

Morelos A-2010, nueva variedad de arroz para siembra directa para el centro de México*

Morelos A-2010, new rice variety for direct sowing for central Mexico

Jorge Salcedo Aceves¹ y Edwin Javier Barrios Gómez^{1§}

¹Campo Experimental de Zacatepec. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Zacatepec- Galeana S/N, km 0.5. Col. IMMS, C. P 62780. Zacatepec, Morelos. Tel. 01 734 3430230. Ext. 121. [§]Autor para correspondencia: barrios.edwin@inifap.gob.mx.

Resumen

En la zona central de México se siembra el arroz (*Oryza sativa* L.) en trasplante y directa bajo riego; la mayoría de las variedades se han liberado para trasplante; sin embargo, al usarlas para siembra directa tienen el problema del acame. En 1998 se inició el mejoramiento del arroz por inducción de mutaciones con el objetivo de obtener una variedad para siembra directa. Para esto, se irradiaron 200 gramos de semilla de la variedad Morelos A-92, en la fuente Gammacell 220 del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, con las dosis de rayos gamma ⁶⁰Co: 20, 25, 30 y 35 krad. Entre 1999 a 2005 se avanzó en la selección de la generación M₁ a la M₇, dando como resultado 18 líneas uniformes en 2006. En 2007 y 2008 se evaluaron en ensayos de rendimiento en las localidades de Zacatepec y Cuautla, Morelos comparándolas con el testigo comercial Morelos A-98, sobresaliendo las líneas: M7, M14, M16, M17 y M18 por rendimiento superior a 10 t ha⁻¹, moderada resistencia a piricularia, (*Magnaporthe grisea*) hábito de crecimiento erecto, altura de planta de 120 cm, resistentes al acame; rendimiento en industria 57% de grano pulido entero; conservando la calidad Morelos (20% de centro blanco). En 2009 estas líneas se validaron en trasplante y siembra directa en parcelas de productores cooperantes en cuatro localidades de Morelos y la M18 sobresalió de las demás por su rendimiento, adaptabilidad y calidad del grano, de tal forma que para el año 2010 fue liberada como nueva variedad de arroz.

Abstract

In central Mexico, rice (*Oryza sativa* L.) is sowed through transplant and direct under irrigation as well, most of the varieties have been released for transplant; however, when using them for direct sowing they have the problem of lodging. In 1998 began the improvement of rice by induced mutation in order to get a variety for direct-sowing. For this, 200 grams of seeds of the variety Morelos A-92 were irradiated in the source Gammacell 220 of the National Institute for Nuclear Research, with doses of gamma rays ⁶⁰Co: 20, 25, 30 and 35 krad. From 1999 to 2005 advance in the selection of the generation M₁ to M₇, producing 18 uniform lines in 2006. In 2007 and 2008 were evaluated in yield trials in Zacatepec and Cuautla, Morelos, comparing them with the commercial control Morelos A-98; outstanding the lines: M7, M14, M16, M17 and M18 by yield higher than 10 t ha⁻¹, moderate resistance to the rice blast (*Magnaporthe grisea*), erect growth habit, plant height of 120 cm, resistant to lodging, industrial yield 57% in whole grain, preserving the quality Morelos (20% of white center). In 2009 these lines were validated in transplant and direct sowing in plots of cooperating producers in four sites of Morelos and, M18 excelled the others because of its yield, adaptability and grain quality, so that by the year 2010, it was released as a new variety of rice.

* Recibido: marzo de 2012
Aceptado: agosto de 2012

Palabras clave: *Oriza sativa* L., arroz de riego, calidad Morelos, tolerancia a enfermedades.

Key words: *Oryza sativa* L., disease tolerance, irrigated rice, Morelos quality.

Origen

Las radiaciones ionizantes son un instrumento valioso para alterar el genoma; su utilización en el fitomejoramiento permite obtener nuevas formas frecuentemente reduciendo el tiempo para obtenerlas con respecto a los métodos convencionales. Estos radiomutantes permiten incrementar las reservas genéticas de los bancos de germoplasma y pueden ser usados en programas de mejoramiento. Por esto la radioinducción de mutaciones es una técnica auxiliar de reconocida utilidad en el mejoramiento de plantas (Sigurbjonsson y La Chance, 1987). Los resultados exitosos obtenidos por diversos investigadores demuestran que la radioinducción de mutaciones puede ser muy útil para obtener variedades mejoradas de arroz, con alta productividad y resistencia a factores bióticos y abióticos; con la ventaja de que esta técnica permite acortar los periodos de selección y aportar nuevos genes que no estén restringidos a la constitución genética de los progenitores (Deus *et al.*, 1998).

Así en 1998 se inició el desarrollo de variedades de porte bajo y grano “calidad Morelos” para su cultivo en siembra directa con la finalidad de mejorar los ingresos de los productores e industriales del arroz en el estado de Morelos y de la zona Centro de México (Jalisco, Michoacán, Estado de México y Guerrero), para conseguir esto se irradiaron 200g de semilla de la variedad Morelos A-92, con las siguientes dosis de rayos Gamma Co⁶⁰: 20, 25, 30 y 35 Krad. (Kihupi, 1984 y Deus *et al.*, 1998), en la fuente Gammacell 220 del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Las semillas se sembraron en almácigo y a los 45 días las plántulas se establecieron en el campo.

En la generación M₁ se evaluó el porcentaje de supervivencia, el número de granos llenos y se cosecho una panícula por planta (Sathyanarayanaiah, 1989). En la M₂, se registró la altura y el rendimiento de grano por planta. Del año 2001 a 2005 se avanzó de la generación M₃ a la M₇ dando como resultado la selección de 18 líneas uniformes, las cuales fueron evaluadas en pruebas preliminares de rendimiento en 2006; en los años 2007 y 2008 fueron evaluadas en un ensayo de rendimiento bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en las localidades de Zacatepec y

Origen

Ionizing radiation is a valuable tool for altering the genome; its use in plant breeding allows for new forms often reducing time to get them over conventional methods. These radio-mutants allow increasing the gene pools of germplasm banks and can be used in breeding programs. Therefore the radio-induction mutation is an auxiliary technique known for its utility for plant breeding (Sigurbjonsson and La Chance, 1987). The successful results obtained by different researchers showed that, the radio-induction of mutations can be very useful for obtaining improved rice varieties with high productivity and resistance to biotic and abiotic factors, with the advantage that this technique shortens the period of selection and provide new genes that are not restricted to the genetic constitution of its parents (Deus *et al.*, 1998).

Thus in 1998 began the development of varieties of short-stature and grain “quality Morelos” for direct sowing cultivation in order to improve the incomes of rice producers and manufacturers in the State of Morelos and the Center of Mexico (Jalisco, Michoacán, State of Mexico and Guerrero), to achieve this, 200 g of seeds of the variety Morelos A-92 were irradiated, with the following doses of gamma rays Co⁶⁰: 20, 25, 30 and 35 Krad. (Kihupi, 1972 and Deus *et al.*, 1998), in the source Gammacell 220 of the National Institute for Nuclear Research (ININ). The seeds were sown in a nursery and, at 45 days, the seedlings were established in the field.

In the M₁ generation the percentage of survival was evaluated, the number of filled grains and a panicle was harvested per plant (Sathyanarayanaiah, 1989). In M₂, the height and grain yield per plant were reported. From 2001 to 2005 we advanced from the generation M₃ to M₇ resulting in the selection of 18 standard lines, which were evaluated in preliminary yield trials in 2006, in the years 2007 and 2008 were evaluated in a yield test under a randomized block design with four replications in Zacatepec and Cuautla, comparing them with the commercial control Morelos A-92 and Morelos A-98, determining its culinary and industrial quality.

Of the 18 materials tested the following lines were selected: M7, M14, M16, M17 and M18 for their superior yield higher than 10 t ha⁻¹, moderate resistance to the rice blast, a disease

Cuautla comparándolas con el testigo comercial Morelos A-92 y Morelos A-98 y se determinó la calidad culinaria e industrial del grano.

De los 18 materiales evaluados, fueron seleccionadas las líneas: M7, M14, M16, M17 y M18 por su rendimiento superior a 10 t ha⁻¹, moderada resistencia al avanamiento del grano, enfermedad causada por el hongo *Magnaporthe grisea*; hábito de crecimiento erecto, altura de planta de 110 cm, resistencia al acame; el rendimiento en la industria es 60% de grano pulido entero; conservan la calidad del arroz de Morelos, la forma de su grano es alargada con 20% de centro blanco.

Éstos materiales se recomiendan para su establecimiento en siembra directa lo cual permitirá un ahorro en los costos de producción del cultivo en comparación con el sistema de trasplante; se adaptan a las condiciones de clima y suelo de las zonas arroceras alta y baja del estado de Morelos y de la zona Central de México. En 2009 las líneas se validaron en parcelas de productores cooperantes y en el año 2010 la línea M18 se registró como la nueva variedad Morelos A-2010.

Plántula

La altura de plántula a los 10 días después de la siembra es de 3 cm, la longitud del mesocótilo es de 10 mm a los siete días de germinadas las semillas en la oscuridad, la longitud del coleóptilo a los siete días de germinadas las semillas en la oscuridad es de 3 mm.

Floración

Inflorescencia

Las glumas del grano son pubescentes hacia el ápice de la lema y la palea, el estigma es sin color, la antesis es de 102 días después del trasplante. El nudo del tallo es predominante de color verde y dorado del entrenudo. La planta tiene buena habilidad de amacollamiento y hábito erecto de de crecimiento. Las hojas son poco pubescente, longitud de 52 cm y anchura de 1.1 cm, color predominante verde, posición erecta del ápice y de la hoja bandera. La lígula con color amarillo y de forma hendida. Tamaño pequeño de las aurículas.

caused by the fungus *Magnaporthe grisea*; erect growth habit, plant height of 110 cm, lodging resistance; yield in the industry is 60% of whole grain; preserve the quality of Morelos, with elongated-shaped grain, 20% white center.

These materials are recommended for establishment in direct sowing which will allow savings in the cost of crop production compared to the transplant system; being adapted to the climate and soil conditions of high and low rice-growing areas of the State of Morelos and Central Mexico. In 2009 the lines were validated in fields of cooperating farmer and, in 2010, M18 was recorded as the new variety Morelos A-2010.

Seedling

The seedling's height at 10 days after planting is 3 cm, the length of the mesocotyl is 10 mm on the seventh day of the seeds germinated in the dark, and the coleoptile's length on the seventh day of the germinated seeds in darkness is 3 mm.

Flowering

Inflorescence

The grain husks are hairy towards the apex of the lemma and the palea, the stigma is colorless, the anthesis is 102 days after transplantation. The node of the stem is predominantly green and gold of the internode. The plant has a good tillering ability and erects growth habit. The leaves are slightly pubescent, 52 cm length and 1.1 cm width, predominantly green, erect apex and leaf flag. The ligule with yellow color and ragged. Small sized auricles.

Maturity

Characteristics of adult plant

This variety has a physiological maturity of 138 days after transplantation, the stem height is 112 cm and is predominantly resistant to lodging, making it different from the variety Morelos A-98, which has a height 140 cm, classified as intermediate, which does not

Madurez

Características de planta adulta

Esta variedad tiene una madurez fisiológica de 138 días después del trasplante, la altura del tallo es de 112 cm y es resistente predominante al acame; lo que la hace diferente a la variedad Morelos A-98 que tiene una altura 140 cm, que se clasifica una planta intermedia, lo que no la hace resistente al acame (Salcedo, 1998). La panícula o inflorescencia tiene una longitud de 29 cm, la excersión de la panícula es moderadamente emergida (5 cm). La espiguilla, es ausente en el aristado y la relación grano/paja es 1.3. La anchura de la semilla es de 3.4 mm, el espesor es de 2.3 mm y el peso de mil semillas es de 40 g.

Características de calidad del grano

La longitud del grano del arroz descascarado, integral o sin pulir es de 8.2 mm y su anchura es de 2.8 mm. El espesor del grano es 2.1 mm, el color predominante del pericarpio es crema claro y sin olor. El contenido de amilosa del arroz pulido es 25%, el endospermo es traslúcido, con centro blanco mayor a 20%, el peso de mil granos es de 32 g y una intermedia temperatura de gelatinización. Las características de calidad molinera y culinaria de las variedades Morelos A-98 y Morelos A-2010 se muestran en el Cuadros 1.

make it resistant to lodging (Salcedo, 1998). Panicle or inflorescence has a length of 29 cm the exertion of the panicle is moderately surfaced (5 cm). The spikelet is absent in the awn and the ratio grain/straw is 1.3. The width of the seed is 3.4 mm, the thickness is 2.3 mm and, the thousand seed weight, 40 g.

Characteristics of grain quality

The length of the husked grain, whole or unpolished is 8.2 mm and is 2.8 mm width. The thickness of the grain is 2.1 mm; the predominant color of the pericarp is clear and odorless cream. The amylose content of milled rice is 25%, the endosperm is translucent with a white center of more than 20%; the thousand grain weight is 32 g and, has an intermediate gelatinization temperature. The milling and culinary quality’s characteristics of the varieties Morelos A-98 and Morelos A-2010 are shown in Table 1.

Adaptation and yield

The results for yield and stability (Eberhart and Russell, 1966) indicated that, the variety Morelos A-2010 has performed well in the rice-producing regions of the State of Morelos. Under irrigation conditions by transplant, this variety’s response is quite excellent in environmental conditions of the “high” areas (1 000-1 400 m) and “low”

Cuadro 1. Características de calidad molinera y culinaria de grano de las variedades Morelos A-98 y Morelos A-2010. Table 1. Milling and culinary quality’s characteristics of the varieties Morelos A-98 and Morelos A-2010.

Características	Morelos A-98	Morelos A-2010
Arroz moreno (%)	78	78
Arroz pulido (%)	68	70
Arroz entero (%)	55	57
Arroz medio grano (%)	10	5
Centro blanco (%)	> 20	> 20
Largo (mm)	7.2 a 7.6	7 a 7.4
Forma	Ancha	Ancha
Amilosa (%)	25	25
Álcali	Intermedio	Intermedio
Consistencia del gel	Media	Media
Calidad culinaria	Buena	Buena

Adaptación y rendimiento

Los resultados obtenidos en las evaluaciones para rendimiento y estabilidad (Eberhart y Russell, 1966) indican que la variedad Morelos A-2010 tiene buen comportamiento

(800-1 000 m) of Morelos. Responding favorably to the southern States of Mexico, Puebla, Michoacán, Jalisco and northern Guerrero (Mountain), just as well as the variety Morelos A-98. The experimental average yield of this variety compared to Morelos A-92 and A-98 in the years 2007 and 2008 is shown in Table 2.

en las regiones productoras de arroz del estado de Morelos. Bajo condiciones de riego por trasplante esta variedad presenta excelente respuesta a las condiciones ambientales de las zonas “alta” (1 000-1 400 msnm) y “baja” (800-1 000 msnm) de Morelos. Puede responder favorablemente al sur de los estados de México, Puebla, Michoacán, Jalisco y norte de Guerrero (Montaña) al igual que la variedad Morelos A-98. El rendimiento medio experimental de esta variedad en comparación con Morelos A-92 y A-98 en los años de 2007 y 2008 se muestra en el Cuadro 2.

Disponibilidad de semilla

Semilla categoría básica de la variedad Morelos A-2010 está disponible para todos los productores en el Campo Experimental Zacatepec, Morelos, en cantidades limitadas, si fuera el caso de necesitar volúmenes grandes es necesario hacer la solicitud un año antes para poder incrementarla.

Seed availability

Basic category seeds of the variety Morelos A-2010 is available to all the producers in the Experimental Field Zacatepec, Morelos, in limited quantities, if needed for larger volumes it is necessary to apply a year before, in order to increase it.

Conclusions

The generation of mutants is a feasible method for rice, creating new chromosomal arrangements. The mutant plant of small stature were presented in Morelos A-92, in populations of the M₂ generations whose seeds were irradiated with doses between 25 and 35 krad. A new variety of short-straw and high

Cuadro 2. Rendimiento (kg ha⁻¹) de las variedades Morelos A-92, Morelos A-98 y Morelos A-2010 en dos localidades del estado de Morelos. Ciclo primavera- verano 2007 y 2008.
Table 2. Yield (kg ha⁻¹) of the varieties Morelos A-92, Morelos A-98 and Morelos A-2010 in two locations in the State of Morelos. Spring-Summer 2007 and 2008.

Localidad	Morelos A-92		Morelos A-98		Morelos A-2010	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Cuautla	16000	11900	16400	12992	15930	11727
Zacatepec	13400	10300	15500	11400	15400	10780
Media	14700	11100	15950	12196	15665	11254

Conclusiones

La generación de mutantes es un método factible en arroz, la cual crea nuevos arreglos cromosómicos. Las plantas mutantes de porte bajo se presentaron en la variedad Morelos A-92 en poblaciones de la generación M₂ cuyas semillas fueron irradiadas con dosis entre 25 y 35 krad. Se obtuvo una nueva variedad de paja corta y de alto rendimiento, con las mismas características de las variedades Tipo Morelos, la cual dio origen a la variedad Morelos A-2010.

yield was obtained, with the very same characteristics of Morelos type varieties, creating the variety Morelos A-2010.

End of the English version

Agradecimientos

Al apoyo financiero proporcionado por la Fundación Produce Morelos, A. C. al cultivo de arroz en Morelos.

Literatura citada

Deus, J. E.; Leyva, A. V. y Pérez, A. V. 1991. Empleo de la inducción de mutaciones y el cultivo de tejidos en el programa de mejoramiento del arroz *Oryza sativa* L., de Cuba. Plant Mutation Breeding for Crop Improvement. International Atomic Energy Agency. Vienna. Vol. 2:445-461.

- Kihupi, H. N. 1984. Utilization of induced mutants for rice improvement in Tanzania. Cereal grain protein improvement. International Atomic Energy Agency. Vienna. 81-86 pp.
- Eberhart, S. A. and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.
- Reddy, P. R. and Sathyanarayanaiah, K. 1980. Inheritance of aroma in rice. Indian J. Genet. Plant Breed. 40:327-329.
- Salcedo, A. J. 1998. Morelos A-98 variedad de arroz para Morelos y otros estados de la república. Folleto técnico Núm. 21. INIFAP-CIRCE- Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos. México. 9 p.
- Sathyanarayanaiah, K. 1989. Que hacer y qué no hacer en el fitomejoramiento con mutaciones. II Seminario Nacional. Uso de la irradiación en fitomejoramiento. 99-109 pp.
- Sigurdjonsoon, B. and La Chance, L. E. 1987. The international atomic energy agency and the green revolution. IAEA. Bulletin 29(3):38-42.