

## Evaluación de materiales de soya provenientes de Brasil

**Marco Acevedo<sup>1\*</sup>**

**Arnaldo Gámez<sup>1</sup>**

**José Díaz<sup>2</sup>**

**Hunaiber García<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Investigadores. INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Guárico

<sup>2</sup>Investigador. INIA Barinas-UPSS, Unidad de Producción Socialista de Semilla, Sabaneta, estado Barinas

<sup>3</sup>Investigador INIA-CENIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias

\*Correo electrónico: macevedo@inia.gov.ve

La soya *Glycine max* (L.) Merrill, en la actualidad es una de las especies más antigua cultivadas en el mundo, junto con el trigo, arroz, centeno y sorgo. Su centro de origen, se ubica en la China, lugar donde ocurrió su evolución por hibridación natural entre dos especies de soya silvestres, que fueron domesticadas y mejoradas por agricultores e investigadores del lugar. Sin embargo, la producción comercial en gran escala se inicia a mediados del siglo XX en los Estados Unidos donde llega procedente de Europa, posteriormente para la década de los 60, se incorporan otros países como Argentina y Brasil.

El principal uso mundial de la soya, lo representa la molienda con un 88%, debido a su alto contenido de grasa (18-20%) y de proteína (37-38%), destacándose la industria de la harina con 80% para la formulación de alimentos balanceados, usados en la nutrición animal y 18% para la industria de extracción de aceite comestible, mientras que el restante 2% lo utilizan otras industrias (fármacos y químicos).

La producción mundial estimada para el período 2012-2013 fue de 267,58 millones de toneladas (Mt), 28 Mt superior a la zafra 2011-2012. Los principales países productores son: Brasil (81,0 Mt); EEUU (80,9 Mt); Argentina (55,0 Mt), China (12,3 Mt), India (11,5 Mt) y Paraguay (8,1 Mt),

representando el continente americano alrededor del 82% de la producción mundial. (Agropanorama 2013). En este sentido, el agro-negocio de la soya, se caracteriza por estar altamente concentrado en los siguientes aspectos: (a) producción mundial 52% en Mercosur y 32% en EEUU; (b) importación 46,5% para China y (c) exportación 56,3% por Mercosur y 40,2% por EEUU.

### Reseña histórica del cultivo en Venezuela

En Venezuela, la investigación en soya, se inicia entre 1952 y 1960 con la introducción de materiales genéticos de los EEUU, por la empresa privada en convenio con la "Universidad de Lousiana" y la "Facultad de Agronomía" Universidad Central de Venezuela; como resultado, se obtiene el material "Pelicana mejorada", el cual fue sembrado comercialmente con éxito a finales de la década de los 60, según (Solano y Campos, 1994). En la actualidad, las principales zonas productoras del cultivo, se ubican al oriente del estado Guárico y en los estados Anzoátegui y Monagas, debido a las condiciones agroecológicas favorables al cultivo.

La producción irregular del cultivo en Venezuela, puede ser atribuible entre otras causas a la baja competitividad de la cadena productiva del rubro, la cual ha

llevado al mercado de grasas y aceites comestibles; así como, al de harinas proteicas, a depender en altos niveles de importación. Para el 2002, se registraba que 75% del aceite comestible y 95% de las harinas proteicas eran importadas. A pesar del impulso que se ha dado en el país en la actualidad la producción de oleaginosas, se consumen anualmente 1.145.000 toneladas de soya y más del 90% es importada. Se requieren 763 mil hectáreas para producir la cantidad de toneladas de granos que hoy se consume, según cifras del MPPAT, 2012.

Entre las posibles causas imputables a la baja competitividad, se encuentran: (a) baja disponibilidad de insumos agrícolas (agroquímicos y fertilizantes); (b) dependencia de semilla importada en casi 100% y (c) factores bióticos y abióticos, tales como la reducida disponibilidad de nuevos cultivares y erraticidad de las precipitaciones en las zonas de producción, respectivamente.

### Convenio binacional entre Brasil y Venezuela

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ente oficial de investigación, producción y servicios agrícolas en el marco del "Programa Binacional de Cooperación Agrícola INIA-EMBRAPA", impulso a partir del 2009 el "Proyecto de cooperación técnica para el fortalecimiento

*agrícola en la República Bolivariana de Venezuela*" con el objetivo de desarrollar mancomunadamente la transferencia de tecnología desde Brasil para Venezuela en siete rubros importantes, incluyendo el cultivo de soya. Asimismo, "EMBRAPA ha desarrollado variedades de soya para las regiones tropicales de Brasil con una oferta ambiental, similar al oriente del país". En este sentido, es posible transferir, los conocimientos y experiencias de uno de los principales países productores de soya a Venezuela, (Aló Presidente, 2009).

### **Perspectivas para el establecimiento de la soya en Venezuela**

En Venezuela, la principal limitante para el establecimiento definitivo del cultivo comercial de la soya, se fundamenta, en el desarrollo de nuevos cultivares con alto rendimiento de granos, resistentes y/o tolerantes a los principales factores bióticos y abióticos. En este sentido, el convenio binacional entre Brasil y Venezuela busca fortalecer el sistema agroalimentario del país, mediante la cooperación conjunta de intercambio de talento humano, que permita iniciar el proyecto base de mejoramiento genético del cultivo de soya.

### **Proyecto base de mejoramiento genético del cultivo de soya**

El proyecto estratégicamente está sustentado en dos fases: **Primera fase** (corto plazo) con duración estimada de tres años, referida a la introducción de germoplasma principalmente de las regiones Centro-Norte y Norte de Brasil,

(con condiciones agroecológicas similares a las regiones productoras de Venezuela). Así como, la caracterización del referido germoplasma, para seleccionar líneas élites que posteriormente serán inscritas en los Ensayos de Validación Agronómica de Cultivares (EVAC) con el fin de dar respuesta directa al productor sobre el desarrollo de nuevos cultivares.

**Segunda fase** (mediano plazo), iniciada en el segundo año de la primera fase y referida a la selección de los genotipos nacionales y/o introducidos adaptados y caracterizados que permitan comenzar el programa de hibridación, con la finalidad de dar sostenibilidad al proyecto, aumentando la posibilidad de obtener genotipos superiores (nuevas combinaciones de genes) para el desarrollo de materiales con alto potencial de rendimiento de granos y adaptados a nuestras condiciones agroecológicas.

Los cultivares desarrollados, en ambas fases y mediante prácticas sustentables de manejo agronómico, permitirán la producción de semilla de alta calidad para impulsar la soberanía alimentaria y permitir el desarrollo del sistema rural nacional en los estados Guárico, Anzoátegui, Monagas y Bolívar.

### **Resultados preliminares en ensayos de campo**

Durante el año 2010, se inició la primera etapa del proyecto con la introducción desde Brasil (EMBRAPA Cerrados/Brasilia) de 8 cultivares de soya comercialmente denominados: BRS (Barreira, Candeia, Gralha, Pirarara, Jiripoca, Serena, Raimunda y Aurora). Estos materiales, se ca-

racterizan de manera general, por presentar, los siguientes aspectos en común:

- a) Materiales desarrollados utilizando métodos de mejoramiento de planta convencional.
- b) Adaptados a la Región Centro Norte del Brasil.
- c) Pertenecientes al grupo de maduración media (110-120 días) a tardío (mayor de 130 días).

Los cultivares Tracajá y Sambai-ba, fueron utilizados como testigos y validados ante el Servicio Nacional de Semillas SENASEM para la producción de semilla.

Con el objetivo de determinar adaptabilidad fenotípica, durante los últimos años, se han venido evaluando los 8 materiales introducidos de EMBRAPA, y los 2 testigos, en el diseño de bloque completos al azar con 3 repeticiones en parcelas experimentales de 8 metros cuadrados (4 surcos, 0,40 m x 5 m), en localidades de los estados: Aragua, Guárico y Barinas.

### **Variables empleadas en el trabajo**

Las variables consideradas para el desarrollo de este trabajo, según las etapas de desarrollo del cultivo son:

**Etapla vegetativa:** (a) número de plantas; (b) hábito de crecimiento; (c) color del tallo; (d) acame y (e) altura de la primera vaina.

**Etapla reproductiva:** (f) floración 50%; (g) color de flor; (h) maduración; (i) color de la vaina; (j) número de vaina/planta; (k) número semilla/vaina y (l) rendimiento de granos. (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Variables y época de evaluación

Variable	Etapa vegetativa	Variable	Etapa reproductiva
Número de plantas	Conteo a 15 días después de la siembra (dds)	Floración 50%	Número de días desde la siembra hasta la ocurrencia del 50% de floración en la parcela
Hábito de crecimiento	1: Determinado 2: Indeterminado	Color de flor	1: blanca 2: morada
Color del tallo	1: gris 2: marrón 3: marrón claro	Maduración	Número de días desde la emergencia hasta el 95% de las vainas secas
Acame	1: todas plantas erectas, 2: todas las plantas con leve inclinación 3: 25-30% de plantas inclinadas);	Color de la vaina	1: crema 2: marrón oscuro 3: marrón claro
Altura de primera vaina	Medida centímetros desde el suelo	Número de vaina/planta	Se toma un promedio de 5 plantas
		Número semilla/vaina	Se toma un promedio de 5 plantas
		Rendimiento de granos	Peso de granos de los 2 surcos centrales.

### Principales características edafoclimáticas en las localidades bajo estudio

En el cuadro 2, se presentan algunas de las principales características edafoclimáticas de las localidades consideradas.

Las características edafoclimáticas presentadas en el cuadro anterior, permiten inferir que la oferta ambiental es variable y que en forma general, favorecen la adaptabilidad del rubro. De todos los parámetros señalados, existen dos de gran importancia, a considerar en el cultivo de soya: (a) precipitación y (b) Fotoperiodo.

**Cuadro 2.** Características edafoclimáticas de las localidades en estudio.

Localidades	Ubicación geográfica	Características edafoclimáticas
Campo Experimental CENIAP_Maracay estado Aragua	10° 17' 14" N 67° 36' 02" O	Bosque seco pre-montano; 455 msnm, precipitación promedio anual 1.138,5 mm; evaporación promedio anual 1.726,8 mm; temperatura media anual 25,4 °C; radiación promedio anual 472,5 cal/cm/día; humedad relativa anual 73,4%.
Campo Experimental Bancos San Pedro INIA_Guárico en Calabozo estado Guárico	8° 44' 14" N 67° 32' 06" O	Bosque seco tropical; 72 m.s.n.m., precipitación promedio anual 1.379,2 mm; evaporación promedio anual 1.707,6 mm; temperatura media anual 27,9 °C; insolación promedio anual 5,9 horas; humedad relativa anual 69,6%.
Finca de agricultor Valle la Pascua, estado Guárico	9° 12' 8" N 66° 01' 13,7" O	Bosques deciduos, paisaje colinoso; con clima clasificado como bosque seco tropical, caracterizado por una precipitación promedio 1.025 mm, altura 165 msnm, con suelos ultisoles.
Campo Experimental Sabaneta UPSS_Barinas, estado Barinas	08° 49' 05" N 70° 00' 21" O	Bosque seco tropical; 194 m.s.n.m.; precipitación promedio anual 1.415,7 mm; evaporación promedio anual 1.874,9 mm; temperatura media anual 26,9 °C; insolación promedio anual 5,6 horas; humedad relativa anual 74%.

Fuente: registros climáticos INIA

El cultivo requiere entre 450-800 mm/ciclo, siendo clave en dos períodos, germinación-emergencia y floración-llenado de grano. Las necesidades de agua, se incrementan con el desarrollo de la planta, alcanzando su máximo durante el llenado del grano con 7-8 mm/día. Con respecto, al fotoperíodo, atribuido a la diferencia en los días a floración entre cultivares sembrados en una misma época, debido a la respuesta diferencial de los mismo a la longitud del día. La sensibilidad al fotoperíodo es una característica variable entre cultivares y cada cultivar posee un fotoperíodo crítico por encima del cual se retarda la floración. (EMBRAPA, 2013).

### Resultados preliminares para la variable rendimiento de granos

En el Cuadro 3, se presentan los resultados preliminares para la variable rendimiento de granos promedio por localidad para las 8 líneas introducidas de EMBRAPA más los testigos comerciales Tracajá y Sambaiba.

El coeficiente de variación como medida de precisión de los ensayos osciló entre 12% y 24%. La variable rendimiento esta determinada por muchos genes y es altamente influenciada por el ambiente. Sin embargo, se puede inferir que se observó una menor oscilación en la localidad Barinas y mayor oscilación en Aragua.

De manera general, cuando se compara el rendimiento promedio por localidad con el promedio nacional 1.812 kg/ha (de un período de 10 años; FEDEAGRO, 2013); se encontró, que las medias de los ensayos fueron superiores en 6%; 8%; 10% y 25% para Aragua, Barinas, Guárico Sabana y Guárico Colina, respectivamente. Estos datos, sugieren, una mayor adaptabilidad general de los materiales a las condiciones de sabanas y de colinas del estado Guárico.

Al comparar la media de los testigos por localidad con el promedio nacional en el mismo período, los resultados son más reveladores variando de 10% en Barinas a 43% para Guárico Colina, indicando el alto potencial de rendimiento de dichos materiales.

El mayor rendimiento de granos, se obtuvo con el cultivar BRS Aurora (Foto 1) en la localidad de Guárico Colina. No obstante, en el resto de las localidades los mayores rendimientos, se alcanzaron con el cultivar Sambaiba (Foto 2) en Aragua (3.020 kg/ha) y Guárico Sabana (2.708 kg/ha); en Barinas con la línea BRS Raimunda (2.306 kg/ha, Foto 3). Los resultados, demuestran que el conjunto de materiales presentan alto potencial de rendimiento; el comportamiento diferencial entre los materiales, se puede atribuir al efecto de la interacción genotipo por ambiente. Así como diversidad genética para varios aspectos, como se observa en la Foto 4.

**Cuadro 3.** Variables color de flor y rendimiento de grano por localidad.

Tratamiento	Color flor	Rendimiento de granos (kg/ha)			
		Guárico Sabana	Guárico Colina	Barinas	Aragua
BRS Raimunda	Blanca	1.420	1.960	2.306	1.100
BRS Pirará	Blanca	1.752	1.740	2.258	1.290
BRS Serena	Morada	1.563	1.810	1.738	2.301
BRS Gralha	Blanca	2.318	2.904	1.863	1.780
BRS Jiripoca	Blanca	2.218	2.140	1.594	1.562
BRS Barreira	Morada	1.710	2.010	2.131	1.690
BRS Aurora	Blanca	2.380	3.202	1.671	1.703
BRS Candeia	Blanca	1.980	2.690	2.194	1.870
Tracaja (Testigo)	Morada	2.159	2.902	1.931	2.960
Sambaiba (Testigo)	Blanca	2.708	2.768	2.087	3.020
Media Experimento		<b>2.021</b>	<b>2.413</b>	<b>1.977</b>	<b>1.917</b>
Media Testigo		<b>2.434</b>	<b>2.835</b>	<b>2.009</b>	<b>2.984</b>
Mínimo		<b>1.420</b>	<b>1.740</b>	<b>1.594</b>	<b>1.100</b>
Máximo		<b>2.708</b>	<b>3.202</b>	<b>2.306</b>	<b>3.020</b>
CV%		<b>20,12</b>	<b>22,12</b>	<b>12,87</b>	<b>23,66</b>



Foto 1. Cultivar BRS Aurora.



Foto 2. Cultivar Sambaiba (testigo).



Foto 3. Cultivar BRS Raimunda.

## Glosario

**Adaptabilidad fenotípica:** respuesta del material al efecto del ambiente.

**EVAC:** Ensayo de Validación Agronómica de Cultivares.

**Etapla vegetativa:** periodo comprendido entre la emergencia y formación primordio floral.

**Etapla reproductiva:** período comprendido desde la floración hasta la maduración de la vaina.

**Fotoperíodo:** sensibilidad de los materiales al efecto de las horas luz, atribuido a la diferencia en los días a floración entre cultivares sembrados en una misma época.

**Gen:** segmento de ADN que sintetiza una proteína requerida para subsiguientes procesos biológicos.

**Genotipo:** carga de genes que posee un material en su genoma.

**Fenotipo superior:** material con desempeño superior al testigos de referencia.

**Hábito de crecimiento determinado:** proceso fisiológico que ocurre en genotipos que detiene el crecimiento vegetativo al iniciar la floración.

**Hábito de crecimiento indeterminado:** genotipos que continúan su crecimiento vegetativo aun posterior al inicio de la floración.

**Hibridación:** cruces naturales o artificiales entre genotipos diferentes.

**Maduración:** referida al grano cuando alcanza su desarrollo fisiológico.

**Práctica sustentable:** conjunto de prácticas agronómicas que producen poco o ningún impacto ambiental y conllevan al beneficio del hombre.

**SENASEM:** Servicio Nacional de Semilla, organismo adscrito al INIA encargado de legislación en materia de semilla en el país.

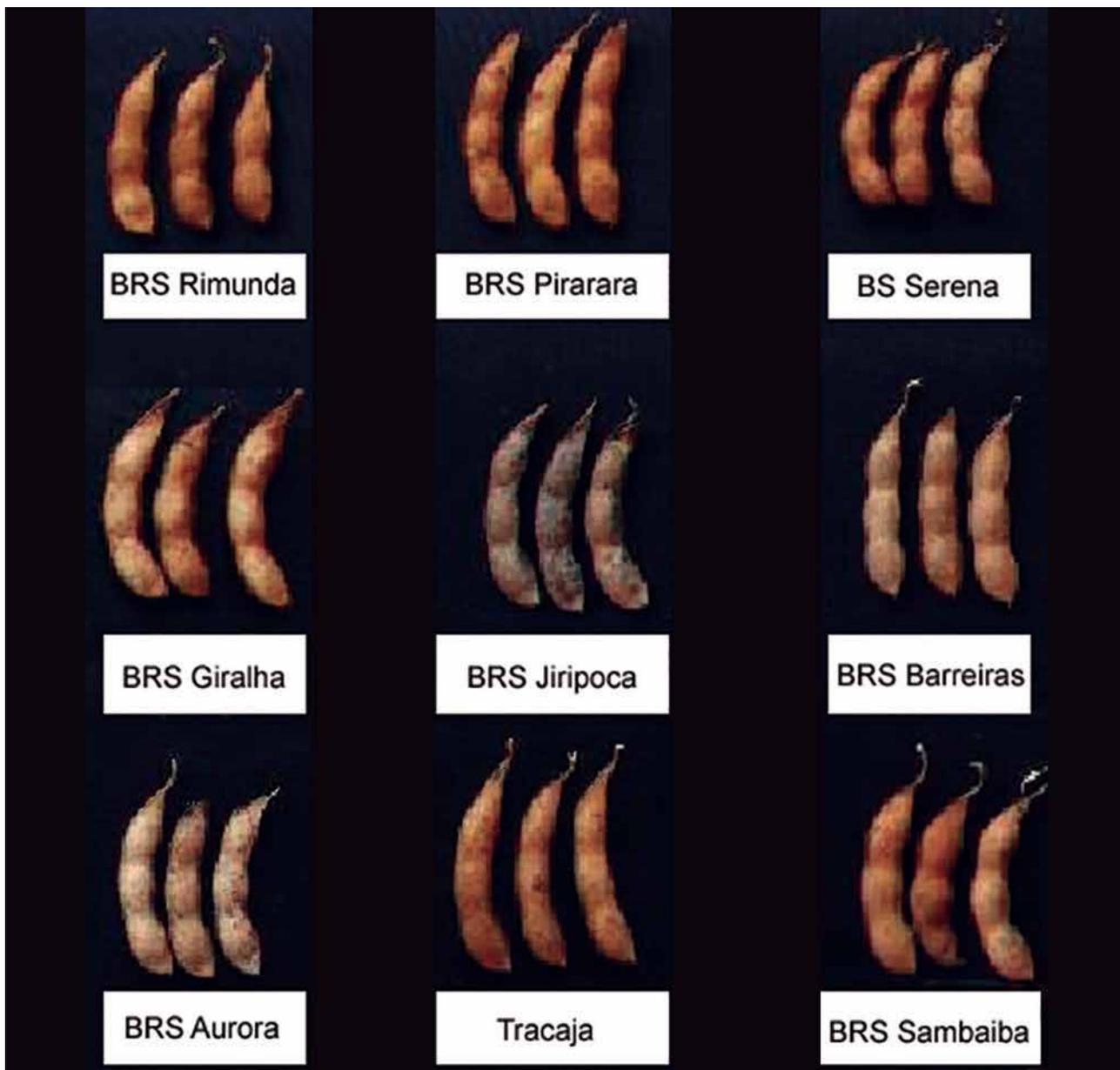


Foto 4. Diversidad genética de la vaina.

### Bibliografía consultada

Agropanorama. 2013. Página web: <http://www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Soja.htm>. Consultada el 13 de mayo del 2013.

Aló Presidente. 2009. Página web: [http://www.alopresidente.gob.ve/informacion/6/1306/se\\_impulsa\\_el.html](http://www.alopresidente.gob.ve/informacion/6/1306/se_impulsa_el.html). Consultada el 10 de junio 2013.

Empresa de Pesquisas Agropecuarias (EMBRAPA). 2013. Siste-

mas de produção. Tecnologías de produção de soja –Região Central do Brasil 2012 e 2013. EMBRAPA Soja pp. 255.

FEDEAGRO. 2013. Página web: <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>. Consultada el 13 de junio 2013.

INIA VENEZUELA. 2013. Página web: <http://agrometeorologia.inia.gob.ve/index.php>. Consultada el 11 de junio del 2013.

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra, 2012. Pagina web: <http://www.avn.info.ve/contenido/ejecutivo-dispuesto-incrementar-produccion-soya-peque-y-mediana-industria>. Consultada el 13 de junio 2013.

Solano P. y H. Campo Giral. 1994. Perspectiva del cultivo de soja en Venezuela. FONAIAP Divulga N° 46 julio-septiembre.