

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PURAS Y COMERCIALES DE SOYA EN EL NORTE Y ESTE DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

AGRONOMIC BEHAVIOR OF PURE AND COMMERCIAL SOYA LINES IN THE NORTH AND EAST OF THE DEPARTMENT OF SANTA CRUZ

MARCA CHÁVEZ S.

RESUMEN

En Bolivia el cultivo de soya, es uno de los rubros más importantes dentro de la economía del Departamento de Santa Cruz, entonces se requiere mayor productividad. En este sentido, el mejoramiento genético da un aporte para la generación de nuevas opciones de siembra (variedades), porque además permite un avance de la genética en el mejoramiento de las características agronómicas deseables. Durante la campaña agrícola de invierno 2017, se realizó un trabajo de investigación de ocho líneas puras y seis variedades de soya en las localidades de Aguai y San Julián del Departamento de Santa Cruz, de las cuales las ocho líneas puras provienen de hibridación y selección del proyecto soya de la Empresa Marin Semillas SRL, comparado con seis testigos comerciales: MUNASQA, BELEN, SW-4863, FCZ-1180, DM 6.8i y DM-8473. Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a madurez a cosecha, altura de planta, altura de inserción de la primera vaina, vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento. Todas estas variables se sometieron al análisis de varianza, utilizándose el comparador Tukey al 5% de probabilidad. Existen diferencias en el comportamiento agronómico de las líneas y variedades evaluadas en cada localidad. Por lo tanto, se seleccionaron como líneas promisorias a los genotipos 2744, 2782 por presentar buenas características agronómicas y por presentar resistencia moderada a la roya.

PALABRAS CLAVE

Mejoramiento genético, Genotipo, Comportamiento agronómico, Soya

ABSTRACT

In Bolivia, soybean cultivation is one of the most important items in the economy of the Department of Santa Cruz, so greater productivity is required. In this sense, genetic improvement contributes to the generation of new planting options (varieties), because it also allows advancement of genetics in the improvement of desirable agronomic characteristics. During the winter agricultural campaign 2017, a research work was carried out on eight pure lines and six varieties of soybeans in the towns of Aguai and San Julián of the Department of Santa Cruz, of which the eight pure lines come from hybridization and selection of the Soy project of the Empresa Marin Semillas SRL, compared to six commercial witnesses: MUNASQA, BELEN, SW-4863, FCZ-1180, DM 6.8i and DM-8473. The variables evaluated were: days to flowering, days to maturity at harvest, plant height, insertion height of the first pod, pods per plant, weight of 100 grains and yield. All these variables were subjected to the analysis of variance, using the Tukey comparator at 5% probability. There are differences in the agronomic behavior of the lines and varieties evaluated in each locality. Therefore, genotypes 2744, 2782 were selected as promising lines for presenting good agronomic characteristics and for presenting moderate resistance to rust.

KEYWORDS

Genetic improvement, Genotype, Agronomic behavior, Soy.

INTRODUCCIÓN

En Bolivia el cultivo de soya, (*Glycine max (L.) merril*), es uno de los rubros más importantes dentro de los cultivos industriales y de exportación de grano como materia prima y derivada con valor agregado, en este sentido la soya se ha constituido en el cultivo primordial dentro de la economía del Departamento de Santa Cruz, (CARABALLO, 2011).

El mejoramiento genético de la soya, se ha convertido en una parte fundamental en los trabajos de investigación de este cultivo, por el gran aporte que tiene en la generación de nuevas opciones de siembra (variedades), porque además permite un avance de la genética en el mejoramiento de las características agronómicas deseables, (CONDORI, 2017).

En Bolivia hay 42 variedades indicadas por las instituciones obtentoras, inscritas oficialmente en el Programa Nacional de Semillas, pero las variedades más sembradas por los agricultores es la Munasqa, Sem West, (AGROSOFTWARE, 2011).

La Empresa Marín Semillas SRL, a objeto de brindar un integral servicio a los productores de soya, maíz, trigo y quinua, cuenta dentro de sus diferentes programas de investigación, el área de fitomejoramiento en el cultivo de soya, la misma que en la campaña de invierno 2017 sembró 8 líneas de soya transgénica, las cuales tuvieron como comparadores 6 variedades comerciales.

En el Departamento de Santa Cruz se presentan diferentes condiciones de clima y suelo que afectan los rendimientos de las variedades para las diferentes zonas productoras de nuestra región que no acompañan a los requerimientos del cultivo de la soya, y esto genera condiciones de agresividad en las enfermedades.

La planta de la Soya (*Glycine max (L.) merril*), presenta la siguiente

Clasificación, (VERA, 2010):

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Rosidae
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Subfamilia: Faboideae
Género: Glycine
Especie: Max

La fenología son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, permite evaluar la marcha de la campaña agrícola, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento, (Hanco, 2003).

En el ciclo de vida de una planta transcurren dos tipos de procesos: el crecimiento y el desarrollo. Mientras que, el crecimiento involucra aumento de tamaño (área, volumen, masa), el desarrollo es la sucesión progresiva de estados diferenciados fisiológica y/o morfológicamente, (Andrade & Sadras, 2000).

El mejoramiento genético es el arte y la ciencia que tienen como objetivo la modificación de las plantas para tornarlas más útiles al hombre, (Mamani, 2016). Por su parte Condori (2016), afirma que las variedades portadoras de genes con capacidad de expresar alta productividad, amplia adaptación y buena resistencia y/o tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos, representan usualmente una de las más significativas contribuciones a la eficiencia del sector productivo, (ECURED, 2018).

El mejoramiento de plantas viene siendo dirigido con algunos objetivos, pero la meta general es la elevación del valor económico de las especies. Las características más consideradas para estos programas son: productividad de granos, resistencia a las enfermedades, calidad nutricional. (BOREM, CONDORI, & MIRANDA, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las diferentes etapas del estudio se realizaron en dos localidades. La primera localidad estará ubicada en la "Hacienda Agrícola y Ganadera del Señor SRL" que se encuentra en las coordenadas 16°54'8" S y 63°18'34" O, en la Localidad de Aguai y la segunda localidad está en la Facultad Integral del Noreste Gabriel René Moreno que se encuentra en las coordenadas 16°54'35,40" S y 62°37'19,16" O que está ubicado en la localidad de San Julián.

MATERIALES

Control de Malezas Herbicida Roundup ultra max (Glifosato).

Control de plagas Insecticidas: Tiametoxam 250 g, Fipronil 250 g, Benzoato de Emamectina 80 g, Lambda Cialotrina 160 ml Humedimetro Tesma Campo 2, Balanza de Electrónica Precisión Ohaus Scout Pro Modelo: SP6001.

Se utilizaron ocho nuevos genotipos y 6 testigos comerciales del cultivo de soya (*Glycine max*).

Las variedades comerciales fueron: FCZ-1180, BELEN, MUNASQA, DM6.8i, SW-4863, DM-8473.

Los genotipos experimentales se identificaron como: 2782, 2806, 2796, 2812, 2922, 2830, 2744, 2840.

MÉTODOS

Se determinó las condiciones de humedad y del suelo en los lugares se realizó un control de maleza de forma química, las aplicaciones se realizaron con el herbicida a razón de 1,5 kg/ha. El control de plagas se realizó con aplicación de insecticida.

El diseño experimental a ser utilizado es de bloques al azar con 14 tratamientos y tres repeticiones, totalizando 42 unidades experimentales.

Se describió de las características morfológicas y agronómicas de los genotipos.

Se realizó la toma de datos fenológicos días a floración, días a maduración.

Se realizó la toma de datos agronómicos: altura de planta, altura de inserción, Vainas por plantas, humedad de campo, peso de campo, peso de 100 granos, humedad de campo y peso de campo se las realizó unos días después de la cosecha, los últimos

dos datos agronómicos mencionados se utilizan para poder obtener el rendimiento de cada tratamiento con la siguiente formula:

$$Rend = P_m \cdot \frac{(100 - H_c)}{(100 - H_s)} \cdot \frac{10000}{A_c} \cdot \frac{1}{1000}$$

Dónde:

- Rend=Rendimiento en kg/(ha)
- P_m =Peso de la muestra kg
- H_c=Humedad de campo
- H_s=Humedad estándar
- A_c=Área de cosecha

La selección de los genotipos prometedores por localidad se realizó en bases a las medias de los datos fenológicos y agronómicos comparándolos con el testigo principal, en este caso la variedad Munasqa.

Se determinó la adaptabilidad de los genotipos a las condiciones edafo-climáticas de las zonas de estudio. Se estableció la reacción de los genotipos a las principales enfermedades.

TRATAMIENTO DE DATOS

Todas estas variables se sometieron al análisis de varianza, utilizándose el comparador Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS

En la tabla 1. Se muestran las características cualitativas y su genealogía de los genotipos experimentales.

Tabla 1. Características cualitativas y genealogía de las Líneas Puras

Parentales (♀*♂)	Genotipo	Color de hipocótilo	Color de flor
DM 7,8i*Niagara	2782	Verde	Blanca
Potencia/((BO-637*Cardenal F1 171A)*(PI-230970*Gc-81051-9-1 F2 137)F2 I10-460)	2806	Verde	Blanca
Potencia/((BO-637*Cardenal F1 171A)*MestizaF 2 I10-378)	2796	Lila	Lila
Potencia/((BO-637*Cardenal F1 171A)*MestizaF 2 I10-378)	2812	Verde	Blanca
Parana/(Gc-84051-9-1*ValiosaF3 203A)	2922	Lila	Lila
Potencia/Bo-637	2830	Verde	Blanca
DM 5,8i*Parana	2744	Lila	Lila
Potencia*DM-6,2i	2840	Lila	Lila

La pubescencia de todos los genotipos fue Ceniza. La genealogía son los parentales de las líneas puras en las cuales se obtuvieron por cruzamientos simples, triples, etc.

La tabla 2. Muestra las características cualitativas de los testigos comerciales utilizados.

Tabla 2. Características de cualitativas de los testigos comerciales

Genotipo	Pubescencia	Color de hipocótilo	Color de flor	Color de vaina	Color de hilo	Forma de la semilla
FCZ-1180	Ceniza	Verde	Blanca	Ceniza	Café claro	Oval-esférica
BELEN	Ceniza	Lila	Lila	Ceniza	Negro	Esférica
MUNASQA	Ceniza	Verde	Blanca	Ceniza	Blanco	Esférica
DM-6.8i	Ceniza	Lila	Lila	Ceniza	Blanco	Oval-esférica
SW-4863	Café	Lila	Lila	Café claro	Negro	Oval
DM-8473	Gris	Verde	Blanca	Ceniza	Café claro	Oval-esférica

La tabla 3. Exhibe las características fenológicas de los diferentes genotipos en ambas localizaciones.

Tabla 3. Características fenológicas de los diferentes genotipos

Genotipos	Días floración (Días)		Días maduración (Días)	
			Aguai	San Julián
	Aguai	San Julián	Aguai	San Julián
2782	44	33	92	106
2806	41	35	91	106
2796	38	30	91	106
2812	37	30	92	106
2922	46	36	95	109
2830	31	29	83	101
2744	43	38	94	103
2840	37	30	86	103
FCZ-1180	37	31	93	109
BELEN	38	30	93	109
MUNASQA	39	35	93	109
DM-6.8i	30	28	91	106
SW-4863	41	32	102	110
DM-8473	30	28	91	102

Los días a floración se evalúa cuando más del 50% de las plantas presentaban florescencia y en los días a madurez se toma en cuenta en la fase R9.

En las tablas 4, 5 y 6. Se reportan las características agronómicas de los diferentes genotipos estudiados en las localidades de Aguai y San Julián.

Tabla 4. Características agronómicas de los diferentes genotipos

Genotipos	Altura de planta (cm)		Altura de inserción (cm)	
			Aguai	San Julián
	Aguai	San Julián	Aguai	San Julián
2782	65	59	16	8
2806	72	61	13	5
2796	65	56	11	6
2812	64	67	10	7
2922	75	70	15	11
2830	58	61	12	7
2744	80	62	19	7
2840	48	67	11	8
FCZ-1180	73	74	14	10
BELEN	68	62	16	9
MUNASQA	59	42	14	5
DM-6.8i	65	45	10	5
SW-4863	81	79	15	11
DM-8473	54	41	9	5

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PURAS Y COMERCIALES DE SOYA EN EL NORTE Y ESTE DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

Tabla 5. Características agronómicas de los diferentes genotipos

Genotipos	Número de vaina/planta (unidad)		Peso de 100 granos (g)	
	Aguai	San Julián	Aguai	San Julián
2782	26	44	15	13
2806	23	28	17	12
2796	21	33	16	12,5
2812	25	45	19	16,5
2922	23	36	15	13
2830	22	41	17	13
2744	24	38	16	15
2840	21	73	17	15
FCZ-1180	26	61	16	13
BELEN	31	45	18	16
MUNASQA	22	44	14	15
DM-6.8i	27	35	18	15
SW-4863	29	66	18	14
DM-8473	27	40	18	13

Tabla 6. Características agronómicas de los diferentes genotipos

Genotipos	Rendimiento (Tn/ha)	
	Aguai	San Julián
2782	3,48	2,02
2806	2,74	1,74
2796	3,03	1,72
2812	2,91	1,73
2922	3,43	2,12
2830	2,31	1,31
2744	3,72	2,06
2840	2,73	1,15
FCZ-1180	2,85	1,56
BELEN	3,27	1,41
MUNASQA	3,62	1,28
DM-6.8i	2,80	0,71
SW-4863	3,79	2,35
DM-8473	3,26	0,41

Los datos obtenidos para esta variable demuestran que existieron diferencias significativas entre los promedios de los genotipos evaluados. Los materiales vegetales que más sobresalieron en el rendimiento de cosecha manual fueron la variedad SW-4863 y la línea pura 2744 con promedios de 3,79 t/ha y 3,72 t/ha respectivamente

La adaptabilidad de los genotipos a las condiciones edafoclimáticas de las zonas de estudio mostro los indicadores fenológicos y agronómicos que se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Indicadores fenológicos y agronómicos de la adaptabilidad de los genotipos a las condiciones edafoclimáticas

Indicador	Aguai	San Julián
Días a floración	37,90	31,81
Días a madurez	106,05	90,00
Altura de planta, cm	66,25	60,25
Altura de inserción de la primera vaina, cm	13,23	7,40
Número de vainas por planta	24,87	41,94
Peso de 100 granos, g	16,64	13,98
Rendimiento Tn/ha	3,16	1,55

Estos datos nos muestran la adaptabilidad en la zona que de mejor manera se adaptó, es decir tuvo mejor producción. Entonces el análisis de varianza combinado para estas características nos refleja que existe diferencia estadística altamente significativa para localidades, tratamientos e interacción de localidad por genotipo.

En la tabla 8 se indican la reacción de los diversos genotipos a las principales enfermedades de la planta. La mayoría de los genotipos fueron clasificados como altamente resistentes a mancha púrpura del grano (*Cercospora kikuchii*) y VMCS (*Virus del mosaico común de la soya*), mancha anillada (*Corynespora cassicola*).

Tabla 8. Presencia de enfermedades que se registraron en los materiales genéticos

Variedades	Roya	Oidium	Mildiu
	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	<i>Mycosphaera diffusa</i>	<i>Peronospora manshurica</i>
2782	R	A	A
2806	MS	P	A
2796	MR	A	A
2812	MR	P	A
2922	MR	A	A
2830	MR	P	A
2744	R	P	A
2840	MR	P	A
FCZ-1180	MR	P	P
BELEN	MR	A	A
MUNASQA	R	A	P
DM-6.8i	MR	P	A
SW-4863	MR	P	P
DM-8473	MR	P	A

MR: moderadamente resistente, R: resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible, P: presencia, A: Ausencia

DISCUSIÓN

El tratamiento 2922 se presenta como el tratamiento que más demoró en florecer con un promedio de 41,17 días, seguido por los tratamientos 2744 con 40,83 días; 2782 con 38,67 días y quedando como el tratamiento que presentó la floración más precoz es la variedad DM-8473 con 28,67 días.

Si analizamos los promedios de días a floración que se registran en las principales zonas de producción del Departamento de Santa Cruz, esta característica es directamente influenciada por la temperatura, la precipitación y campaña agrícola (verano-invierno) durante la formación y desarrollo de la flor.

El tratamiento SW-4863 se presenta como el tratamiento que más demoró en madurar con un promedio 105,83 días, seguido por los tratamientos 2922 con 102,17 días; Munasqa con 101 días y quedando como el tratamiento que presentó la maduración más precoz es la línea pura 2830 con un promedio de 92 días, seguida por 2840 con 94,5 días después de la siembra.

La altura de planta, el análisis descriptivo refleja que la altura superior fue registrada por el tratamiento SW-4863 con un promedio de 80,06 cm, seguido por los tratamientos FCZ-1180 con una altura de 73,39 cm y la menor altura corresponde al tratamiento DM-8473 con 47,61 cm.

La altura de inserción de la primera vaina, se puede apreciar que el tratamiento 2744 presenta la mayor altura de inserción de

la primera vaina con 13,17 cm, seguido por los genotipos 2922 y SW-4863 con promedios de 13,06 y 13 cm respectivamente. El tratamiento que llega a registrar el promedio más bajo es el genotipo DM-8473 con 6,83 cm.

La variable, vainas por planta, el mayor número de vainas por planta corresponde al tratamiento SW-4863 con un promedio de 47,28 vainas, seguido por los tratamientos FCZ-1180 y BELEN con promedios de 43,83 y 37,72 vainas por plantas respectivamente. Por el contrario, el menor número de vainas por planta corresponde al material 2806 con un promedio de 25,28 vainas.

El peso de 100 granos entre las variedades y las líneas, el comparador DMS al 95% de probabilidad muestra que el genotipo 2812 presenta el mayor peso de 100 granos con un promedio de 17,58 gramos, seguido por las variedades BELEN Y DM-6.8i con un promedio de 17,17 gr y 16,5 gr respectivamente.

Por el contrario, la línea que presentó el peso más bajo de 100 granos fue el genotipo 2782 con un promedio de 14 gramos.

Los mayores rendimientos los registró la variedad SW-4863 con un promedio de 3,07 t/ha, siguiéndole las líneas de 2744 y 2782 con un promedio de 2,89 t/ha y 2,79 t/ha por otro lado las líneas o tratamientos que registraron los menores rendimientos en promedio fueron las variedades DM-8473 seguido por DM-6.8i con 1,84 t/ha y 1,76 t/ha.

Las 8 líneas puras estudiadas de diferentes progenitores que participaron en los diferentes cruzamientos, la descendencia presento 50% flor lila y 50% flor blanca, esta misma proporción presenta el color del hipocótilo siendo 50 ciento hipocótilo lila y 50 por ciento hipocótilo verde, característica denominada en mejoramiento de plantas como marcador morfológico. No obstante, todas las líneas estudiadas presentaron pubescencia ceniza. Este comportamiento se atribuye a las características heredadas de los progenitores.

En Aguaí (Hacienda agrícola y ganadera del Señor) sobresalió en rendimiento la línea 2744 con 3,72 t/ha, superando al testigo principal (Munasqa), las líneas 2782 y 2922 que lograron rendimientos de 3,49 y 3,43 t/ha respectivamente.

Estos a su vez tuvieron una altura inserción a primera vaina considerable (15 a 18 cm), buena carga de vainas (24,26 y 33 vainas/planta), todos los genotipos presentan resistencia al acame. El peso de 100 granos oscilo entre (15 a 15,67 gr/100 granos).

En San Julián (FINE) los genotipos que mejor rendimiento tuvieron fueron la 2922, 2782 y 2744 con 2,12, 2,11 y 2,06 t/ha, respectivamente. Destacándose además por presentar regular altura de inserción de vainas (7,67 a 10,56 cm), buena carga de vaina (36,22, 43,56 y 38,33 vainas/plantas), resistentes al acame, buen peso de grano (13 y 15 gr/100 granos).

El análisis de varianza para el análisis combinado, reporto diferencias estadísticas entre los genotipos para todas las variables analizadas: donde sobresalieron en rendimiento la variedad SW-4863 con 3,07 t/ha seguidas de las líneas 2744, 2782 y 2922 con 2,89, 2,79 y 2,77 t/ha respectivamente superando a la Munasqa que obtuvo 2,45 t/ha. Estos a su vez tuvieron una altura inserción a primera vaina regular (12 a 13 cm), tomando en cuenta también que los genotipos son precoces.

Referente a la reacción de los genotipos sobre la incidencia de plagas y enfermedades, se puede concluir que, durante el ensayo, la enfermedad más visible que se pudo observar fue el ataque de roya (*Phakopsora pachyrhizi*), donde se observó que los genotipos y la variedad 2744, 2782 y Munasqa son de resistencia moderada a la roya.

REFERENCIAS

- AGROSOFTWARE. (15 de 03 de 2011). Obtenido de <https://agrosoftware.wordpress.com/2011/03/15/variedades-de-soya-en-santa-cruz-bolivia/>
- ECURED. (9 de ABRIL de 2018). Obtenido de ECURED: https://www.ecured.cu/Mejora_gen%C3%A9tica_de_plantas
- Andrade, F., & Sadras, V. (2000). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Balcarce: Médica Panamericana S.A.
- BOREM, A., CONDORI, M., & MIRANDA, G. V. (2008). MEJORAMIENTO DE PLANTAS. Vicosa-Brasil: UFV.
- CARABALLO, P. B. (2011). ADAPTIBILIDAD Y ESTABILIDAD DE NUEVOS MATERIALES DE SOYA (Glycine max. L. Merrill) RESISTENTES AL GLIFOSATO, EN TRES LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, VERANO 2009/10. SANTA CRUZ-BOLIVIA.
- CONDORI, M. (2017). CULTIVOS AGRICOLAS. Santa Cruz-Bolivia.
- HANCCO, J. M. (2003). Cultivo de la Quinua en Puno-Perú. Puno: Universidad Ciencias Agrarias Puno-Peru.
- MAMANI, M. C. (2016). MEJORAMIENTO GENETICO. Santa Cruz.
- VERA, I. A. (2010). CULTIVO DE SOJA. Buenos Aires: Ministerio de agricultura y ganaderia.

