. Editorial Limusa. D. F., México. 518 p.

Eberhart, S. A. and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.

García, A. J.; Hernández, A. L. y Tavitas, F. L. 2010. "El Silverio" nueva variedad de arroz de grano grueso para áreas de temporal en el trópico mexicano. INIFAP-CIRPS. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Oaxaca, México. Folleto técnico. Núm. 25. 35 p.

International Rice Research Institute (IRRI) 2002. Standard evaluation system for rice. International Rice Testing Program. 2nd. edition. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. 44 p.

SAGARPA. ITESM. INCA-RURAL. 2005. Plan Rector Sistema Nacional Arroz. Segunda fase: diagnóstico inicial base de referencia estructura estratégica. D. F., México. 63 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.

International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). 1985. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability Rice (*Oryza sativa* L.). Genève, Switzerland. 21 p.