

## COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO VARIEDADES DE SOYA (*Glycine max*) EN RELACIÓN A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA, EN ALTO BENI-LA PAZ

### Agronomic behavior of eight soybean varieties (*Glycine max*) in relation to three seeding densities, in Alto Beni-La Paz

Gonsalo Chipana Machaca<sup>1</sup>; Braulio H. Calle M.<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La soya es cultivada por su importancia en la alimentación humana, animal y extracción de aceite comestible. En Bolivia, la soya se cultiva en los departamentos de Chuquisaca, Tarija, Beni y Santa Cruz con un rendimiento promedio de 2210 kg ha<sup>-1</sup>. No existen recomendaciones agronómicas ni información sobre las variedades de soya adaptadas a la región de Alto Beni, es esta razón que el objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de ocho variedades de soya introducidas bajo tres densidades de siembra. El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental de Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, las variables evaluadas fueron altura de la planta, altura de inserción de la primera vaina, número de vainas y granos por planta, días a la floración, días a la madurez fisiológica y rendimiento, bajo un diseño de parcelas divididas en bloques al azar. Los resultados muestran que se alcanzó mejor altura de planta con la variedad a3, mayor altura en la inserción de la primera vaina con la variedad a5, mayor número de vainas y granos por planta con las variedades a8 y a4, menores días a la floración y madurez fisiológica con la variedad a6, el rendimiento es de 1770 kg ha<sup>-1</sup> para la densidad b3, seguido de la densidad b2 con 1580 kg ha<sup>-1</sup> y 1360 kg ha<sup>-1</sup> para la densidad b1. Con la densidad de siembra 60 x 5 cm se obtuvo mayor número de granos por planta con las variedades a1 y a2, como también son las que se encuentran entre las variedades con menores días a la floración y a la madurez fisiológica, siendo estas variedades recomendadas para obtener mayor rendimiento de 1770 kg ha<sup>-1</sup> en un menor número de días.

**Palabras clave:** *Glycine max*, densidad de siembra, vaina, granos, rendimiento.

#### ABSTRACT

Soy is cultivated for its importance in human, animal and edible oil extraction. In Bolivia, soybeans are grown in the departments of Chuquisaca, Tarija, Beni and Santa Cruz with an average yield of 2210 kg ha<sup>-1</sup>. There are no agronomic recommendations or information on the varieties of soybean adapted to the Alto Beni region, this reason the objective of the research was to evaluate the agronomic behavior of eight soybean varieties introduced under three planting densities. The work was carried out in the Experimental Station of Sapecho, dependent of the Faculty of Agronomy of the Greater University of San Andres, the evaluated variables were height of the plant, height of insertion of the first pod, number of pods and grains by plant, days to flowering, days to physiological maturity and yield, under a design of Plots Divided into Random Blocks. The results show that the plant height was better with the a3 variety, higher height in the insertion of the first pod with the a5 variety, greater number of pods and grains per plant with the varieties a8 and a4, smaller days at flowering and physiological maturity with the variety a6, the yield is 1770 kg ha<sup>-1</sup> for density b3, followed by density b2 with 1580 kg ha<sup>-1</sup> and 1360 kg ha<sup>-1</sup> for density b1. With the planting density 60 x 5 cm, a greater number of grains per plant was obtained with the varieties a1 and a2, as well as those that are among the varieties with the least days at flowering and physiological maturity, these varieties being recommended for obtain greater yield of 1770 kg ha<sup>-1</sup> in a fewer number of days.

**Keywords:** *Glycine max*, plant density, pod, grains, yield.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. chipana.gon@gmail.com

<sup>2</sup> Técnico, Colegio de Ingenieros Agrónomos La Paz, Bolivia.

## INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas, planta herbácea, anual y es cultivada por los granos utilizados principalmente en la alimentación humana, animal y extracción de aceite comestible, el cultivo es muy adaptable a las condiciones que presenta la región de Sapecho, municipio de Palos Blancos.

La superficie mundial de soya en los años 2012 y 2013 alcanzó a 109.22 millones de hectáreas, la mayor superficie cultivada fue en Estados Unidos con 30.82 millones de hectáreas. En cuanto a la producción mundial de soya, en el 2012-2013 fue de 267 millones de toneladas, el principal productor fue Brasil con el 30.67%, el rendimiento promedio de soya a nivel mundial en la misma gestión fue de 2450 kg ha<sup>-1</sup>, el país que tuvo el mayor rendimiento fue Canadá con 3030 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el de menor rendimiento fue en la India con 1060 kg ha<sup>-1</sup>. A nivel Sudamericano el país con mayor rendimiento fue Brasil con 2960 kg ha<sup>-1</sup> (Llanos, 2014).

El cultivo de la soya en Bolivia, se inició en el año 1960 en el departamento de Santa Cruz con la llegada de colonias extranjeras, la producción era utilizada principalmente para cubrir la demanda de alimenticia en la producción de animales. La producción comercial inicia el año 1974, cuando se cultivaron alrededor de 6000 hectáreas, con un rendimiento de 1700 kg ha<sup>-1</sup> (FUNDACRUZ, 2011).

El mismo autor señala que en Bolivia, la soya se cultiva en los departamentos de Chuquisaca, Tarija, Beni y Santa Cruz, este último lideró el cultivo con el 99.14% en superficie y 99.57% en producción durante el periodo 2012-2013. En el caso del departamento de Santa Cruz, en el verano 2013-2014 se sembraron 947000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 2210 kg ha<sup>-1</sup>. Los precios de la soya en el mercado nacional, en el verano 2013-2014 fue de 380 USD t<sup>-1</sup> (Llanos, 2014).

La introducción del cultivo de soya en la región de Sapecho, es de beneficio potencial que puede contribuir a la diversificación agrícola y el adecuado

manejo del cultivo puede incidir en la rentabilidad de la producción agrícola, como también contribuir en la recuperación de suelos, mediante la rotación de cultivos.

No existen recomendaciones agronómicas ni información sobre las variedades de soya adaptadas a la región, por tal motivo con el trabajo de investigación se genera información útil para los agricultores de zona.

Es por estas razones que el objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de ocho variedades de soya introducidas bajo tres densidades de siembra, en la Estación Experimental de Sapecho, municipio de Alto Beni.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo se desarrolló en la Estación Experimental de Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se encuentra en la comunidad 24 de Septiembre y pertenece al sub alcaldía de Sapecho del municipio de Palos Blancos, cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, se halla entre los 15° 33' 49.34" de latitud sur y 67° 19' 24.18" de longitud oeste, a una altitud 450 m s.n.m. y a 276 km de distancia de la sede de gobierno. La precipitación promedio anual es de 1800 mm, la temperatura media anual es 26°C y la humedad relativa es 80% (EES, 2012).

### Metodología

#### *Características y calidad de la semilla de soya*

El ensayo se realizó en un área de 912 m<sup>2</sup>, las variedades de soya (Factor A) evaluadas fueron Sayubú, Centauro, Sambaiba, Caico 101 RCT, Cardenal, Conquista, Serere y Uirapurú y las densidades de siembra (Factor B) fueron 40 x 10 cm, 50 x 8 cm y 60 x 5 cm.

Tabla 1. Características de las variedades de soja evaluadas.

Variedades	Genealogía	Institución obtentora	Institución responsable	Año de liberación
Sayubú	(FT-12) x (IAC-8)	UFV	ANAPO	1999
Cardenal	EMGOPA-308xOCEPAR-16	ANAPO	ANAPO	2007
Serere	Tucunare x FT-Cristalina RCH	ANAPO	ANAPO	2007
Caico101 RCT	CAICO 101 x DOKO	CAICO LTDA.	CAICO LTDA.	2006
Uirapurú	(BR83-9520-1(2))x(FT- Estrella)	MT/BR	FUNDACRUZ	1999
Conquista	(Lo75-4484)x(Numbaira)	MT/BR	FUNDACRUZ	1999
Centauro	MS/BR-39(4)xEMBRAPA-20	FUNDACRUZ	FUNDACRUZ	2009
Sambaiba	FT-5x(DORADO-1(4)xOCEPAR 9-551	S/D	S/D	S/D

Fuente: Programa Nacional de Semilla, citado por ANAPO (2008); S/D = sin dato.

La calidad de la semilla fue evaluada mediante el porcentaje de germinación, que fue realizada seis días antes de la siembra, el procedimiento consistió en contar 50 semillas de cada variedad, con tres repeticiones para enrollarlos en papel absorbente, se conservó la semilla húmeda y en un lugar fresco bajo sombra durante tres días, seguido a ello se contó el número de semillas germinadas, la calidad (Tabla 2) fue acorde a los parámetros de Casini (1997) citado por Roman (2009).

Tabla 2. Parámetros de la calidad de semilla.

Calidad	Bueno (%)	Muy bueno (%)	Excelente (%)
Germinación	80-85	86-96	91-100
Vigor	70-75	76-80	81-85
Pureza	98	98	98
Malezas	Libre	Libre	Libre
Patógenos-hongos	Libre	Libre	Libre

Fuente: Casini (1997) citado por Roman (2009).

Previa a la siembra las semillas fueron inoculadas con cepas de *Bradyrhizobium japonicum*, a razón de 350 g de inoculante por 100 kg de semillas. Durante el desarrollo del cultivo, para el control de plagas se aplicó insecticidas naturales de origen vegetal a partir de extractos de Ajo Ajo (*Gallesia integrifolia*) y de Ortiga (*Urtica dioica* L.).

#### Variables de respuesta

Las variables evaluadas fueron la altura de la planta, altura de inserción de la primera vaina, número de

vainas por planta, número de granos por planta, días a la floración, días a la madurez fisiológica y rendimiento.

#### Modelo estadístico

Se aplicó el diseño de parcelas divididas en bloques al azar, el modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Dónde:  $Y_{ijk}$  = una observación cualquiera;  $\mu$  = media general del experimento;  $\beta_k$  = efecto del k-ésimo bloque;  $\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel del Factor A;  $\varepsilon_{ik}$  = error experimental del Factor B;  $\gamma_j$  = efecto del j-ésimo nivel del Factor B;  $(\alpha\gamma)_{ij}$  = efecto del i-ésimo nivel del Factor A, con el j-ésimo nivel del Factor B (interacción AxB);  $\varepsilon_{ijk}$  = error experimental del Factor A.

Los factores de estudio fueron los siguientes:

Factor A compuesto por las variedades a1= Sayubú, a2 = Centauro, a3 = Sambaiba, a4 = Caico 101 RCT, a5 = Cardenal, a6 = Conquista, a7 = Serere y a8 = Uirapurú.

Factor B compuesto por las densidades b1 = 40 x 10 cm, b2 = 50 x 8 cm, b3 = 60 x 5 cm.

Se formularon 24 tratamientos, la evaluación fue en cuatro bloques o repeticiones, resultando en 96 tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de germinación

La variedad con mayor porcentaje de germinación en menor tiempo fue a2 con 99.33% de viabilidad, se encontraron dos variedades con menores porcentajes de viabilidad que son a6 y a3 con 94.70% cada uno, todos los resultados son catalogados como excelentes, debido a que existe una diferencia del 5% en el porcentaje de germinación de todas las variedades evaluadas (Figura 2).



Figura 1. Parcela del cultivo de soya evaluada.

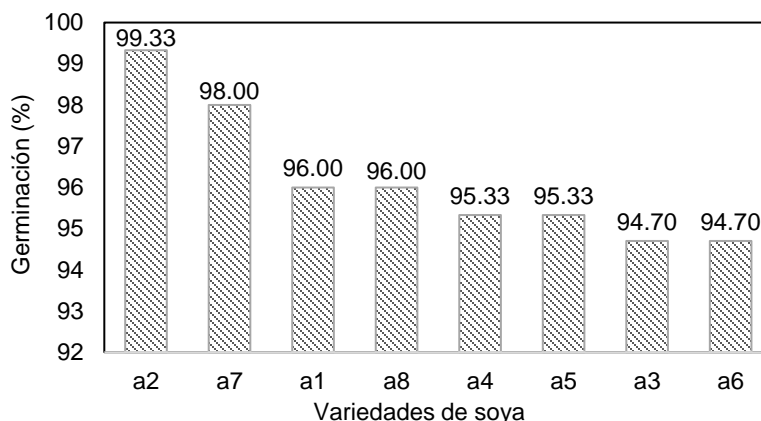


Figura 2. Porcentaje de germinación de las ocho variedades de soya en estudio.

Investigaciones efectuadas por Roman (2009), mencionan que la semilla de alta calidad influye directamente en el éxito del cultivo y contribuye significativamente para que se alcancen niveles de alta productividad. La rentabilidad del agricultor es afectada debido al uso de semilla de mala calidad.

### Altura de la planta

El Factor A tiene un valor de probabilidad altamente significativo, existiendo diferencias estadísticas significativas entre las variedades, se obtuvo distintas

alturas de planta en las variedades de soya evaluadas, esto debido a la procedencia genética de cada una.

Con respecto al Factor B, existen diferencias altamente significativas, la interacción de los factores muestra resultados estadísticamente no significativos, señalando que la interacción de los tratamientos no influye de manera directa en la obtención de mayor altura de la planta. El coeficiente de variación del Factor A es 6.88% y del Factor B 7.80%, indicando que los datos utilizados se consideran aceptables y confiables (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza para la altura de planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	463.69	154.56	3.73	0.0152	*
Factor A	7	3831.89	547.41	13.20	< 0.0001	**
Error a	21	726.72	34.61			
Factor B	2	1470.69	735.34	17.73	< 0.0001	**
A x B	14	161.86	11.56	0.28	0.9947	ns
Error experimental	48	2135.47	44.49			
Total	95	8790.32				

C.V.: = coeficiente de variación Factor A = 3.87%, Factor B = 7.80%; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; Prob. = probabilidad; Signif = significancia; \* =significativo; \*\* = altamente significativo; ns = no significativo.

Analizando la prueba de comparación de medias de Duncan se observa que la variedad que obtuvo mayor altura de planta fue la a3 con 97.70 cm, seguido de la variedad a5 con 90.23 cm, las variedades que mostraron menores alturas de planta son a6, a1 y a7 con 80.43, 79.43 y 77.00 cm respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de Duncan de la altura de planta para el Factor A.

Factor A	Promedio (cm)	Signif.
a3	97.70	a
a5	90.23	b
a4	88.84	b c
a8	86.19	b c
a2	84.18	c d
a6	80.43	d e
a1	79.43	d e
a7	77.00	e

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

El cultivo es de ciclo anual, herbáceo, arbustivo y abundante en hojas, su ciclo vegetativo oscila entre tres a siete meses y de 40 a 100 cm de envergadura (Valladares, 2010). Según Morales (1996) citado por Meneses (1996), señala que la soja es una planta herbácea, anual, erecta, de crecimiento morfológico diversificado, la planta varía de 0.3 a 2.0 m de altura. Asimismo, Calvo (2003) describe que la soja es una

planta herbácea de ciclo anual de porte erguido y de 0.5 a 1.5 metros de altura, posee unas hojas grandes trifoliadas y pubescentes.

La evaluación del Factor B (Tabla 5) indica que la densidad b3 tuvo mayor altura de planta con 91.03 cm, seguido de las variedades b2 y b1 con 82.77 y 82.69 cm.

Tabla 5. Prueba de Duncan de la altura de planta para el Factor B.

Factor B	Promedio (cm)	Signif.
b3	91.03	a
b2	82.77	b
b1	82.69	b

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

### Altura de inserción de la primera vaina

El resultado fue no significativo para el bloque, factor B y de la interacción de los Factores A y B, mientras que para el factor A se tienen resultados altamente significativos. Esto señala que se puede obtener mejores resultados en alturas de inserción de las primeras vainas de las variedades ensayadas en la zona, debido a las diferencias genéticas que poseen, la época de siembra y posiblemente el tipo de suelo. El coeficiente de variación del Factor A es 10.14% y del Factor B es 13.04% (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza para la altura de inserción de la primera vaina.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	40.68	13.56	2.12	0.1053	ns
Factor A	7	574.51	82.07	12.85	<0.0001	**
Error a	21	92.18	4.39			
Factor B	2	33.39	16.70	2.61	0.0805	ns
A x B	14	100.66	7.19	1.13	0.3526	ns
Error experimental	48	348.66	7.26			
Total	59	1190.08				

C.V. Factor A = 3.87%, C.V. Factor B = 7.80%.

La prueba de medias Duncan (Tabla 7) para la altura de inserción de la primera vaina muestra diferencias en la altura de inserción de la primera vaina de las ocho variedades de soja, la variedad a5 obtuvo un valor de 25.73 cm, seguido de la a4 con 22.18 cm. Las variedades con menor altura son a8 y a1 con 18.75 y 16.95 cm.

Tabla 7. Prueba de Duncan para la altura de inserción de la primera vaina.

Factor A	Promedio (cm)	Signif.
a5	25.73	a
a4	22.18	b
a6	21.58	b c
a7	20.62	b c d
a2	19.88	c d
a3	19.63	c d
a8	18.75	d e
a1	16.95	e

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

Investigaciones efectuadas por Blandón (1988) citado por Zapata y Mejía (2011), menciona que la altura de inserción de la primera vaina está asociada con la altura de planta y es de primordial importancia para la mecanización de la cosecha, ya que si la inserción de la primera vaina es muy baja, la cosechadora no la recolecta y se pierde gran cantidad de grano.

### Número de vainas por planta

El resultado del análisis de varianza (Tabla 8) muestra que el bloque y el Factor B no son significativos, indicando que la densidad no influye en el número de vainas por planta. El Factor A y la interacción del Factor A y B son altamente significativos, con diferencias el número de vainas por planta.

Tabla 8. Análisis de varianza para el número de vainas por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	628.43	209.48	3.12	0.0316	ns
Factor A	7	10878.34	1554.05	23.12	<0.0001	**
Error a	21	1031.96	49.14			
Factor B	2	295.86	147.93	2.20	0.1185	ns
A x B	14	4984.53	356.04	5.30	<0.0001	**
Error experimental	48	3606.58	75.14			
Total	95	21425.71				

C.V. Factor A = 10.14%, C.V. Factor B = 13.04%.

La variedad a8 y a4 obtuvieron 72 y 71 vainas por planta, la variedad a5 tuvo el mínimo número de vainas por planta con 39 (Tabla 9).

El efecto de la densidad sobre el número de vainas por planta (Tabla 10) muestra entre que las variedades a1, a3, a4, a5, a7 y a8 tienen diferencias significativas, no existe diferencias significativas entre densidades en la a2 y a6 en la obtención del número de vainas por planta de soya.

Tabla 9. Prueba de Duncan para el número de vainas por planta.

Factor A	Promedio	Signif.
a8	72	a
a4	71	a b
a3	65	b
a2	56	c
a1	55	c
a7	55	c
a6	48	d
a5	39	e

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

Tabla 10. Análisis de varianza del efecto del Factor B sobre en número de vainas por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
b(a1)	2	523.50	261.75	5.33	*
b(a2)	2	26.59	13.29	0.27	ns
b(a3)	2	779.01	389.50	7.92	*
b(a4)	2	865.00	432.50	8.80	*
b(a5)	2	2241.10	1120.55	22.80	*
b(a6)	2	83.65	41.82	0.85	ns
b(a7)	2	351.62	175.81	3.58	*
b(a8)	2	409.92	204.96	4.17	*
Error	69	4638.55	67.23		

La comparación del número de vainas por planta con relación a las densidades de siembra muestra que con la densidad b2 con la variedad a4 se obtiene 83 vainas

por planta, la misma densidad con la variedad a5 obtuvo 25 vainas por planta (Figura 3).

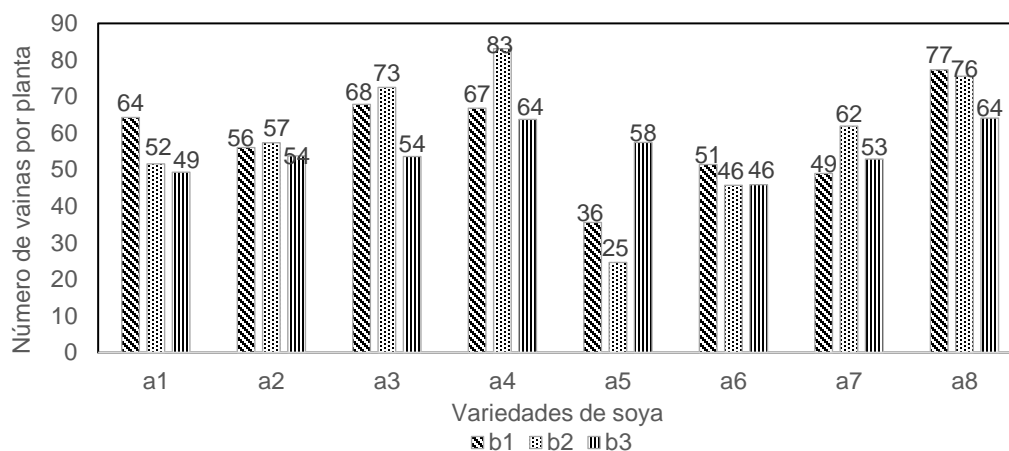


Figura 3. Efecto de la densidad sobre el número de vainas por planta.

### Número de granos por planta

El Factor A tiene alta significancia estadística, existiendo diferencias entre las variedades de soya al momento de obtener número de granos por planta, el Factor B no tiene significancia entre las densidades de

siembra sobre el número de granos por planta en las variedades. La interacción A x B, tiene alta significancia, indicando que la combinación de estos dos factores interviene en el número de granos por planta (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de la varianza para número de granos por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	5040.44	1680.15	4.12	0.0095	**
Factor A	7	44209.92	6315.70	15.49	<0.0001	**
Error a	21	8540.15	406.67			
Factor B	2	1320.69	660.34	1.62	0.2054	ns
A x B	14	33005.89	2357.56	5.78	<0.0001	**
Error experimental	48	19589.26	408.11			
Total	95	111706.32				

C.V. Factor A = 15.16%, C.V. Factor B = 15.19%.

En la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 12) forma tres grupos, de los cuales la variedad a8 y a4 tuvieron los mejores resultados con 168 y 165 granos por planta. Las variedades con menor número de granos por planta fueron a1, a5 y a6 con 116, 112 y 109 granos.

Tabla 12. Prueba de Duncan para el número de granos por planta.

Factor A	Promedio	Signif.
a8	168	a
a4	165	a
a3	137	b
a7	133	b
a2	124	b c
a1	116	c
a5	112	c
a6	109	c

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

A la madurez, las vainas generalmente tienen de dos a tres semillas, pero pueden contener hasta cinco, en su forma varían desde la casi esférica, hasta discos casi aplanados, en el color varía el verde pálido, amarillo hasta el marrón oscuro, son pubescentes y se encuentran distribuidas a lo largo del tallo o ramas que también lo son, al igual que la hojas (Valladares, 2010). Por otra parte Calvo (2003), menciona que la legumbre posee unas cortas vainas, cada una de las cuales contiene de una a cuatro semillas esféricas y oleaginosas con un 20% de aceite, el color de las mismas es variable entre amarillo o negro, aunque existen otras especies con semillas de color verde o castaño.

El análisis de efectos simples (Tabla 13) encuentra diferencias significativas de las densidades para todas las variedades en la obtención del número de granos por planta.

Tabla 13. Análisis de varianza del efecto del Factor B sobre en número de vainas por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
b(a1)	2	4740.92	2370.46	48.23	*
b(a2)	2	5390.01	2695.01	54.83	*
b(a3)	2	2851.61	1425.80	29.01	*
b(a4)	2	2342.26	1171.13	23.83	*
b(a5)	2	5067.65	2533.82	51.55	*
b(a6)	2	3727.78	1863.89	37.92	*
b(a7)	2	506.80	253.40	5.16	*
b(a8)	2	8116.81	4058.40	82.57	*
Error	69	28129.38	407.67		

La Figura 4 señala que con la densidad b3 se obtiene mayor número de granos por planta para todas las variedades a excepción de la a3, con las variedades

a1 y a2 se tuvo 171 y 172 granos por planta. Se obtuvo 100 granos por planta para la variedad a6 bajo la densidad a6.

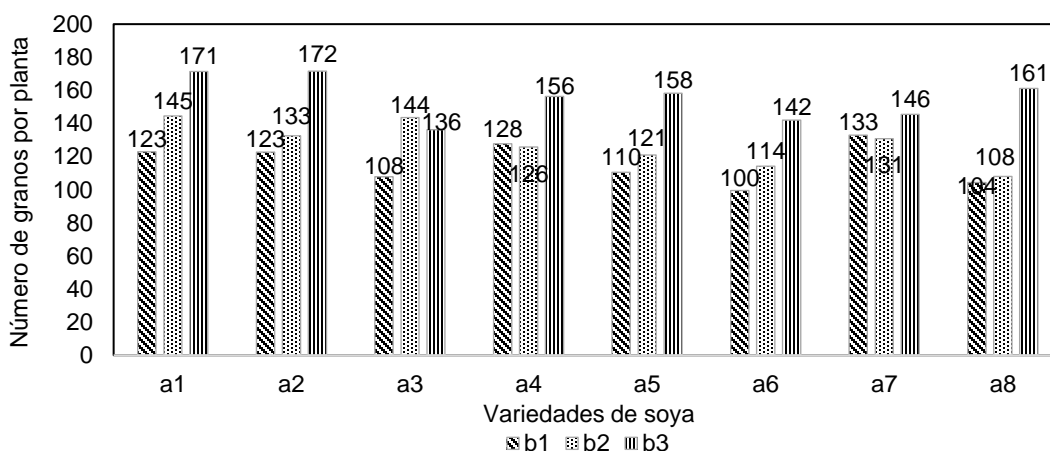


Figura 4. Efecto de la densidad sobre el número de granos por planta.

**Días a la floración**

Existen diferencias altamente significativas en los días a la floración para el Factor A, los resultados del Factor

B son no significativos en su análisis de varianza. El coeficiente de variación para el Factor A fue de 2.37% y 1.84% para el Factor B, ello indica que los resultados experimentales son confiables (Tabla 14).

Tabla 14. Análisis de varianza para los días a la floración.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	5.61	1.87	1.98	0.1246	ns
Factor A	7	240.99	34.43	36.47	<0.0001	**
Error a	21	27.31	1.30			
Factor B	2	0.40	0.20	0.21	0.8114	ns
A x B	14	9.10	0.65	0.69	0.7774	ns
Error experimental	48	37.83	0.79			
Total	95	321.24				

C.V. Factor A = 2.37%, C.V. Factor B = 1.84%.

Las variedades a4 y a3 florecieron en mayor número de días (50 días), las variedades a1 y a6 florecieron

en menor número de días (48 y 44 días), tal como se muestra en la Tabla 15.



Tabla 15. Prueba de Duncan para los días a la floración.

Factor A	Promedio (días)	Signif.
a4	50	a
a3	50	a
a5	49	a b
a7	49	a b
a8	49	b c
a2	48	b c
a1	48	c
a6	44	d

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

La soja es una planta de día corto, florece en la mayoría de los cultivares cuando el fotoperiodo es menor a 16 horas. En el subtrópico boliviano, donde el fotoperiodo es de 12 a 13 horas, todos los cultivares florecen a una edad temprana. Un cultivar precoz

inicia su floración entre los 30 y 35 días después de la siembra y madura entre los 75 a 90 días, pero no alcanza un buen desarrollo vegetativo y tiene bajos rendimientos. Los cultivares intermedios y tardíos florecen entre 35 y 55 días y maduran entre 110 a 140 días, tienen un buen crecimiento vegetativo que resulta en rendimientos altos (Morales, 1996 citado por Meneses, 1996).

### Días a la madurez fisiológica

Para el Factor A se tiene diferencias altamente significativas en cuanto a los días a la madurez fisiológica, no se encontraron diferencias significativas en el bloque, Factor B y la interacción de los Factores A y B indicando que estos factores son independientes a los días a maduración (Tabla 16).

Tabla 16. Análisis de la varianza para los días a la madurez fisiológica.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	12.38	4.13	2.44	0.0716	ns
Factor A	7	1969.13	281.30	166.43	<0.0001	**
Error a	21	42.25	2.02			
Factor B	2	3.94	1.97	1.16	0.3180	ns
A x B	14	26.56	1.90	1.12	0.3549	ns
Error experimental	48	74.17	1.55			
Total	95	2128.63				

C.V. Factor A = 1.20%, C.V. Factor B = 1.05%.

En la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 17) se forman cinco agrupaciones, de los cuales la variedad a6 maduró en menor tiempo con 110 días, seguido por la variedad a2 con 115 días. La variedad a3 se prolongó hasta los 125 días.

Tabla 17. Prueba de Duncan para el número de días a la madurez fisiológica.

Factor A	Promedio (días)	Signif.
a3	125	a
a8	122	b
a4	121	b
a1	121	b
a5	118	c
a7	117	c
a2	115	d
a6	110	e

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

Con referencia a los días a la maduración Unterladstaetter (2005), menciona que de acuerdo a la variedad, la soja madura entre los 110 a 130 días. Para tener una mejor planificación desde la siembra a

la cosecha, las variedades comerciales de soja fueron clasificadas de acuerdo a su ciclo de madurez en precoces de hasta 120 días, intermedias de 106 a 115 días y tardías mayores a 116 días (ANAPO, 2008). Asimismo, Rosas y Young (1996) mencionados por Zapata y Mejía (2011), indican que el ciclo de vida de este cultivo varía entre 80 a 200 días aproximadamente, según sea la variedad y la condiciones ambientales.

### Rendimiento

Se encontró diferencias altamente significativas en el Factor B, como resultado se deduce que para obtener mayor rendimiento, no influyen las variedades implementadas en la zona ni su interacción con la densidad (Tabla 18).

Tabla 18. Análisis de la varianza para el rendimiento.

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob > 0.05	Signif.
Bloque	3	0.20	0.07	1.05	0.3745	ns
Factor A	7	0.07	0.01	0.17	0.9910	ns
Error a	21	2.19	0.10			
Factor B	2	2.74	1.37	21.98	<0.0001	**
A x B	14	0.82	0.06	095	0.5169	ns
Error experimental	48	2.12	0.04			
Total	95	8.14				

C.V. Factor A = 20.59%, C.V. Factor B = 13.38%.

La prueba de Duncan (Tabla 19) muestra que el máximo rendimiento es de 1770 kg ha<sup>-1</sup> para la densidad b3, seguido de la densidad b2 con 1580 kg ha<sup>-1</sup> y 1360 kg ha<sup>-1</sup> para la densidad b1. En ese sentido la densidad de plantación de 60 x 5 cm es la recomendable para la producción de soya en la región evaluada.

Tabla 19. Prueba de Duncan para el rendimiento.

Factor A	Promedio (kg ha <sup>-1</sup> )	Signif.
b3	1770	a
b2	1580	b
b1	1360	c

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

## CONCLUSIONES

En la producción agrícola, lo ideal es disminuir los días a la floración y maduración, para una cosecha temprana, en ese sentido, la variedad Conquista tuvo menores días a la floración con 44 días, las variedades Sanbaiba y Caico 101 RCT tuvieron 50 días a la floración. Con respecto a días a la madurez fisiológica, la variedad Conquista la alcanzó a los 110 días, seguido por la variedad Centauro con 115 días, la variedad tardía fue Sambaiba con 125 días.

La variedad Cardenal tiene mayor altura de planta y altura en la inserción de la primera vaina, por lo que es recomendable para su implementación bajo maquinaria agrícola.

Con la densidad de siembra 60 x 5 cm se obtuvo mayor número de granos por planta con las variedades Sayubú y Centaruro, como también son las que se encuentran entre las variedades con menores días a la floración y a la madurez fisiológica, siendo estas variedades recomendadas para obtener mayor rendimiento de 1770 kg ha<sup>-1</sup> en un menor número de días.

## BIBLIOGRAFÍA

Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO). 2008. Recomendaciones técnicas para el cultivo de soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 42 p.

Calvo, A. 2003. La soja, valor dietético y nutricional. Curso, equilibrio alimentario en los escolares. Disponible en: [www.diodora.com/documentos/nutricion\\_soja.htm](http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm). Consultado el 26 mayo 2016.

Estación Experimental de Sapecho (EES). 2012. Cartilla y tríptico de difusión de trabajos de investigación de Estación Experimental de Sapecho-Alto Beni.

Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). 2011. Manual de difusión técnica de soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Llanos, R. 2014. Soya: situación actual y tendencias. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de difusión técnica de soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp. 20-22.

Meneses, R. 1996. Las leguminosas en la agricultura Boliviana. Cochabamba, Bolivia. pp. 151-167.

Roman, P. 2009. Importancia del uso de semilla de calidad. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de difusión técnica de soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp. 49-50.

Unterladstaetter, R. 2005. Cultivos para los llanos cálidos de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp. 247-253.

Valladares, C. 2010. Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano. Departamento de producción vegetal asignatura cultivos de grano. Centro

Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA)  
Universidad Nacional Autónoma de Honduras.  
Disponible en:  
<https://curlacavunah.files.wordpress.com/.../unidad-ii-taxonomia-botanic.pdf>. Consultado el 26 mayo 2016.

Zapata, Q., Mejía, M. 2011. Evaluación del rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*. (L) Merr) bajo la fertilización orgánica, sintética y combinada, en la finca

el Plantel (Masaya). Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. Disponible en: [cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01z35.pdf](http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01z35.pdf). Consultado el 26 mayo 2015.

Artículo recibido en: 30 de agosto 2017  
Aceptado en: 25 de septiembre 2017