

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO VARIEDADES DE SOYA  
(*Glycine max*) EN RELACIÓN A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA, EN LA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO ALTO BENI – LA PAZ**

**GONSALO CHIPANA MACHACA**

**La Paz – Bolivia**

**2015**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO VARIEDADES DE SOYA**  
**(*Glycine max*) EN RELACIÓN A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA, EN LA**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO ALTO BENI – LA PAZ**

*Tesis de Grado presentada como requisito  
parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo*

**GONSALO CHIPANA MACHACA**

**Asesores:**

Ing. Ph. D. Félix Marza Mamani .....

Ing. M. Sc. Erik Murillo Fernández .....

Ing. M. Sc. Rubén Trigo Riveros .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. Ph. D Yakov Arteaga García .....

Ing. M. Sc. Freddy Porco Chiri .....

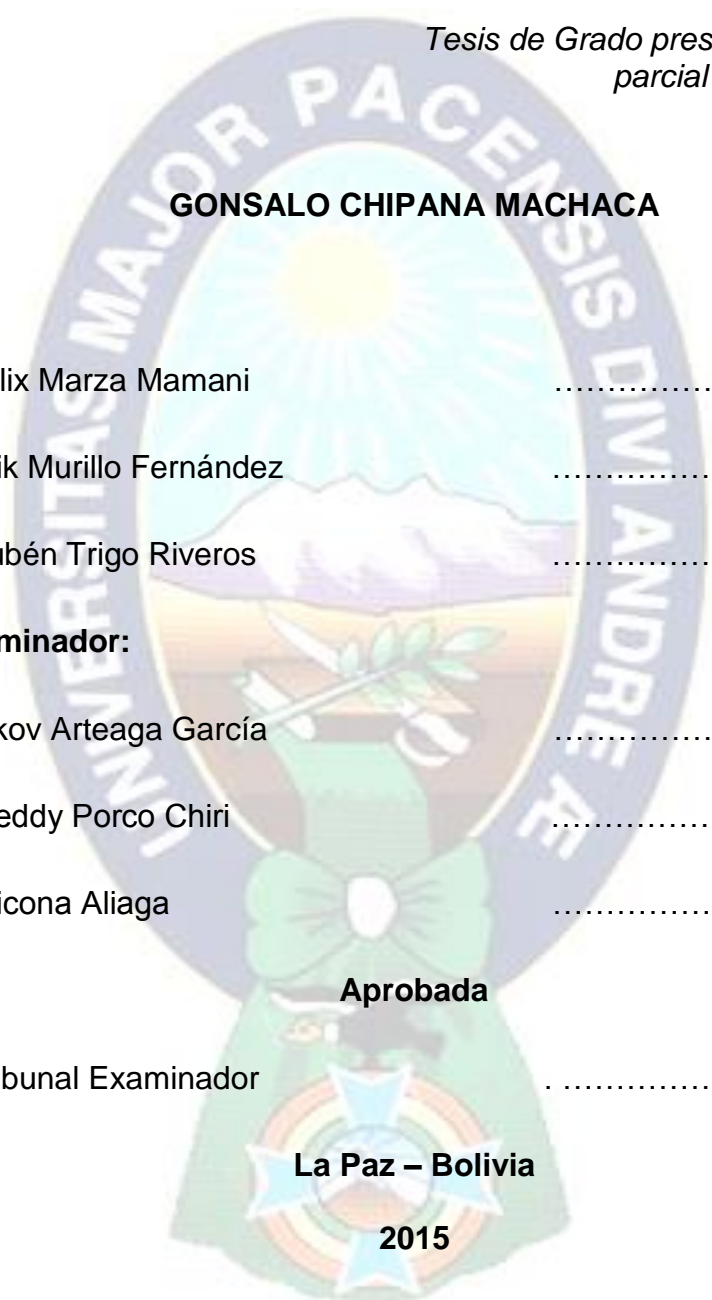
Ing. Johnny Ticona Aliaga .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....

**La Paz – Bolivia**

**2015**



## CONTENIDO GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	<b>I</b>
Agradecimientos.....	<b>II</b>
Índice General.....	<b>III</b>
Índice de Cuadros.....	<b>VI</b>
Índice de Figuras .....	<b>VII</b>
Índice de Anexos.....	<b>VIII</b>
Resumen.....	<b>IX</b>
Summary.....	<b>XI</b>



#### **DEDICATORIA.**

*A Dios, por su amor y por permitirme gozar de la vida, salud y guiarme por el camino correcto para seguir adelante.*

*A mis papás: Genaro Chipana H. y Emiliana Machaca M. quienes me enseñaron a cultivar la verdad y la humildad en todos los momentos y por el sacrificio en la cual siempre me brindaron su apoyo para mi formación personal.*

*A mis hermanos y a mis hermanas quienes siempre me brindaron su apoyo, confianza y comprensión en todo momento, por lo que estaré agradecido siempre de todos.*

## AGRADECIMIENTOS

Dejo expresado mis más sinceros agradecimientos:

A Dios, por darme la vida para compartir y por qué me ha concedido el disfrutar de su magnífica creación, guiar por el camino correcto para culminar este trabajo de investigación para seguir adelante.

A mis padres Genaro Chipana y Emiliana Machaca, por la gratitud, confianza y apoyo brindado, que siempre estuvieron brindándome y sacrificio, todo lo que hicieron para mi formación como persona. De la misma forma a mis hermanos.

A la facultad de Agronomía de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés, por la formación recibida, a todo el plantel docente administrativo por la formación profesional que me brindaron académicamente.

A mis asesores al Ing. ph. D. Félix Marza M., Ing. M. Sc. Erik Murillo Fernández y al Ing. M. Sc. Rubén Trigo Riveros gracias por brindarme su apoyo y brindarme todo su conocimiento y sus correcciones durante la elaboración de la Tesis.

A mis revisores: gracias al Ing. Ph. D. Yakov Arteaga García, Ing. Johnny Ticona Aliaga y Ing. M. Sc. Freddy Porco Chiri a quienes les quedo muy agradecido por la revisión, correcciones y sugerencias que me dieron durante la elaboración del documento que ayudaron a mejorar el presente trabajo de investigación.

A la Estación Experimental de Sapecho (E.E.S.) por abrirme las puertas, brindarme su hospitalidad para que yo pueda llevar acabo la fase de trabajo de campo, al Director Félix Fernando Manzaneda Delgado y a los docentes investigadores.

A mis compañeros (as), amigos (as) de la facultad de Agronomía: por recorrer juntos el camino de la formación superior; Max Coronel T., Augusto Quispe H., Benjamín Cahuana y Rosmery por brindarme su amistad y apoyo durante el tiempo que cursé la carrera y al Ronald y al Henry por brindar su apoyo en el trabajo de campo.

Finalmente a todas las demás personas, que de una u otra forma me prestaron su gentil colaboración desinteresada. Muchas gracias.

A todos ellos muchísimas gracias

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Objetivo General .....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>3. LITERATURA CONSULTADA</b> .....	<b>4</b>
3.1 Origen de la Soya .....	4
3.2 Introducción de Soya a América .....	4
3.3 Producción.....	4
3.3.1 Producción Mundial .....	4
3.3.2 Producción en Bolivia .....	5
3.4 Descripción Taxonómica.....	5
3.5 Morfología o Características principales de la Planta de Soya.....	6
3.5.1 Descripción de la Raíz.....	6
3.5.2 Descripción del Tallo .....	7
3.5.3 Descripción de las Hojas .....	7
3.5.4 Descripción de la Flor.....	8
3.5.5 Descripción de Fruto o Vainas.....	8
3.5.5.1 Dehiscente.....	9
3.5.6 Descripción da la Semilla .....	9
3.5.7 Partes de la semilla de la soya .....	10
3.5.8 Contenido en nutrientes de la soya .....	11
3.6 Hábito de Crecimiento de la Planta de Soya.....	12
3.6.1 Descripción y clasificación sexual de la soya.....	12
3.7 Ecología del Cultivo .....	13
3.7.1 Fotoperiodo .....	13
3.7.2 Exigencias hídricas.....	13
3.7.3 Influencia de la Temperatura .....	14
3.7.4 Exigencia de suelo .....	14
3.7.5 Establecimiento del cultivo .....	15
3.8 Plagas y enfermedades .....	17
3.8.1 Plagas primarias de la soya.....	17

3.8.2 Enfermedad foliar .....	20
<b>4. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Ubicación geográfica .....	21
4.1.1 Ubicación .....	21
4.1.2 Latitud y longitud .....	21
4.1.3 Límites territoriales .....	21
4.2 Descripción fisiográfica .....	23
4.2.1. Altitud .....	23
4.2.2 Relieve topográfico.....	24
4.3 Características climáticas .....	24
4.4 Los suelos de Sapecho y del Municipio de Palos Blancos .....	24
4.5 Principales Cuencas en el Área .....	25
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
5.1 Materiales .....	27
5.1.1 Material y Equipo de Campo .....	27
5.1.2 Material de Gabinete .....	27
5.1.3 Material Biológico .....	28
5.2 Metodología .....	28
5.2.1 Procedimiento Experimental.....	28
5.2.2 Variables de Respuesta .....	34
5.2.3 Modelo Estadístico .....	35
5.2.3.1 Modelo Lineal Aditivo .....	36
5.2.4 Área dimensional del campo experimental .....	36
5.2.5 Factores en Estudio .....	36
5.2.6 Análisis Económico .....	38
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>41</b>
6.1 Porcentaje de germinación de ocho variedades de soya .....	41
6.1.2. Monitoreo de plagas .....	42
6.2 Altura de la planta de las variedades de soya .....	43
6.3 Altura de inserción de la primera vaina de las variedades de soya .....	45
6.4 Número de vainas por planta de las variedades de soya .....	47
6.5 Número de granos por planta de las variedades de soya.....	51
6.6 Días a la floración de las variedades de soya .....	54
6.7 Días a la maduración de diferentes variedades de la soya .....	56

6.8 Cálculo de peso de 100 semillas de ocho variedades de soya.....	58
6.9 Rendimiento de las ocho variedades de soya.....	60
6.10 Análisis Económico.....	62
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
7.1 Conclusiones .....	64
7.2 Recomendaciones .....	66
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Genealogía, institución obtentora y responsable, año de liberación en Santa Cruz de las variedades convencionales de soya empleada para el ensayo .....	28
<b>Cuadro 2.</b> Parámetros de calidad de la semilla de soya .....	29
<b>Cuadro 3.</b> Formulación de tratamientos factoriales, que resulta de la multiplicación del número total de niveles del Factor A con la totalidad de niveles del Factor B .....	37
<b>Cuadro 4.</b> Presencia de insectos plaga principal en diferentes estudios durante el ensayo .....	42
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de la varianza para altura de la planta de soya.....	43
<b>Cuadro 6.</b> Prueba de comparación de medias para la altura de la planta (Duncan $\alpha = 0,05$ ) ....	44
<b>Cuadro 7.</b> Prueba de comparación de medias para la altura de la planta para el factor Densidad (Duncan $\alpha = 0,05$ ).....	45
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de la varianza para altura de inserción de la primera vaina de la soya .....	46
<b>Cuadro 9.</b> Prueba de comparación de medias para la altura de inserción de la primera vaina de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan $\alpha = 0,05$ )... ..	46
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de la varianza para número de vainas por planta de soya .....	48
<b>Cuadro 11.</b> Prueba de comparación de medias para número de vainas por planta de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan $\alpha = 0,05$ ).....	48
<b>Cuadro 12.</b> ANVA de efecto simple para el número de vainas por planta de soya .....	50
<b>Cuadro 13.</b> Análisis de la varianza para número de granos por planta en la soya.....	51
<b>Cuadro 14.</b> Prueba de comparación de medias para número de granos por planta de soya, de las ocho variedades convencional al nivel del 5% (Duncan $\alpha = 0,05$ ) .....	52
<b>Cuadro 15.</b> Análisis de varianza para la prueba de efecto simple para el número de granos por planta de ocho variedades de soya convencional.....	53
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de varianza para los días a la floración de la soya.....	54
<b>Cuadro 17.</b> Prueba de comparación de medias para la variable días de la floración de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan $\alpha = 0,05$ ).....	55
<b>Cuadro 18.</b> Análisis de la varianza para días a la maduración de ocho variedades de soya ...	56
<b>Cuadro 19.</b> Prueba de comparación de medias para Días a la Maduración de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan $\alpha = 0,05$ ).....	57
<b>Cuadro 20.</b> Análisis de la varianza para el peso de 100 granos de soya.....	58
<b>Cuadro 21.</b> Prueba de comparación de medias para el Peso de 100 granos de la soya .....	59
<b>Cuadro 22.</b> Análisis de la varianza para el rendimiento de las ocho variedades de soya .....	60
<b>Cuadro 23.</b> Prueba de comparación de medias para el Rendimiento de la soya.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área del experimento en Sapecho, del municipio de Palos Blancos cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz ....	22
<b>Figura 2.</b> Vista Satelital de la ubicación del cultivo Experimental de soya en la EES.....	23
<b>Figura 3.</b> Entrada principal de la Estación Experimental de Sapecho (EES), está ubicada aproximadamente a 1 km de Sapecho, sobre la carretera troncal-empedrado, Sapecho-Palos Blancos febrero, 2015.....	26
<b>Figura 4.</b> Croquis de campo para el Diseño Experimental.....	38
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de germinación de las ocho variedades de soya en estudio.....	41
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de las ocho variedades de soya con respecto altura de la planta...	44
<b>Figura 7.</b> Comportamiento de las densidades con respecto a la altura de planta de soya.....	45
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de la altura de inserción de la primera vaina de la soya .....	47
<b>Figura 9.</b> Comportamiento del número de vainas por planta de soya.....	49
<b>Figura 10.</b> Efectos simples de las ocho variedades de soya convencional con respecto a las densidades, en función del número de vainas por planta.....	50
<b>Figura 11.</b> Comportamiento del número de granos por planta de soya .....	52
<b>Figura 12.</b> Efectos simples de las ocho variedades de soya convencional con respecto a las densidades, en función del número de granos por planta de soya.....	53
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de los días de floración con respecto a ocho variedades de soya convencional.....	55
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de los días a la maduración con respecto a variedades de soya..	57
<b>Figura 15.</b> Peso de 100 granos con respecto a ocho variedades de soya.....	59
<b>Figura 16.</b> Comportamiento de tres densidades con respecto al rendimiento de la soya .....	61
<b>Figura 17.</b> Relación B/C en las ocho variedades y densidades estudiadas .....	62
<b>Figura 18.</b> Tasa de Retorno Marginal en las ocho variedades y densidades estudiadas.....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Flujo económico de las ocho variedades de soya convencional estudiadas con respecto a la densidad b1 .....	76
<b>Anexo 2.</b> Flujo económico de las ocho variedades de soya convencional estudiadas con respecto a la densidad b2.....	77
<b>Anexo 3.</b> Flujo económico de las ocho variedades de soya convencional estudiadas con respecto a la densidad b3.....	78
<b>Anexo 4.</b> Tasa de Retorno Marginal de la producción de soya en Sapecho.....	79
<b>Anexo 5.</b> Características de las 8 variedades probadas en la Estación Experimental Sapecho	80
<b>Anexo 6.</b> Cuadro Resumen de Resultados .....	81
<b>Anexo 7.</b> Semillas de ocho variedades de soya ( <i>Glycine Max</i> ) para cultivo experimental en campos de la Estación Experimental de Sapecho.....	82
<b>Anexo 8.</b> Cultivo de estudio de soya en predios de la Estación Experimental de Sapecho, en su pleno desarrollo o fase vegetativa de las ocho variedades de soya. ....	82
<b>Anexo 9.</b> Delimitación de las parcelas grandes y parcelas pequeñas de ocho variedades de soya ( <i>Glycine max</i> ) implementadas en la Estación Experimental de Sapecho.....	82
<b>Anexo 10.</b> Campos de soya ( <i>Glycine max</i> ) experimental en plena floración de ocho variedades de soya en predios de la Estación Experimental Sapecho - U.M.S.A.....	83
<b>Anexo 11.</b> Monitoreo de plagas y malezas en las parcelas de ensayo, en diferentes variedades de soya en campos de la Estación Experimental de Sapecho – U.M.S.A. ....	83
<b>Anexo 12.</b> Campos de soya ( <i>Glycine max</i> ) en plena fructificación o fase reproductiva, del cultivo experimental en predios de la Estación Experimental de Sapecho - U.M.S.A. ....	83
<b>Anexo 13.</b> Promoción y difusión de ocho variedades de soya ( <i>Glycine max</i> ) del estudio en predios de la E.E.S., a través de exposiciones orales y ferias en la zona .....	84
<b>Anexo 14.</b> Cosecha en forma manual del cultivo de soya experimental de las ocho variedades en campos de la Estación Experimental de Sapecho – U.M.S.A.....	84
<b>Anexo 15.</b> Descripción de las fases vegetativas de la soya.....	84
<b>Anexo 16.</b> Descripción de las fases reproductivas del cultivo de la soya.....	85
<b>Anexo 17.</b> Promedios durante el verano de características agronómicas de variedades de soya liberadas a nivel comercial en Santa Cruz-Bolivia.....	86
<b>Anexo 18.</b> Principales características morfológicas de las variedades de soya.....	87

## RESUMEN

El municipio de Palos Blancos se encuentra situado al norte de la ciudad de La Paz, en él se encuentra la Estación Experimental de Sapecho, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. En la región de Alto Beni los pobladores son productores de Cacao, Cítrico, Bananos, Frutas Exóticas, producción de semillas de cobertura, especies forestales y ganadería.

Según las bondades de la zona se deben implementar y diversificar la producción agrícola, para que exista mejora en la calidad alimenticia, por lo que se ensayó con variedades de soya, por los múltiples usos que tiene el mismo debido a su alto contenido de proteína.

Para este propósito se realizó el trabajo de investigación titulado. “comportamiento agronómico de ocho variedades de soya (*Glycine max*) en relación a tres densidades de siembra”.

El ensayo se realizó en 912 m<sup>2</sup>, con un diseño estadístico de parcelas divididas donde hubo 2 factores con 4 bloques, dando un total de 96 tratamientos. El factor A, que se situó en la parcela pequeña, a las variedades de soya: Sayubú, Centauro, Sambaiba, Caico, Cardenal, Conquista, Serere y Uirapurú y el factor B, que se colocó en la parcela grande, densidades de siembra: (40 x 10) cm, (50 x 8) cm y (60 x 5) cm.

Los resultados obtenidos en la variable de Porcentaje de germinación de las 8 variedades de soya en estudio, la variedad Centauro el mayor porcentaje de germinación con 99,33% y el menor porcentaje de germinación fue la variedad Conquista con 94,70%, esto demuestran que los porcentaje de germinación son aceptables.

Para la Altura de la Planta, la variedad Sambaiba (a3) es la que mayor valor alcanzó con 97,70 cm y el valor más bajo lo presentó el Serere (a7) con 77 cm. Se puede observar que la variedad con mayor altura de inserción de la primera vaina fue Cardenal (a5) con 25,73 cm, mientras que la variedad Sayubú (a1) logró el menor valor con 16,95 cm.

En relación al Número de Vainas por Planta, la variedad Uirapurú (a4) presentó 72 vainas, mayor a las otras variedades, mientras que la variedad Cardenal (a5) solo llegó a 39 vainas, siendo el menor entre todos los tratamientos. En la variable de respuesta para el Número de Granos por planta, se observó que el Uirapurú (a8) obtuvo 168 granos mientras que la variedad Conquista (a6) solo registró 109 granos correspondiendo al valores mayor y menor, respectivamente.

La variable días a floración mostró el mayor valor para la variedad Caico (a4) con 50 días, estando al otro extremo la variedad Conquista (a6) con sólo 44 días a floración. La variedad con menor cantidad de días a la maduración fue Conquista (a6) con sólo 110 días, mientras que la variedad Sambaiba (a3), fue la de mayor cantidad de días a maduración con 125 días.

El mayor peso de 100 granos fue para la variedad Conquista (a6) con 22,08 g, mientras que Caico (a4) consiguió el peso más bajo con 13,75 g.

El mayor rendimiento se obtuvo en la densidad de siembra es 60 x 5 cm (b3) con una máxima de 1,77 t/ha, el menor rendimiento e obtuvo en la densidad 40 x 10 cm (b1) con sólo 1,36 t/ha.

El mayor rendimiento de soya en la zona representativa de estudio, la que alcanzó mejores resultados es la variedad Sambaiba (a3) llegando a una máxima de 1,77 t/ha.

La mayor relación beneficio/costo fue el tratamiento a3b3 con 3,35 Bs y el menor para el tratamiento a3b1 con un B/C de tan solo 2,25 Bs.

## SUMMARY

The municipality of Palos Blancos is located north of the city of La Paz, it Sapecho Experimental Station, under the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés is. In the region of Alto Beni residents are producers of Cocoa, Citrus, Bananas, Exotic Fruit, cover seed production, forestry and livestock species.

According to the goodness of the area should be implemented and diversify agricultural production, so that there is improvement in the food quality, which was tested with soybean varieties for multiple applications with the same due to their high protein content.

For this purpose the research was conducted entitled. "Agronomic performance of eight soybean varieties (*Glycine max*) in relation to three densities".

The trial was conducted in 912 m<sup>2</sup>, with a statistical design of divided plots where there were 2 factors with 4 blocks, giving a total of 96 treatments. The factor A, which was located in the small plot, soybean varieties: Sayubú, Centauro, Sambaíba, Caico, Cardinal, Conquest, Serere and Uirapurú and factor B was placed on the large plot, planting densities: (40 x 10) cm (50 x 8) cm (60 x 5) cm.

The results obtained in the variable germination percentage 8 soybean varieties under study, the variety Centauro the highest percentage of germination was 99.33% and the lowest percentage of germination was the Conquest range with 94.70%, this show germination percentage that are acceptable.

For Plant height, variety Sambaíba (a3) is the highest value reached to 97.70 cm and the lowest value was presented by Serere (a7) with 77 cm. It can be seen that the variety with the highest level of insertion of the first pod was Cardinal (a5) to 25.73 cm, while the variety Sayubú (a1) has the lowest value with 16.95 cm.

Regarding the number of pods per plant, the variety Uirapurú (a4) he presented 72 pods, higher than other varieties, while the variety Cardinal (a5) only reached 39 pods, still the lowest among all treatments. In the response variable for the number of grains

per plant, it was observed that the Uirapurú (a8) obtained 168 grains while the variety Conquista (a6) recorded only 109 grains corresponding to the highest and lowest values, respectively.

The variable days to flowering showed the highest value for the variety Caico (a4) with 50 days, while the other end of the Conquest range (a6) Consolo 44 days to flowering. The variety with fewer days to maturity was Conquest (a6) with only 110 days, while the variety Sambaíba (a3), was the largest number of days to maturity of 125 days.

The greatest weight was 100 grains for variety Conquest (a6) with 22.08 g while Caico (a4) got the lowest weight 13.75 g.

The highest yield was obtained in planting density is 60 x 5 cm (b3) with a maximum of 1.77 t/ha, the lowest yield and density obtained 40 x 10 cm (b1) with only 1.36 t/ha.

The highest yield of soybean representative study area, which reached the best results is the variety Sambaíba (a3) reaching a maximum of 1.77 t/ha.

The biggest benefit/cost ratio was 3.35 A3B3 treatment B and the lowest for the a3b1 with a B/C of just 2.25 Bs.

## 1. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas, planta herbácea, anual y ha sido cultivada siempre por sus granos utilizados principalmente en la alimentación humana, animal y para la extracción de aceite comestible, la cual es muy adaptable a condiciones que presenta Sapecho - Alto Beni. Donde no es aprovechado el cultivo debido a que en la zona los productores se dedican a la producción de cítricos, bananos, plátanos, cacao y otros.

En ese contexto la superficie mundial de soya en el 2012-2013 alcanzó las 109,22 millones de hectáreas, el principal productor de soya a nivel mundial fue Estados Unidos 30,82 millones de hectáreas. En cuanto a la producción mundial de soya en el 2012-2013 fue de 267.583.000 t. El principal productor de soya fue Brasil con el 30,67%, el rendimiento promedio de soya a nivel mundial en la gestión 2012-2013 fue de 2,45 t/ha y el país que tuvo el mayor rendimiento fue Canadá con 3,03 t/ha, mientras que el de menor rendimiento fue la India con 1,06 t/ha. A nivel Sudamericano el país con mayor rendimiento fue Brasil con 2,96 t/ha (Llanos, 2014).

La soya es un cultivo que se produce en climas templados, subtropicales y tropicales de Bolivia y tiene alta demanda por parte del mercado internacional. Lastimosamente no existe un trabajo de investigación realizado con este cultivo en Sapecho - Alto Beni sobre el comportamiento agronómico de las diferentes variedades de soya. Siendo necesario implementar por contener alto contenido de proteína en la semilla se soya.

El mismo autor señala que la soya se cultiva en 4 de los 9 departamentos de Bolivia, Chuquisaca, Tarija, Beni y Santa Cruz, siendo este último quien 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 último verano 2013-2014 se sembraron 947.000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 2,21 t/ha y una producción de 2.082.400 t.

En 1928 la soya fue introducida en Departamento de Santa Cruz de Bolivia, por la casa comercial Zeller y Mosser Tejerina (1988). El cultivo a nivel comercial se inició en la gestión de verano 1969-1970 con 800 ha con un rendimiento promedio de 1,5 t/ha, mientras que en invierno 1971 se inició en la colonia japonesa San Juan de Yapacani



con 500 ha y un rendimiento promedio de 1,7 t/ha (Piérola *et al.*, 1996).

El cultivo de la soya en Bolivia, se inició en los años 1960 en el departamento de Santa Cruz con la llegada de colonias extranjeras. La producción era utilizada principalmente para cubrir la demanda proveniente de la producción de animales. La producción comercial de soya data del año 1974, cuando se cultivaron alrededor de 6.000 hectáreas, con un rendimiento de 1,7 t/ha (FUNDACRUZ, 2011).

Para la gestión 2013 la soya representó el 34,64% de la superficie cultivada a nivel nacional y el 16,82% de la producción de alimentos de origen agrícola en Bolivia, en el departamento de Santa Cruz, lugar donde se produce el 99% de la soya boliviana, la superficie cultivada de soya representó el 48,6% del total cultivado y el 20,41% de la producción de origen agrícola (Llanos, 2014).

La introducción del cultivo de soya en la zona de Sapecho, es un beneficio potencial que ofrecería la producción del mismo para toda la región de Alto Beni, la cual contribuiría a la diversificación de la producción agrícola en la zona. Un adecuado manejo del cultivo de soya puede no solamente hacer rentable un establecimiento agrícola, sino que puede ayudar a la recuperación de suelos, mediante el sistema de rotación de cultivos dentro de un enfoque integral.

Por otra parte se pretende promover el consumo de soya en los agricultores, para lo cual difundir la información sobre las bondades alimenticias de este grano y sus formas para su aprovechamiento es contribuir a la seguridad alimentaria en la región de Alto Beni. El consumo de este grano tiene enormes ventajas, el grano de soya posee una significativa ventaja en la calidad nutricional, tanto en la dieta humana como de ganado animal, esto debido a los mayores contenidos de proteína en el grano. Por otra parte la planta de soya también produce aceite, grasas comestibles, vitaminas y minerales.

Para el cultivo de la Soya en Sapecho – Alto Beni no se tiene recomendaciones agronómicas ni la información de las variedades que se adapten a la zona, por tal motivo con el presente trabajo de investigación se pretende generar la información útil para los agricultores de zona.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades de soya introducidas bajo tres densidades de siembra, en la Estación Experimental de Sapecho Alto Beni – La Paz.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de ocho variedades de soya a las condiciones ambientales de la zona.
- Estudiar el efecto de tres densidades de siembra sobre ocho variedades en la producción de soya.
- Realizar un análisis económico de la producción de la soya en la zona de estudio.

### **3. LITERATURA CONSULTADA**

#### **3.1 Origen de la Soya**

La soya es originaria del oriente asiático, de allí se extendió a la mayor parte de los países de Asia, a algunos países de Europa y posteriormente al Continente Americano ET (1982). Según Ridner *et al.* (2006), indican que la soya es originaria del norte y centro de China, ha sido y continúa siendo un alimento milenario de los pueblos de Oriente. Al respecto FINAGRO (2010), señala que la soya proviene del sureste asiático, concretamente de China y Corea.

#### **3.2 Introducción de Soya a América**

La soya es mencionada en la literatura norte americana en 1804, sin embargo recién en 1915 se desarrolló artesanalmente la primera extractora de aceite de soya cultivada domésticamente. La soya se introdujo en el Brasil en 1882, en la actualidad el Brasil es uno de los mayores productores y exportadores Unterladstaetter (2005). Según FAO y EMBRAPA (1995), citados por Waaijenberg *et al.*, (1996) señalan que la primera referencia de la soya en los Estados Unidos fue en Pensilvania, en 1804. En Brasil, las primeras experiencias con soya parecen ser en Bahía en 1882.

#### **3.3 Producción**

##### **3.3.1 Producción Mundial**

Investigaciones efectuadas por Llanos (2014), indica que la producción mundial de soya en el 2012-2013 fue de 267.583.000 de t, en cuanto al rendimiento promedio de soya a nivel mundial en el 2012-2013 fue de 2,45 t/ha y a nivel mundial el país que tuvo el mayor rendimiento fue Canadá con 3,03 t/ha, mientras que el de menor rendimiento fue la India con 1,06 t/h a nivel Sudamericano el país con mayor rendimiento fue Brasil con 2,96 t/ha, mientras que Bolivia alcanzó las 2,44 t/ha.

El mismo autor menciona que la superficie mundial de soya en el 2012-2013 alcanzó las 109,22 millones de hectáreas. El principal productor de soya a nivel mundial en el 2012-2013 fue Estados Unidos 30,82 millones de hectáreas. Bolivia aparece en el décimo primer lugar con 1,09 millones de hectáreas.

De acuerdo a Masuda (2009), señala, que en la gestión 2005-2007, América del Norte y el Caribe tiene una media de productividad de 2,70 t/ha y América del Sur tiene una media de 2,52 t/ha.

### **3.3.2 Producción en Bolivia**

Según Riva (2011), señala que en el 2000 la superficie cultivada se incrementó a 607,9 mil hectáreas sembradas con una producción de 1.267.150 toneladas, el 2010 se cultivaron 886,7 mil hectáreas con una producción de 1.712.175 toneladas. En cuanto al rendimiento son muy variables de año a año dependiendo de los factores climáticos y plagas, el 2010 el rendimiento fue de 1,88 t/ha, inferior a los rendimientos de 2,00 t/ha alcanzados el 2008.

La soya se cultiva en Chuquisaca, Tarija, Beni y Santa Cruz, siendo este último quien lideró el cultivo, con el 99,14% en superficie. En Santa Cruz, en el último verano 2013-2014 se sembraron 947.000 hectáreas con un rendimiento promedio de 2,21 t/ha y una producción de 2.082.400 t. Los precios de la soya en el mercado nacional, en el verano 2013-2014 el precio promedio fue de 380 USD/t (Llanos, 2014).

La distribución de la superficie cultivada en Bolivia muestra que una gran parte se destina a la producción de la soya, y el restante 17% de sembradíos corresponde a la producción de girasol, caña de azúcar, sésamo y maní. Entre los cereales se encuentran el maíz, arroz, quinua, sorgo, trigo y cebada, en otros cultivos se encuentran los tubérculos, frutas y hortalizas. En el caso de la superficie cultivada de Santa Cruz, el 52,15% pertenecen a cultivos de soya (Peñarrieta, 2011).

### **3.4 Descripción Taxonómica**

Dentro del género *Glycine* se distinguen los subgéneros *Glycine*, con especie silvestres de Australia y Asia, y *Soja* al cual pertenecen *Glycine soya* y *G. max* Normat *et al.*, (1984), *G. max* (soya cultivada) y *G. soya* (soya silvestre) tienen el mismo número de cromosomas, los cruzamientos entre ellas se obtienen con facilidad y los híbridos de la primera generación son fértiles. La soya silvestre tiene un hábito de crecimiento ligado, semillas duras y pequeñas (Morales, 1996; citados por Meneses *et al.*, 1996).

En el sistema de clasificación según Valladares (2010), la división taxonómica dentro del Reino Vegetal es la siguiente:

- **Reino:** Plantae
- **Sub Reino:** Tracheobionta
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Sub Clase:** Rosidae
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae
- **Sub Familia:** Faboideae
- **Tribu:** Phaseoleae
- **Sub tribu:** Glycininae
- **Género:** Glycine
- **Especie:** Max

### **3.5 Morfología o Características principales de la Planta de Soya**

#### **3.5.1 Descripción de la Raíz**

La raíz principal de la planta adulta, la que en condiciones favorables puede alcanzar una profundidad de 2 m; durante el crecimiento de la radícula se inicia el desarrollo de las raíces secundarias; Los nódulos empiezan a formarse en los pelos radicales, aproximadamente después de dos semanas de iniciada la germinación y son producto de interacciones de las Bacterias *Bradyrhizobium japonicum* (Valladares, 2010).

La raíz primaria puede alcanzar una profundidad de 2,0 m, sin embargo el 80% de las raíces se encuentran a 15-30 cm de profundidad. La formación de nódulos en las raíces es consecuencia de la presencia de bacterias *Bradyrhizobium japonicum*, que viven en el suelo como saprófitas o que han sido inoculadas en la semilla al momento de la siembra. Gracias a esta simbiosis, las bacterias que se localizan en el interior de los nódulos fijan nitrógeno atmosférico que es utilizado por la planta, la cual le provee a cambio hidratos de carbono para su desarrollo (Rosas *et al.*, 1991).

El sistema radicular de la soya es predominantemente axial fasciculado, con raíz pivotante y raíces laterales que salen de las raíces secundarias (Sediyama *et al.*, 1989).

Aunque las raíces secundarias y sus ramificaciones pueden alcanzar la misma profundidad que la raíz principal (hasta 2 m en condiciones favorables), la mayoría de las raíces se localizan entre 15 y 20 cm de la superficie del suelo. La soya, presenta nódulos radiculares, distribuidos en las raíces laterales. Los nódulos se forman en simbiosis entre la planta de soya y bacterias de *Bradyrhizobium japonicum* (Bastidas, 1990; citados por Meneses *et al.*, 1996).

### **3.5.2 Descripción del Tallo**

El tallo puede ser clasificado de acuerdo con la rapidez con que concluye su crecimiento, siendo determinado o indeterminado. Los tallos de plantas determinadas dejan de crecer cuando comienza la floración y tiene un diámetro similar de la base hasta la punta, mientras que los tallos de plantas indeterminadas continúan creciendo después de la floración y se reducen progresivamente en diámetro (Morales, 1996; citados por Piérola *et al.*, 1996). Por otra parte Cueva (2005), señala que las principales funciones del tallo son formar y mantener las hoja y las estructuras de reproducción, conducir agua y nutrientes y almacenar sustancias alimenticias.

El tallo es erecto, con un número variable de nudos y entre nudos de acuerdo con la reacción de la variedad al fotoperiodo. Este puede ser: determinado, cuando el tallo determina en un racimo floral que origina las vainas; o indeterminado, en el cual el tallo continua creciendo a medida que florece flores y vainas (ET, 1982).

### **3.5.3 Descripción de las Hojas**

La soja presenta después de la emergencia, los dos cotiledones, hojas alternas, donde las dos primeras son hojas unifoliadas, y las demás son trifoliadas en los nudos posteriores y foliolos primarios en la base de las ramas laterales; todas las hojas que crecen por encima del segundo nudo unifoliado, son trifoliadas, siendo desde oval a lanceolados que pueden ser clasificadas como anchas y angostas (Valladares, 2010).

Todas las hojas situadas encima del segundo nudo son trifoliadas, pero ocasionalmente algunas tienen 4 o 5 foliolos. La forma varía entre oval y lanceolada, ancha o angosta. Casi todas las variedades comerciales tienen foliolos anchos (ET, 1982).

Las hojas del cultivo de la soja: dos cotiledones en el primer nudo, dos hojas unifoliadas en el segundo y numerosas hojas trifoliadas y foliolos primarios, localizados en la base de las ramas laterales. Las hojas que crecen por encima del segundo nudos son trifoliadas o muy pocas veces con cuatro o más foliolos. La variación de forma de los foliolos, desde oval a lanceolada, es controlada genéticamente (Morales, 1996; citados por Meneses *et al.*, 1996).

#### **3.5.4 Descripción de la Flor**

La flor de soja es blanca o púrpura de pequeño tamaño, aparece en las axilas de las hojas en racimos de 3 a 5. Las flores son hermafroditas y autógamas sin embargo la polinización cruzada es posible Blum *et al.*, (2008). La flor de soja tiene un cáliz tubular, una corola dividida en cinco pétalos (Estandarte, Alas (2), Quilla (2), 10 estambres (9 fusionados y 1 separado) y un ovario (posee de 1 a 5 óvulos; los estambres circundan el pistilo. Los pétalos se extienden más allá de los sépalos (Valladares, 2010).

La flor de la soja es perfecta o completa, es decir, tanto los órganos sexuales femeninos como masculinos se encuentran en la misma flor. El cáliz es tubular de 5 sépalos pubescentes; la corola está compuesta de 5 pétalos de color blanco o púrpura en diferentes tonalidades. Los órganos sexuales se encuentran envueltos por uno de los pétalos conocido como quilla. El androceo está formado por 10 estambres, encontrándose estos nueve unidos y uno separado; los estambres forman una especie de tubo alrededor del gineceo (Young *et al.*, 1991).

#### **3.5.5 Descripción de Fruto o Vainas**

Su legumbre posee unas cortas vainas, cada una de las cuales contiene de una a cuatro semillas oleaginosas (con un 20% de aceite) y esféricas. El color de las mismas es variable: amarillo o negro, aunque existen otras especies con semillas de color verde o castaño Calvo (2003). Por otra parte Morales (1996); citados por Meneses *et al.*, (1996), describen que las vainas son verdes, volviéndose bronceadas, marrones, cenizas o negras a la madurez. Las vainas maduras pueden contener de 1 a 5 semillas, siendo 2 a 3 lo más común. Su largo varía de 2 a 7 cm, dependiendo del genotipo del cultivar y las condiciones ambientales.

Según DGPA (1973), describe que el fruto es una vaina que contiene de 1 a 4 semillas. La semilla es generalmente esférica, de tamaño similar a la del guisante (de 4 a 7 semillas pesan un gramo, aunque hay variedades de grano más pequeño).

#### **3.5.5.1 Dehiscente**

Estudios realizados por Rodríguez (2000), señala que el pericarpio o fruto que es foliáceo, en la madurez por desecación se abre de alguna manera para liberar las semillas, muchas veces con tal violencia que las semillas son arrojadas a distancia. Vainas o legumbres deriva de un ovario mono o bicarpelar, la dehiscencia tiene lugar tanto por la sutura ventral como por la dorsal. Por otra parte Cueva (2005), indica que el proceso y forma de abrirse las anteras de una flor o el pericarpio de un fruto, para dar salida al polen o a la semilla.

Morales (1996); citados por Meneses *et al.*, (1996), mencionan que el dehiscencia es el término para describir la abertura de las vainas antes de la cosecha. Es más frecuente cuando la humedad relativa es baja y reduce el rendimiento cosechable. Está condicionado genéticamente y por factores ambientales después de la maduración.

Deriva de un ovario mono o bicarpelar, pero contiene menor número de semillas que al anterior y la dehiscencia tiene lugar tanto por la sutura ventral como por la dorsal (Rodríguez, 2000). En este sentido Cueva (2005), menciona que la vaina con este nombre se designa a la cáscara tierna y larga en que está encerradas algunas semillas, como en las leguminosas.

#### **3.5.6 Descripción da la Semilla**

Las semillas son amarillas, verdes, negras o marrón. El color del hilum es negro o marrón, o con tonalidades entre estos dos colores. El color de los cotiledones es verde, antes de la madurez, pero se tornan amarillos cuando las semillas maduran. La forma de la semilla varía desde la casi esférica, hasta la achatada ET (1982). Asimismo, Morales (1996); citados por Waaijenbrg *al et.*, (1996), señalan que los componentes principales del grano de soya son la proteína y el aceite. Los cultivares mejorados contienen un promedio de 38 a 42% de proteína y 18 a 22% de aceite.



Según Valladares (2010), refiere que la semilla consta de cutícula y embrión; el embrión está formado por los dos cotiledones; la plúmula tiene las dos hojas unifoliadas, el hipocotilo y la radícula. Blum *et al.*, (2008), complementan que las semillas son globosas, lisas, exalbuminadas, de color variado, cotiledones oleosos. Contienen en general de 2 a 4 semillas de forma esférica o elíptica con un diámetro de 5 a 11 mm.

### **3.5.7 Partes de la semilla de la soya**

En consideración a lo que manifiesta Choque (2013), menciona que dentro de la semilla se encuentra el embrión que dará lugar a la nueva planta. El embrión está formado por:

- **Radícula:** Es la parte del embrión que emerge primero. Una vez fuera se transformará en una auténtica raíz, dando lugar a raíces secundarias y pelos absorbentes.
- **Plúmula:** Es una yema y se encuentra en el lado opuesto a la radícula.
- **Hipocótilo:** Es el espacio entre la radícula y la plúmula. Se divide a su vez en el eje hipocotíleo, situado a continuación de la radícula, y el eje epicotíleo, por encima de los cotiledones. Se transformará en el tallo de la nueva planta.
- **Cotiledones:** Adquieren la función de las primeras hojas y son también las estructuras que contienen la reserva alimenticia.

La semilla de soja está formada por un embrión, constituido por un eje embrionario y dos cotiledones conformados por células alargadas llenas de “cuerpos proteicos” esféricos y numerosas “esferosomas” de aceite. Una fina cáscara o tegumento cubre el embrión. 100 g de soja contienen aproximadamente 36,5 g de proteínas y 20 g de lípidos. Tanto las proteínas como el aceite que se obtienen de ella, tienen gran demanda debido a sus diversos usos potenciales, ya sea a nivel industrial como para la alimentación animal y del hombre (Ridner *et al.*, 2006).

Según Bastidas (1996); citados por Meneses *al et.*, (1996), señalan que la cutícula de la semilla es la cobertura protectora del embrión y puede tener color variable (amarillo, verde negro y varios tonos de marrón o castaño). El color amarillo es el más común en los cultivares comerciales. El embrión está completamente desarrollado y consiste en la

radícula, el hipocotilo. En consideración a lo que manifiesta el ET (1982), menciona que la semilla de soya contiene un promedio de 36% de proteína y 18% de aceite. Alrededor del 80% de los ácidos grasos son no saturados.

### 3.5.8 Contenido en nutrientes de la soya

Las plantas oleaginosas, no solo producen aceite y grasas comestible, sino también proteínas, vitaminas y minerales, fundamentales en la nutrición del hombre. La soya contiene, además de aceite, proteína para alimentación humana. Con un rendimiento promedio en semilla de 2 t/ha y un contenido de proteína del 36%, una hectárea de soya produce 720 kg de proteína ET (1982). En Sapecho – Alto Beni, la soya puede ser un importante factor en la nutrición humana las formas de uso, en ese sentido a continuación se muestra el contenido en nutrientes de la semilla del cultivo de la soya:

Contenido en nutrientes de la legumbre (por cada 100 g)

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Energía	422 Kcal
Proteínas	35 g
Carbohidratos	30 g
Fibra alimentaria	5 g ( cocidas)
Lípidos totales	18 g
Colesterol	0 mg
Sodio	5 mg
Potasio	1700 mg
Calcio	280 mg
Magnesio	240 mg
Hierro	8 mg
Zinc	3 mg
Fósforo	580 mg
Yodo	6 µg
Flúor	130 µg
Cobre	406 µg
Tiamina (B1)	0,85 mg
Riboflavina (B2)	0,4 mg
Ácido Nicotínico	5 mg

Fuente: Calvo, 2003.

Investigaciones efectuadas por Calvo (2003), refiere que la soya se consume directamente en forma de dos productos: semillas y aceites, además, estos se pueden utilizar como materia prima para obtener una gran variedad de subproductos.

La soya, es un producto agrícola con muchas posibilidades de desarrollo industrial, en la producción, algunos directamente del grano y otros provenientes de las proteínas del mismo. De esa amplia variedad de productos posibles de procesar a partir de la soya (IBCE, 2011).

### **3.6 Hábito de Crecimiento de la Planta de Soya**

Las variedades determinadas de soya tienen periodos distintos de desarrollo vegetativo y reproductivo. El desarrollo vegetativo en el tallo principal de estas variedades se paraliza cuando el brote terminal termina en una flor. Las flores aparecen principalmente en la parte media del tallo y nacen en la yema axilar y también en la yema terminal, en la fase de floración, la mayoría de los nudos ya están desarrollados (ASA, 1988; mencionados por Mehta y Barea, 1994). En las variedades indeterminadas las flores nacen en grupo en los nudos. Normalmente, menos que la mitad de los nudos en el tallo principal desarrollan en la fase de floración (Mehta y Barea, 1994).

Los mismos autores indican que las variedades semi-determinadas resultan de una cruce entre las variedades determinadas y las indeterminadas. En estas variedades el periodo vegetativo dura poco tiempo después de la floración. Las vainas son formadas en grupo en la yema terminal, sin embargo, las otras vainas son formadas al igual que en las variedades indeterminadas. Los cultivares de soya actualmente utilizados en el departamento de Santa Cruz, son de tipo determinadas y además poseen un mayor umbral fotoperiódico para florecer (días más largos o “periodo juvenil más largo”).

#### **3.6.1 Descripción y clasificación sexual de la soya**

Investigaciones efectuadas por Valladares (2010), describe la forma de reproducción y clasificación, descripción sexual del cultivo de soya, que se describe a continuación:

- **Sexual.** Porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla cuyo embrión se origina por la fusión de dos gametos.

- **Monoica.** Por encontrarse el androceo y el gineceo en la misma planta.
- **Hermafrodita.** Por contener el androceo y el gineceo en una misma flor.
- **Completa.** Por tener todas las estructuras del perianto floral (Sépalos, pétalos, androceo y gineceo).
- **Perfecta.** Por hallar flores que tienen los dos órganos sexuales en una misma flor.

### **3.7 Ecología del Cultivo**

#### **3.7.1 Fotoperiodo**

La sensibilidad de fotoperiodo de cada variedad podrá ser diferente, siendo que, las que tienen característica de tener un mayor umbral fotoperiódico para florecer (“días más largos” o “periodo juvenil largo”) son más preferidas pues tendrá una adaptabilidad más amplia. En las variedades sensibles a fotoperiodo, o sea, con la característica de tener un menor umbral fotoperiódico para florecer (“periodo juvenil corto” o “días más cortos”), son menos preferidos. En este tipo de variedades el proceso de floración es retardado (EMBRAPA y OCEPAR, 1993; citados por Mehta y Barea, 1994).

La soya se considerada como planta de días cortos. La mayoría de las variedades florecen cuando el fotoperiodo es menor de 16 horas. En el trópico, en donde el fotoperiodo es de alrededor de 12 horas durante todo el año, todas las variedades florecen a una edad relativamente temprana ET (1982), al respecto, de acuerdo a Unterladstaetter (2005), indica que la soya es una especie de temperaturas cálidas y de días cortos, sin embargo ha sido adaptada a muchos ambientes. El éxito del cultivo depende mucho de la elección de las variedades adaptadas a cada tipo de clima.

#### **3.7.2 Exigencias hídricas**

La disponibilidad de agua es importante, en dos periodos fenológicos de la soya: germinación-emergencia y floración-llenado de granos. Durante el primer periodo, tanto el exceso como el déficit de agua son perjudiciales a la obtención de una buena uniformidad de población de plantas. Las semillas de soya necesitan absorber, un mínimo de 50% de su peso en agua para asegurar buena germinación. En esta fase el

contenido de agua del suelo no deben exceder a 85% del total máximo de agua disponible y no ser inferior a 50% (Condori, 2008).

### **3.7.3 Influencia de la Temperatura**

Según Morales (1996); señalados por Meneses *al et.*, (1996), indican que la soya se cultiva en el subtropico boliviano, de 15 a 22° sur, caracterizado por altas temperaturas (22 a 23 °C), elevada humedad relativa (> 65%), días cortos (12 a 13 horas), poca altura (< 700 msnm) y precipitación anual de 800 a 1.300 mm. En consideración a lo que manifiesta Condori (2008), señala que la soya se adapta mejor a temperaturas de 20 a 30 °C; la temperatura ideal para su crecimiento y desarrollo está en torno a 30 °C. De su exigencia fotoperiódica, la soya es considerada planta de días cortos.

La influencia de la temperatura es ejercida desde la germinación, para la cual la temperatura óptima es de 30 °C. Durante el desarrollo de la planta la mínima es de 10 °C. Las temperaturas elevadas, superiores a 38 °C al inicio y durante la formación de granos son muy perjudiciales para la planta y para la calidad de grano y el derrame de flores y vainas en formación es muy acentuado (Unterladstaetter, 2005).

### **3.7.4 Exigencia de suelo**

Para obtener los mejores rendimientos, son mejores los suelos francos (franco-arenoso, Franco-limosos y franco-limo-arcillosos), que además tengan las siguientes características: Fertilidad de mediana a alta, suelos profundos (no compactados) los suelos poco profundos impiden el buen desarrollo de las raíces de las plantas, de buen drenaje tanto interno como externo, levemente ácido o neutro (pH 5,8 a 7) y planos sin posibilidades de encharcamiento (CIAT y ANAPO, 1994).

Estudios realizados por Peña (2008), señala que el cultivo de soya requiere suelos no compactados, suelos sin limitaciones de nutrientes y con textura que varían de mediana a ligeramente pasado (franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso arenoso y franco arcilloso limoso. Al respecto, de acuerdo a ET (1982), complementa que la soya prospera en suelos con pH de 5,5 a 7,0. En suelos demasiado alcalinos, puede desarrollarse una clorosis generalizada en todo el follaje.

### 3.7.5 Establecimiento del cultivo

**a. Inoculación de la semilla.** El objetivo de la inoculación es aportar a la semilla Rhizobiaceas para formar un buen número de nódulos en las raíces, capaces de fijar nitrógeno del aire e incorporarlo en la planta, favoreciendo al desarrollo y rendimiento del cultivo. Leguminosas eficientemente noduladas, tienen la capacidad de tomar nitrógeno de la atmósfera y son independientes de la absorción de nitrógeno del suelo. El inoculante está compuesto por un soporte sólido (en base de turba), con una alta concentración de rizobios (CIAT y ANAPO, 1998).

En el aire el nitrógeno se encuentra como gas, en moléculas formadas por dos átomos de nitrógeno unidas por un enlace triple, que representa casi 80% del total (de cada cinco moléculas del aire cuatro son  $N_2$ ), pero que en esa forma las plantas no lo pueden aprovechar, que primero deben transformarse en amoníaco ( $NH_3$ ). Existen bacterias con capacidad de formar  $NH_3$  usando el  $N_2$  del aire en un proceso que se conoce como Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), que algunas de ellas como *Azospirillum* viven y proliferan por fuera de las raíces y otras conocidas como rizobios lo hacen en los denominados simbiosomas (Abela, 2010).

El objetivo de la inoculación es aportar al cultivo *Rhizobium* para la formación de un buen número de nódulos funcionales en la raíz de la planta, donde fijan el nitrógeno del aire y lo incorporan en la planta, así el suelo será enriquecido con nitrógeno y el cultivo rendirá más (CIAT y ANAPO, 1994).

**b. Variedad y semilla.** La variedad es definida como un grupo de plantas con características distintas, homogéneas y estables. Una variedad debe presentar su propia identidad y que la distinga de las demás. La variedad y cultivar son usados como sinónimos, siendo el termino cultivar derivado del inglés *cultivated variety* que significa variedad cultivada (Condori, 2008).

La semilla es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas y gran parte de las especies leñosas (Goitia, 2003). Estudios realizados por Roman (2009), describe que en el contexto de las semillas la calidad puede subdividirse en cuatro cualidades básicas: genéticas, fisiológicas, sanitarias y física.

**c. Época de siembra.** Para las condiciones de verano las mejores épocas de siembra estará entre los meses de noviembre a diciembre, siendo la época óptima del 10 de noviembre al 15 de diciembre. Sin embargo para las condiciones de invierno las mejores épocas de siembra deben ser los meses de junio a julio la óptima del 20 de junio al 20 de julio (Condori, 2008).

En otro trabajo según CIAT y ANAPO (1996); citados por Meneses *et al.*, (1996), señalan que el periodo óptimo para la siembra de soya durante la campaña de verano es del 20 de octubre al 30 de enero. La época de siembra recomendada para invierno es del 1 de mayo al 30 de junio.

El periodo de siembra de soya en Bolivia se extiende durante la primavera e invierno, variando las fechas optimas de siembra, en campaña de verano la época ideal de siembra está entre los meses de 10 de noviembre al 20 de diciembre, para invierno es desde 10 de junio al 15 de julio (Porcel *et al.*, 2009).

**d. Densidad de la siembra.** Por lo general, la población de plantas normalmente recomendada varía de 600.000 plantas/ha en invierno y 300.000 a 360. 000 plantas/ha en verano. La distancia entre surcos varía desde 40 cm a 60 cm y la distancia entre semillas es de 5 a 7 semillas por metro lineal (Unterladstaetter, 2005).

Los espaciamientos de siembra varían de acuerdo a la zona y la variedad. Las densidades de siembra recomendadas para la soya, las distancias entre surcos son de 40 y 50 a 60 cm, distancia entre plantas 5,0 y 7,5 a 7,5 y 10 cm y semillas por metro de surco es de 20 a 23 semillas. La población de plantas debe ser de 300.000 plantas/ha en verano y 600.000 plantas/ha en invierno (CIAT y ANAPO, 1994).

Para variedades de porte alto y de maduración tardía, se recomiendan densidades de siembra de 27 a 30 plantas/m<sup>2</sup>, en hileras espaciadas 60 cm. Para variedades de porte más pequeño y de maduración más temprana, se recomienda una densidad de 40 a 60 plantas/m<sup>2</sup>, en hileras espaciadas de 30 a 45 cm (ET, 1982).

**e. Germinación de la semilla.** En consideración a lo que manifiesta Goitia (2003), menciona que la germinación de la semilla consiste en el desarrollo del embrión hasta

la formación de la nueva planta. Se requiere de una serie de factores fisiológicos como: humedad, luz, gases (principalmente oxígeno) y una adecuada temperatura. Por otra parte ET (1982), señala que la semilla de soya germina a mayor o menor velocidad, según la temperatura y la humedad del suelo. Comúnmente, la germinación ocurre entre 4 a 6 días después de la siembra.

La germinación se define, como el proceso que consiste en una serie de cambios morfo-anatos y fisiológicos, que empiezan con la absorción de agua y conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la salida de la radícula y plúmula, acompañada por divisiones y crecimiento de las células del embrión y aumento general de la actividad metabólica y el brote de la nueva plántula (Rodríguez, 2000).

**e.1 Clases de Germinación.** Las etapas iniciales de la germinación son similares en todas las plantas con semillas; en una primera etapa, la semilla se hincha, luego emerge la radícula, y forma raíz primaria, que usualmente tiene un crecimiento rápido, para permitir la fijación de la plántula al suelo, prosiguiendo la germinación de tipo epigea o hipogea (Goitia, 2003).

**e.1.1 Germinación epigea.** Los cotiledones se observan por encima de la superficie del suelo, frecuentemente con la testa o cubierta, todavía prendida a ellos. Después de pocos días los cotiledones aumentan de tamaño y se independizan de la testa (Goitia, 2003). Estudios realizados por Font Quer (2000), el término epigeo se aplica a cualquier órgano vegetal que se desarrolla sobre el suelo.

### **3.8 Plagas y enfermedades**

#### **3.8.1 Plagas primarias de la soya**

##### **a. Defoliador. Falso medidor (*Pseudoplusia includens*)**

- **Descripción:** Los adultos miden 35 mm con alas extendidas y las alas anteriores tienen dos manchas plateadas, mientras que las alas posteriores son de color marrón claro. Las hembras llegan a colocar de 300 a 600 huevos que son redondos y transparentes; las larvas eclosionan dentro de los 3 a 7 días. Las hembras prefieren ovipositar en lugares más frescos del tercio medio al tercio inferior. Estas llegan a medir



30 mm de largo, son de color verde y dorsales blancas; la parte de la cabeza y el tórax es mucho más estrecha que la parte posterior del abdomen (Vargas, 2014).

Las larvas poseen 3 pares de patas torácicas, generalmente oscura, dos partes abdominales y un anal. Caminan como medidor. Desde los 11 a 18 días empupan dentro de una hoja enrollada o dos hojas entretrejidas. La pupa es de color verde, ubicada en un capullo de seda, emergiendo la mariposa entre los 6 a 7 días, pudiendo vivir entre los 14 a 32 días (Yucra *et al.*, 2011).

- **Daño:** El daño que causa esta plaga se debe principalmente al hábito alimenticio de sus larvas, las que defolian la planta, consumiendo las hojas pero dejando las nervaduras y peciolos de las mismas, son capaces de consumir entre 80 a 200 cm<sup>2</sup> de hojas durante su fase larval (Roca, 2009).

#### **b. Vaquita o Petita verde *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae)**

- **Morfología:** según Roca (2009), menciona que los huevos de esta plaga son de color blanco brillantes cuando están recién depositados, y marrón oscuro a medida que se acerca el punto de la eclosión, las larvas son blancas con la cabeza negra, poseen una forma intermedia entre larvas de moscas y de picudos, las pupas son de tipo libre, los adultos presentan color verde con manchas amarillas a naranjadas sobre los élitros.

Los adultos de *Diabrotica speciosa* miden de 5 a 6 mm de largo y son de coloración verde. Las alas anteriores son élitros verdes y liso con tres manchas amarillas en cada una; la cabeza de color café, con antenas largas y filiformes (Terrazas, 2008).

- **Importancia:** *Diabrotica* y *cerotoma* son plagas crisomélidas, en Bolivia generalmente están presentes en soya, caupi mucuna, hortalizas y otros cultivos, especialmente al inicio del ciclo de los cultivos, es decir en la fase inicial. Se tiene la certeza que existen varias especies, pero en el cultivo de frijol y soya, está presente la *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata* y *Cerotoma ruficornis* (Choque, 2013).

- **Daños:** Las larvas se alimentan en los primeros estadios con mayor preferencia de las raíces de cereales y además atacando leguminosas. Los adultos se alimentan de las hojas causando perforaciones irregulares en el limbo de éstas (Roca, 2009).

- **Control:** Para controlar este insecto debemos realizar control cultural, eliminando malezas dentro y en los alrededores del cultivo. En cuanto al control químico se recomienda hacerlo a base de insecticidas granulados al suelo o sistémico para controlar la larva y para los adultos con insecticidas de contacto e ingestión aplicados al follaje (Padilla, 2013).

### **c. Escarabajo de las hojas (*Ceratoma sp.*)**

- **Morfología:** Los huevos de estos insectos son de color blanco amarillento y de forma esférica, las larvas son idénticas a las de *Diabrotica speciosa*, de color blanco. Los adultos son de color amarillo anaranjado, con 3 manchas transversales y 2 longitudinales en cada élitro, estando las segundas localizadas cerca de la cabeza. Las antenas son de color amarillento con una leve tonalidad oscura sobre ellas (Roca, 2009).

- **Daños:** Los coleópteros defoliadores como *Diabrotica speciosa* y *Ceratoma, sp.* Son plagas que perforan las hojas, especialmente las tiernas, atrasando el desarrollo de la planta cuando las poblaciones son altas Unterladstaetter (2005). Según Terrazas (2008) señala que los adultos de *Ceratoma sp.* Miden de 5 a 6 mm de tamaño, de cuerpo alargado y el pronoto es de coloración amarilla con mancha negra. La cabeza es bien diferenciada del cuerpo y es de color negro. Los adultos tanto de *Diabrotica* y de *Ceratoma* se alimentan del follaje dejando orificios en las hojas.

- **Control:** La rotación de cultivos tiene la finalidad de romper el ciclo biológico de las plagas. La siembra en épocas recomendadas, contribuyen a mantener la población de las plagas en un nivel conocido, mientras que las tempranas o tardías pueden generar picos elevados (Terrazas, 2008).

### **d. Picudito (*Promecops claviger*)**

- **Morfología:** Los huevos de esta plaga son de color negro, agrupados en masas de 12 a 18 huevos. El macho mide cerca de 3.5 mm y la hembra de 4,0 a 4,5 mm. Son de color grisáceos con bandas oscuras, siendo muy similar al *Hypsonotus sp.*, pero en menor proporción de tamaño y mayor intensidad de color foliar. Los adultos se agrupan en las hojas tiernas de la soya, realizando cortes en “U” (Roca, 2009).

### 3.8.2 Enfermedad foliar

a. **Encrespamiento foliar o Macha púrpura del grano (*Cercospora kikuchii*):** En las hojas los síntomas aparecen al final de ciclo del cultivo, los cuales consisten en manchas pequeñas (1 a 3 mm), de coloración marrón-rojiza a marrón-oscuro. Estas se unen y forman manchas grandes oscuras que ocasionan un encrespamiento de las hojas, los síntomas también se observan en tallos y peciolo en forma de puntos a manchas pequeñas de color marrón rojizo. El síntoma más característico es en las semillas las cuales se manchan de un color púrpura (CIAT y ANAPO, 1998).

- **Control:** Semillas libres de patógeno, tratamiento de semilla y aplicación de fungicidas en el estadio R5.5 CIAT y ANAPO (1998). La enfermedad ocurre a final de llenado de granos (R5.5-R6), en suelos de baja fertilidad, los síntomas pueden surgir desde el inicio de la floración, causando lesiones rojas en las tallos (Tadashi *et al.*, 2014).

## 4. LOCALIZACIÓN

### 4.1 Ubicación geográfica

#### 4.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental de Sapecho. El municipio de Palos Blancos cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, se encuentra localizado a 239 Km de distancia de la ciudad de La Paz, para su acceso desde la sede de gobierno se recorre un primer tramo hasta llegar a Sapecho (Ruta 3 de la Red Fundamental: La Paz–Trinidad), para continuar hacia el desvío que se dirige a la localidad de Covendo y que pasa por la capital del municipio la ciudad de Palos Blancos ubicado a 10 Km de Sapecho (PDM, 2012).

#### 4.1.2 Latitud y longitud

El municipio a partir de la línea del Ecuador y el meridiano de Greenwich, se ubica entre los  $67^{\circ}00'81''$  de  $71^{\circ}60'81''$  de latitud y  $83^{\circ}33'109''$  y  $82^{\circ}48'90''$  de longitud Oeste, por lo que geográficamente se localiza en la región sub andina (PDM, 2012).

#### 4.1.3 Límites territoriales

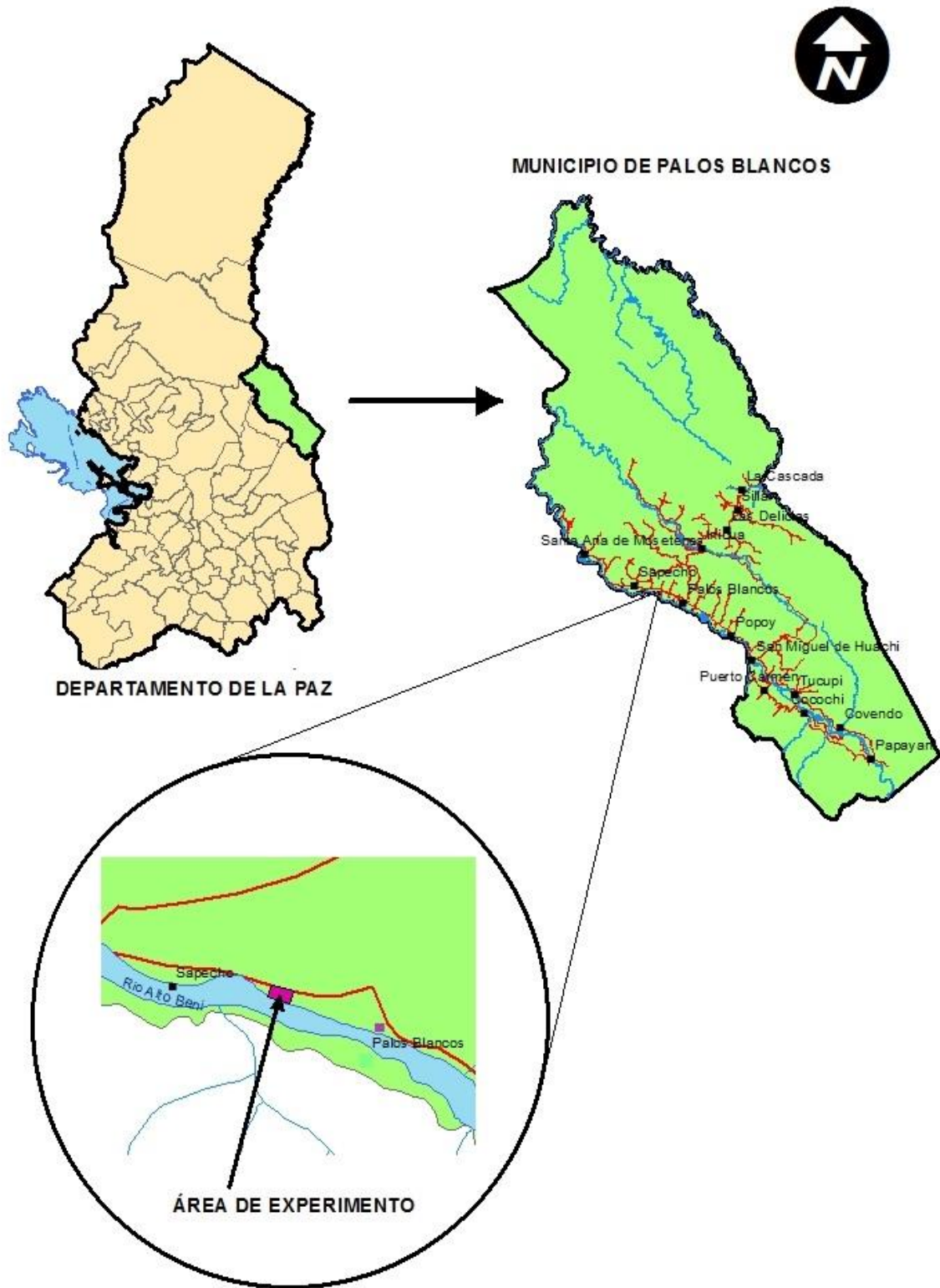
PDM (2012), los límites territoriales del municipio en los cuatro puntos cardinales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

**a. Este:** Departamento del Beni, con las comunidades Quiquibey, Nueva Esperanza Pilon y Colonia 6 de Agosto

**b. Oeste:** Provincia Larecaja, provincia Caranavi con las comunidades Puerto Linares, Bella Vista, Pajonal y el Municipio Asunta con las comunidades Puerto Rico y Cotapata.

**c. Norte:** Departamento del Beni y provincia Franz Tamayo, correspondiente a la Reserva de la Biosfera y territorio indígena Pilon Lajas.

**d. Sur:** La Asunta y el Departamento de Cochabamba (Santa Elena, Municipio de Morochata).



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Instituto Nacional de Estadística INE, 2012.

**Figura 1.** Ubicación geográfica del área del experimento en Sapecho, del municipio de Palos Blancos cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz

## 4.2 Descripción fisiográfica

### 4.2.1 Altitud

La fisiográfica del territorio correspondiente a la cuarta sección es diversa, las variaciones altitudinales van desde los 383 msnm en comunidades del distrito Santa Ana de Mosetenes hasta los cerca de 1.520 msnm, en alrededores de la comunidad Illampu (Cerro Pelado) del Distrito de El Sillar. En este rango se encuentran distribuidas la mayoría de los centros poblados y comunidades de la región (PDM, 2012).



Fuente: Elaboración propia con base en imagen satelital Google Earth, 2014.

**Figura 2.** Vista Satelital de la ubicación del cultivo Experimental de soya en la EES

#### **4.2.2 Relieve topográfico**

La ubicación de la región correspondiente al área de transición entre los yungas y el trópico genera características propias entre ambas. La primera caracterizada por la presencia constante de serranías, laderas frecuentes a lo largo de su faja y ríos en quebradas profundas. En el segundo caso áreas con predominancia de pequeñas colinas y llanuras aluviales relativamente extensas. La conjunción de ambos conforman la región de Alto Beni con presencia de relieves como: serranías, laderas, colinas y llanuras relativamente amplias (PDM, 2012).

El sector de Sapecho (Palos Blancos), está constituido por paisaje geomorfológico con anticlinal, cresta monoclinal y serranías medias, con disección ligera y fuerte. Subpaisaje conformado por colinas bajas con cimas redondeadas y terrazas aluviales, con pendientes de 10 a 15%, altura de 500 a 900 msnm con amplitud de relieve de 50 a 100 m el origen de la geoforma es estructural y deposicional. Geológicamente se hallan constituidas por conglomerados y areniscas, desde limosas hasta cuarzosas, de grano variable (UNODC, 2010).

#### **4.3 Características climáticas**

La Estación Experimental de Sapecho, se encuentra en la comunidad 24 de septiembre ubicada a 276 Km. De la ciudad Sede de Gobierno en la cuarta sección municipal de la provincia Sud Yungas (Palos Blancos) sub alcaldía de Sapecho. De acuerdo a datos meteorológicos pertenecientes a la Estación Experimental de Sapecho (EES), se tiene registros para el área una temperatura promedio de 26 °C, con precipitaciones pluviales promedio son de 1.800 mm y con respecto a la humedad relativa es de 80% (EES, 2012).

#### **4.4 Los suelos de Sapecho y del Municipio de Palos Blancos**

Taxonómicamente estos suelos están clasificados como Typic Udorthents, Lithic Udorthents, Typic Dystrudepts, Typic Eutrudepts. Se caracterizan por ser moderadamente profundos a profundos. Los horizontes identificados son de color pardo fuerte, pardo rojizo y rojo amarillento y son moderadamente desarrollados. Los suelos están formados por horizontes A, B y C moderadamente desarrollados. La textura varía

de moderadamente gruesa (franco arenoso), moderadamente fina (franco arcilloso) y fina (arcilloso). La estructura varía de bloques sin ángulos rectos a formas de migas, su adherencia varía de no adherente a adherente y su plasticidad varía de no plástico a plástico en mojado (UNODC, 2010).

#### **4.5 Principales Cuencas en el Área**

Los cinco párrafos que a continuación se detallan corresponden a PDM, 2012.

**a. Cuenca del Río Cotacajes**, esta cuenca se origina en el departamento de Cochabamba con aporte de los afluentes; Colorado y Santa Elena en la provincia Ayopaya, los ríos Covendo, Hijini, Cocomi y varios arroyos. El Cotacajes ingresa al departamento de La Paz por el sector de Cogotay (Distrito Covendo) el trayecto que transcurre hasta unirse con el Boopi es de aproximadamente 44 Km.

**b. Cuenca del Río Boopi**, el principal afluente es el río La Paz que desciende por las provincias Murillo colinda entre las provincias Loayza, Sud Yungas e Inquisivi pasando los municipios de Irupana y La Asunta sector en el cual se lo denomina el Boopi hasta unirse con el Cotacajes, en el cual sirve de límite natural con la provincia Caranavi. La distancia de recorrida dentro el territorio de la cuarta sección es de 10,7 Km.

**c. Cuenca del Río Alto Beni**, la unión de las dos cuencas anteriores se denominado río Alto Beni, mismo que cuenta con el aporte de varios arroyos del municipio y principalmente el río Inicua en el sector de Inicua Bajo, el trayecto de recorrido en el límite municipal es cerca de 88 Km, hasta ingresar al departamento del Beni.

**d. Cuenca del Río Inicua**, nace en la parte posterior a Covendo en el trayecto es alimentado por diferentes arroyos que descienden de las alturas de ambos frentes en el Área V. La distancia aproximada que recorre hasta la unión con la cuenca del Alto Beni es de 105,5 Km aproximadamente.

**e. Cuenca del Río Quiquibey**, límite con el departamento del Beni. Los principales afluentes en el territorio de la cuarta sección son los ríos Agua Clara, San Luis y Quiquibey Chico en territorio Reserva de la Biosfera Pilon Lajas, la distancia que surca en territorio de la cuarta sección es de 151 Km.





**Figura 3.** Entrada principal de la Estación Experimental de Sapecho (EES), está ubicada aproximadamente a 1 km de Sapecho, sobre la carretera troncal-empedrado, Sapecho-Palos Blancos febrero, 2015

A partir de noviembre del año 2004, fecha en que se hizo cargo la UMSA, actualmente se ha recuperado una gran variedad de especies vegetales y sigue vigente en el campo agrícola y brinda toda la riqueza genética implementada y dejada por el desarrollo de comunidades y el Instituto Boliviano de Tecnología (IBTA) que revolucionaron con las investigaciones y tecnología introducida en la zona. Desde sus inicios; con el dinamismo de innovación tecnológica emprendida en la Estación Experimental de Sapecho.

Sigue impulsándose por profesionales, apoyados de estudiantes (Tesisistas) del campo de la agronomía convencida de un gran interés de apoyo al sector productivo con la tecnología apropiada a la región y conseguir el aprovechamiento de valiosos recursos naturales. En lo agrícola, la producción de un gran variedad de especies; Cacao, Banano, Cítrico, Café, Arroz, producción de semillas de cubiertas, entre otros. A futuro como una actividad alternativa potencial forestal, tendencia al manejo y aprovechamiento de bosques de manera sostenible.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Material y Equipo de Campo**

Los materiales usados en trabajo de campo son:

- Cámara fotográfica digital
- Machete
- Rastrillo
- Pala de carpir, azadón
- Wincha (50 m)
- Flexo metro (5 m)
- Guantes de goma
- Lineada (lienza)
- Planillas de Campo
- Estacas (84 de 1,50 m)
- Estacas (16 de 2 m)
- Mochila fumigadora (20 L)
- Bolsa de polietileno

#### **5.1.2 Material de Gabinete**

Para la realización de la tabulación y análisis de datos se utilizaron los siguientes materiales:

- Software Estadístico Info Stat 2013
- Software Google Earth 2015
- Hojas, Bolígrafos y lápices
- Marcadores y resaltadores
- Flash memory
- CD y DVD blanco
- Laptop
- Sobres manilas
- Balanza digital (10 kg)

### 5.1.3 Material Biológico

Para la realización del presente trabajo se utilizaron las variedades convencionales de soya; las cuales fueron adquiridas del departamento de Santa Cruz, de diferentes instituciones: Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO), Cooperativa Agropecuaria Integral Colonia Okinawa (CAICO), Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ), y el N<sub>2</sub> inoculante igualmente fue adquirido del departamento de Santa Cruz del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT). Las variedades de semillas convencionales de soya se detallan a continuación en el siguiente (Cuadro 1):

**Cuadro 1.** Genealogía, institución obtentora y responsable, año de liberación en Santa Cruz de las variedades convencionales de soya empleada para el ensayo

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: PNS= Programa Nacional de Semilla; citado por ANAPO, 2008.

S/D = Sin Dato

## 5.2 Metodología

### 5.2.1 Procedimiento Experimental

**a. Preparación del Terreno.** El terreno en el cual se sembró el ensayo estuvo cubierto completamente con kudzú (*Pueraria phaseoloides*), es un especie leguminosa herbácea rastrera perenne, son plantas que cubren al suelo, evitando la erosión del suelo y conservan la humedad en la tierra de cultivo. Aumentan el contenido de materia orgánica y proveen nitrógeno al suelo. Mejora la fertilidad de suelo y sus características físicas, químicas y biológicas. Por esta razón se eligió el terreno con kudzú donde se realizó el estudio y se incorporó como abono verde, con ayuda de azadón y machete. Luego se efectuó la respectiva delimitación y trazado de las parcelas experimentales.

**b. Calidad de la semilla.** Para obtener buenos rendimientos en la siembra de soya, uno de los factores principales a considerar es la elección de buena semilla. Las características de una buena semilla que determinan su calidad son: Pureza física no menos de 98%, poder germinativo superior al 80%, uniformidad en el tamaño del grano y humedad menor al 13% (CIAT y ANAPO, 1994). Por otra parte Montaño (2014), señala que la calidad de las semillas se mide básicamente en cuatro parámetros: calidad genética, fisiológica, sanitaria y física.

**c. Porcentaje de Germinación.** Antes de la siembra se realizó una prueba de germinación para conocer la calidad y porcentaje de germinación de las ocho variedades de soya, esta para evitar pérdidas de mano de obra, insumos, semilla y tiempo. La prueba se realizó 6 días antes de la siembra, se procedió de la siguiente manera:

- Se contó 50 semillas de cada variedad, con tres repeticiones y se procedió a enrollar en papel absorbente.
- Se mantenía la semilla húmeda y en un lugar fresco bajo sombra durante 3 días hasta que esté totalmente germinada.
- Después de los 3 días se procedió a contar el número de semillas germinadas.
- Como resultado de germinaron de 50 semillas vigorosas y sanas se procedió a la siembra.

**Cuadro 2.** Parámetros de calidad de la semilla de soya

Calidad	Bueno (%)	Muy Bueno (%)	Excelente (%)
Germinación	80-85	86-96	91-100
Vigor (1)	70-75	76-80	81-85
Pureza	98	98	98
Malezas	Libre	Libre	Libre
Patógenos-hongos(2)	Libre	Libre	Libre

Fuente: Casini, 1997; citado por Roman, 2009.

**d. Inoculación.** Previa a la siembra las semillas fueron inoculadas con cepas de *Bradyrhizobium japonicum* “N<sub>2</sub> Inoculante para Soya”, a razón de 350 g de

inoculante/100 kg de semillas, se vació una bolsa de N<sub>2</sub> en 0,5 litro de agua limpia y se procedió a mezclar, luego se vertió la mezcla sobre la semilla y se distribuyó uniformemente, finalmente se dejó secar en la sombra y sembrando inmediatamente después de la inoculación.

**e. Siembra.** La planificación y la época de la siembra son factores muy importantes, porque, de ella depende la buena formación y el comportamiento de la planta, durante su desarrollo y para reducir errores y riesgos.

La siembra de los diferentes tratamientos se realizó de forma manual en campaña agrícola de verano el 10 de Diciembre de 2011, la misma se realizó manualmente, bajo el sistema de golpe en línea, depositando una semilla por golpe. La profundidad de siembra fue de 3 a 4 cm y la semilla se cubrió manualmente. Se empleó en tres tipos de densidades de 40, 50 y 60 cm entre surcos y de 10, 8 y 5 cm entre plantas.

## **f. Prácticas Culturales**

**f.1 Control de malezas.** Se controló mediante deshierbe manual durante la etapa vegetativa, con ayuda de machete y azadón a los 10 y 20 días después de la emergencia, ya que el rendimiento estará mayormente influenciado por como la plántula de soya se desarrolle en su etapa de crecimiento vegetativo.

Antes del periodo de la floración, una vez que las plantas alcanzaron suficiente desarrollo para “cerrar o cubrir” no fue necesario el deshierbe con machete y azadón, ya que las hierbas quedaron ahogadas por el cultivo, solo se realizó algunas escardas a mano durante la fase reproductiva, para no tener inconveniente en la cosecha.

El control de malezas en los bordes del cultivo, durante el ciclo se conservó en todo momento el suelo limpio de malas hierbas para evitar que produzcan semillas para no tener reinfección de malezas en la parcela. Se realizó con azadón antes del cierre de calle hasta los 30 días cuando la planta alcanza el máximo de follaje, momento en el cual la planta realiza su propio control de las malezas, ya que gana la competencia por nutrientes, luz y agua (Padilla, 2013).

**f.2 Control de insectos plaga.** Los insectos fitófagos que tienen preferencias alimentarias por las especies cultivadas por el hombre, se los denomina insectos plaga o simplemente plagas cuyo alcance incluye a los ácaros fitófagos, porque al alimentarse ya están causando un efecto mecánico y tienen la capacidad de provocar pérdidas en las cosechas que pueden llegar hasta el 100% si no se toman medidas de control de manera oportuna, por eso se dice que ellos compiten por los alimentos que produce el hombre (Vargas, 2012).

Para controlar las plagas principales o primarias del ensayo se aplicó insecticidas naturales de origen vegetal “*insecticidas botánicos*”, se obtenía a partir de extractos de plantas de Ajo Ajo (*Gallesia integrifolia*) y de Ortiga (*Urtica dioica* L.), a continuación se muestra los ingredientes y procedimientos para obtener el producto:

- Diez libras de hojas y partes frescas de la planta del Ajo Ajo.
- Diez libras de hojas de Ortiga y las partes frescas de la planta.
- Dos cucharadas de jabón rallado.
- Se procedió el machacado, picado y licuado.
- Se puso en un recipiente de 20 L.
- Se le dejó reposar por un espacio de 15 días.
- Transcurrido este tiempo, luego se procedió el tamizado.

**f.3 Para la aplicación.** Se puso el producto en la mochila aspersora de 20 L, agregando jabón rallado y se procedió a asperjar al cultivo, repitiendo el procedimiento hasta controlar la plaga.

**f.4 Control de enfermedades.** Las variedades estudiadas no mostraron susceptibilidad a enfermedades durante su etapa de desarrollo, sino en etapa reproductiva, solo en la variedad Serere (a7) se hizo notoria la presencia la mancha púrpura del grano causado por el hongo *cercospora kikuchii*. Los síntomas aparecieron a final del llenado de granos, el síntoma más característico es en las semillas las cuales se manchan de un color púrpura.

**g. Cosecha.** La cosecha es la última fase (R9) dentro de la etapa productiva, para iniciar la cosecha de soya se observó los siguientes indicadores: La maduración se

manifiesta por el cambio de color de las vainas, del verde al pardo más o menos oscuro, las hojas comenzaron a amarillar y se desprendieron de la planta, quedando en ella únicamente las vainas. En consideración a lo que manifiestan CIAT y ANAPO (1998), indican que para iniciar la cosecha de soya se debe observar los siguientes indicadores: el cultivo ha perdido o se desprendan de la planta el 95% de sus hojas, las vainas han adquirido un color café marrón y el grano está entre 15 a 18% de humedad.

De acuerdo a Choque (2013), señala que la cosecha es la última etapa dentro del proceso productivo, en esta etapa todas las inversiones y esfuerzos para alcanzar un buen rendimiento del cultivo ya fueron realizadas. En esta operación es necesario además de un cuidadoso planeamiento de la cosecha, un correcto conocimiento de las características del cultivo. Asimismo Morales (1996); citados por Meneses *et al.*, (1996), mencionan que la cosecha de la soya debe realizarse en el momento oportuno y con mucho cuidado. Si la soya se destina para la industria, la humedad óptima del grano es de 13-15%. Para uso como semilla el óptimo es del 13%.

**h. Arrancado.** El arrancado de las plantas de soya, se realizó en horas de la mañana manualmente. Consiste en arrancar las plantas directamente del campo, en este momento el porcentaje de humedad de la semilla en campo se estima que sea entre 16 y 18%, se debe evitar que la semilla esté muy húmeda para que no aparezca hongos o enfermedades que pueden afectar la coloración de las semillas (Padilla, 2013).

**i. Trilla.** La trilla se realizó manualmente por medio de garroteo utilizando palos. Este proceso se ejecuta sobre una carpa tendida en el piso. Una vez realizada la trilla, se procedió al venteado para separar los granos del rastrojo.

Esta práctica es de mucho cuidado para la semilla, y debe evitarse al máximo el daño físico a la misma. Es recomendable realizar esta actividad cuando el porcentaje de humedad es aproximadamente del 14 al 16% (Padilla, 2013).

**j. Secado de la semilla.** Una vez finalizada la trilla se procedió el secado de las semillas, consiste en retirar la humedad presente en la semilla, reduciéndola a un porcentaje estándar que garantice el almacenamiento de la semilla.

Padilla (2013), menciona que la semilla es un ser vivo, y el recalentamiento o demasiada exposición al sol influye sobre la viabilidad de la misma. Se debe realizar el secado preferiblemente en horas de menor intensidad solar. El porcentaje de humedad requerido para almacenamiento debe ser entre 12 y 13%. Para determinar al grado óptimo de humedad para almacenamiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- La uña o el diente. Cuando la semilla tiene una humedad inferior al 13% no se muestran marcas al presionarlas con la uña o el diente. Este método debe repetirse durante el proceso de secado o almacenamiento, ya que por la condición del grano, de absorber agua puede cambiar su contenido de humedad.
- Por el sonido. La semilla cuando está seca al mover y provocar un rozamiento y golpeteo entre sí, produce un sonido similar al de una teja seca o a vidrio. Si esta húmeda no suena.

Para lograr un mejor acondicionamiento y un mayor potencial de almacenamiento, la semilla debe tener un contenido de humedad no superior al 13%. Considerando que se debe cosechar tan pronto como la semilla alcanza su madurez fisiológica y esto implica que su humedad probablemente esté por encima del 13%, se hace necesario el secado, el cual se debe realizar tan pronto como sea posible, inmediatamente después de la cosecha. La humedad estándar de la semilla de soya es del 13%. Para calcular correctamente los cambios de peso debidos a cambios en el contenido de humedad de la semilla, se debe utilizar la siguiente igualdad (Roman, 2014).

Para calcular correctamente los cambios de peso debidos a cambios en el contenido de humedad de la semilla, se debe utilizar la siguiente igualdad:

$$P_i (100-H_i) = P_f (100-H_f)$$

**Donde:**

- $P_i$  = Peso inicial del lote
- $H_i$  = Humedad inicial del lote (% , base húmeda)
- $P_f$  = Peso final del lote
- $H_f$  = Humedad final del lote (% , base húmeda)



## **5.2.2 Variables de Respuesta**

### **a. Variables Dependientes**

#### **a.1 Altura de la planta**

Para la toma de esta variable se procedió a registrar la altura de la planta en las fases (R8-R9), cuando las vainas tienen color típico de madurez, se midió la altura en centímetros desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. Para lo cual se utilizaron las plantas ubicadas dentro el área útil, se realizó la medición en 10 plantas al azar por unidad experimental para dicho medición.

#### **a.2 Altura de inserción de la primera vaina**

Los datos de esta variable se registraron la altura en centímetros desde la superficie del suelo hasta la inserción de la primera vaina, en 10 plantas elegidas al azar por cada parcela pequeña, tomada en la fase de madurez (R9).

#### **a.3 Número de vainas por planta**

Se determinó el conteo en 10 plantas en la fase (R8-R9), cuando se inició la defoliación y madurez fisiológica, el número de vainas por planta, en cada parcela pequeña elegida al azar.

#### **a.4 Número de granos por planta**

Para este variable de respuesta se procedió el conteo el número de granos por planta en 10 plantas elegidas al azar por cada parcela pequeña en la fase (R9), cuando las plantas han llegado a su completa maduración.

### **b. Variables Independientes**

#### **b.1 Días a la floración**

Se consideró la observación en la fase, (R2), cuando está en plena floración. Flor abierta en uno de los nudos superiores de tallo principal con hojas completamente extendidas y se tomó en cuenta el número de días transcurridos a partir de la siembra

hasta que se consideró en esta fase, cuando el 50% de las plantas presentan esta característica en la unidad experimental se encuentren en la floración.

### **b.2 Días a la madurez fisiológica**

Se determinó en la fase (R8) contando los días transcurridos desde la siembra hasta la maduración se manifestó el cambio de color de las vainas, del verde al pardo oscuro, las hojas comenzaron a amarillar y se desprendieron de la planta. En consideración a la que manifiesta DGPA (1973), señala que cuando la semilla va madurando, su humedad decrece del 60 al 15% en un periodo de una a dos semanas.

### **b.3 Cálculo de peso de 100 granos**

Se tomaron dos muestras de cada variedad de 100 semillas elegidas al azar de sub muestras, consistiendo el peso de la misma se procedieron al pesado expresado en gramos, después del secado.

### **b.4 Rendimiento**

Para lograr el rendimiento de la soya del ensayo, fueron cosechadas 10 plantas de cada tratamiento al azar para cada densidad, luego llevados a 1m<sup>2</sup>, posteriormente se procedió a expresar en toneladas por hectárea para su respectiva estudio. La viabilidad económica del cultivo se determinó por medio de un análisis de rentabilidad para cada variedad estudiada y así poder recomendar su producción en la zona de las variedades que ofrezcan mayor ganancia al productor. Tomando en cuenta en este análisis el rendimiento que es fundamental para el propósito de producción de soya en la zona.

### **5.2.3 Modelo Estadístico**

Para el análisis estadístico en el Diseño Experimento se hace uso Parcelas Divididas en Diseño de Bloques al Azar, los experimentos factoriales se distribuyeron al Diseño Bloques al Azar y el arreglo factorial en parcelas divididas, en lo cual se efectuaron la distribución adecuadamente de los factores en estudio, considerando que el factor A tiene mayor importancia desde el punto de vista de la investigación el que es ubicado

en las parcelas pequeñas y el factor B se situó en las unidades experimentales principales (Arteaga, 2003).

### 5.2.3.1 Modelo Lineal Aditivo

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

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = 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 (variedades de soya)

$\epsilon_{ik}$  = Error experimental de la parcela mayor (Ea)

$\gamma_j$  = Efecto del j – ésimo nivel del factor B (densidades de siembra)

$(\alpha \gamma)_{ij}$  = Efecto del i – ésimo nivel del factor A, con el j – ésimo nivel del factor B (interacción A x B)

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental de la parcela menor (Eb)

### 5.2.4 Área dimensional del campo experimental

- Área total : 912 m<sup>2</sup>
- Área del bloque : 192 m<sup>2</sup>
- Área del parcela grande : 64 m<sup>2</sup>
- Área de unidad experimental : 8 m<sup>2</sup>
- Distancia entre bloque : 1 m
- Número de bloques : 4
- Número de parcelas grandes : 12
- Total de unidades experimentales : 96
- Número de repeticiones : 12
- Número de tratamientos : 96

### 5.2.5 Factores en Estudio

El planteamiento de los factores del experimento se utilizó, el factor mixto, en la cual consigna tanto un factor cualitativo cuyos tratamientos no tienen un orden natural, que

no puede ser cuantificado en orden de magnitud y otro cuantitativo cuyos tratamientos son cantidades numéricas.

**Parcela Pequeña**

**Factor A: Variedades**

- a1 = Sayubú
- a2 = Centauro
- a3 = Sambaiba
- a4 = Caico 101 RCT
- a5 = Cardenal
- a6 = Conquista
- a7 = Serere
- a8 = Uirapurú

**Parcela Grande**

**Factor B: Densidades**

- b1 = 40 x 10 cm
- b2 = 50 x 8 cm
- b3 = 60 x 5 cm

**a) Formulación de tratamientos**

La formulación de tratamientos factoriales en estudio resulta de la combinación de los niveles del Factor A variedades y del Factor B densidades. La formulación de los tratamientos se obtuvo por arreglo interno, se lo observa al interior del cuadro de doble entrada tal como se presentan en el siguiente (Cuadro 3):

**Cuadro 3.** Formulación de tratamientos factoriales, que resulta de la multiplicación del número total de niveles del Factor A con la totalidad de niveles del Factor B

		<b>Factor A</b>							
		<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>	<b>a4</b>	<b>a5</b>	<b>a6</b>	<b>a7</b>	<b>a8</b>
<b>Factor B</b>	<b>b1</b>	a1b1	a2b1	a3b1	a4b1	a5b1	a6b1	a7b1	a8b1
	<b>b2</b>	a1b2	a2b2	a3b2	a4b2	a5b2	a6b2	a7b2	a8b2
	<b>b3</b>	a1b3	a2b3	a3b3	a4b3	a5b3	a6b3	a7b3	a8b3

Se formularon 24 tratamientos, que resulta de la multiplicación del número total de niveles del Factor A, con la totalidad de niveles del Factor B. El arreglo en el campo se evaluó en cuatro bloques o repeticiones y se formularon un total de 96 tratamientos.

## b) Croquis del Experimento

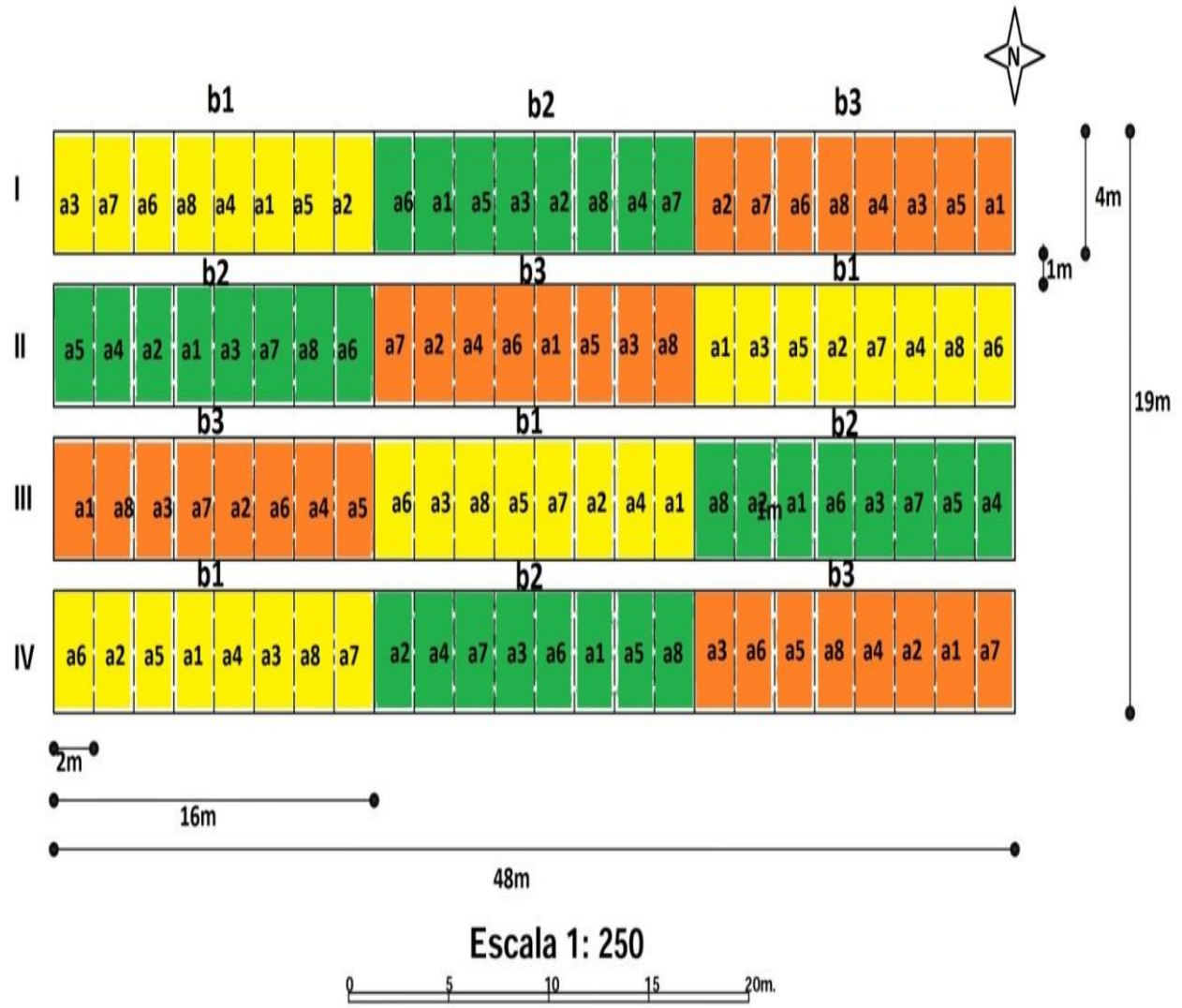


Figura 4. Croquis de campo para el Diseño Experimental

### 5.2.6 Análisis Económico

#### a. Costo de producción

La evaluación de costos parciales de producción se realizó según la metodología propuesta por CIMMYT (1988), que recomienda el análisis de beneficios netos y el cálculo de la tasa de retorno marginal de los tratamientos alternativos, para obtener los beneficios y costos marginales. Los rendimientos se ajustaron al menos 10 % por efecto del nivel de manejo, puesto que el experimento estuvo sujeto a cuidados y seguimientos que normalmente no se dan en condiciones de producción tradicional.

### **b. Beneficio Bruto (BB)**

Es llamado también ingreso bruto (IB), es el rendimiento ajustado, multiplicado por el precio del producto (CIMMYT, 1988).

$$\mathbf{BB = R \times PP}$$

Donde:

- BB = Beneficio bruto (Bs/ha)
- R = Rendimiento ajustado (t/ha)
- PP = Precio del producto (Bs)

### **c. Costos Variables (CV)**

Es la suma que varía de una alternativa a otra, relacionados con los insumos, mano de obra, maquinaria utilizados en cada tratamiento, fertilizantes, insecticidas, uso de maquinaria, jornales y transporte (CIMMYT, 1988).

### **d. Beneficio Neto (BN) o Utilidad del cultivo**

El Beneficio neto (BN) fue calculado por tratamiento, según la siguiente formula citada por el (CIMMYT, 1998). Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CP).

$$\mathbf{BN = BB - CP}$$

Donde:

- BN = Beneficio neto (Bs/ha)
- BB = Beneficio bruto (Bs/ha)
- CP = Costo total de producción (Bs)

### **e. Relación Beneficio/Costo (B/C)**

Es la relación que existe entre los beneficios brutos (BB), sobre los costos de producción (CP). Se define como el indicador de la pérdida o ganancia bruta por unidad monetaria invertida, se estima dividiendo el ingreso bruto, o beneficio (B) entre el costo

total de producción (C). Si la relación (B/C) es mayor que uno se considera que existe un apropiado beneficio, si es igual a uno los beneficios son iguales a los costos de producción y la actividad no es rentable, valores menores que uno indica pérdida y la actividad no es beneficiosa.

$$\mathbf{B/C = BB/CP}$$

Donde:

- B/C = Beneficio Costo (Bs)
- BB = Beneficio Bruto (Bs)
- CP = Costo de Producción (Bs)

Cuando:

- $B/C > 1$  Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, lo que significa que es rentable.
- $B/C = 1$  Los ingresos económicos solo cubren los costos de producción.
- $B/C < 1$  La producción no es rentable.

#### **f. Tasa de retorno marginal (TRM)**

El objetivo del análisis marginal es revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Dicho de otra manera; es la relación que existe entre los beneficios netos (BN) sobre los costos que varían multiplicado por ciento.

Para calcular la tasa de retorno marginal se consiguió mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{TRM = BN / CV \times 100}$$

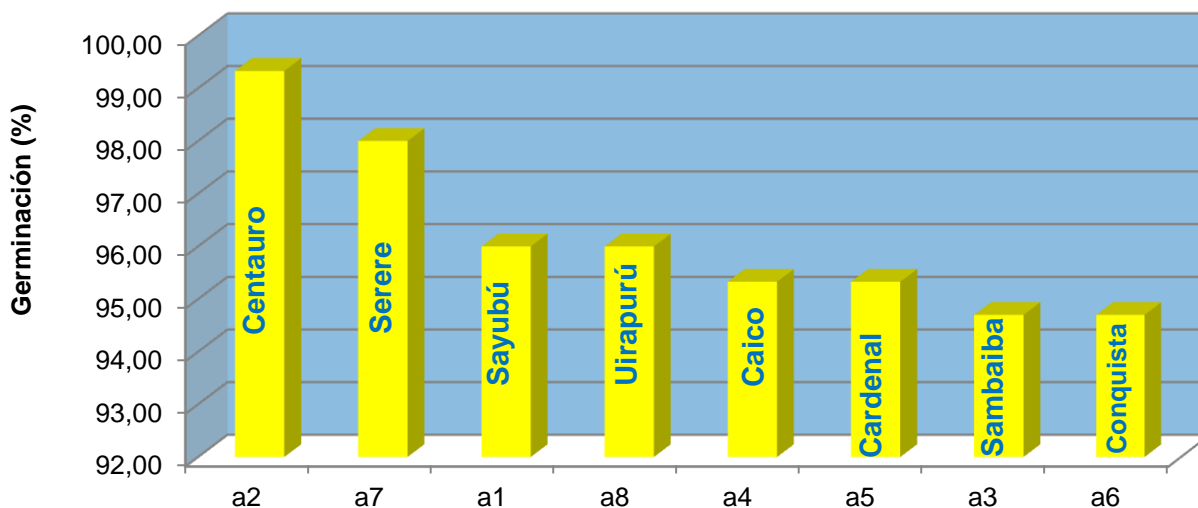
Donde:

- TRM = Tasa de Retorno Marginal
- BN = Beneficio Neto (Bs/ha)
- CV = Costos Variables (Bs/ha)

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1 Porcentaje de germinación de ocho variedades de soya

El estudio para conocer la calidad y porcentaje de germinación en las 8 variedades de soya introducidas en la Estación Experimental de Sapecho, esta para evitar pérdidas de mano de obra, insumos, semilla y tiempo dieron como resultados las siguientes cifras.



**Figura 5.** Porcentaje de germinación de las ocho variedades de soya en estudio

La (Figura 5) muestra los resultados obtenidos en este parámetro. La variedad que adquirió un mayor índice en un menor tiempo, fue Centauro con un 99,33% de viabilidad, en cambio se encontró 2 variedades con los menores porcentajes de viabilidad que fueron Conquista (a6) y Sambaiba (a3), llegando a 94,70%, siendo todos éstos catalogados como resultados excelentes.

En ese sentido la variación entre el primero y el último en germinación de las 8 variedades estudiadas es de 5% de diferencia, pero todos ellos con un alto porcentaje de germinación y en un tiempo mínimo.

Investigaciones efectuadas por Roman (2009), menciona que la semilla de alta calidad influye directamente en el éxito del cultivo y contribuye significativamente para que se han alcanzados niveles de alta productividad. La rentabilidad de agricultor se ve afectada debido al uso de semilla de mala calidad, cuando llega la hora de sembrar, la







calidad de la semilla es un factor de suma importancia para que al finalizar la cosecha no haya que lamentar pérdidas.

El concepto de semilla de mala calidad comprende una serie de elementos incorporados a la semilla dentro de los cuales los más comunes son: bajo poder germinativo, bajo vigor, daño mecánico, contaminación de semillas de malezas, hongos, bacterias, virus, semillas de otros cultivos y materia inerte (impurezas, tierra, palos hojas, etc.) (Roman, 2009).

### 6.1.2 Monitoreo de plagas

Durante el ciclo del cultivo se realizó el monitoreo secuencial para identificar la presencia de plagas principales, de tal forma que podamos controlarlos oportunamente y para la toma de decisiones en la aplicación de medidas de control, para que no causen un perjuicio al desarrollo normal de las plantas y al rendimiento. Durante el monitoreo se tuvo el ataque de plagas en diferentes estadios del cultivo de la soya. Lo cual se refleja en el (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Presencia de insectos plaga principal en diferentes estudios durante el ensayo

Nombre común	Nombre científico	Estadio	Insectos plaga
Escarabajo de las hojas	<i>Ceratoma sp</i>	V4+....Vn a R1-R5.3	
Picudito	<i>Promecops claviger</i>	V4+....Vn a R1-R4	
Vaquita	<i>Diabrotica speciosa</i>	V3-V4+....Vn a R1-R5.2	
Falso medidor	<i>Pseudoplusia includens</i>	V4+....Vn a R1-R5.2	

## 6.2 Altura de la planta de las variedades de soya

En el análisis de varianza para la variable de respuesta de la altura de la planta se puede observar que existen diferencias significativas para las fuentes de variación de bloque, variedad y densidad, en cambio para la interacción de estos dos últimos el valor indicado es no significativo.

**Cuadro 5.** Análisis de la varianza para altura de la planta de soya

<b>F.V.</b>	<b>S.C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloque</b>	463,69	3	154,56	3,73	0,0152 *
<b>Variedad (A)</b>	3831,89	7	547,41	13,20	< 0,0001 **
<b>Error a</b>	726,72	21	34,61		
<b>Densidad (B)</b>	1470,69	2	735,34	17,73	< 0,0001 **
<b>A x B</b>	161,86	14	11,56	0,28	0,9947 NS
<b>Error Exp.</b>	2135,47	48	44,49		
<b>Total</b>	8790,32	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

El factor A muestra un valor de probabilidad altamente significativa, por lo cual se rechaza la hipótesis nula existiendo diferencias estadísticas significativas entre las variedades. Esto muestra que se obtuvo distintas alturas de planta en las variedades de soya ensayadas en la zona, debido sobre todo a la genética de cada una.

Con respecto a la densidad al factor B se puede observar que existen diferencias altamente significativas para los efectos de densidad de siembra, donde se muestra que las densidades independientemente de las interacciones puestas como tratamiento dan distintas alturas de planta para las variedades, esto debido sobre todo al espaciamiento dado en cada parcela grande ensayada.

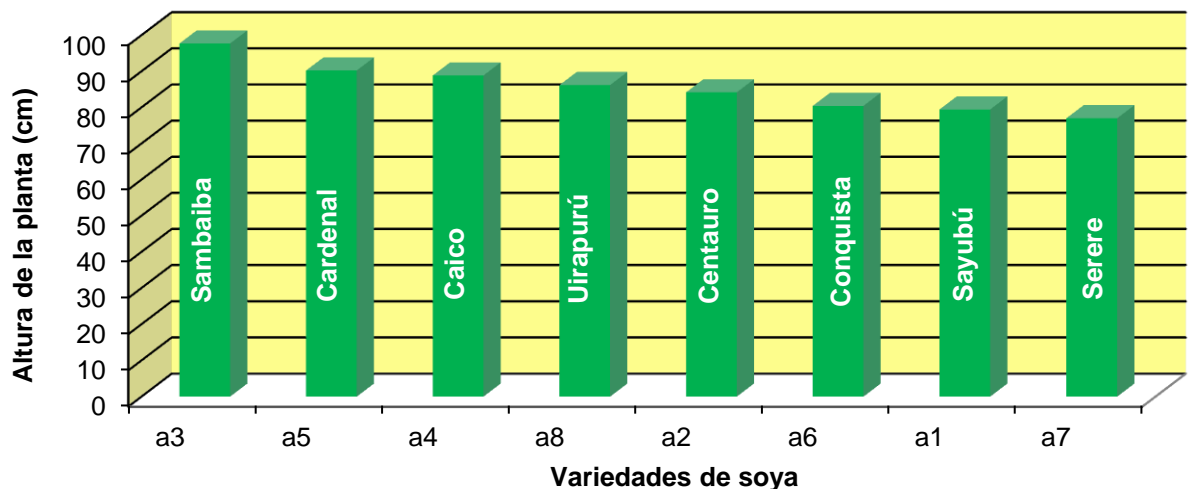
Para la interacción de los distintos factores en estudio nos muestra resultados estadísticamente no significativos, lo que nos señala que la interacción de los distintos tratamientos no influyó de manera directa para la obtención de una mayor altura de la planta.

El coeficiente de variación de parcela grande fue de 7,80% y parcela menor 6,88% con lo que los datos utilizados se consideran aceptable y confiable.

**Cuadro 6.** Prueba de comparación de medias para la altura de la planta (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Variedad	Medias(cm)	E.E.	Agrupamiento de Duncan			
a3	97,7	1,86	a			
a5	90,23	1,86	b			
a4	88,84	1,86	b		c	
a8	86,19	1,86	b		c	
a2	84,18	1,86	c			
a6	80,43	1,86	d			
a1	79,43	1,86	d			
a7	77	1,86	e			

Analizando la prueba de comparación de medias de Duncan se observa que la mejor variedad ensayada para conseguir estadísticamente mayores alturas de planta en la zona es la variedad Sambaiba (a3) la cual obtuvo una altura de 97,7 cm; posteriormente se forman 4 grupos de tratamientos con menor resultados, siendo el último grupo compuesto por las variedades a6, a1 y a7 con alturas de 80,43; 79,43 y 77 cm, respectivamente.



**Figura 6.** Comportamiento de las ocho variedades de soya con respecto altura de la planta

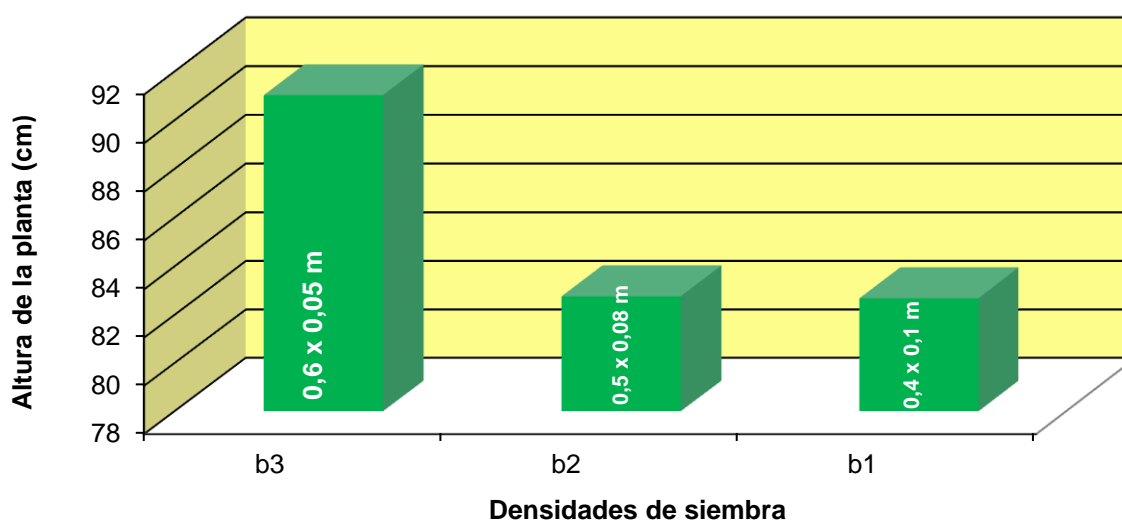
El cultivo es de ciclo anual, herbáceo, arbustivo y bastante abundante en hojas, su ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses y de 40 a 100 cm de envergadura Valladares (2010). Según Morales (1996); citados por Meneses *et al.*, (1996), señalan que la soya es una planta herbácea, anual, erecta, de crecimiento morfológico diversificado. La planta varía de 0,3 a 2,0 m de altura.

Al respecto, según 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.

**Cuadro 7.** Prueba de comparación de medias para la altura de la planta para el factor Densidad (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Densidad	Medias (cm)	E.E.	Agrupamiento Duncan
b3	91,03	1,14	a
b2	82,77	1,14	b
b1	82,69	1,14	b

Las alturas de plantas obtenidas en los tratamientos del Factor B (Densidad) forman dos grupos, el primero constituido por b3 con altura de 91,03 cm, el cual es significativamente superior a los otros dos tratamientos (grupo 2) correspondientes a b2 y b1.



**Figura 7.** Comportamiento de las densidades con respecto a la altura de planta de soja

### 6.3 Altura de inserción de la primera vaina de las variedades de soja

El análisis de la varianza, para la variable altura de inserción de las primeras vainas en las variedades ensayadas, nos muestra en el (Cuadro 8), que no es significativo para las fuente de variación de bloque, en cambio para el factor variedad si se encuentra resultados altamente significativos, mientras que para las fuentes de variación de densidad e interacción muestra un resultado donde no existe significancia.

**Cuadro 8.** Análisis de la varianza para altura de inserción de la primera vaina de la soya

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
<b>Bloque</b>	40,68	3	13,56	2,12	0,1053 NS
<b>Variedad (A)</b>	574,51	7	82,07	12,85	< 0,0001 **
<b>Error a</b>	92,18	21	4,39		
<b>Densidad (B)</b>	33,39	2	16,70	2,61	0,0805 NS
<b>A x B</b>	100,66	14	7,19	1,13	0,3526 NS
<b>Error Exp</b>	348,66	48	7,26		
<b>Total</b>	1190,08	59			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

Muestra un resultado donde existe alta significancia, con lo cual se rechaza la hipótesis nula. Esta deducción nos señala que se puede obtener mejores resultados en alturas de inserción de las primeras vainas de las variedades ensayadas en la zona, esto debido a las diferencias con respecto a las características genéticas que poseen, la época de siembra y posiblemente el tipo de suelo predominante.

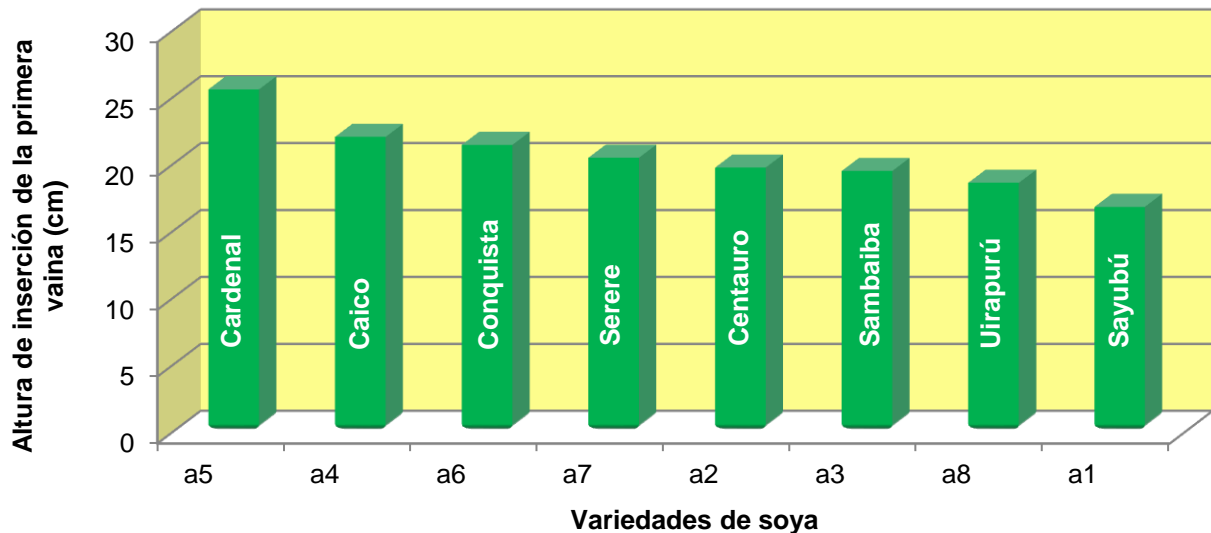
El coeficiente de variación de parcela grande fue de 13,04% y parcela menor 10,14% con lo que los datos utilizados se consideran aceptable y confiable.

**Cuadro 9.** Prueba de comparación de medias para la altura de inserción de la primera vaina de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Variedad	Medias (cm)	E.E.	Agrupamiento de Duncan			
a5	25,73	0,73	a			
a4	22,18	0,73		b		
a6	21,58	0,73		b	c	
a7	20,62	0,73		b	c	d
a2	19,88	0,73			c	d
a3	19,63	0,73			c	d
a8	18,75	0,73				d e
a1	16,95	0,73				e

La prueba de medias Duncan para la altura de inserción de la primera vaina nos da 5 agrupamientos, donde se puede apreciar que se tiene diferencias en la altura de inserción de la primera vaina de las ocho variedades de soya convencional, siendo la que alcanzó mejores resultados es la variedad Cardenal (a5) con 25,73 cm la que

presenta el valor más alto y superior al resto de las alturas de inserción de la primera vaina, en el otro extremo se encuentra la altura de inserción de la primera vaina más baja en la variedad Sayubú (a1) con 16,95 cm.



**Figura 8.** Comportamiento de la altura de inserción de la primera vaina de la soya

Investigaciones efectuadas por Blandón (1988), mencionados por Zapata y Mejía (2011), mencionan 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.

En ese sentido los mismos autores mencionan a Gómez (1990), quien en su investigación efectuada recomienda que la altura de inserción a la primera vaina sea de 10 cm o más para evitar pérdidas durante la cosecha mecanizada.

#### **6.4 Número de vainas por planta de las variedades de soya**

El comportamiento de los componentes en el análisis de varianza realizado para la variable de respuesta de número de vainas por planta, nos muestra que el bloque y la densidad no son significativos, en lo cual si es altamente significativo la densidad y las interacciones.

**Cuadro 10.** Análisis de la varianza para número de vainas por planta de soya

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
<b>Bloque</b>	628,43	3	209,48	3,12	0,0316 NS
<b>Variedad (A)</b>	10878,34	7	1554,05	23,12	< 0,0001 **
<b>Error a</b>	1031,96	21	49,14		
<b>Densidad (B)</b>	295,86	2	147,93	2,20	0,1185 NS
<b>A x B</b>	4984,53	14	356,04	5,30	< 0,0001 **
<b>Error Exp</b>	3606,58	48	75,14		
<b>Total</b>	21425,71	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

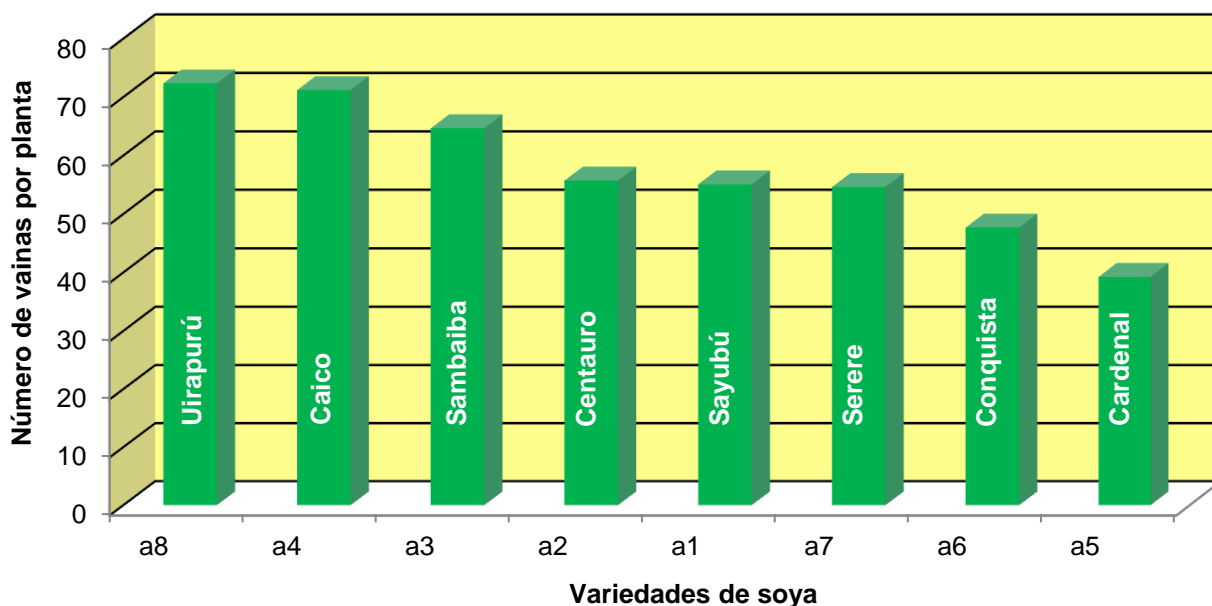
El factor A muestra un valor altamente significativo entre las variedades, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, se puede mencionar que existen diferencias entre las variedades y por ende tener la variabilidad en cuanto al número de vainas por planta, esto se da por las características genéticas que tiene cada variedad. Para la fuente de variación densidad, el resultado muestra que no existe significancia, donde las densidades no son influyentes en la obtención de vainas en cada variedad.

En cuanto a la interacción de los niveles de los factores muestra que existe una variabilidad altamente significativa, donde los tratamientos en estudio tuvieron influencia en el número de vainas por planta en las variedades de soya. El Coeficiente de variación de la parcela menor muestra 10,14% y 13,04% para la parcela mayor, lo que indica que los resultados son confiables y que el experimento fue bien conducido.

**Cuadro 11.** Prueba de comparación de medias para número de vainas por planta de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Variedad	Medias	E.E.	Agrupamiento de Duncan		
a8	72	2,37	a		
a4	71	2,37	a	b	
a3	65	2,37		b	
a2	56	2,37			c
a1	55	2,37			c
a7	55	2,37			c
a6	48	2,37			d
a5	39	2,37			e

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la variable número de vainas por planta, como se muestra en el (Cuadro 11), se puede considerar que se forman 5 agrupaciones, de los cuales la variedad Uirapurú (a8) es la que mejores resultados dio con un máximo de 72 vainas por planta, esto seguido de las variedades Caico (a4) y Sambaiba (a3). En cambio la menos eficiente es la variedad Cardenal (a5) llegando solo a 39 vainas por planta.



**Figura 9.** Comportamiento del número de vainas por planta de soya

Según Valladares (2010), menciona que a la madurez, las vainas generalmente tienen 2 a 3 semillas, pero pueden contener hasta 5, y en su forma varían desde la casi esférica, hasta discos casi aplanados y en el color desde el verde pálido y 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.

Por otra parte DGPA (1973), describe que el fruto es una vaina que contiene de 1 a 4 semillas. La semilla es generalmente esférica, de tamaño similar a la del guisante (de 4 a 7 semillas pesan un gramo, aunque hay variedades de grano más pequeño) y de color amarillo.

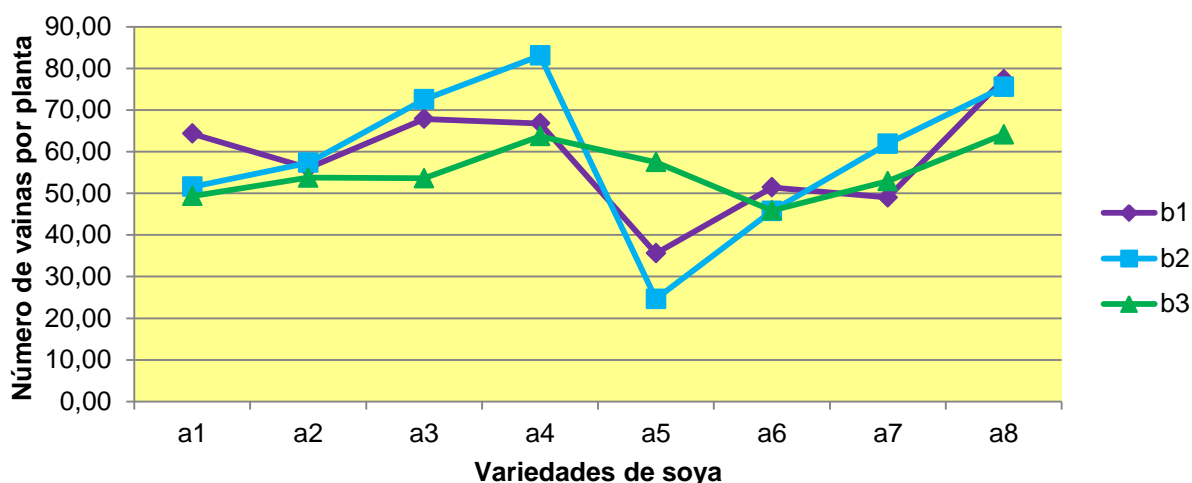


**Cuadro 12.** ANVA de efecto simple para el número de vainas por planta de soya

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sign.
B(a1)	2	523,50	261,75	5,33	2,81	*
B(a2)	2	26,59	13,29	0,27	2,81	NS
B(a3)	2	779,01	389,50	7,92	2,81	*
B(a4)	2	865,00	432,50	8,80	2,81	*
B(a5)	2	2241,10	1120,55	22,80	2,81	*
B(a6)	2	83,65	41,82	0,85	2,81	NS
B(a7)	2	351,62	175,81	3,58	2,81	*
B(a8)	2	409,92	204,96	4,17	2,81	*
EE	69	4638,55	67,23			

\* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      NS = No significativo

En el (Cuadro 12) se deduce que para la variable número de vainas por planta en soya, entre los niveles de los densidades en las variedades a1, a3, a4, a5, a7 y a8, existen diferencias significativas, y de acuerdo a la (Figura 10) es b2 la densidad (50 x 8) cm, en la que da un mayor número de vainas por planta de soya.



**Figura 10.** Efectos simples de las ocho variedades de soya convencional con respecto a las densidades, en función del número de vainas por planta

Así mismo, no existe diferencias significativas entre densidades en la a2 y a6 esto quiere decir que sembrar en las densidades b1, b2 y b3, estadísticamente no presenta diferencias en el número de vainas por planta de soya; para los niveles de densidades en la Caico (a4) existen diferencias que son altamente significativas, y es con densidad b2 que se pueden obtener un mayor número de vainas por planta de soya.

## 6.5 Número de granos por planta de las variedades de soya

El análisis de varianza presenta que el bloque si tiene alta significancia en lo cual el diseño fue bien manejado, en lo cual existen diferencias entre bloques, por lo que el ensayo si gana precisión; en cuanto al Factor A, se presentan altas diferencias significativas, como así también en los interacciones (A x B) y el factor B muestra que no tiene significancia.

**Cuadro 13.** Análisis de la varianza para número de granos por planta en la soya

<b>F.V.</b>	<b>S.C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloque</b>	5040,44	3	1680,15	4,12	0,0095 **
<b>Variedad (A)</b>	44209,92	7	6315,70	15,49	< 0,0001 **
<b>Error a</b>	8540,15	21	406,67		
<b>Densidad (B)</b>	1320,69	2	660,34	1,62	0,2054 NS
<b>A x B</b>	33005,89	14	2357,56	5,78	< 0,0001 **
<b>Error Exp</b>	19589,26	48	408,11		
<b>Total</b>	111706,32	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

Para el factor A se considera que se tiene alta significancia estadística, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula, existiendo diferencias entre las variedades de soya al momento de obtener número de granos por planta.

Para el factor B, observando el resultado en el (Cuadro 13), nos muestra que no existe significancia entre las diferentes densidades de siembra sobre el número de granos por planta en las variedades.

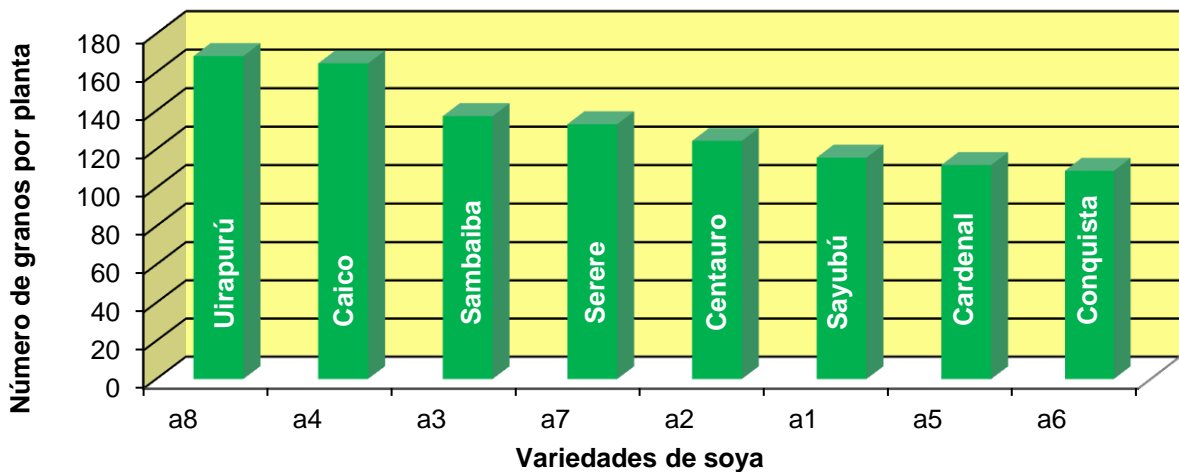
En cuanto para la interacción variedad por densidad (A x B), el cuadro anterior de Análisis de Varianza muestra que existe alta significancia, lo que indica que estos dos factores en estudio en combinación intervienen en la producción del número de granos por planta en las variedades de soya.

El Coeficiente de Variación 15,16% que corresponde a la parcela chica y 15,19% a la parcela grande, indica que los resultados experimentales son confiables, el experimento fue bien manejado.

**Cuadro 14.** Prueba de comparación de medias para número de granos por planta de soya, de las ocho variedades convencional al nivel del 5% (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Variedad	Medias	E.E.	Agrupamiento de Duncan	
a8	168	5,83	a	
a4	165	5,83	a	
a3	137	5,83	b	
a7	133	5,83	b	
a2	124	5,83	b	c
a1	116	5,83	c	
a5	112	5,83	c	
a6	109	5,83	c	

En la prueba de rango múltiple de Duncan del variable número de granos por planta como se muestra en la (Cuadro 14), se puede considerar que se forman 3 agrupaciones, de los cuales la variedad Uirapurú (a8) es la que mejores resultados dio con un máximo de 168 granos por planta, seguido de la variedad Caico (a4). En cambio la menos eficiente es la variedad Conquista (a6) llegando solo a 109 granos por planta.



**Figura 11.** Comportamiento del número de granos por planta de soya

A la madurez, las vainas generalmente tienen 2 a 3 semillas, pero pueden contener hasta 5, y en su forma varían desde la casi esférica, hasta discos casi aplanados y en el color desde el verde pálido y 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

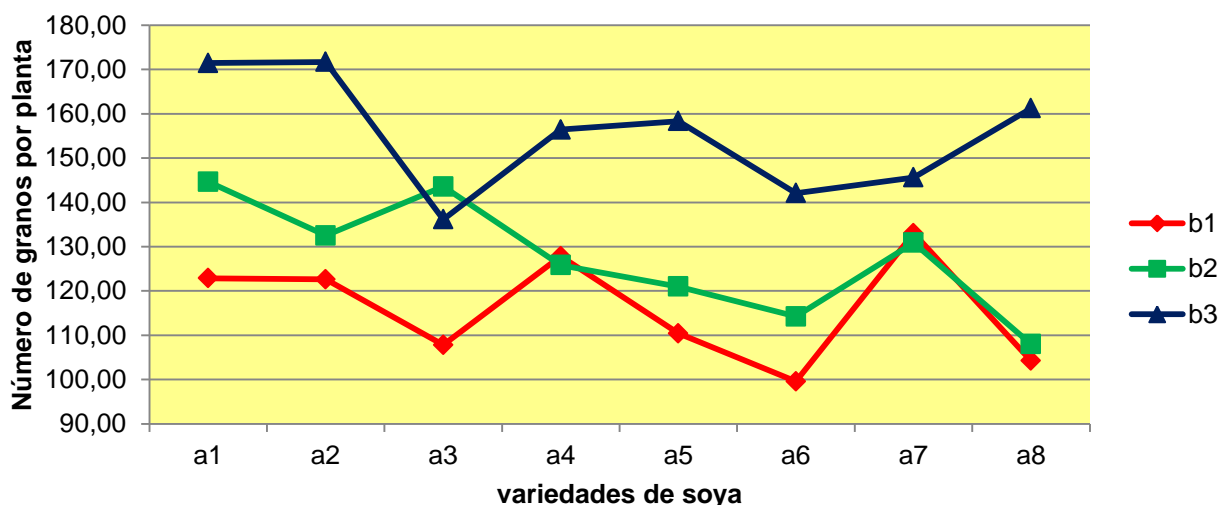
hojas (Valladares, 2010). Por otra parte Calvo (2003), menciona que su legumbre posee unas cortas vainas, cada una de las cuales contiene de una a cuatro semillas oleaginosas (con un 20% de aceite) y esféricas. El color de las mismas es variable: amarillo o negro, aunque existen otras especies con semillas de color verde o castaño.

**Cuadro 15.** Análisis de varianza para la prueba de efecto simple para el número de granos por planta de ocho variedades de soja convencional

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sign.
B(a1)	2	4740,92	2370,46	48,23	2,81	*
B(a2)	2	5390,01	2695,01	54,83	2,81	*
B(a3)	2	2851,61	1425,80	29,01	2,81	*
B(a4)	2	2342,26	1171,13	23,83	2,81	*
B(a5)	2	5067,65	2533,82	51,55	2,81	*
B(a6)	2	3727,78	1863,89	37,92	2,81	*
B(a7)	2	506,80	253,40	5,16	2,81	*
B(a8)	2	8116,81	4058,40	82,57	2,81	*
EE	69	28129,38	407,67			

\* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      NS = No significativo

Concluyendo que análisis de efectos simples muestra que se encontraron diferencias significativas entre las densidades para el número de granos por planta en variedades de soja. Es b3, la densidad de (60 x 5) cm, la que da un mayor número de granos.



**Figura 12.** Efectos simples de las ocho variedades de soja convencional con respecto a las densidades, en función del número de granos por planta de soja

La (Figura 12) muestra que no existen diferencias significativas entre densidades en la a3, a4, a7, esto quiere decir que sembrar estas variedades con densidades b3-b2 y b1-b2 estadísticamente no presenta diferencias en número de granos por planta de soya. Finalmente, para los niveles de las densidades en la variedad Sayubú (a1), existen diferencias que son altamente significativas y es con la densidad 60 x 5 cm (b3) que se obtendrá un mayor número de granos por planta de soya.

### 6.6 Días a la floración de las variedades de soya

Los resultados muestran mediante el análisis de la varianza que no existen diferencias significativas entre bloques, el factor A se presenta altamente significativo, por otra parte el factor B muestra no significancia, como así también en la interacción de los factores (A x B).

**Cuadro 16.** Análisis de varianza para los días a la floración de la soya

<b>F.V.</b>	<b>S.C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloque</b>	5,61	3	1,87	1,98	0,1246 NS
<b>Variedad (A)</b>	240,99	7	34,43	36,47	< 0,0001 **
<b>Error a</b>	27,31	21	1,30		
<b>Densidad (B)</b>	0,40	2	0,20	0,21	0,8114 NS
<b>A x B</b>	9,10	14	0,65	0,69	0,7774 NS
<b>Error Exp</b>	37,83	48	0,79		
<b>Total</b>	321,24	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

Según el resultado el (Factor A), nos muestra que existe alta significancia, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, en lo cual se deduce que existen diferencias con respecto a los días a la floración de las variedades de la soya implementadas en la zona.

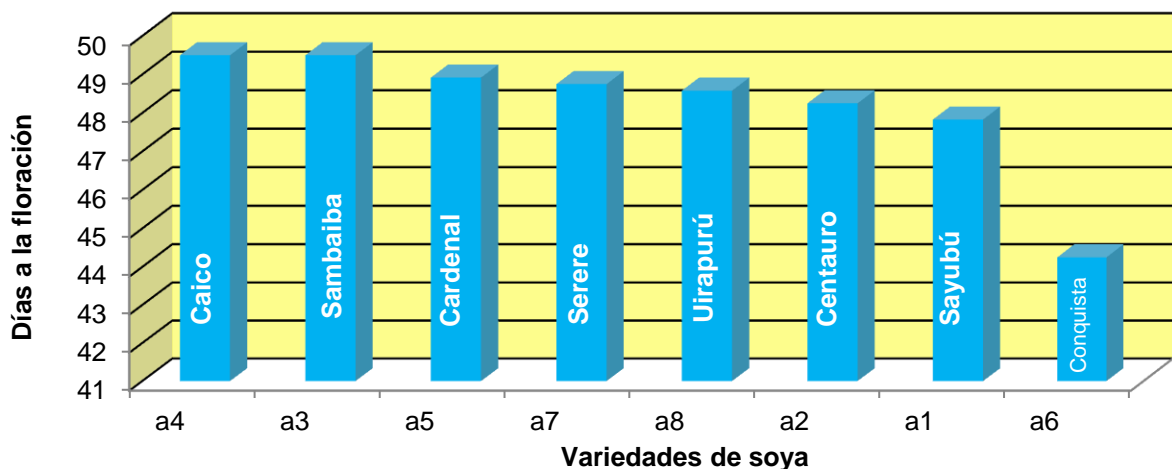
El ANVA nos presenta para el Factor B en el cuadro anterior, un valor no significativo, esto debido a que las diferentes variedades implementadas intermedias con relación a la época de siembra. La interacción de los factores se presenta no significativa, lo que señala que los diferentes tratamientos no influyeron en los días a la floración.

El Coeficiente de Variación fue de 2,37% para parcela menor y 1,84% para parcela grande, indica que los resultados experimentales son confiables.

**Cuadro 17.** Prueba de comparación de medias para la variable días de la floración de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Variedad	Medias	E.E.	Agrupamiento de Duncan		
a4	50	0,28	a		
a3	50	0,28	a		
a5	49	0,28	a	b	
a7	49	0,28	a	b	
a8	49	0,28		b	c
a2	48	0,28		b	c
a1	48	0,28			c
a6	44	0,28			d

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la variable días a la floración, como se muestra en el cuadro anterior, se puede considerar que se forman 4 agrupaciones, de los cuales la variedad Caico (a4) y Sambaiba (a3) es la que resultó en cuanto a días a la floreció en mayor tiempos en 50 días. En cambio con menor día de floración se manifestó la variedad Conquista (a6).



**Figura 13.** Comportamiento de los días de floración con respecto a ocho variedades de soya convencional

La soya es una planta de día corto, floreciendo la mayoría de los cultivares cuando el fotoperiodo es menor de 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 30 a 35 días después de la siembra y madura entre 75 a 90

días; no alcanza un buen desarrollo vegetativo y tiene rendimientos bajos. Los cultivares intermedios y tardíos florecen entre 35 a 55 días y maduran entre 110 a 140 días; tienen un buen crecimiento vegetativo que resulta en rendimientos altos (Morales, 1996; citados por Meneses *et al.*, 1996).

### 6.7 Días a la maduración de diferentes variedades de la soya

El comportamiento del Análisis de Varianza resultante con respecto al bloque nos muestra que no es significativo entre bloques, en el caso de las variedades existe alta significancia, en cuanto a la densidad presenta diferencias no significativas, como también las interacciones de los factores ensayados.

**Cuadro 18.** Análisis de la varianza para días a la maduración de ocho variedades de soya

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
<b>Bloque</b>	12,38	3	4,13	2,44	0.0716 NS
<b>Variedad (A)</b>	1969,13	7	281,30	166,43	<0,0001 **
<b>Error a</b>	42,25	21	2,02		
<b>Densidad (B)</b>	3,94	2	1,97	1,16	0,3180 NS
<b>A x B</b>	26,56	14	1,90	1,12	0,3549 NS
<b>Error Exp</b>	74,17	48	1,55		
<b>Total</b>	2128,63	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

Para variedades de soya (factor A) se tiene diferencias altamente significativas en cuanto a los días a maduración de diferentes variedades de soya, lo que nos dice que el factor preponderante es el genético que influye directamente en esta variable de respuesta.

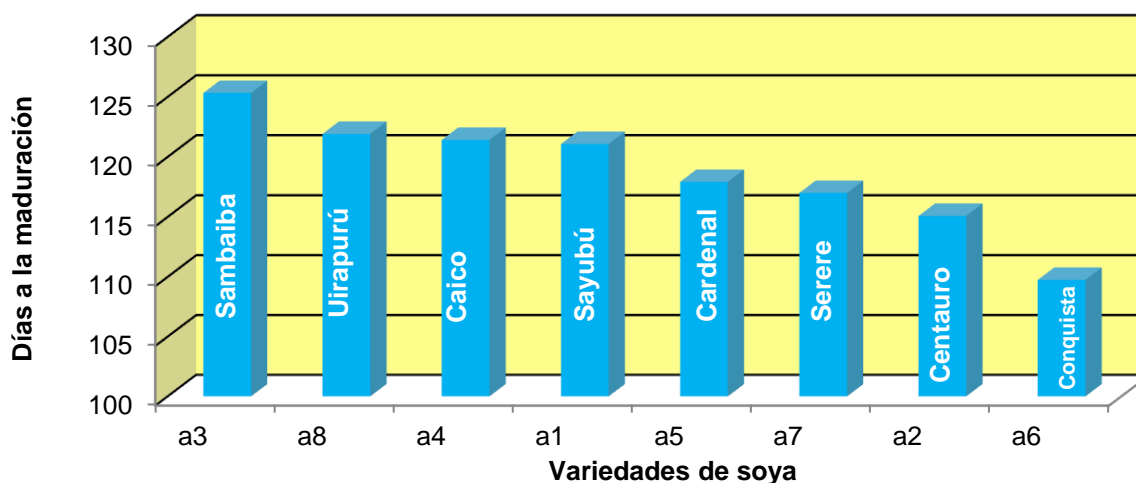
Para la siembra de soya la densidad (Factor B) no se encontró significancia, en lo cual se acepta la hipótesis nula; igualmente no se encontró alta significancia estadística para la interacción entre variedad de soya por densidad de siembra (A x B), los factores son independientes a los días a maduración.

Para este variable de estudio el Coeficiente de Variación es 1,20% para parcela chica y 1,05% para parcela principal lo que indica que los resultados obtenidos son confiables y aceptables.

**Cuadro 19.** Prueba de comparación de medias para Días a la Maduración de las ocho variedades de soya convencional al nivel del 5% (Duncan  $\alpha = 0,05$ )

Variedad	Medias	E.E.	Agrupamiento de Duncan	
a3	125	0,38	a	
a8	122	0,38		b
a4	121	0,38		b
a1	121	0,38		b
a5	118	0,38		c
a7	117	0,38		c
a2	115	0,38		d
a6	110	0,38		e

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la variable días a la maduración, como se muestra en el cuadro anterior, se puede considerar que se forman 5 agrupaciones, de los cuales la variedad Conquista (a6) es la que en menor tiempo maduró en cuanto a su ciclo fisiológica con un mínimo de 110 días, esto seguido por la variedad Centauro (a2) con 115 días. En cambio la variedad Sambaiba (a3), en cuanto a días a la maduración se prolongó a 125 días.



**Figura 14.** Comportamiento de los días a la maduración con respecto a variedades de soya

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



planificación desde la siembra a la cosecha, las variedades comerciales de soya fueron clasificadas de acuerdo a su ciclo de madures en: Precoces hasta 120 días; intermedias de 106 a 115 días y tardías mayores a 116 días (ANAPO, 2008).

Investigaciones efectuados por Rosas y Young (1996), mencionados por Zapata y Mejía (2011), menciona que la soya es una planta herbácea, erecta, anual y ramificada, cuya altura puede variar entre 0,30 m y 2,0 m y su ciclo de vida puede ir desde 80 a 200 días aproximadamente, según sea la variedad y la condiciones ambientales.

### 6.8 Cálculo de peso de 100 semillas de ocho variedades de soya

En la interpretación del ANVA, en caso de bloques no se encontró significancia, es decir que no existen diferencias entre bloques. Se encontró altamente significativo para variedades, pero no así para densidades ni para la interacción.

**Cuadro 20.** Análisis de la varianza para el peso de 100 granos de soya

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
<b>Bloque</b>	4,33	3	1,44	2,14	0,1036 NS
<b>Variedad (A)</b>	753,50	7	107,64	159,16	<0,0001 **
<b>Error a</b>	14,17	21	0,67		
<b>Densidad (B)</b>	0,65	2	0,32	0,48	0,6224 NS
<b>A x B</b>	8,19	14	0,58	0,86	0,5988 NS
<b>Error Exp</b>	32,49	48	0,68		
<b>Total</b>	813,33	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

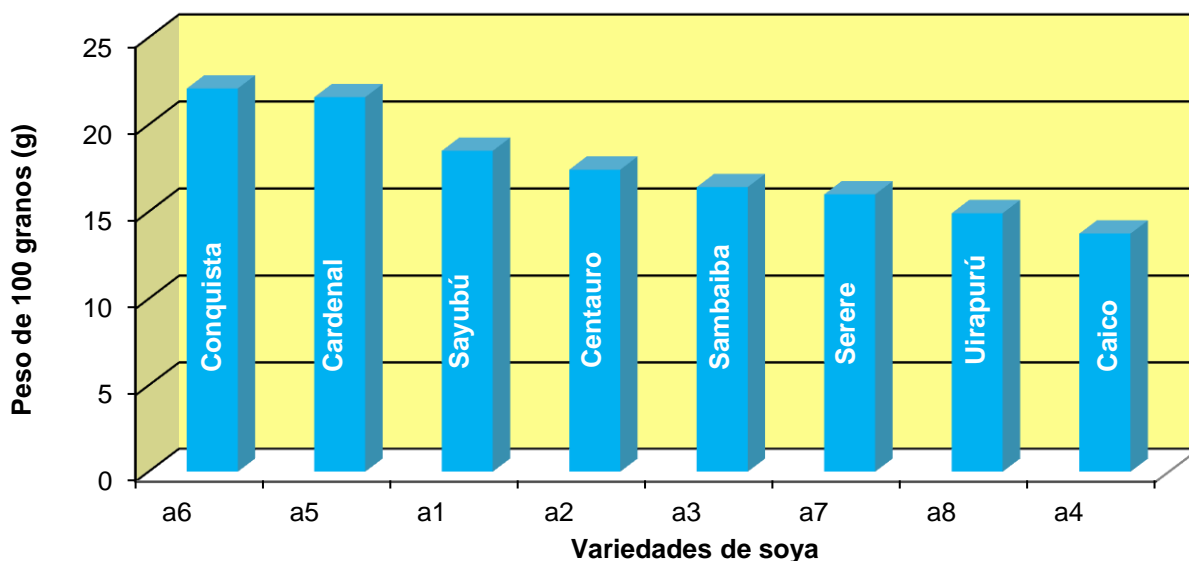
Se encontró alta significación estadística solo para la fuente de variación variedad (A), por lo cual se rechaza la hipótesis nula, y por ende se tiene diferentes pesos de 100 granos entre las variedades de soya. La diferencia se basa sobre todo el grano de cada variedad implementada tiene una diferencia de tamaño y peso, la cual se adecuó a la zona igualmente que su lugar de origen.

Para este variable de estudio el Coeficiente de Variación es 4,67% para unidad subparcela y 4,68% para unidad experimental principal, lo que indica que los resultados obtenidos son confiables.

**Cuadro 21.** Prueba de comparación de medias para el Peso de 100 granos de la soya

Variedad	Medias (g)	E.E.	Agrupamiento de Duncan	
a6	22,08	0,24	a	
a5	21,58	0,24	a	
a1	18,5	0,24	b	
a2	17,42	0,24	c	
a3	16,42	0,24	d	
a7	16	0,24	d	
a8	14,92	0,24	e	
a4	13,75	0,24	f	

En la prueba de rango múltiple de Duncan del variable peso de 100 granos, como se muestra en el (Cuadro 21), se puede considerar que se forman agrupaciones 6, de los cuales la variedad Conquista (a6) es la que mejores resultados dio con un máximo de 22,08 g, esto seguido por la variedad Cardenal (a5). En cambio con el menor peso es la variedad Caico 101 RCT (a4) llegando solo a 13,75 g.



**Figura 15.** Peso de 100 granos con respecto a ocho variedades de soya

Las semillas de soya se forman en vainas, cada una de las cuales contienen de 1 a 5 semillas. Su forma varía desde casi esférica achatada y alargada. Existe una amplia

variación de tamaños y pesos, desde 12 hasta 30 g por 100 semillas (Morales, 1996; citados por Meneses *et al.*, 1996).

El tamaño y peso del grano depende de la variedad de la soya Pankey (1989), mencionados por Zapata y Mejía (2011). Es un carácter determinado por factores genéticos Verneti (1993), citados por Zapata y Mejía (2011). Las condiciones ambientales influyen en la modificación del grano de soya y una siembra tardía afecta el peso de grano si la formación del mismo coincide con periodo seco (Souza, 1973 señalados por (Zapata y Mejía, 2011).

### 6.9 Rendimiento de las ocho variedades de soya

Observando el (Cuadro 22), se muestra que en todas las fuentes de variación no existen diferencias significativas, a excepción de una, la densidad (B) que presenta resultados altamente significativos.

**Cuadro 22.** Análisis de la varianza para el rendimiento de las ocho variedades de soya

<b>F.V.</b>	<b>S.C.</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Bloque</b>	0,20	3	0,07	1,05	0,3745 NS
<b>Variedad (A)</b>	0,07	7	0,01	0,17	0,9910 NS
<b>Error a</b>	2,19	21	0,10		
<b>Densidad (B)</b>	2,74	2	1,37	21,98	<0,0001 **
<b>A x B</b>	0,82	14	0,06	0,95	0,5169 NS
<b>Error Exp</b>	2,12	48	0,04		
<b>Total</b>	8,14	95			

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

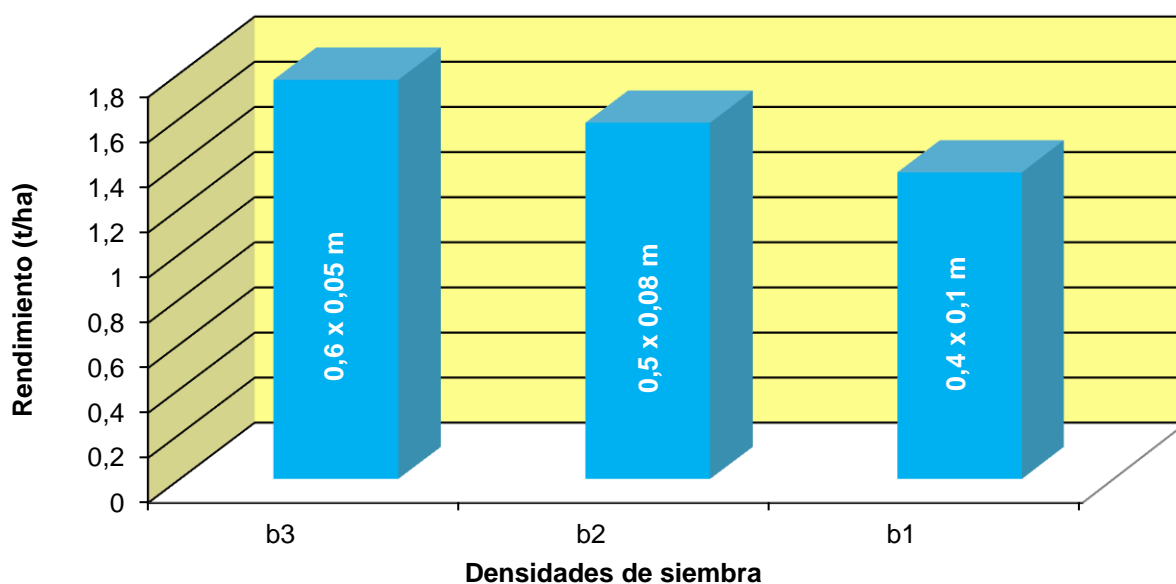
Se encontró diferencias altamente significativas en la fuente de variación de la densidad, de donde se deduce que para obtener un mayor rendimiento, las variedades implementadas en la zona no influyen, ni su interacción con la densidad misma; lo que se puede afirmar es que a diferentes densidades sembradas existiran distintos rendimientos.

El Coeficiente de Variación fue de 20,59% para unidad subparcela y 13,38% para unidad experimental principal, lo que indica que los resultados se consideran como aceptables.

**Cuadro 23.** Prueba de comparación de medias para el Rendimiento de la soya

Densidad	Medias (t/ha)		Agrupamiento de Duncan
b3	1,77	0,04	a
b2	1,58	0,04	b
b1	1,36	0,04	c

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la variable rendimiento de ocho variedades de soya convencional implementadas en la Estación Experimental de Sapecho (EES), como se muestra en el (Cuadro 23), se puede considerar que se forman 3 agrupaciones, de los cuales la mejor densidad de siembra es 60 x 5 cm (b3) es la que mejor resultados dio con un rendimiento máximo de 1,77 t/ha, esto seguido de las densidades 50 x 8 cm (b2) con un máximo de 1,58 t/ha; en cambio la menos eficiente es la densidad 40 x 10 cm (b1) llegando solo a 1,36 t/ha.



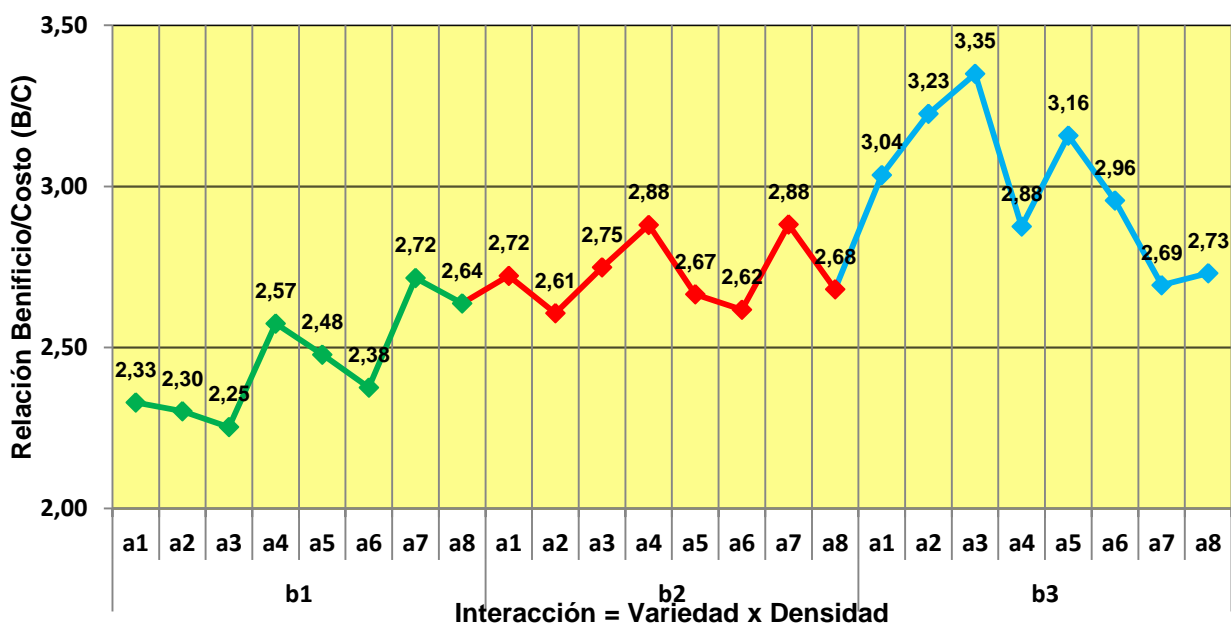
**Figura 16.** Comportamiento de tres densidades con respecto al rendimiento de la soya

En el caso del departamento de Santa Cruz, en el último verano 2013-2014 se sembraron 947.000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 2,21 t/ha y una producción de 2.082.400 t (Llanos, 2014). De acuerdo a Masuda (2009), señala, que en la gestión 2005-2007, América del Norte y el Caribe tiene una media de productividad de 2,70 t/ha y América del Sur tiene una media de 2,52 t/ha.

## 6.10 Análisis Económico

Realizado el análisis económico, se encontró la relación B/C de las 24 interacciones de variedades soya y densidades de siembra, donde se encuentra un rango de ganancia neta, con todo lo invertido; de 2,25 a 3,35 Bs con una diferencia media de 2,80 Bs.

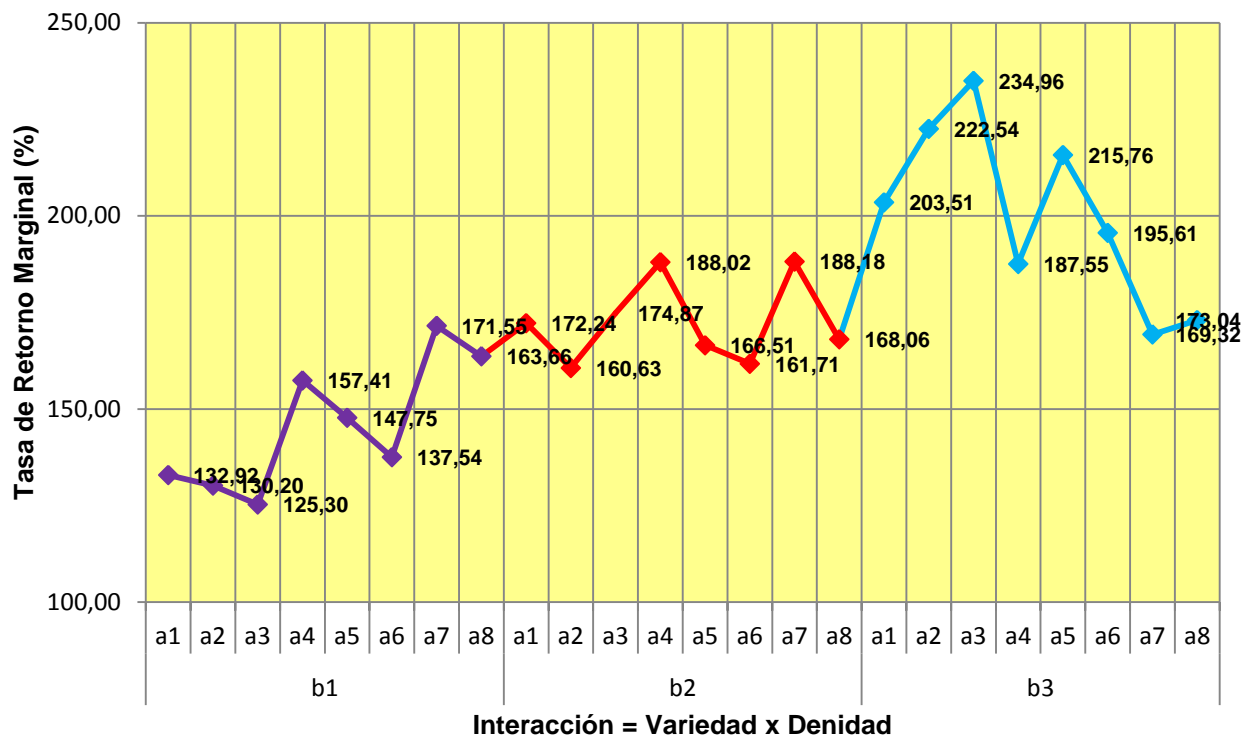
Como se observa en la figura posterior con la interacción que más se ve ganancias es la a3b3, que es la variedad Sambaiba con una densidad de 60 x 5 cm, donde existe una entrada aceptable de 3,35 Bs por cada unidad monetaria invertida.



**Figura 17.** Relación B/C en las ocho variedades y densidades estudiadas

Unterladstaetter (2005), menciona que la soya se caracteriza por ser un cultivo mecanizado en todas sus operaciones, esto implica un sistema de siembra en líneas o surcos. De esta manera, la población de la planta en el campo está distribuida de acuerdo a la densidad de semillas en el surco y al espaciamento entre surcos.

Los precios de la soya en el mercado nacional, en el verano 2013-2014 el precio promedio fue de 380 USD/t (Llanos, 2014). De acuerdo a Linares, (2006) señala que la rentabilidad de cualquier actividad productiva agrícola es afectada principalmente por: el precio de venta del producto, el rendimiento, o cantidad producida por el área y por el costo de producción.



**Figura 18.** Tasa de Retorno Marginal en las ocho variedades y densidades estudiadas

Se encontró una tasa de retorno marginal mayor en la interacción de la variedad Sambaiba (a3) y la densidad 60 x 5 cm (b3), donde se halla un rango de retorno, con todo lo invertido del 234, 96 % como se muestra en la (Figura 18).

Investigaciones efectuadas por Hoyos (2009), señala que las principales variables que afectan la rentabilidad de la soya son el precio del producto, los rendimientos y los costos de producción. Los rendimientos del cultivo dependen de factores climáticos, biológicos, de la experiencia del productor, del patrón tecnológico utilizado y de la capacidad gerencial de los agricultores y/o empresarios sojeros.

El mismo autor menciona en ese sentido si bien en el presente trabajo se analizan el costo de producción en función a los promedios departamentales, en práctica existen agricultores que están hasta un 60% arriba y otros debajo de estos rendimientos promedio. Aquellos que superan las 3 t/ha, pueden cubrir perfectamente sus costos totales, aun si el precio dela soya volviera a al faja de los USD 150 a USD 200/t, vigentes antes de la subida internacional de precios.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En relación al porcentaje de germinación las ocho variedades ensayadas en la zona son categorizadas como de una excelente calidad, todas llegando a más de un 90%.
- Se observó que la mejor variedad ensayada para conseguir mayores alturas de planta en la zona, la mejor altura encontrada cedió en la variedad Sambaiba (a3) 97,7 cm, seguida de las variedades Cardenal y Caico, con lo que se concluye que estas mismas son las que mejor se adaptaron en la zona, donde el factor genético es más influyente.
- La altura de inserción de la primera vaina es influenciada para obtener una mayor o menor cifra solo por el factor genético de la variedad utilizada, donde en la zona estudiada la que se mejor se adaptó fue la variedad Cardenal (a5) con 25, 73 cm la que presentó el valor más alto.
- En cuanto al número de vainas por planta, la variedad mejor adaptada es la Uirapurú (a8) con 72 vainas o frutos, seguido de Caico (a4) y Sambaiba (a3).
- En relación al número de granos por planta, se manifestó en la variedad Uirapurú (a8) con 168 semillas por planta, también se encontró que la variedad Caico (a4) que alcanzó 165 semillas de soya en la zona. En cambio la menos eficiente es la variedad Conquista (a6) llegando solo a 109 granos por planta.
- Lo ideal sería tener días a la floración y maduración menores, para una cosecha más temprano. Para la variable de respuesta de días a la floración, se encontró que la mejor adaptada al lugar, es la variedad Conquista (a6) con un menor tiempo de 44 días. En todo lo contrario se encuentran la variedad Sambaiba (a3) y Caico (a4), tardando 50 días en llegar a la floración en la zona estudiada.

- Con respecto a días a la maduración, la variedad Conquista (a6) es la mejor con 110 días, esto seguido por la variedad Centauro (a2) con 115 días y la que más tardó es la variedad Sambaiba (a3), llegando a 125 días.
- Para el caso de peso de 100 granos de soya, se encontró para obtener mayores dígitos solo en dos variedades que obtuvieron la mayor significancia fueron Conquista (a6) con 22,08 g y Cardenal (a5) llegando a 21,58 g.
- Se encontró que para obtener mayores rendimientos de soya, en la zona representativa de estudio, el factor densidad es el que significativamente influye. La que obtuvo mejores resultados es la densidad b3 (60 x 5) cm, llegando a una máxima de 1,77 t/ha; con este podemos concluir que a menor densidad, mayor rendimiento.
- Cabe destacar que en los resultados de rendimientos, un menor espaciamiento entre plantas generó una mayor competencia, obteniendo efectos más óptimos.
- Realizado el análisis económico respectivo del proceso de producción de soya en la zona de estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:
- Para obtener un mayor B/C el mejor tratamiento es a3b3, es decir la variedad Sambaiba con una densidad de (60 x 5) cm, la que dio un resultado de 3,35 Bs; seguidas de las variedades Centauro (a2), Cardenal (a5) y Sayubú (a1) con 3,23 Bs, 3,16 Bs y 3,04 Bs respectivamente, todas con una densidad b3.
- La mayor tasa de retorno marginal es del 234,96 % en el tratamiento a3b3.
- Se encontró una rentabilidad aceptable, lo que nos indicó luego de un análisis que para conseguir mayores ganancias es necesario tener una mayor superficie cultivada conjuntamente con el uso de maquinaria adecuada.
- Es adecuado para una producción de semilla de soya de alta calidad la variedad Cardenal (a5), ya que es la que presenta mejores parámetros para obtener semilla en la zona.



- Para obtener un mayor número de granos es favorable la variedad Uirapurú (a8) con 168 granos por planta de soya, esto específicamente para una producción de mayor calidad de semilla, siendo esta directamente proporcional al número de vainas.
- Si en la zona se implementa maquinaria adecuada para cosecha de soya, la variedad más adecuada es la Cardenal (a5), ya que tiene la mayor altura de inserción de la primera vaina.

## 7.2 Recomendaciones

En base al estudio realizado en ocho variedades de soya en predios de la Estación Experimental de Sapecho (EES), que es una zona representativa de la región de Alto Beni, se da las siguientes recomendaciones:

- Realizar un estudio de suelos en base al cultivo de soya, ya que este nos proporcionará mayores datos sobre la fertilidad actual y la cantidad de nutrientes que el cultivo puede proporcionar o en el peor caso esquilmar.
- Efectuar un estudio específico de plagas y enfermedades en la zona, puesto que este cultivo tiene gran potencial.
- Investigar a fondo la interacción del cultivo de la soya con los sistemas agroforestales que presentan gran variedad en la zona, con muchas diferentes especies forestales.
- Puesto que el estudio presente realizado se dirigió sobre todo a investigar la incorporación de 8 nuevas variedades, se da a conocer que se presentaron las siguientes plagas principales: Falso medidor (*Pseudoplusia includens*), Vaquita (*Diabrotica speciosa*), Escarabajo de las hojas (*Ceratoma sp*) y Picudito (*Promecops claviger*); y la enfermedad que más se mostró fue la macha púrpura (*Cercospora kikuchii*).
- Hacer un seguimiento de las condiciones meteorológicas y climáticas de la zona, que serían de gran utilidad para lograr una agricultura más precisa.

- Realizar un estudio sobre organoléptica de la semilla de la soya producida en la zona.
- Efectuar investigaciones sobre el ciclo provechoso mínimo que existe en la zona sobre la producción – transformación - comercialización de la soya.
- Realizar investigaciones sobre la fluctuación en la humedad de semillas de soya y su calidad después de alcanzar la madurez fisiológica.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

**ABELA G. J. 2010.** La inoculación de la soya. ¿Qué valor le da?. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 190p.

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

**ARTEAGA G. Y. 2003.** Diseños Experimentales, Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 28p.

**CHOQUE C. V. 2013.** El Cultivo del Frejol en Bolivia 1ª edición en español, editorial Eco-Diversa, Santa Cruz de la Sierra -- Bolivia. 16-96p.

**CIAT y ANAPO, 1998.** Centro de Investigación Agrícola Tropical y Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, Soya Guía de Recomendaciones Técnicas. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 27-64-75p.

**CIAT y ANAPO, 1994.** Centro de Investigación Agrícola Tropical y Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo. Recomendaciones Técnicas para el cultivo de soya. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 9-16-19-23p.

**CONDORI M. 2008.** Variedades, desarrollo y exigencias climáticas. Recomendaciones técnicas para el cultivo de soya, Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, (ANAPO). Santa Cruz de la Sierra. Bolivia 8-9-39-40p.

**CUEVA S. A. 2005.** Diccionario de términos agrícolas edición 2005, editorial A. F. A. Editores Importadores S. A. Lima –Perú 699p.

**DGPA, 1973.** Dirección General de la Producción Agraria, la Soja 2.a edición, Ministerio de Agricultura Madrid. 7-35-36p.

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

**ET** (Editorial trillas), 1982. Manual para educación agropecuaria, cultivos oleaginosos. Área: producción vegetal. Primera edición, impresión Poligráfica. México, D. F. 9-16p.

**FONT QUER P. 2000.** Diccionario de botánica Segunda edición, ediciones península, Barcelona – España. 385p.

**FUNDACRUZ** (Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz), 2011. Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

**GOITIA A. L. 2003.** Manual de prácticas de Dasonomía y silvicultura Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, La Paz – Bolivia. 82-88p.

**HOYOS F. 2009.** Costo de producción del cultivo de soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 38p.

**IBCE** (Instituto Boliviano de Comercio Exterior), BOLIVIA: Desarrollo del Sector Oleaginoso 1908 – 2010. Publicación N° 193 Junio 2011 Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. 16p.

**JUAREZ E. 2011.** Fenología del cultivo de la soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 75p.

**LLANOS R. J. 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. 20-22p.

**MATEFF M. et al. 2011.** Insectos plagas de la soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 139p.

**MEHTA R. Y. Y BAREA G. 1994.** Enfermedades de Soya y su Manejo, Santa Cruz de la Sierra. 12p.

**MENESES R. et al. 1996.** Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Revisión de información, impresión Colorgraf Cochabamba – Bolivia. 151-167p.

**MESUDA T. 2009.** Producción mundial de soya: Área plantada, productividad y proyecciones a largo plazo. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 19p.

**MONTAÑO S. A. 2014.** El valor de las semillas certificadas. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 32p.

**PADILLA A. J. 2013.** Guía de producción de semilla de Frejol. Santa Cruz, Bolivia. 14-16-24-25p.

**PDM** (Plan de Desarrollo Municipal de Palos Blancos), 2012. La Paz-Bolivia

**PEÑA S. E. 2008.** Manejo de suelos. Recomendaciones técnicas para el cultivo de soya, Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, (ANAPO). Santa Cruz de la Sierra. Bolivia 15-16-29p.

**PEÑARRIETA R. 2011.** Situación actual de la producción de soya en Santa Cruz. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 18p.

**PERRIN R. y ANDERSON J. 1988.** “La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos”. Publicado por CIMMYT. Programa de Economía. México.

**PIÉROLA L. et al. 1996.** Soya (*Glycine max* (L.) Merr.) Información general. Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Revisión de información, impresión Colorgraf Cochabamba – Bolivia. 151p.

**PORCEL M. et al. 2009.** Fundacruz: 10 años generando variedades de soya con alto potencial productivo. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 61p.

**RIVA A. R. 2011.** La soya, apotro económico de su producción. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 24p.

**ROCA J. 2009.** Insectos plagas en el cultivo de la soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 156-158p.

**RODRÍGUEZ R. M. 2000.** Morfología y Anatomía Vegetal, Tercera edición, impresión Imprenta Colorgraf. Cochabamba – Bolivia. 468-469-492p.

**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. 49-50p.

**ROMAN R. P. 2014.** Acondicionamiento de semilla. 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. 89p.

**ROMAN R. P. 2014.** Fenología de la soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 82-84-88p.

**TADASHI Y. J. et al. 2011.** Enfermedades foliares y radicales que afectan al cultivo de la soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 111-113p.

**TADASHI Y. J. et al. 2014.** Enfermedades en el cultivo de soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 138p.

**TEJERINA N. 2009.** Enfermedades de raíz en el cultivo de soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia 131-130p.

**TERRAZAS D. 2008.** Insectos-plagas. Recomendaciones técnicas para el cultivo de soya, Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, (ANAPO). Santa Cruz de la Sierra. Bolivia 106-109p.

**UNODC, 2010.** Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Estudio de balance hídrico y amenazas de desastres naturales en los Yungas de La Paz. Proyecto “Sistema de manejo del uso de suelos y monitoreo en los Yungas de La Paz y trópico de Cochabamba” BOL/F57, La Paz-Bolivia. 33-35p.

**UNTERLADSTAETTER R. K. 2005.** Cultivos para los llanos cálidos de Bolivia 1ª edición, editorial Lewy libro, Santa Cruz de la Sierra -- Bolivia. 247-249-253p.

**VARGAS M. R. 2012.** Maestría en producción vegetal, modulo: protección vegetal. Tesis de Maestría La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 4p.

**VARGAS R. J. 2014.** Artrópodos plagas en soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 168p.

**WAAIJENBERG H. et al. 1996.** Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Revisión de información, impresión Colorgraf Cochabamba – Bolivia. 151p.

**YUCRA V. et al. 2011.** Insectos plagas de la soya. Fundación de Desarrollo Agrícola de Santa Cruz (FUNDACRUZ). Manual de Difusión Técnica de Soya. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 131p.

### **DOCUMENTOS ELECTRONICOS**

**CALVO A. D. 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) Visitado el 26 de mayo de 2015.

**CIMMYT** (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) 1988. Programa de economía. Un manual metodológico de evaluación económica. La formulación de

recomendaciones a partir de datos agronómicos. Disponible en:  
[repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf](http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf) Visitado el 15 de julio de 2015.

**BLUM A. et. al., 2008.** Soja transgénica y sus impactos en Uruguay. La nueva Colonización, Editora: María Isabel Cárcamo. Visitado el 26 de mayo de 2015. Disponible en: [webs.chasque.net/~rapaluy1/Soja.pdf](http://webs.chasque.net/~rapaluy1/Soja.pdf).

**FINAGRO** (Fundación para el financiamiento del Sector Agropecuario) 2010. El cultivo de la soya Historia e Importancia. Disponible en:  
[fenalce.org/~fenalce/arch\\_public/soya94.pdf](http://fenalce.org/~fenalce/arch_public/soya94.pdf) Visitado el 18 de marzo de 2015.

**INE** (Instituto Nacional de Estadística) 2015. Disponible en:  
[www.ine.gob.bo/pdf/AtlasMunicipal/021104.pd](http://www.ine.gob.bo/pdf/AtlasMunicipal/021104.pd) Visitado el 23 de Junio de 2015.

**LINARES R. R. 2006.** Evaluación de la adaptabilidad y potencial de rendimiento de 6 cultivares de soya (*Glycine max L.*), para producción de semillas, en época de invierno (agosto a diciembre) en tres localidades del departamento de Chiquimula. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Oriente Agronomía. Disponible en: [cunori.edu.gt/.../TESIS\\_EVALUACION\\_DE\\_LA\\_ADAPTABILIDAD\\_Ypdf](http://cunori.edu.gt/.../TESIS_EVALUACION_DE_LA_ADAPTABILIDAD_Ypdf) Recuperado en 26 de mayo de 2015.

**RIDNER E. et al. 2006.** Soja, propiedades y su impacto en la salud. 1ª Ed. Buenos Aires–Argentina. Revisado en: [www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf](http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf) Visitado el 26 de mayo de 2015.

**ROSAS J. C. et al., 1991.** Cultivo de la soya. Disponible en:  
[bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2416/3/01.pdf](http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2416/3/01.pdf) Visitado el 14 de mayo de 2015.

**VALLADARES C. A. 2010.** Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano. Departamento de producción vegetal asignatura cultivos de grano Sección 10:01. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA) Universidad Nacional



Autónoma de Honduras. Disponible en:

<https://curlacavunah.files.wordpress.com/.../unidad-ii-taxonomia-botanic.pdf>. Visitado el 26 de mayo de 2015.

**YOUNG R. et al., 1991.** Cultivo de la soya. Disponible en:

[bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2416/3/01.pdf](http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2416/3/01.pdf) Visitado el 8 de mayo de 2015.

**ZAPATA Q. F. Y MEJÍA M. N. 2011.** Trabajo de diploma. Evaluación del rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max. (L) Merr*), bajo la fertilización orgánica, sintética y combinada, en la Finca el Plantel (Masaya) postrera 2009. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. Agosto, 2011. Disponible en: [cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01z35.pdf](http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01z35.pdf) Visitado el 26 de mayo de 2015.

# ANEXOS



**Anexo 1.** Flujo económico de las ocho variedades de soya convencional estudiadas con respecto a la densidad b1

<b>b1 (0,4 x 0,1) m</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (Bs)</b>	<b>Cantidad (Bs)</b>	<b>Costo Parcial (Bs)</b>
<b>EGRESOS</b>				<b>1458,00</b>
<b>1. Insumos</b>				688,00
Semilla	kg	10,00	<b>39,00</b>	390,00
Bioinsecticida	l	0,50	556,00	278,00
Inoculante para soya	bolsa	20,00	1,00	20,00
<b>2. Mano de obra</b>				770,00
Siembra	jornal	70,00	3,00	210,00
Desmalezado	jornal	70,00	2,00	140,00
Cosecha	jornal	70,00	3,00	210,00
Trillado	jornal	70,00	2,00	140,00
Venteadado	jornal	70,00	1,00	70,00
<b>INGRESOS</b>				
Producción Sayubú (a1)	t/ha	2644,80	<b>1,28</b>	3395,92
Producción Centauro (a2)	t/ha	2644,80	<b>1,27</b>	3356,25
Producción Sambaiba (a3)	t/ha	2644,80	<b>1,24</b>	3284,84
Producción Caico (a4)	t/ha	2644,80	<b>1,42</b>	3752,97
Producción Cardenal (a5)	t/ha	2644,80	<b>1,37</b>	3612,27
Producción Conquista (a6)	t/ha	2644,80	<b>1,31</b>	3463,37
Producción Serere (a7)	t/ha	2644,80	<b>1,50</b>	3959,27
Producción Uirapurú (a8)	t/ha	2644,80	<b>1,45</b>	3844,22
<b>SALDO FINAL (a1)</b>				1937,92
<b>SALDO FINAL (a2)</b>				1898,25
<b>SALDO FINAL (a3)</b>				1826,84
<b>SALDO FINAL (a4)</b>				2294,97
<b>SALDO FINAL (a5)</b>				2154,27
<b>SALDO FINAL (a6)</b>				2005,37
<b>SALDO FINAL (a7)</b>				2501,27
<b>SALDO FINAL (a8)</b>				2386,22
<b>B/C (a1b1)</b>				2,33
<b>B/C (a2b1)</b>				2,30
<b>B/C (a3b1)</b>				2,25
<b>B/C (a4b1)</b>				2,57
<b>B/C (a5b1)</b>				2,48
<b>B/C (a6b1)</b>				2,38
<b>B/C (a7b1)</b>				2,72
<b>B/C (a8b1)</b>				2,64

**Anexo 2.** Flujo económico de las ocho variedades de soya convencional estudiadas con respecto a la densidad b2

<b>b2 (0,5 x 0,08) m</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (Bs)</b>	<b>Cantidad (Bs)</b>	<b>Costo Parcial (Bs)</b>
<b>EGRESOS</b>				<b>1538,00</b>
<b>1. Insumos</b>				768,00
Semilla	kg	10,00	<b>47,00</b>	470,00
bioinsecticida	l	0,50	556,00	278,00
Inoculante para soya	bolsa	20,00	1,00	20,00
<b>2. Mano de obra</b>				770,00
Siembra	jornal	70,00	3,00	210,00
Desmalezado	jornal	70,00	2,00	140,00
Cosecha	jornal	70,00	3,00	210,00
Trillado	jornal	70,00	2,00	140,00
Venteador	jornal	70,00	1,00	70,00
<b>INGRESOS</b>				
Producción Sayubú (a1)	t/ha	2644,80	<b>1,58</b>	4186,98
Producción Centauro (a2)	t/ha	2644,80	<b>1,52</b>	4008,46
Producción Sambaiba (a3)	t/ha	2644,80	<b>1,60</b>	4227,45
Producción Caico (a4)	t/ha	2644,80	<b>1,67</b>	4429,78
Producción Cardenal (a5)	t/ha	2644,80	<b>1,55</b>	4098,91
Producción Conquista (a6)	t/ha	2644,80	<b>1,52</b>	4025,12
Producción Serere (a7)	t/ha	2644,80	<b>1,68</b>	4432,16
Producción Uirapurú (a8)	t/ha	2644,80	<b>1,56</b>	4122,71
<b>SALDO FINAL (a1)</b>				2648,98
<b>SALDO FINAL (a2)</b>				2470,46
<b>SALDO FINAL (a3)</b>				2689,45
<b>SALDO FINAL (a4)</b>				2891,78
<b>SALDO FINAL (a5)</b>				2560,91
<b>SALDO FINAL (a6)</b>				2487,12
<b>SALDO FINAL (a7)</b>				2894,16
<b>SALDO FINAL (a8)</b>				2584,71
<b>B/C (a1b2)</b>				2,72
<b>B/C (a2b2)</b>				2,61
<b>B/C (a3b2)</b>				2,75
<b>B/C (a4b2)</b>				2,88
<b>B/C (a5b2)</b>				2,67
<b>B/C (a6b2)</b>				2,62
<b>B/C (a7b2)</b>				2,88
<b>B/C (a8b2)</b>				2,68

**Anexo 3.** Flujo económico de las ocho variedades de soya convencional estudiadas con respecto a la densidad b3

<b>b3 (0,6 x 0,05) m</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Unitario (Bs)</b>	<b>Cantidad (Bs)</b>	<b>Costo Parcial (Bs)</b>
<b>EGRESOS</b>				<b>1558,00</b>
<b>1. Insumos</b>				788,00
Semilla	kg	10,00	<b>49,00</b>	490,00
bioinsecticida	l	0,50	556,00	278,00
Inoculante para soya	bolsa	20,00	1,00	20,00
<b>2. Mano de obra</b>				770,00
Siembra	jornal	70,00	3,00	210,00
Desmalezado	jornal	70,00	2,00	140,00
Cosecha	jornal	70,00	3,00	210,00
Trillado	jornal	70,00	2,00	140,00
Venteadado	jornal	70,00	1,00	70,00
<b>INGRESOS</b>				
Producción Sayubú (a1)	t/ha	2644,80	<b>1,79</b>	4728,64
Producción Centauro (a2)	t/ha	2644,80	<b>1,90</b>	5025,12
Producción Sambaiba(a3)	t/ha	2644,80	<b>1,97</b>	5218,72
Producción Caico (a4)	t/ha	2644,80	<b>1,69</b>	4480,03
Producción Cardenal (a5)	t/ha	2644,80	<b>1,86</b>	4919,59
Producción Conquista(a6)	t/ha	2644,80	<b>1,74</b>	4605,65
Producción Serere (a7)	t/ha	2644,80	<b>1,59</b>	4195,98
Producción Uirapurú (a8)	t/ha	2644,80	<b>1,61</b>	4253,90
<b>SALDO FINAL (a1)</b>				3170,64
<b>SALDO FINAL (a2)</b>				3467,12
<b>SALDO FINAL (a3)</b>				3660,72
<b>SALDO FINAL (a4)</b>				2922,03
<b>SALDO FINAL (a5)</b>				3361,59
<b>SALDO FINAL (a6)</b>				3047,65
<b>SALDO FINAL (a7)</b>				2637,98
<b>SALDO FINAL (a8)</b>				2695,90
<b>B/C (a1b3)</b>				3,04
<b>B/C (a2b3)</b>				3,23
<b>B/C (a3b3)</b>				3,35
<b>B/C (a4b3)</b>				2,88
<b>B/C (a5b3)</b>				3,16
<b>B/C (a6b3)</b>				2,96
<b>B/C (a7b3)</b>				2,69
<b>B/C (a8b3)</b>				2,73

**Anexo 4.** Tasa de Retorno Marginal de la producción de soya en Sapecho

Tratamientos		Costo Total (CT)	Ingreso Bruto (IB)	Ingreso Neto (IN)	Tasa de Retorno Marginal (TRM) (%)
<b>b1</b>	a1	1458	3395,92	1937,9232	132,92
	a2	1458	3356,25	1898,2512	130,20
	a3	1458	3284,84	1826,8416	125,30
	a4	1458	3752,97	2294,9712	157,41
	a5	1458	3612,27	2154,26784	147,75
	a6	1458	3463,37	2005,3656	137,54
	a7	1458	3959,27	2501,2656	171,55
	a8	1458	3844,22	2386,2168	163,66
<b>b2</b>	a1	1538	4186,98	2648,98288	172,24
	a2	1538	4008,46	2470,45888	160,63
	a3	1538	4227,45	2689,44832	174,87
	a4	1538	4429,78	2891,77552	188,02
	a5	1538	4098,91	2560,91104	166,51
	a6	1538	4025,12	2487,12112	161,71
	a7	1538	4432,16	2894,15584	188,18
	a8	1538	4122,71	2584,71424	168,06
<b>b3</b>	a1	1558	4728,64	3170,63792	203,51
	a2	1558	5025,12	3467,12	222,54
	a3	1558	5218,72	3660,71936	234,96
	a4	1558	4480,03	2922,02672	187,55
	a5	1558	4919,59	3361,59248	215,76
	a6	1558	4605,65	3047,65472	195,61
	a7	1558	4195,98	2637,9752	169,32
	a8	1558	4253,90	2695,89632	173,04

**Anexo 5.** Características de las 8 variedades probadas en la Estación Experimental Sapecho

Variedades	VARIABLES DE RESPUESTA									
	Germinación (%)	Densidad *	Altura de la planta (cm)	Inserción de la primera vaina (cm)	Número de vainas por planta	Número de granos por planta	Días a la floración	Días a la maduración	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento (t/ha)
<b>Sayubú</b>	96,00	b1	78,80	16,55	64	124	48	121	18,00	1,28
		b2	75,18	15,43	51	115	47	121	19,00	1,58
		b3	84,30	18,88	49	107	48	121	18,50	1,79
<b>Centauro</b>	99,00	b1	79,36	17,95	56	127	48	115	17,75	1,27
		b2	83,65	19,58	57	124	49	115	17,50	1,52
		b3	89,53	22,13	54	121	48	115	17,00	1,90
<b>Sambaiba</b>	94,70	b1	93,63	19,38	68	148	49	125	16,50	1,24
		b2	95,85	18,25	72	145	49	125	15,75	1,60
		b3	103,63	21,28	54	117	50	125	17,00	1,97
<b>Caico</b>	95,33	b1	86,83	22,50	67	153	49	121	13,50	1,42
		b2	84,73	21,27	83	196	50	121	13,75	1,67
		b3	94,97	22,76	64	146	49	122	14,00	1,69
<b>Cardenal</b>	95,33	b1	87,93	27,13	36	113	49	118	21,50	1,37
		b2	86,03	25,85	25	63	49	118	22,00	1,55
		b3	96,73	24,20	57	159	49	118	21,25	1,86
<b>Conquista</b>	94,70	b1	75,23	20,55	51	119	44	110	21,75	1,31
		b2	80,00	21,58	46	106	44	109	22,25	1,52
		b3	86,08	22,63	46	101	44	110	22,25	1,74
<b>Serere</b>	98,00	b1	75,51	20,18	49	119	49	117	16,00	1,50
		b2	73,35	20,03	62	153	48	117	16,00	1,68
		b3	82,15	21,65	53	126	49	1167	16,00	1,59
<b>Uipapurú</b>	96,00	b1	84,28	20,48	77	187	49	122	14,75	1,45
		b2	83,38	17,90	76	173	48	120	15,00	1,56
		b3	90,90	17,88	64	144	48	123	15,00	1,61

\* b1: 40x10 (cm)

\* b2: 50x8 (cm)

\* b3: 60x5 (cm)

**Anexo 6. Cuadro Resumen de Resultados**

F. V.	Variable de respuesta	Significancia	Mejor tratamiento	B/C	TRM (%)	Observaciones
V	Altura de la planta	**	a3 (Sambaiba)	3,35	234,96	- Forraje - Ensilaje - Compost - Abono verde
D		**	b3 (60 x 5) cm			
V x D		NS				
V	Inserción de la primera vaina	**	a5 (Cardenal)	3,16	215,76	Rango de variación de 16,95 a 25,73 cm
D		NS				
V x D		NS				
V	Número de vainas por planta	**	a8 (Uirapurú)	2,88	188,02	Es directamente proporcional al número de granos por planta
D		NS				
V x D		**	a4 x b2			
V	Número de granos por planta	**	a8 (Uirapurú)	2,88	188,02	Es directamente proporcional al número de vainas por planta
D		NS				
V x D		**	a4 x b2			
V	Días a la floración	**	a6 (Conquista)	2,96	195,61	Rango de variación de 44 a 50 Días
D		NS				
V x D		NS				
V	Días a la maduración	**	a6 (Conquista)	2,96	195,61	Rango de variación de 110 a 125 Días
D		NS				
V x D		NS				
V	Peso de 100 granos	**	a6 (Conquista)	2,96	195,61	Granos más grandes
D		NS				
V x D		NS				
V	Rendimiento	NS		3,35	234,96	> competencia por nutrientes, luz y agua entre plantas
D		**	b3 (60 x 5) cm			
V x D		NS				

F. V.: Fuente de variación

V: Variedad

D: Densidad

V x D: Interacción

\*\* : Altamente significativo

NS: No Significativo

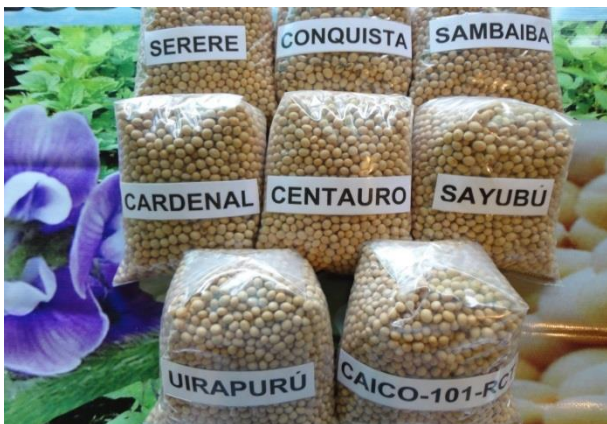
b1: 40 x 10 cm

b2: 50 x 8 cm

b3: 60 x 8 cm



**Anexo 7.** Semillas de ocho variedades de soya (*Glycine Max*) para cultivo experimental en campos de la Estación Experimental de Sapecho.



**Anexo 8.** Cultivo de estudio de soya en predios de la Estación Experimental de Sapecho, en su pleno desarrollo o fase vegetativa de las ocho variedades de soya.



**Anexo 9.** Delimitación de las parcelas grandes y parcelas pequeñas de ocho variedades de soya (*Glycine max*) implementadas en la Estación Experimental de Sapecho.





**Anexo 10.** Campos de soya (*Glycine max*) experimental en plena floración de ocho variedades de soya en predios de la Estación Experimental Sapecho - U.M.S.A.



**Anexo 11.** Monitoreo de plagas y malezas en las parcelas de ensayo, en diferentes variedades de soya en campos de la Estación Experimental de Sapecho – U.M.S.A.



**Anexo 12.** Campos de soya (*Glycine max*) en plena fructificación o fase reproductiva, del cultivo experimental en predios de la Estación Experimental de Sapecho - U.M.S.A.





**Anexo 13.** Promoción y difusión de ocho variedades de soya (*Glycine max*) del estudio en predios de la E.E.S., a través de exposiciones orales y ferias en la zona



**Anexo 14.** Cosecha en forma manual del cultivo de soya experimental de las ocho variedades en campos de la Estación Experimental de Sapecho – U.M.S.A.



**Anexo 15.** Descripción de las fases vegetativas de la soya



**VE**

Emergencia de los cotiledones sobre la superficie del suelo.



**VC**

Cotiledones expandidos con hojas unifoliadas de tal modo que los bordes de las hojas no se toquen.



**V1**

Primer nudo, hojas unifoliadas expandidas, con la primera hoja trifoliada abierta los bordes de los folíolos no se tocan.



**V2**

Segundo nudo y la segunda hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada foliolo no se toquen.



**V3**

Tercer nudo y la tercera hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada foliolo no se toquen.



**Vn+...vn**

Cuarto nudo y la cuarta hoja trifoliada abierta, hasta el último trifolio abierto en el tallo principal, antes de la floración.

Fuente: Escala adoptada por (Fehr W. R. y Caviness C. E., 1971; citado por Roman, 2014)

### Anexo 16. Descripción de las fases reproductivas del cultivo de la soya



**R1**

Inicio de floración hasta 50% de las plantas con flor.



**R2**

Plena floración: la mayoría de los racimos con flores abiertas.



**R3**

Final de floración vainas hasta de 1,5 cm.



**R4**

La mayoría de las vainas del tercio superior miden de 2 a 4 cm.



**R5.1**

Inicio de formación de granos, perceptibles al tacto, hasta 10% de llenado de granos.



**R5.2**

Mayoría de las vainas con grano de 11 a 25% de llenado.

Fuente: Escala adoptada por (Fehr W. R. y Caviness C. E., 1971; citado por Roman, 2014).





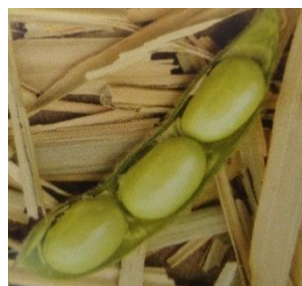
**R5.3**

La mayoría de las vainas con granos de 26 a 50% de llenado.



**R5.4**

La mayoría de las vainas con granos de 51 a 75 % de llenado.



**R5.5**

La mayoría de las vainas con granos de 76 a 100% de llenado.



**R6**

Vainas con el 100% de llenado y hojas verdes.



**R7.1**

Desde el inicio hasta 50% de amarillamiento de hojas y vainas.



**R7.2**

Entre 51 y 100% de hojas y vainas amarillas.



**R8**

Inicio de defoliación hasta pre-cosecha.



**R9**

Punto de madurez de cosecha.



Fuente: Escala adoptada por (Fehr W. R. y Caviness C. E., 1971; citado por Roman, 2014).

**Anexo 17.** Promedios durante el verano de características agronómicas de variedades de soya liberadas a nivel comercial en Santa Cruz-Bolivia.

Variedades	Días a		Altura (cm)		Acame	Peso de 100
	Flor	Mad.	Planta	Vaina	Planta	Granos (g)
<b>Sayubú</b>	45	110	72	14	1	16
<b>Centauro</b>	42	110	84	16	1,4	16
<b>Sambaiba</b>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
<b>Caico 101 RCT</b>	44	119	80	12	1	13,5
<b>Cardenal</b>	47	103	90	20	1	15
<b>Conquista</b>	40	108	80	16	1,2	18,7
<b>Serere</b>	46	102	87	15	1	14
<b>Uirapurú</b>	46	118	83	15	1,2	14,5

Fuente: ANAPO, 2008 y FUNDACRUZ, 2011.

S/D: Sin Dato

**Anexo 18.** Principales características morfológicas de las variedades convencionales de soya liberadas a nivel comercial en Santa Cruz-Bolivia.

variedades	Tipo de crecimiento	Color de hipocótilo	Color de flor	Color de pubescencia	Color de vaina	Color de semilla	Forma de semilla	Color de hilio
<b>Sayubú</b>	Determinado	Púrpura	Púrpura	Café	Café	Amarilla	Oval	Café
<b>Centauro</b>	Determinado	Verde	Blanca	Ceniza	Café claro	Amarilla	Oval	Café claro
<b>Sambaiba</b>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
<b>Caico 101 RCT</b>	Determinado	Verde	Blanca	Ceniza	Café Claro	Amarilla	Esférica	Marrón claro
<b>Cardenal</b>	Determinado	Verde	Blanca	Café	Café	Amarilla	Esférica	Negro
<b>Conquista</b>	Determinado	Púrpura	Púrpura	Café	Café	Amarilla	Oval	Negro
<b>Serere</b>	Determinado	Púrpura	Púrpura	Ceniza	Amarilla	Amarilla	Esférica	Marrón claro
<b>Uirapurú</b>	Determinado	Púrpura	Púrpura	Ceniza	Café claro	Amarilla	Oval	Café claro

Fuente: ANAPO, 2008 y FUNDACRUZ, 2011.

S/D: Sin Dato

