

Tukuy RR, la nueva variedad de soja para el noroeste argentino

Mario R. Devani*, Marcela Escobar*, Fernando Ledesma*, José R. Sánchez*, Victoria del V. González**, Horacio Gómez*, Norma B. Coronel***, Berta S. Zossi**** y Atilio P. Castagnaro*****

RESUMEN

En los últimos 50 años la producción mundial de soja creció diez veces, de 27 a 269 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente el 90% proviene solamente de seis países: Brasil, Estados Unidos, Argentina, China, India y Paraguay. Entre 1980 y 2019 el cultivo de soja en la Argentina se expandió de 2.040.000 a 17.7 millones de hectáreas. Dicha expansión se atribuye principalmente a la mejora paulatina de los rendimientos obtenidos. Como consecuencia, este producto y sus derivados pasaron a ser la principal fuente de exportación del país.

Dado que la oferta de tierras con potencialidad agrícola tiende a ser rígida en el corto plazo, la clave está en aumentar la productividad del cultivo. Por ello, resulta fundamental la obtención de cultivares adaptados a diferentes regiones que permitan incrementar los rendimientos, y en este sentido, el mejoramiento genético es la estrategia más valiosa para el aumento de la productividad de manera sostenible y ecológicamente equilibrada. La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) viene trabajando ininterrumpidamente en su proyecto de obtención de variedades locales, y de esta forma nace Tukuy RR, la nueva variedad liberada por la EEAOC del grupo de madurez VII y hábito de crecimiento indeterminado, que incorpora el gen de resistencia a glifosato y logra excelentes potenciales de rendimiento.

Palabras clave: soja, variedad, grupo VII de madurez, noroeste argentino, resistencia al glifosato.

ABSTRACT

Tukuy RR, new soybean variety for northwest Argentina

In the last 50 years, world soybean production has increased tenfold, from 27 to 269 million tons, of which approximately 90% is produced only in six countries: Brazil, United States, Argentina, China, India and Paraguay. Between 1980 and 2019, soybean cultivation in Argentina expanded from 2 million to 17.7 million hectares. As a consequence, this product and its derivatives became the main export source of the country. This expansion is mainly attributed to the increase in both the planted area and in the yields. Since the supply of land with agricultural potential tends to be rigid in the short term, the key is to increase crop productivity. Therefore, it is essential to obtain cultivars adapted to different regions that allow increasing yields, and in this sense, plant breeding is the most valuable strategy for increasing productivity in a sustainable and ecologically balanced way. The Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) has been working continuously on its project to obtain local varieties, and in this way Tukuy RR has been created. The new variety released by the EEAOC belong to the maturity group VII and has undetermined growth habit, also incorporates the resistance gene to glyphosate, and achieves excellent performance potentials.

Key words: soybean, variety, maturity group VII, argentine northwest, glyphosate resistance.

Fecha de recepción: 13/12/2019 - Fecha de aceptación: 11/09/2020

*Sección Granos, ** Sección Fitopatología, ***Sección Zoología Agrícola, ****Sección Química, *****Sección Biotecnología; EEAOC.
E-mail: granos@eeaoc.org.ar

INTRODUCCIÓN

La soja (*Glycine max* (L.) Merr.) ha significado en el mundo una gran revolución productiva-comercial en la cadena agroalimentaria mundial a partir de los años setenta, por ser a la vez la principal fuente de proteína vegetal para la alimentación animal en sistemas de cría intensiva, como así también proveedora de aceites para alimentación humana. Adicionalmente, en estos últimos años es también uno de los cultivos claves para la obtención de biocombustibles.

La Argentina ocupa el tercer puesto en la producción mundial de grano de soja con 57,8 millones de toneladas, luego de Estados Unidos (con 117 millones de toneladas) y Brasil (con 114 millones de toneladas), según estimaciones del USDA (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019a).

Con respecto a la harina de soja, nuestro país es el primer exportador mundial: en la campaña 2016/2017 fueron 31,7 millones las toneladas vendidas. Según el USDA, esto representa cerca de 1,4 millones de toneladas más que en el ciclo 2015/2016. En este producto, Argentina supera a Brasil, que despacha cerca de 15 millones de toneladas, y a Estados Unidos, país que ocupa el tercer lugar con 10,8 millones de toneladas.

En el caso del aceite de soja, en el ciclo 2015/2016 la Argentina mantuvo el primer puesto en ventas al exterior. Según el USDA fueron cerca de 5,6 millones de toneladas, superando a Brasil, que exportó aproximadamente 1,4 millones de toneladas, y a Estados Unidos de América, con casi 1 millón de toneladas. Las ventas al exterior de la Unión Europea son cercanas a las 900 mil toneladas.

Por último, con respecto a la producción de biodiesel en base a aceite de soja, la industria argentina ocupó hasta el año 2012 el primer lugar como productor mundial, con algunos altibajos en las distintas campañas desde entonces. Finalmente, desde el año 2017 se mantiene en tercer lugar en el ranking de producción, con cerca de 2,40 millones de toneladas (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019b).

En nuestro país el cultivo de la soja comienza a realizarse en gran escala en los años setenta, adquiriendo un cariz muy especial a mediados de los noventa, cuando se libera al mercado el cultivo de la soja transgénica (Teubal, 2006). En efecto, a partir de este desarrollo la Argentina se transforma en uno de los principales países del tercer mundo vinculado a la producción de soja, posicionándose como uno de los más competitivos en términos tecnológicos, productivos y de generación de divisas; y presentando un fuerte perfil exportador, ya que el principal destino de los subproductos de la industrialización del grano es el mercado externo (Paolilli *et al.*, 2019).

Este cultivo reviste un valor singular para la economía de nuestro país, ya que es uno de los productos que provee mayores ingresos de divisas (Ybran & Lacelli, 2016).

Las fuentes de la expansión de la producción de soja se pueden descomponer entre la evolución de superficie sembrada y los rendimientos. Dado que la oferta de tierras con potencialidad agrícola tiende a ser rígida en el corto plazo, la clave está en incrementar la productividad del cultivo (Castillo, 2013). Por ello, resulta fundamental la obtención de cultivares adaptados a diferentes regiones que permitan incrementar los rendimientos. El mejoramiento genético de las plantas es la estrategia más valiosa

para el aumento de la productividad de manera sostenible y ecológicamente equilibrada. La relación entre la tasa de ganancia genética nacional y el progreso de rendimiento, calculado a partir de un promedio trienal móvil, fue 78,7% (Santos, 2019). Este dato puede ser considerado como la contribución del mejoramiento a los rendimientos de soja de Argentina entre 1985 y 2014, y es mayor que los promedios históricos del 50% (Evans, 1993).

La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) fue precursora en la experimentación y promoción del cultivo de la soja, no solamente en la región del noroeste argentino (NOA), sino también a nivel nacional. Tal es así, que el Programa Granos de la EEAOC, desde hace aproximadamente 22 años, viene trabajando ininterrumpidamente en su proyecto de obtención de variedades locales. Este tiene como objetivo principal la liberación y difusión de nuevos cultivares de soja adaptados a las condiciones agroecológicas del NOA, de gran potencial de rendimiento y con resistencia o alto grado de tolerancia a las principales enfermedades y plagas de la región.

En este sentido, Tukuy RR es la nueva variedad liberada por la EEAOC, del grupo de madurez VII y hábito de crecimiento indeterminado, que incorpora el gen de resistencia a glifosato y logra excelentes potenciales de rendimiento. Fue obtenida a través de cruzamiento genético y posterior avance generacional en la subestación de Monte Redondo (San Agustín, Tucumán).

Se caracteriza por tener una estructura de planta equilibrada, sin presentar problemas de vuelco, y poseer amplia adaptación a diferentes fechas de siembra. Cabe aclarar, además, que presenta un buen comportamiento frente a las principales enfermedades de la soja de la región como ser cancro del tallo (*Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*) y mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*).

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad Tukuy RR proviene del cruzamiento genético realizado entre los genotipos DM 5.8i RR y la línea avanzada de la EEAOC LAE-7 en el año 2008, y un posterior avance generacional de F1 a F6 (exceptuando la filial F4, que se realizó bajo cubierta en el año 2011), en el campo de cría de la Subestación de Monte Redondo (localidad de San Agustín, departamento Cruz Alta, provincia de Tucumán; lat: S 26° 49' 35.60"; long: O 64° 51' 21.52"). Esto se realizó siguiendo la metodología de Single SeedDescent (SSD), con ligeras modificaciones en el proceso de selección (Brim, 1966).

Durante la campaña 2011/2012, la variedad Tukuy RR fue seleccionada del campo de cría como línea con características sobresalientes. En el ciclo agrícola siguiente (2012/2013) participó del ensayo de Líneas Progenie manteniendo su comportamiento, por lo que en las tres campañas posteriores (2013-2016) comenzó a ser evaluada como línea avanzada en Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR), realizados en las localidades de San Agustín (departamento Cruz Alta), Gobernador Piedrabuena y Villa B. Aráoz (departamento Burruyacú) de la provincia de Tucumán (Tabla 1).

En los ECR participaron las líneas avanzadas más destacadas del Programa de Mejoramiento de Soja de la EEAOC y tres testigos de grupos de maduración VI al VIII

Tabla 1. Esquema de obtención del cultivar Tukuy RR, durante el período 2007-2016 en diferentes localidades de la provincia de Tucumán. 2007 a 2013 en San Agustín, departamento Cruz Alta.

Campaña	Procedimiento	Semilla obtenida
2007/2008	Cruzamiento DM 5.8i RR X LAE-7 (Línea avanzada EEAOC)	F1
2008/2009	F1 - DM 5.8 X LAE-7	F2
2009/2010	F2 - DM 5.8 X LAE-7 (Bulk-1)	F3
2010/2011	F3 - DM 5.8 X LAE-7 (Bulk-2)	F4
2011	F4 - DM 5.8 X LAE-7 (Bulk-3) Invernadero	F5
2011/2012	F5 - DM 5.8 X LAE-7 (Bulk-4)	F6
2012/2013	Líneas progenie	
2013/2014	ECR- San Agustín (dpto. Cruz Alta), Gobernador Piedrabuena y Villa B. Aráoz (dpto. Burruyacú)	
2014/2015	ECR- San Agustín (dpto. Cruz Alta), Gobernador Piedrabuena y Villa B. Aráoz (dpto. Burruyacú)	
2015/2016	ECR- San Agustín (dpto. Cruz Alta), Gobernador Piedrabuena y Villa B. Aráoz (dpto. Burruyacú)	

(A6411 RG, AW7110 RR y A8000 RG). Para estos ensayos se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones, donde las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cinco líneas de 5m de largo separadas 0,52m entre sí, de las cuales se cosecharon las dos centrales (10,4m²). Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente a través del análisis de la varianza y se utilizó el test de Fisher para la comparación de medias DLS (5%).

La siembra se realizó con sembradora de ensayos de cinco tachos para siembra directa y la densidad poblacional utilizada fue de 270.000 plantas logradas por hectárea (14 plantas/m a 0,52 m entre líneas). El control químico de malezas, enfermedades y plagas se efectuó siguiendo el mismo criterio que se utiliza en lotes comerciales. Periódicamente se realizaron observaciones fenológicas, fenométricas y agronómicas de los materiales bajo estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la planta

En la Tabla 2 se presentan características descriptivas del nuevo material.

Características de la semilla

Las características de la semilla del nuevo cultivar de soja se presentan en la Tabla 3.

Comportamiento sanitario

El perfil sanitario del nuevo cultivar se resume en la Tabla 4.

Como se observa en la Tabla 4, la variedad Tukuy RR presenta un buen perfil sanitario, comportándose como

resistente a las enfermedades cancro del tallo y mancha ojo de rana, y moderadamente resistente al resto.

Rendimientos en los ECR

Los resultados de rendimiento de Tukuy RR comparados con los de los testigos probados en los ECR, obtenidos en las localidades de San Agustín, Piedrabuena y Villa B. Aráoz durante las campañas 2014/2015 y 2015/2016, se presentan en la Tabla 5.

El rendimiento promedio de la variedad Tukuy RR durante las dos campañas analizadas fue de 4224 kg/ha,

Tabla 2. Características de la planta de la variedad de soja Tukuy RR. Observaciones realizadas en la localidad de San Agustín (departamento de Cruz Alta, provincia de Tucumán).

Grupo de maduración	VII
Crecimiento	Indeterminado
Color de la hoja	Verde intermedio (Dare)
Color de flor	Blanca
Color de hipocótilo	Verde (Davis)
Color de pubescencia	Gris
Días a floración	46*
Días a madurez fisiológica	123,5*
Altura media de planta	95,5 cm*
Resistencia al vuelco	Muy buena*

*Los datos corresponden al promedio de dos campañas de evaluación.

Tabla 3. Características de la semilla de la variedad de soja Tukuy RR. Análisis realizados en el Laboratorio de Semillas y Laboratorio de Química de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. 2016.

Forma	Alargada
Color tegumento	Amarillo
Brillo tegumento	Opaco
Color hilo	Amarillo
“Test” peroxidasa	Positivo
Peso de 1000 semillas	149 g
Tenor aceite*	19,72%
Tenor proteínas*	33,89%

Tabla 4. Comportamiento de la variedad de soja Tukuy RR frente a las enfermedades de soja más comunes en el NOA. Observaciones realizadas a campo durante las campañas 2014/2015 y 2015/2016.

Enfermedades	Reacción
Tizón bacteriano (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>glycinea</i>)	MR
Cancro del tallo (<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i>)	R
Mancha ojo de rana (<i>Cercospora sojina</i>)	R
Mancha púrpura (<i>Cercospora kikuchii</i>)	MR
Podredumbre carbonosa (<i>Macrophomina phaseolina</i>)	MR
Mancha marrón (<i>Septoria glycines</i>)	MR
Mancha anillada (<i>Corynespora cassicola</i>)	MR

R: resistente; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente susceptible; S: susceptible y AS: altamente susceptible.

Tabla 5. Rendimiento promedio y relativo de la variedad de soja Tukuy RR y de los testigos, en las campañas 2014/2015 y 2015/2016, en tres localidades de Tucumán: San Agustín (Cruz Alta), Piedrabuena (Burruyacú) y Villa B. Aráoz (Burruyacú).

Localidad	Campaña	Variedad	Rto. Prom.	Red. rel.*	D.S.	CV %	Significancia**
San Agustín	2014/2015	TukuyRR	4080	97%	179	16,1	
		A 6411	2585	61%	476		S
		AW 7110	3695	88%	479		NS
	2015/2016	A 8000	4205	100%	619	5,6	NS
		TukuyRR	4385	89%	589		
		A6411	4240	86%	315		NS
Piedrabuena	2014/2015	AW 7110	4506	91%	540	11,61	NS
		A 8000	4926	100%	192		S
		TukuyRR	2913	96%	226		
	2015/2016	A6411	3048	100%	287	4,01	NS
		AW 7110	2404	79%	437		NS
		A 8000	2814	92%	228		NS
Villa B. Aráoz	2014/2015	TukuyRR	4442	100%	198	14,28	
		A6411	4365	98%	239		S
		AW 7110	4375	98%	506		S
	2015/2016	A 8000	3500	79%	117	4,46	S
		TukuyRR	4516	100%	849		
		A6411	3243	72%	536		S
		AW 7110	2708	60%	28		S
		A 8000	2971	66%	596		S
		TukuyRR	5010	97%	478		
		A6411	4465	86%	459		S
		AW 7110	5170	100%	145		NS
		A 8000	4683	91%	458		NS

Promedio 6 ECR	Variedad	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento Relativo (%)
	TukuyRR	4224	100%
	A6411	3658	87%
	AW 7110	3810	90%
	A 8000	3850	91%

(*): rendimiento relativo expresado en %, en función del mayor rendimiento promedio.

(**): la significancia es del 5% con respecto al cultivar Tukuy RR.

D.S.: desvío estándar.

superando a los tres testigos presentes en el ensayo. Al compararla con los rendimientos promedio de la variedad A6411 RG, arrojó una diferencia de 566 kg/ha, mientras que para las variedades AW 7110 RR y A 8000 RG las diferencias fueron de 414 kg/ha y 374 kg/ha, respectivamente.

Como información adicional, puede mencionarse que en la campaña 2018/2019 la nueva variedad de soja se incluyó en tres ensayos de la Red de Evaluación de Variedades Comerciales de Soja en el NOA, que coordina el Programa Granos de la EEAOC en las localidades de San Agustín (Tucumán), Los Altos (Catamarca) y San Lorenzo (Salta). Cada parcela de 1500 m² estuvo constituida por franjas de los diferentes genotipos ensayados, con separaciones entre surcos de 0,52 cm. El manejo de las mismas respondió al criterio agronómico del productor responsable. El valor de rendimiento fue estandarizado por medio de un índice de normalización. Dicho índice fue calculado a partir de la semisuma de los testigos pareados, dividida en el promedio general del testigo para cada localidad. Posteriormente, se procedió a calcular el rendimiento normalizado de cada variedad mediante el cociente entre el rendimiento obtenido y el índice de normalización. Finalmente, se promediaron los rendimientos normalizados de las variedades de las tres localidades donde el culti-

var estuvo presente, posicionándose entre las de mejores rendimientos en dos de ellas: San Agustín –Tucumán- y San Lorenzo –Salta- (Ledesma *et al.*, 2019).

CONSIDERACIONES FINALES

El nuevo cultivar de soja Tukuy RR liberado por la EEAOC pertenece al grupo de madurez VII largo, caracterizado de forma más precisa como un 7,8. Posee una muy buena plasticidad para diferentes fechas de siembra en el NOA, sin pérdidas significativas de rindes en siembras tempranas o tardías. El período de siembra de este cultivar se extiende desde fines de noviembre hasta la primera semana de enero, siendo del 11 al 20 de diciembre la fecha óptima.

Durante la evaluación del cultivar en ensayos en micro y macroparcels, Tukuy RR presentó muy buenos rindes en todos los ambientes y años evaluados con respecto de los testigos. Esto le proporciona gran adaptabilidad, ya que su rendimiento por hectárea tiene una alta posibilidad de incrementarse ante modificaciones positivas en el ambiente. Por lo tanto, puede recomendarse su implantación en lotes de mediana a alta fertilidad.

Tukuy RR presenta un buen crecimiento inicial, genera una estructura de planta equilibrada, buena ramificación y posee buen comportamiento a vuelco. Es fundamental entonces realizar un adecuado manejo agronómico, respetando una determinada densidad de población a cosecha, en función de la fecha de siembra y el ambiente en el cual se desarrolla. Se aconseja para las siembras de diciembre establecer entre 230.000 y 280.000 plantas/ha, con una distancia entre surcos de 52 cm. Se recomienda no superar ese “stand”

de plantas, sobre todo en fechas tempranas de siembra. En el caso de que se lleven a cabo siembras tardías, es conveniente incrementar el número de plantas a valores de 300.000 plantas/ha, aproximadamente.

En cuanto al perfil sanitario, presenta buen comportamiento frente a las principales enfermedades de la soja de la región, cancro del tallo y mancha ojo de rana. Considerando otras enfermedades que afectan el cultivo, la nueva variedad manifiesta un comportamiento moderado a la podredumbre carbonosa de la soja como también al tizón de la hoja, mancha púrpura de la semilla, antracnosis, mancha marrón, tizón de la vaina y del tallo, mildiú, mancha anillada y mancha foliar por *Alternaria*. Con respecto a las enfermedades de origen bacteriano pústula bacteriana y el tizón bacteriano, el comportamiento de Tukuy RR es moderado.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 2019a. Informe cierre de campaña soja 2018/19. Panorama Agrícola Semanal. Estado y Condición de cultivos. Depart-

- mento de Estimaciones Agrícolas. [En línea] Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones> (consultado septiembre de 2019).
- Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 2019b.** ¿Cómo se ubica Argentina en el mercado mundial de granos y subproductos? Departamento de Estimaciones Agrícolas. [En línea] Disponible en: <http://www.bolsadecereales.com/mostrar-como-se-ubica-argentina-en-el-mercado-mundial-de-granos-y-subproductos-13203> (consultado septiembre de 2019).
- Brim, C. A. 1966.** A Modified Pedigree Method of Selection in Soybeans. *Cropscience*, 6(2), 220-220.
- Castillo, P. 2013.** Expansión regional del cultivo de soja en Argentina (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires).
- Ledesma, F.; J. R. Sánchez; M. Escobar; C. H. Gómez; J. P. Nemeç; R. Espejo; R. Gómez; G. Antúñez y M. R. Devani. 2019.** Análisis de datos de rendimientos obtenidos de la Red de Macroparcelas de Soja en la campaña 2018/2019. En: Devani, M. R.; F. Ledesma y J. R. Sánchez (eds.), *El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino. Campaña 2018/2019*. Publ. Espec. EEAOC (60): 33-40.
- Paolilli, M. C.; S. M. Cabrini; L. O. Pagliaricci; F. A. Fiallat & M. V. Bitar. 2016.** Importancia de la cadena de soja en Argentina. Ediciones INTA. *Revista de Tecnología Agropecuaria - RTA 10* (39): 42-46. ISSN 2469-164X (digital).
- Santos, D. J. 2019.** Red de ganancia genética de PROSOJA: Cambios de rendimiento atribuibles al mejoramiento en Argentina entre 1985 y 2014. Congreso de Soja del MERCOSUR. Rosario, Argentina.
- Teubal, M. 2006.** Expansión del modelo sojero en la Argentina. De la producción de alimentos a los commodities. Instituto Argentino para el Desarrollo Económico (IADE). Buenos Aires. AR. 220, pp. 71-96.
- Ybran, R. G. & Lacelli, G. A. 2016.** Informe estadístico mercado de la soja. INTA. [En línea] Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informe_estadistico_del_mercado_de_soja.pdf (consultado septiembre 2019).