



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO

CARRERA: INGIENERIA AGROPECUARIA

**TÍTULO:**

Evaluación de Poblaciones de Plantas en Líneas Promisorias de  
Soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en la Zona de Taura, Provincia del  
Guayas

**AUTOR:**

Gutiérrez Villacres Jaime Joel

**Trabajo de Titulación Previa a la Obtención del Título de  
Ingeniero Agropecuario Con Mención en Gestión Empresarial**

**TUTOR:**

Ing. Agr. Guamán Jiménez Ricardo, M.sc

**Guayaquil, Ecuador**

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**  
**CARRERA: Ingeniería Agropecuaria**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Jaime Joel Gutiérrez Villacres Jaime Joel** como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario con mención en Gestión Empresarial**

**TUTOR**

---

Ing. Agr. Ricardo Guamán Jiménez, M.sc

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Agr. John Franco Rodríguez, M.sc

**Guayaquil, a los 16 días del mes de marzo del año 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**

**DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**

**CARRERA: Ingeniería Agropecuaria**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Jaime Joel Gutiérrez Villacres**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación Evaluación de Poblaciones de Plantas en Líneas Promisorias de Soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en la Zona de Taura, Provincia del Guayas, previa a la obtención del Título **de Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**EL AUTOR**

---

**Jaime Joel Gutiérrez Villacres**

**Guayaquil, a los 16 días del mes de marzo del año 2015**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

CARRERA: Ingeniería Agropecuaria

### AUTORIZACIÓN

Yo, **Jaime Joel Gutiérrez Villacres**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: Evaluación de Poblaciones de Plantas en Líneas Promisorias de Soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en la Zona de Taura, Provincia del Guayas, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**EL AUTOR:**

---

**Jaime Joel Gutiérrez Villacres**

**Guayaquil, a los 16 días del mes de marzo del año 2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron con su ayuda para la realización de este trabajo de titulación.

A Dios por todas sus bendiciones, por darme la vida y la oportunidad de estudiar.

A mi familia en especial a mi madre por su ayuda, paciencia y motivación.

A INIAP y de manera especial al Ing. Ricardo Guamán Jiménez por sus enseñanzas, observaciones y recomendaciones durante el desarrollo de este trabajo.

**Jaime Joel Gutiérrez Villacres**

## **DEDICATORIA**

A Dios porque sin el nada es posible por darme la fortaleza, la sabiduría para superar todos los obstáculos que se presentaron en este largo camino y poner las personas idóneas

A mi madre por su incondicional apoyo, consejos y motivación en todos los momentos de mi vida

A mi hijo Santi y mi hijo que viene en camino quienes me motivan a luchar y a superar los obstáculos que se me presenten

Al ingeniero Ricardo Guamán Jiménez por su tiempo, paciencia y por brindar sus conocimientos y experiencia que me guiaron para la culminación de esta meta.

**Jaime Joel Gutiérrez Villacres**

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>I</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>VI</b>
<b>VII. RESUMEN</b>	<b>VII</b>
<b>VIII. SUMMARY</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Densidad de siembra</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Investigaciones realizadas en el exterior</b>	<b>4</b>
<b>2.3. Poblaciones de plantas y rendimiento</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Investigaciones realizadas a nivel nacional</b>	<b>7</b>
<b>2.5. Poblaciones de plantas y factores ambientales</b>	<b>9</b>
<b>3. MARCO OPERACIONAL</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Ubicación</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Características Climáticas</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Características pedológicas</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Clasificación ecológica</b>	<b>12</b>
<b>3.5. Materiales</b>	<b>13</b>
<b>3.6. Factores en estudio</b>	<b>13</b>
<b>3.7. Tratamientos en estudios</b>	<b>13</b>

<b>3.8. Combinación de tratamientos</b>	<b>14</b>
<b>3.9. Diseño experimental</b>	<b>14</b>
<b>3.10. Características del lote experimental</b>	<b>15</b>
<b>3.11. Modelo matemático</b>	<b>16</b>
<b>3.12. Analisis de varianza</b>	<b>16</b>
<b>3.13. Análisis funcional</b>	<b>17</b>
<b>3.14. Análisis de correlaciones</b>	<b>17</b>
<b>3.15. Manejo agronómico del ensayo</b>	<b>17</b>
<b>3.15.1. Control de malezas</b>	<b>17</b>
<b>3.15.2. Riego</b>	<b>17</b>
<b>3.15.3. Fertilización</b>	<b>17</b>
<b>3.15.4. Cosecha</b>	<b>17</b>
<b>3.16. Variables evaluadas</b>	<b>17</b>
<b>3.16.1. Días a floración</b>	<b>18</b>
<b>3.16.2. Días a maduración</b>	<b>18</b>
<b>3.16.3. Días a cosecha</b>	<b>18</b>
<b>3.16.4. Altura de planta</b>	<b>18</b>
<b>3.16.5. Altura de carga</b>	<b>18</b>
<b>3.16.6. Ramas por planta</b>	<b>18</b>
<b>3.16.7. Vainas por planta</b>	<b>18</b>
<b>3.16.8. Semillas por planta</b>	<b>18</b>
<b>3.16.9. Semillas por vainas</b>	<b>18</b>
<b>3.16.10. Peso de 100 semillas</b>	<b>19</b>
<b>3.16.11. Rendimiento</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Días a floracion</b>	<b>20</b>

<b>4.2. Días a maduración</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Días a cosecha</b>	<b>21</b>
<b>4.4. Altura de planta</b>	<b>22</b>
<b>4.5. Altura de carga</b>	<b>23</b>
<b>4.6. Vainas por planta</b>	<b>24</b>
<b>4.7. Semillas por planta</b>	<b>25</b>
<b>4.8. Peso de 100 semillas</b>	<b>26</b>
<b>4.9. Ramas por planta</b>	<b>27</b>
<b>4.10. Rendimiento</b>	<b>28</b>
<b>4.11. Correlaciones</b>	<b>29</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>34</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1.</b> Promedios de días a floración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	20
<b>Tabla 2.</b> Promedios de días a maduración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	21
<b>Tabla 3.</b> Promedios de días a cosecha determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	22
<b>Tabla 4.</b> Promedios de altura de planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	23
<b>Tabla 5.</b> Promedios de altura de carga determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	24
<b>Tabla 6.</b> Promedios de ramas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	25
<b>Tabla 7.</b> Promedios de vainas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	26
<b>Tabla 8.</b> Promedios de semillas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	27
<b>Tabla 9.</b> Promedios de peso de 100 semillas determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	28
<b>Tabla 11.</b> Promedios del rendimiento determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PÁGINA
<b>Tabla 1 A.</b> Valores de días a floración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG. 2015	36
<b>Tabla 2 A.</b> Análisis de Varianza en días a floración	36
<b>Tabla 3 A.</b> Valores de días a maduración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG.2015	37
<b>Tabla 4 A.</b> Análisis de varianza en días a maduración	37
<b>Tabla 5 A.</b> Valores de días a cosecha determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015	38
<b>Tabla 6 A.</b> Análisis de varianza en días a cosecha	38
<b>Tabla 7 A.</b> Valores de altura de planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015	39
<b>Tabla 8 A.</b> Análisis de varianza en altura de planta	39
<b>Tabla 9 A.</b> Valores de altura de carga determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015	40
<b>Tabla 10 A.</b> Análisis de varianza en altura de carga	40
<b>Tabla 11 A.</b> Valores de vainas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG. 2015	41
<b>Tabla 12 A.</b> Análisis de varianza en vainas por planta	41

<b>Tabla 13 A.</b> Valores de semillas por vainas determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG. 2015	42
<b>Tabla 14 A.</b> Análisis de varianza en semillas por vainas	42
<b>Tabla 15 A.</b> Valores de semillas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG. 2015	43
<b>Tabla 16 A.</b> Análisis de varianza en semillas por planta	43
<b>Tabla 17 A.</b> Valores de peso de 100 semillas determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG. 2015	44
<b>Tabla 18 A.</b> Análisis de varianza en peso de 100 semillas	44
<b>Tabla 19 A.</b> Valores de ramas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS.	
UCSG. 2015	45
<b>Tabla 20 A.</b> Análisis de varianza en ramas por planta	45
<b>Tabla 21 A.</b> Valores de rendimiento determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015	46
<b>Tabla 22 A.</b> Análisis de varianza en rendimiento	46

## RESUMEN

La investigación se realizó en la Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" perteneciente al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en el km 26 de la vía Duran-Tambo, parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas.

Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes: evaluar agronómicamente cuatro líneas promisorias de soya en la zona de Taura, provincia del Guayas y seleccionar con base al rendimiento y tipo de planta, la mejor línea, con la mejor población.

Los tratamientos estudiados fueron cuatro líneas promisorias de soya, 10485, 10780, S – 1013 y 10013, en cuatro poblaciones de plantas: 200 000, 300 000, 400 000 y 500 000 plantas por hectárea. En el desarrollo del experimento se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), en arreglo factorial 4x4, con 16 tratamientos y tres repeticiones. Para la evaluación y comparación de medias se empleó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Los datos evaluados fueron: días a floración, días a maduración, días a cosecha, altura de planta, altura de carga, ramas por planta, vainas por planta, semillas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento.

Según los resultados obtenidos, se determinó que en días a floración, a maduración y a cosecha, las líneas y poblaciones de plantas estudiadas, prácticamente se comportaron en forma independiente, en altura de planta, las líneas evaluadas se comportaron en forma independiente de las poblaciones de plantas y en altura de carga los efectos son iguales estadísticamente, en vainas por plantas, el comportamiento de líneas y poblaciones, pese a que sus efectos son significativos, su comportamiento fue independiente, en semillas por plantas, la respuesta de líneas, poblaciones y la interacción correspondientes no fue significativa, en peso de 100 semillas, el comportamiento de las líneas y poblaciones fueron dependientes, en el rendimiento, independientemente de las líneas evaluadas, la mejor respuesta se observa en las poblaciones altas, al medir el grado de asociaciones entre días a floración y ramas por planta con el rendimiento se observó que esta es significativa

Negativa y correlación altamente significativa entre el peso de 100 semillas con el rendimiento.

## ABSTRACT

The research was conducted at the Experimental Station of the South Coast "Dr. Enrique Ampuero Pareja" belonging to the Autonomous National Institute of Agricultural Research (INIAP), located at km 26 of the road Duran-Tambo, Our Virgen of Fatima Parish, Canton Yaguachi Guayas province.

The objectives of this research were to: assess agronomically four soybean promising lines Taura in the province of Guayas and selected based on the type of plant performance, the best line, with the best people.

The treatments were four soybean promising lines, 10485, 10780, S - 1013 and 10013, in four plant populations: 200 000, 300 000, 400 000 and 500 000 plants per hectare. In developing the design experiment used a randomized complete block (RCBD) 4x4 factorial arrangement with 16 treatments and three replications. For the evaluation and comparison of means test was used Duncan Multiple Range at 5% probability.

The data were evaluated: days to flowering, days to maturity, days to harvest, plant height, loading height, branches per plant, pods per plant, seeds per plant, seeds per pod, 100 seed weight and performance.

According to the results, it was determined that in days to flowering to ripening and harvest, lines and plant populations studied, virtually independently behaved in plant height, the lines evaluated independently behaved populations plants and load height effects are statistically equal in pods per plant, the behavior of lines and populations, although their effects are significant, their behavior was independent, in seeds per plant, the response of lines, and populations corresponding interaction was not significant, weight of 100 seeds, the behavior of the lines and populations were dependent on performance, regardless of the lines evaluated, the best response observed in large populations, by measuring the degree of association between days to flowering branches per plant with yield was observed that this is significant negative highly significant correlation between the weight of 100 seeds with performance.

## 1. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L) Merrill.) es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial, principalmente por sus características nutricionales. Esta oleaginosa leguminosa, originaria de China, es una especie muy apreciada por su alto contenido de proteínas, aceite y otros minerales importantes para la dieta humana y para los animales.

En el mundo se produce un promedio de 202`621.534 tm de soya al año; América tiene una producción del 85.32 % a nivel mundial; Estados Unidos, Argentina y Brasil conforman el 80 % de este volumen, Ecuador ocupa la trigésima segunda posición con un promedio de 77.441 tm. <sup>1</sup>

En Ecuador se siembran alrededor de 50 000 hectáreas, de las cuales se obtiene una producción promedio que oscila entre 1.6 a 2.0 tn/ha. Los rendimientos en países como Brasil, Argentina son de 3 tn/ha. Los bajos rendimientos nacionales se deben a un inadecuado manejo del cultivo, lo que ocasiona un bajo potencial en el rendimiento y problemas con plagas y enfermedades.

Los bajos niveles de producción por unidad de superficie, están relacionados con el escaso conocimiento técnico del manejo del cultivo, lo que ocasiona un bajo potencial de rendimiento, La utilización de una alta densidad de plantas origina competencia, donde las plantas luchan por satisfacer la demanda de agua, luz y nutrientes, al contrario de una baja población origina una mayor incidencia de malezas, plagas y enfermedades. Lo que conlleva a bajos niveles d producción por unidad de superficie.

---

<sup>1</sup> Fuente: ecuadorencifras (2013) <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Soya.pdf>

En la actualidad se utilizan poblaciones de 300 000 a 350 000 plts/ha. En el presente ensayo se busca probar densidades que oscilan desde 200 000 a 500 000 plts/ha, con el fin de determinar la mejor respuesta de estos genotipos considerando el rendimiento, tipo de planta, entre otros.

Los agricultores utilizan semillas de mala calidad, que tienen poblaciones de 120 000 a 180 000 plts/ha, es una de las causas de los bajos rendimientos y es por ello que se deben realizar campañas para utilizar poblaciones adecuadas. En este ensayo se realizaron pruebas con 200 000 a 500 000 plts/ha, con el fin de determinar la población óptima mediante la evaluación del rendimiento y el estudio agronómico de las cuatro líneas promisorias de soya.

La determinación de la densidad de plantas es una práctica muy importante al momento de realizar la siembra, ya que de esto depende la capacidad del cultivo para optimizar recursos luz, agua y nutrientes.

En el presente ensayo, se evaluó el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de soya ante cuatro poblaciones de plantas con el fin de determinar la mejor respuesta, para que más adelante algunas de estas líneas puedan ser liberadas como una nueva variedad comercial. Por lo anterior los objetivos serán los siguientes

## **1.1 Objetivos**

### **General**

Evaluar cuatro poblaciones de plantas en cuatro líneas promisorias de soya a partir de la fase reproductiva en la zona de Taura, provincia del Guayas

### **Específicos**

- Estudiar agronómicamente cuatro líneas promisorias de soya a través de cuatro poblaciones de plantas, a partir de la fase reproductiva.
- Seleccionar con base al rendimiento y tipo de planta, la mejor línea, con la mejor población.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Densidad de siembra**

Para Terrón (1992), la densidad de siembra se trata de disponer la semilla en un marco determinado con el fin de que el número de plantas a la cosecha se obtenga un óptimo rendimiento tanto en cantidad como en calidad.

Nadal (2004), señala que en el cultivo de soya, la regulación del IAF (Índice de Área Foliar) y del AFP (Área Foliar por Planta) ante variaciones de la densidad de plantas responde a aumentos o disminuciones significativas en la ramificación y, por ende, en el número de nudos y de hojas por planta. En Balcarce, Valentinuz (1996) encontró para variedades indeterminadas, que el número de ramificaciones aumento hasta 6 veces y el de nudo totales hasta 4 veces, cuando la densidad se modificó desde 55 a 77 plantas por m<sup>2</sup>.

Nadal (2004), observó que los cultivares presentan un porte erecto, aunque esto no es lo más general, dependiendo de la densidad de siembra, la planta se ramifica más o menos, principalmente en la zona basal.

Schuch (2001), considera que la captación eficiente de radiación solar sobre la superficie del cultivo requiere de un área foliar adecuada y uniformemente distribuida para lograr una completa cobertura del suelo. Esta cobertura vegetal está determinada por la densidad de plantas por área y por la distribución de estas sobre la superficie del suelo.

La distribución de plantas sobre la superficie del terreno es definida por la distribución entre los surcos de siembra. La distancia ideal de plantas, es aquella donde las plantas se encuentran equidistantemente localizadas.

Vega y Andrade (2002), afirman que la elección de la densidad de las plantas y del espacio entre hileras es clave para optimizar la productividad de los sistemas agrícolas, a través de estas prácticas el productor puede asegurar la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación

del rendimiento. El espaciamiento entre hileras es una variable de manejo que puede tener en determinadas situaciones un importante efecto sobre el rendimiento del cultivo, un espaciamiento que permita una distancia más equidistante de las plantas produce un cierre más importante para el canopeo, por lo que asegura una adecuada cobertura del suelo durante los periodos críticos para la determinación del rendimiento, asimismo al distribuirse más eficientemente el área foliar (menor superposición de hojas dentro de la línea y menor cobertura del espacio entre líneas) se mejora la cantidad de radiación interceptada y por ende la producción de biomasa. La reducción de la distancia entre hileras manteniendo la densidad constante mejora el espacio por planta dentro de la línea y disminuye la competencia intraespecífica por luz, agua y nutrientes durante las primeras etapas del cultivo. Hecho que resulta en plantas de mayor tamaño, con más área foliar y más nudos, como en el caso de la soya.

Nadal (2004), dice que la reducción de la distancia entre hileras, manteniendo la densidad constante, mejora el espacio por planta dentro de la líneas y disminuye la competencia intraespecífica por luz, agua y nutrientes, durante las primeras etapas del cultivo, hecho que resulta en plantas de mayor tamaño, con más área foliar, y más nudos, como en el caso de la soya.

En ensayos de densidad realizados en Uruguay por Díaz y Duarte (2004), demuestran una gran plasticidad en el cultivo de soya y en fechas optimas de siembra no hay diferencias importantes entre cultivos de entre 250 000 y 500 000 plts/ha. De todas formas densidades superiores a las 350 000 plts/ha permitirán asegurar una mejor estructura del cultivo ante las posibles pérdidas de plantas.

## **2.2 Investigaciones realizadas en el exterior sobre densidad de siembra**

Roman (2007), realiza algunas recomendaciones para la siembra, entre ellas está el determinar la cantidad de semilla por metro lineal en función al vigor y la germinación del lote de semilla, fertilidad del suelo, época de siembra, variedad, zona. La profundidad de la siembra debe ser de 3 – 5 cm. El cálculo de la cantidad de semilla debe ser por metro lineal, considerando los siguientes datos: a= población: 300 000 plantas/hectárea, b= distancia entre surco: 0.45 m, g= germinación: 84 %; Plantas por metro lineal=  $(a/1\ 000) \times (b/10) = (300\ 000/1\ 000) \times (0.45/10) = 300 \times 0.045$ ; Plantas por metro lineal= 13.50 Semillas por metro lineal= plantas por metro lineal x 100 / % germinación; Semillas por metro lineal=  $13.50 \times 100 / 84 \%$ ; Semillas por metro lineal= 16

La Facultad de Agronomía de Rosario - Argentina, (2012), haciendo referencia a PublicArg (2012), con la asistencia de más de 90 técnicos y productores publicó en la Primera Jornada sobre Densidad de Siembra en Soja, organizada por los Diferentes especialistas. Concluyeron que una alta densidad de siembra no evita la resiembra y está lejos de ser una decisión adecuada desde el punto de vista económico. La densidad de siembra es la práctica de manejo que determina la capacidad del cultivo para captar recursos. Impacta sobre la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes, y afecta el poder alcanzar coberturas uniformes desde etapas tempranas, especialmente en períodos críticos del cultivo. Además produce efectos directos sobre el rendimiento, e incide en la proliferación de plagas, la aparición de malezas y la presencia de enfermedades.

Al respecto, Borrás, uno de los organizadores de la Jornada, explicó que no es bueno que los productores siembren densidades altas, es una decisión antieconómica. Si se utiliza semilla certificada y tratada el nacimiento es casi del 100 %. Como manejo de riesgo no es una buena opción. Se arriesga mucho al sembrar muchas semillas, y aunque el productor cree que minimiza el riesgo de resiembra, lo que hace en realidad es crear un ambiente propicio para el vuelco de plantas y la aparición de enfermedades. Bajar la densidad y aplicar insecticidas y fungicidas como tratamiento de semillas que es lo que se recomienda para obtener el mejor resultado económico”.

Según Tourino y Furlani, (2002) la variación de la densidad afectó significativamente el número de vainas por planta, pero no hubo efecto significativo sobre el número de granos por vaina. El número de vainas por planta varió inversamente a la variación de la densidad de las plantas, o sea, la reducción de la densidad provocó aumento en el número de vainas por planta, lo que no fue verificado.

De acuerdo a Roman (2008), la siembra con alta densidad (población) promueve un mayor crecimiento de las plantas, sin embargo produce poca ramificación, vainas y semillas por planta comparada con una siembra de menos densidad.

Roca (2007), considera que la densidad poblacional es un elemento que influye en forma directa sobre muchos aspectos agronómicos de la variedad y finalmente en el rendimiento. A mayor aumento de la población existe una mayor competencia en el desarrollo de las plantas, trayendo consigo una probabilidad de acame debido en forma general a una disminución del grosor del tallo. La siembra es quizás uno de los momentos más críticos e importantes, ya que en ella depende el establecimiento de la

población requerida para cada variedad, brindando mayores probabilidades para lograr rendimientos esperados.

Graterol y González (2004), dice que la siembra de la soya se ha recomendado tradicionalmente en hileras separadas a 60-80 cm usando poblaciones entre 300.000 y 400.000 plantas por hectárea. Actualmente la tendencia en los principales países productores es a acortar las distancias entre hileras y usar poblaciones más altas por unidad de área

### **2.3 Poblaciones de plantas y rendimiento**

Zermeño (2005), dice que el rendimiento máximo de un cultivo es función directa de su índice de área foliar óptimo (cantidad de follaje requerido para interceptar el 95 % de la radiación incidente) el cual está determinado por la densidad de población. A valores menores o mayores de este índice óptimo de área foliar, el rendimiento del cultivo decrece, con valores menores, parte de la radiación solar será interceptada por el follaje; con valores mayores, la proporción de follaje sombreado se incrementa, la relación fotosíntesis, la respiración y el rendimiento decrecen.

Tosqui (2010), afirma que la distribución inadecuada de plantas en el terreno ocasiona una ineficiente interceptación de la luz solar sobre el dosel del cultivo, y por tanto una disminución en la fotosíntesis, lo que repercute en una baja producción de semilla. Una de las estrategias que se tienen para optimizar el uso de los recursos ambientales (luz, humedad, suelo y nutrimentos), contribuir a contrarrestar el problema de la sensibilidad de la soya al fotoperiodo e incrementar el rendimiento del cultivo, es el empleo de un adecuado distanciamiento entre surcos y densidad de población de plantas.

Nadal (2004), señala que los principales componentes del rendimiento son el número de plantas por m<sup>2</sup>, vainas por planta, semillas por vaina y tamaño de grano. De todos ellos, los que muestran una mayor correlación con el rendimiento son el número de vainas por planta y tamaño de grano. Además el número de vainas por planta se encuentra negativamente correlacionado con la densidad de plantas en cultivo.

Fernández y Gavietto (2006), consideran que el rendimiento de los cultivos está determinado por la eficiencia en que las plantas utilizan los recursos ambientales para el crecimiento, una de las prácticas que permite hacer ese uso eficiente de los mismos, es el número y distribución espacial de las plantas por superficie, con este se

procura alcanzar un punto de equilibrio entre la oferta de recursos y la competencia intraespecífica. Para cada especie entran en juego aquellas características de crecimiento de los genotipos que pueden hacer un uso más eficiente de la radiación, Temperatura, agua y los nutrientes.

Graterol y Gonzales (2004), al estudiar tres densidades de siembra de soja, 250 000, 400 000 y 550 000 plantas por hectárea verificaron aumento en la producción con el incremento de la densidad, por otro lado, el número de vainas por planta disminuyó con el aumento de las densidades. Los autores también verificaron que el número de granos por vaina y la masa de granos no variaron en función de las densidades

Gester, B y Bacigalupo, S (2002), consideran que para sostener el área sembrada y alcanzar rendimientos estables en el tiempo o bien incrementarlos, es necesario analizar cuáles son los principales factores que contribuyen a determinar el rendimiento final del cultivo. Conocer la influencia de estos factores y realizar un manejo adecuado de los mismos, permitirían generar un ambiente de alta producción y hacer sostenible el cultivo de soja en nuestro país.

Kantolic (2004), señala que al ser el rendimiento un atributo complejo se lo puede subdividir en variables más simples de comprender: el número de granos por unidad de superficie y el peso de los granos; si bien existen compensaciones entre estos componentes, guardan cierta independencia entre sí, que permite suponer que un aumento en cualquiera de los dos puede producir un aumento en el rendimiento. Sin embargo en un rango amplio de condiciones agronómicas el número de granos es el componente que mejor explica las variaciones en la productividad del cultivo.

#### **2.4 Investigaciones realizadas a nivel nacional**

Guamán y Alava (2005), consideran que la respuesta de la soja a la población y el espaciamiento entre hileras, depende de la altura de la variedad, su resistencia al volcamiento, su habilidad para ramificar y para interceptar la mayoría de la radiación solar. Para obtener los máximos rendimientos y un buen tipo de planta, se debe utilizar semilla certificada con una germinación superior al 85 %, con lo que se obtendrá poblaciones de plantas adecuadas.

### Poblaciones recomendadas de plantas por hectárea en dos épocas de siembra

Según los mismos autores publican que las poblaciones de plantas dependen de las variedades y épocas de siembra, tal como se señala a continuación:

variedad	Época de Siembra	
	lluviosa	seca
iniap 306	200 000	300 000 - 350 000
iniap 307	200 000	300 000 - 350 000

Además, estos mismos autores recomiendan que la distancia de siembra entre surcos para las variedades señaladas pueda variar de 35 - 45 cm, tal como se expresa a continuación.

	miles/plantas/hectárea				
	200	250	300	350	400
separación/hileras	plantas/metro/lineal				
35	7	9	11	12	14
40	8	10	12	14	16
45	9	11	14	16	18

Para calcular la cantidad de semilla para una hectárea, se utilizó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1000 \times P \times A \times N}{G \times S}$$

Donde:

P= peso (100 semillas) en gramos

A= área total

N= número de plantas por metro lineal

G= % de germinación

S= separación entre hileras

Franco (2010), afirma que la variable ramas por planta, no presentó significancia estadística en sus líneas y poblaciones de plantas, en número de granos por planta; el mayor valor registró S-840 interaccionados con 250 000 plantas por hectárea. El cultivar S-840, presentó el mayor número de vainas por planta con 38.9, mientras que interaccionadas con poblaciones de 250 000 plantas por hectárea obtuvo 37.2. La línea ITT-112-27, con 19.1 gramos presentó el mayor peso de 100 semillas, el mayor rendimiento del grano, lo consiguió la línea IT-112-27 con una población de 350 000 plantas por hectárea. Con una población de 350 000 plantas por hectárea la línea S-864 se tardó más a cosecharse.

Armendáriz (1999), a estudiar un grupo de líneas promisorias de soya en la zona de Taura y como resultado se obtuvo que existieron correlaciones significativas entre las líneas, de las cuales se dieron en: altura de carga con altura de plantas, semillas por planta con semillas por vaina.

Macías (1999), dice que en un ensayo realizado en Vines con la variedad vg-3 utilizando 250 000 plantas por hectárea alcanzó el mayor rendimiento de 2 354 kilogramos por hectárea de grano.

## **2.5 Poblaciones de plantas y factores ambientales**

Nadal (2004), considera que la densidad óptima para rendimiento en grano puede cambiar en función de la especie, del cultivar y de las variables ambientales y el manejo.

Nadal (2004), dice que una menor densidad de plantas en condiciones de baja disponibilidad hídrica produce un uso conservativo del agua durante el periodo vegetativo al reducir la cobertura vegetal y dirigir una mayor proporción de radiación hacia la superficie seca del suelo.

Nadal (2004), afirma que La mayor cobertura por el follaje lograda con un menor espaciado entre hileras disminuye la evaporación del agua del suelo el escurrimiento superficial y la erosión. Sin embargo, esta práctica aumenta la

proporción de radiación interceptada por las hojas y puede incrementar la evotranspiración en la etapa vegetativa.

Nadal (2004), considera que el control mecánico de malezas se hace difícil con hileras poco espaciadas. La reducción del espacio entre hileras junto con una mayor densidad de plantas, aseguran un crecimiento más rápido del canopeo para competir exitosamente contra las malezas. Por otro lado, esa reducción aumenta la competencia del cultivo sobre las malezas.

Baigorri (2014), señala que las prácticas de manejo permiten ejercer un importante control del vuelco, al modificar la época y densidad de siembra y el espaciamiento entre surcos. El vuelco puede provocar reducciones de rendimiento del cultivo.

Baigorri (2006), afirman que la soya es una especie con alta plasticidad a la densidad de siembra debido a que tiene buena capacidad de compensación a través del número de ramas y frutos por planta. La densidad de plantas optima es aquella que permite un buen crecimiento evitando el vuelco, reduce la incidencia de enfermedades y asegura una adecuada altura de inserción de las vainas inferiores para evitar la cosecha y evitar pérdidas. La densidad de plantas dependerá de la fecha de siembra, latitud, condiciones ambientales, características del cultivar y del espaciamiento entre surcos. No todos los cultivares responden de igual modo a la modificación de la densidad de siembra; cada uno presenta una densidad optima en función de las condiciones ambientales.

Díaz y Duarte (2004), señalan que en un estudio realizado en Uruguay se observa como se reduce el rendimiento del cultivo ante la separación en la distancia entre hileras. En fechas de siembra no muy tardías y con variedades de los grupos de madurez más largos de los que se usan en la zona, donde el cultivo tiene alta capacidad de crecimiento, la separación en la distancia entre hileras tiene bajo efecto sobre el rendimiento. En cambio, en siembras más tardías y con variedades de ciclo corto, la separación de las hileras lleva a la reducción en el rendimiento.

Braga (2015), afirma que un aspecto fundamental para la optimización de la productividad se relaciona al número de plantas a ser utilizadas y su distribución en la superficie. Esa definición de población de plantas ha sido muy bien estudiada por los investigadores y depende de la interacción entre la variedad utilizada y las

condiciones del cultivo que probablemente ocurrirán, como por ejemplo, la fertilidad del suelo, condiciones de precipitación o riego, temperatura ambiente, localización y época de siembra, entre otros factores. Actualmente, las recomendaciones específicas de las empresas obtentoras de variedades ya indican el número de planta a ser utilizadas por área en cada una de sus variedades y para las diferentes regiones donde son indicadas.

Schuch (2008), dice que cuando se utiliza un lote de semillas de menor calidad fisiológica, además de todos los factores perjudiciales recurrentes, es necesario también colocar un número mayor de semillas por área para compensar el menor número de plantas que no se establecerán, toda vez que no todas las semillas irán efectivamente a producir plantas.

La colocación de más semillas por área, además de aumentar los costos, implica que las semillas se sitúen más próximas a lo largo de la línea de siembra.

Para la obtención de esa distribución ideal de las plantas en el cultivo es necesario que cada semilla sea colocada en la posición correcta y que esa semilla efectivamente origine una planta, es decir, el 100 % de las semillas produzcan efectivamente una planta en el campo

### 3. MARCO OPERACIONAL

#### 3.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante la época seca del año 2014 y comprendió desde la etapa de floración hasta la cosecha, en la Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" perteneciente al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La estación está ubicada en el km 26 de la vía Duran-Tambo, parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas, a 17 msnm., 02° 15' 15" Latitud Sur y 79° 54' de Longitud Occidental.

#### 3.2 Características climáticas 1\_/\_

Altitud	17 m.s.n.m
Promedio de temperatura	24 °C
Humedad relativa	83 %
Precipitación anual	1025 mm

#### 3.3 Características pedológicas 2\_/\_

Topografía	plana
Drenaje	bueno
Textura	Franco-Arcilloso
pH	6.9
Permeabilidad	Bueno

#### 3.4 Clasificación ecológica 3\_/\_

Zona: Bosque seco tropical

---

Fuente 1\_/\_: Iniap, 2006

Fuente 2\_/\_: Iniap, 2006

Fuente 3\_/\_: datos obtenidos de la clasificación ecológica de holdridge L.

### **3.5 Materiales**

#### **Oficina**

Computadora, cámara fotográfica, papel, material bibliográfico, carpeta, impresora.

#### **Campo**

Piolas, estaquillas, cinta métrica, tarjetas, fundas de plástico, bomba de mochila, sacos, herbicidas, insecticidas, trilladora, determinador de humedad.

### **3.6 Factores estudiados**

Los factores en estudio fueron los siguientes:

Cuatro líneas promisorias de soya y cuatro poblaciones de plantas.

### **3.7 Tratamientos estudiados**

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes: cuatro líneas promisorias de soya: 10485 (L1), 10780 (L2), S – 1013 (L3), 10013 (L4).

También se estudiaron cuatro poblaciones de plantas: 200 000 (P1), 300 000 (P2), 400 000 (P3), 500 000 (P4) plantas por hectárea.

### 3.8 Combinaciones de tratamientos

Las combinaciones de tratamientos se indican a continuación:

Nº Tratamientos	Cultivares	Poblaciones
1	L1	P1
2	L1	P2
3	L1	P3
4	L1	P4
5	L2	P1
6	L2	P2
7	L2	P3
8	L2	P4
9	L3	P1
10	L3	P2
11	L3	P3
12	L3	P4
13	L4	P1
14	L4	P2
15	L4	P3
16	L4	P4

### 3.9 Diseño Experimental

Durante el desarrollo del experimento se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), en arreglo factorial 4x4, con 16 tratamientos y tres repeticiones. El tamaño de parcela fue de cuatro surcos de 5 m de largo, separados entre ellos a 0,45 m. La parcela útil estuvo constituida por dos surcos centrales.

### 3.10 Características del lote experimental

Número de tratamientos	16
Número de repeticiones	3
Número total de parcelas	48
Número de hileras por parcela	4
Numero de hileras útiles por parcela	2
Distanciamiento entre repeticiones	1.50 m
Distanciamiento entre hileras	0.45 m
Siembra	Chorro continuo
Forma de la parcela	rectangular
Longitud de parcela	5.00 m
Ancho de parcela (0.45 m x 4)	1.80 m
Área de parcela (1.8 m x 5 m)	9.00 m <sup>2</sup>
Área útil de parcela (0.9 m x 5 m)	4.5 m <sup>2</sup>
Área útil del ensayo (4.5 m <sup>2</sup> x 48)	216 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo (18 m x 28.8 m)	518.4 m <sup>2</sup>

### 3.11 Modelo Matemático

El modelo matemático del experimento factorial en el diseño de bloques completos al azar es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \beta_k + \sum_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = respuesta observada en la celda (ijk)

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del factor A

$\beta_j$  = efecto del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción AxB

$\beta_k$  = efecto del bloque k

$\sum_{ijk}$  = efecto del error experimental (ijk)

### 3.12 Análisis de Varianza

El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación:

<b>ANDEVA</b>			
FdeV			Gl
repeticiones	(r-1)		2
tratamientos	(t-1)		15
líneas		(l-1)	3
poblaciones		(p-1)	3
Int L x P		(l-1)x(p-1)	9
error	(r-1)x(t-1)		30
total	(rxt)-1		47

### **3.13 Análisis funcional**

La comparación de las medias de los tratamientos, se realizó mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad. También se realizaron análisis de polinomios ortogonales.

### **3.14 Análisis de correlaciones**

Los análisis indicados se realizaron entre todas las variables evaluadas.

### **3.15 Manejo agronómico del ensayo**

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron las siguientes actividades:

#### **3.15.1 Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual y química, aplicando Linuron (1.0 Kg/ha) y Pendimetalin (2.0 lts/ha), para el control de hoja ancha, coquito y hoja angosta.

#### **3.15.2 Riego**

El riego se efectuó según las necesidades hídricas del cultivo.

#### **3.15.3 Fertilización**

La fertilización se realizó de la siguiente manera, a la siembra se aplicó un saco/ha de urea, un saco/ha de muriato de potasio, más 0.5 saco/ha de nitrofoska. La segunda fertilización se realizó a los 35 días, utilizando un saco/ha de sulfato de amonio, un saco/ha de nitrato de potasio, más 0.5 saco/ha de nitrofoska.

#### **3.15.4 Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, y escalonada a medida que se presentó la maduración de cada tratamiento.

### **3.16 Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

### **3.16.1 Días a floración**

Se consideró los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50 % de las plantas de cada parcela presenten flores abiertas.

### **3.16.2 Días a cosecha**

Se consideró los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando las plantas estuvieron aptas para la cosecha.

### **3.16.3 Altura de planta (cm)**

Esta variable se tomó al momento de la cosecha, midiendo en centímetros desde la base de la planta hasta la yema terminal más sobresaliente, luego se procedió a promediar.

### **3.16.4 altura de carga (cm)**

La altura de carga se realizó antes de la cosecha considerando 10 plantas al azar y se procedió a promediar, estableciéndose la altura en centímetros desde la base de la planta hasta la inserción del primer fruto

### **3.16.5 Ramas por planta**

En 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento se registró el número de ramas y luego se procedió a promediar.

### **3.16.6 Vainas por planta**

En las 10 plantas tomadas anteriormente se contó el número de vainas y luego se procedió a promediar.

### **3.16.7 Semillas por planta**

Se determinó contando el número de semillas en las 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento, luego se procedió a promediar.

### **3.16.8 Semillas por vaina**

Se obtuvo dividiendo el número de semillas por planta para el número de vainas por planta.

### **3.16.9 Peso de 100 semillas (g)**

Se registró el peso de 100 semillas tomadas al azar de cada tratamiento, en una balanza de precisión y se expresó en gramos.

### **3.16.10 Rendimiento (kg/ha)**

Se cosechó el área útil de cada parcela, expresándose en gramos / parcela, para luego su peso expresarlo a kg/ha de cada tratamiento en estudio. Para este cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$PA = \frac{Pa (100 - ha)}{100 - hd}$$

Donde:

PA= Peso ajustado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Días a Floración

En los Tablas 1 y 1A del Anexo se encuentran los promedios de días a floración, en lo que se refiere a líneas la `10013` y `S- 1013` fueron las que tardaron en florecer con 42 y 43 días respectivamente; al contrario las líneas `10780` y `10485` fueron las más precoces 37 y 40 días.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas se observó que con 200 000 plts/ha fue la que más tardó en florecer (42 días) y con 400 000 plts/ha la floración fue precoz (40 días); con 300 000 y 500 000 plts/ha tuvieron un igual comportamiento con 41 días.

Al realizar en Análisis de Varianza (Cuadro 2 A del Anexo) se encontró diferencias altamente significativas en líneas. El promedio general fue 41 días y el Coeficiente de Variación 4.84 %

**Tabla 1. Promedios de días a floración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( plts/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	42	41	39	39	40 b
<b>10780</b>	39	36	39	35	37 b
<b>s-1013</b>	43	43	42	44	43 a
<b>10013</b>	42	44	39	44	42 a
$\bar{X}$	42 a	41 a	40 a	41 a	41
<b>F. Cal. Líneas</b>					21,2**
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					1,53 ns
<b>F. Cal. Int. Líneas x poblaciones</b>					2,13 ns
<b>CV (%)</b>					4,84

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre si, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

### 4.2 Días a Maduración

En las Tablas 2 y 3 A del anexo, se encuentran los promedios de días a maduración, en lo que corresponde a líneas, se determinó que la `10013` y `10485` fueron las que tardaron en madurar con 93 y 94 días respectivamente; en cambio las líneas `10780` y `S - 1013` tardaron 90 días en madurar.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas se observó que con 200 000 y 300 000 plts/ha tardaron 94 días en madurar y las poblaciones de 400 000 y 500 000 plts/ha presentaron los menores valores con 92 días.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 4 A del Anexo) se encontró que no hubo diferencias significativas en ninguna fuente de variación: el promedio general fue 92 días y el Coeficiente de Variación 1.86 %

**Tabla 2. Promedios de días a maduración determinados en cuatro líneas promisorias de soja evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( plts/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	94	94	93	94	94 a
<b>10780</b>	92	94	93	91	92 a
<b>s-1013</b>	92	92	93	91	92 a
<b>10013</b>	93	94	91	92	93 a
$\bar{x}$	94 a	94 a	92 a	92 a	92
<b>F. Cal. Líneas</b>					2,8 ns
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					1,62 ns
<b>F. Cal. Int. Líneas x poblaciones</b>					0,74 ns
<b>CV (%)</b>					1,86

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre si, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

### 4.3 Días a Cosecha

En las Tablas 3 y 5 A del anexo, se encuentran los valores promedios de días a cosecha, en lo que corresponde a líneas, la `10485` fue la que mas tardó en cosechar con 121 días y las líneas `10780` y `S – 1013` presentaron un valor de 119 días, y la `10013` obtuvo un valor de 120 días en cosechar.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas, todas las líneas tuvieron el mismo comportamiento con un promedio de 120 días.

Al realizar el Análisis de Varianza (cuadro 6 A del Anexo), no se encontró diferencias significativas en ninguna fuente de variación, el promedio general fue 120 días y el Coeficiente de Variación 1.33 %.

**Tabla 3. Promedios de días a cosecha determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	120	121	120	122	121 a
<b>10780</b>	119	121	120	118	119 a
<b>s-1013</b>	119	119	120	119	119 a
<b>10013</b>	120	120	118	120	120 a
$\bar{x}$	120 a	120 a	120 a	120 a	120
<b>F. Cal. Líneas</b>					2,58 ns
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					0,43 ns
<b>F. Cal. Int. Líneas x poblaciones</b>					1,32 ns
<b>CV (%)</b>					1,33

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre si, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.4 Altura de Planta (Cm)**

Los valores promedios de altura de planta se encuentran en las Tablas 4 y 7 A del anexo. En lo que se refiere a líneas. Se determinó que la `S – 1013´ presentó la mayor altura con 79 cm, en cambio, la línea `10780´ con 63 cm fue la que presentó la menor altura.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas, con 200 000 y 300 000 plts/ha presentaron una altura de 70 cm y con 400 000 y 500 000 plts/ha se obtuvo un valor de 71 cm.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 8 A del Anexo) se determinó diferencias altamente significativas en repeticiones y en líneas, mas no para poblaciones. El promedio general fue 71 cm y el Coeficiente de Variación 8.66 %.

**Tabla 4. Promedios de altura de planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	66	59	72	57	64 b
<b>10780</b>	61	65	62	65	63 b
<b>s-1013</b>	76	79	76	84	79 a
<b>10013</b>	78	76	74	77	78 a
$\bar{x}$	70 a	70 a	71 a	71 a	71
<b>F. Cal. Líneas</b>					22,02 **
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					0,07 ns
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					1,77 ns
<b>CV (%)</b>					8,66

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre si, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.5 Altura de Carga (Cm)**

En las Tablas 5 y 9 A del anexo, se encuentran los promedios de altura de carga, en lo que se refiere líneas, se observó un igual comportamiento en la `10485`, `10780` y `S – 1013` con un valor de 8 cm, a diferencia de la línea `10013`, que presentó un valor de 7 cm.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas con 200 000, 300 000, 400 000 plts/ha, presentaron un valor de 7 cm y con 500 000 plts/ha se registró un valor de 8 cm.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 10 A del Anexo) no se determinó diferencias significativas en ninguna fuente de variación, el promedio general fue 7 cm y el Coeficiente de Variación 23.69 %.

**Tabla 5. Promedios de altura de carga determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	7	7	9	7	8 a
<b>10780</b>	7	6	6	8	8 a
<b>s-1013</b>	7	7	8	9	8 a
<b>10013</b>	6	7	6	8	7 a
$\bar{X}$	7 a	7 a	7 a	8 a	7
<b>F. Cal. Líneas</b>					1,04 ns
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					1,11 ns
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					0,83 ns
<b>CV (%)</b>					23,69

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.6 Vainas por Planta**

En las Tablas 7 y 11 A del Anexo, se encuentran los valores promedios de vainas por planta, en lo que se refiere a líneas, la `10780` registró el mayor valor con 56 unidades y la línea `S – 1013` presentó el menor valor con 44 vainas.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas, con 200 000 y 300 000 plts/ha se obtuvieron los valores más altos con 57 unidades y con 500 000 plts/ha presentó el menor promedio con 45 unidades.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 12 A del Anexo), se obtuvo diferencias significativas en líneas y en poblaciones de plantas. El promedio general fue 52 unidades y el Coeficiente de Variación 22.08 %.

**Tabla 7. Promedios de vainas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	54	59	54	44	53 ab
<b>10780</b>	62	71	45	50	56 a
<b>s-1013</b>	49	48	40	38	44 b
<b>10013</b>	62	50	57	48	55 a
$\bar{x}$	57 a	57 a	49 a	45 a	52
<b>F. Cal. Líneas</b>					2,98 *
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					3,23 *
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					0,83 ns
<b>CV (%)</b>					22,08

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.7 Semillas por Planta**

En las Tablas 8 y 15 A del anexo, se presentan los promedios de semillas por planta. En lo que se refiere a líneas los mayores promedios con 139 y 114 unidades, se obtuvieron con las líneas `S – 1013` y `10013` respectivamente; en cambio los menores rendimientos con 111 y 110 semillas, en su orden, correspondieron a los materiales `10485` y `10780`.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas se determinó que con 500 000 plts/ha se obtuvo los promedios más altos con 138 unidades y el menor promedio con 400 000 plts/ha correspondió con 103 unidades.

Al realizar el Análisis de Varianza (cuadro 16 A del Anexo) se encontró que no hubo diferencias significativas en ninguna fuente de variación. El promedio general fue de 115 semillas por planta. El Coeficiente de Variación fue 17.77 %.

**Tabla 8. Promedios de semillas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	104	127	112	99	111 a
<b>10780</b>	108	162	83	88	110 a
<b>s-1013</b>	108	95	92	260	139 a
<b>10013</b>	118	105	126	106	114 a
$\bar{X}$	110 a	122 a	103 a	138 a	115
<b>F. Cal. Líneas</b>					0,36 ns
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					0,46 ns
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					1,17 ns
<b>CV (%)</b>					17.77

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.8 Peso de 100 Semillas (g)**

En las Tablas 9 y 17 A del anexo se encuentran los valores promedios de peso de 100 semillas. En lo que se refiere a líneas, la `10780´ registró el mayor valor con 19 gramos, la `10013´ presentó un promedio de 18 gramos y las línea `10485 y `S – 1013´ presentaron un valor de 17 gramos.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas, con 200 000 plts/ha presentó un valor de 17 gramos, en cambio las poblaciones de 300 000, 400 000 y 500 000 plts/ha registraron un valor de 18 gramos.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 18 A del Anexo), obtuvo diferencias estadísticas para poblaciones de plantas y diferencias altamente significativas para la interacción de líneas por poblaciones. El promedio general fue 18 gramos y el Coeficiente de Variación 7.71 %.

**Tabla 9. Promedios de peso de 100 semillas determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	19	17	18	15	17 a
<b>10780</b>	17	18	19	20	19 a
<b>s-1013</b>	14	19	17	18	17 a
<b>10013</b>	17	19	17	19	18 a
$\bar{x}$	17 b	18 a	18 a	18 a	18
<b>F. Cal. Líneas</b>					1,95 ns
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					3,05 *
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					4,37 **
<b>CV (%)</b>					7,71

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.9 Ramas por Planta**

Los valores promedios de ramas por planta, se presentan en las Tablas 10 y 19 A del Anexo. En lo que se refiere a líneas, se determinó que la `10485` y `10780` presentaron un promedio 5 unidades a diferencia de las líneas `S – 1013` y `10013` que presentaron un promedio de 4 unidades;

En lo que se refiere a poblaciones de plantas, con 200 000, 300 000 y 400 000 plts/ha presentaron un valor de 5 unidades, a diferencia de 500 000 plts/ha registró un valor de 4 unidades.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 20 A del Anexo), no se observó diferencias significativas en ninguna fuente de variación. El promedio general fue de 4 unidades y el Coeficiente de Variación 15.49 %

**Tabla 6. Promedios de ramas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	5	5	5	4	5 a
<b>10780</b>	5	5	4	4	5 a
<b>s-1013</b>	4	4	4	4	4 a
<b>10013</b>	4	4	5	4	4 a
$\bar{X}$	5 a	5 a	5 a	4 a	4
<b>F. Cal. Líneas</b>					2,78 ns
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					1,21 ns
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					1,21 ns
<b>CV (%)</b>					15,49

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### **4.10 Rendimiento (kg/ha)**

Los promedios del rendimiento se presentan en las Tablas 11 y 21 A del anexo. En lo que se refiere a líneas se determinó que '10780' con 2417 kg/ha y 'S - 1013' con 2039 kg/ha fueron los que alcanzaron los mayores rendimientos; en cambio, con la línea '10485' con 1962 kg/ha, sucedió lo contrario al haber sido el material menos rendidor.

En lo que se refiere a poblaciones de plantas el mayor rendimiento se obtuvo con 500 000 plts/ha seguida de 400 000 plts/ha con valores de 2 558 kg/ha y 2 253 kg/ha, respectivamente. El menor rendimiento se obtuvo con 200 000 plts/ha al haber producido 1646 kg/ha.

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 22 A del Anexo) se determinaron diferencias estadísticas en líneas y poblaciones de plantas. El promedio general fue 2 100 kg/ha y el Coeficiente de Variación 22.37 %.

**Tabla 11. Promedios del rendimiento determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG.2015**

Líneas	Poblaciones ( pltas/ha)				$\bar{X}$
	200000	300000	400000	500000	
<b>10485</b>	1574	1876	1914	2485	1962 b
<b>10780</b>	1856	2621	2894	2978	2417 a
<b>s-1013</b>	1276	1950	2242	2686	2039 b
<b>10013</b>	1879	2431	1963	2082	1981 b
$\bar{x}$	1646 b	2220 ab	2253 ab	2558 a	2100
<b>F. Cal. Líneas</b>					4,22 *
<b>F. Cal. Poblaciones</b>					7,78 **
<b>F. Cal. Int Líneas x poblaciones</b>					0,93 ns
<b>CV (%)</b>					22,37

Promedios señalados con una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad

#### 4.11 Correlaciones

- En el cuadro 12 se presentan las correlaciones determinadas en 11 variables determinadas en cuatro líneas promisorias de soya.
- Se observó que Días a Floración tuvo correlaciones positivas altamente significativas con altura de planta, altura de carga, y rendimiento, aunque este último fue negativa.
- En el caso de días a maduración, mostró correlaciones significativas con días a cosecha, altura de planta, semillas por vainas y ramas por planta.
- Días a cosecha, presentó correlaciones significativas con semillas por vaina y altura de planta.
- La variable altura de planta, presentó correlación significativa con semillas por planta.
- Altura de carga presentó una correlación negativa significativa con ramas por planta.
- Peso de 100 semillas registró una correlación significativa con el rendimiento.

**Tabla 12. Matriz de Correlaciones determinadas en cuatro líneas de soya evaluados en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

	<b>Días a Floración</b>	<b>Días a Maduración</b>	<b>Días a Cosecha</b>	<b>Altura de Planta</b>	<b>Altura de Carga</b>	<b>vainas por Planta</b>	<b>Semillas por Vainas</b>	<b>Semillas por Planta</b>	<b>Peso de 100 Semillas</b>	<b>Ramas por Planta</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Días a Floración</b>	1.0000	0,0799NS	0,0381NS	0,6756**	0,4446*	-	-	0,164NS	0,1282NS	-0,1811NS	-
<b>Días a Maduración</b>		1.0000	0,8862**	-0,4369*	-0,1418NS	0,1905NS	0,4319*	0,1761NS	0,2558NS	0,3591*	-
<b>Días a Cosecha</b>			1.0000	-0,3981*	-0,0160NS	0,0562NS	0,5818**	0,0190NS	0,2393NS	0,2919NS	0,0384NS
<b>Altura de Planta</b>				1.0000	0,1666NS	0,3329NS	0,2693NS	0,3671*	0,1474NS	-0,3193NS	-
<b>Altura de Carga</b>					1.0000	-0,4398*	0,0722NS	0,2341NS	0,2528NS	-0,0540NS	0,1401NS
<b>vainas por Planta</b>						1.0000	0,0268NS	0,0284NS	0,0523NS	0,6025**	-
<b>Semillas por Vainas</b>							1.0000	0,0063NS	0,3154NS	-0,0074NS	0,2900NS
<b>Semillas por Planta</b>								1.0000	0,0357NS	0,3322NS	0,1871NS
<b>Peso de 100 Semillas</b>									1.0000	-0,2344NS	0,4865**
<b>Ramas por Planta</b>										1.0000	-0,3778*
<b>Rendimiento</b>											1.0000

NS= No Significativa

\*= Significativa

\*\*= No Significativa

## 5. DISCUSIÓN

Los mayores rendimientos, se obtuvieron con poblaciones de 500 000 plts/ha. Aunque Borrás (2012) señala que una densidad alta, es una decisión antieconómica, si se utiliza semilla certificada y tratada. Como manejo de riesgo no es una buena opción. Se arriesga mucho al sembrar muchas semillas, y aunque se cree que se minimiza el riesgo de resiembra, lo que hace en realidad es crear un ambiente propicio para el vuelco de plantas y la aparición de enfermedades. Bajar la densidad y tener un adecuado manejo del cultivo, es lo que se recomienda para obtener un mejor resultado económico. Guamán y Alava (2005), consideran que la respuesta de la soya la población y el espaciamiento entre hileras, depende de la altura de la variedad, su resistencia al volcamiento, su habilidad para ramificar y para interceptar la mayoría de la radiación solar.

La variable ramas por planta, no presentó significancia estadística en sus líneas y poblaciones, lo que coincide con lo que expresa Franco (2010), quien afirma que la variable ramas por planta, no presenta significancia estadística en sus líneas y poblaciones de plantas. Nadal (2004), señala que en el cultivo de soya, la regulación de IAF (Índice de Área Foliar) y el AFP (Área Foliar por Planta), ante las variaciones de la densidad de plantas, responde a aumentos o disminuciones significativas en la ramificación y por ende, en el número de nudos y de hojas por planta, lo que difiere con los resultados obtenidos en el ensayo, en el que no se observan significancias estadísticas la variable ramas por planta, cuyo promedio general fue de cuatro unidades.

Los mayores rendimientos se registraron con las poblaciones superiores a las 200 000 plts/ha, lo que coincide, con lo que expresa Díaz y Duarte (2004), quienes afirman que las densidades superiores a las 350 000 plts/ha, permitirán una mejor estructura ante las posibles pérdidas de plantas. Aunque también afirman que la soya es una especie de alta plasticidad a la densidad siembra debido a que tiene buena capacidad de compensación a través del número de ramas y frutos por planta.

La variable peso de 100 semillas, muestra una correlación positiva altamente significativa con el rendimiento, lo que concuerda, con lo que dice Nadal (2004), que entre los principales componentes del rendimiento, el peso del grano muestra la mayor correlación con el rendimiento.

Se evaluaron cuatro líneas de soya, aunque todas se desarrollaron bajo los mismos parámetros, en el caso de la variable rendimiento se determinaron diferencias estadísticas en líneas y poblaciones de plantas, Roca (2007), La siembra es quizás uno de los momentos más críticos e importantes, ya que en ella depende el establecimiento de la población requerida para cada variedad, brindando mayores probabilidades para lograr rendimientos esperados. Considera que la densidad poblacional es un elemento que influye en forma directa sobre muchos aspectos agronómicos de la variedad y finalmente en el rendimiento. A mayor aumento de la población existe una mayor competencia en el desarrollo de las plantas.

Días a floración, presenta diferencias significativas en sus líneas, también se muestra una correlación negativa con el rendimiento. Fernández y Gaviotto (2006), consideran que para cada especie, entran en juego aquellas características de crecimiento de los genotipos que pueden hacer un uso más eficiente de la radiación, temperatura, agua y los nutrientes. Díaz y Duarte (2004), señala, que no todos los cultivares responden de igual modo a la modificación de la densidad de siembra, cada uno presenta una densidad óptima en función de las condiciones ambientales.

## 6. CONCLUSIONES

- En días a floración, a maduración y a cosecha, las líneas y poblaciones de plantas estudiadas, prácticamente se comportan en forma independiente.
- En altura de planta, las líneas evaluadas se comportan en forma independiente de las poblaciones de plantas y en altura de carga los efectos son iguales estadísticamente.
- En vainas por plantas, el comportamiento de líneas y poblaciones, pese a que sus efectos son significativos, su comportamiento es independiente.
- En semillas por plantas, la respuesta de líneas, poblaciones y la interacción correspondientes no es significativa.
- En peso de 100 semillas, el comportamiento de las líneas y poblaciones son dependientes.
- En el rendimiento, independientemente de las líneas evaluadas, la mejor respuesta se observa en las poblaciones altas.
- Al medir el grado de asociaciones entre días a floración y ramas por planta con el rendimiento se observa que esta es significativa negativa y correlación altamente significativa entre el peso de 100 semillas con el rendimiento.

## **7. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Continuar con el estudio de las poblaciones en otras zonas soyeras del país para evaluar su rendimiento y comportamiento agronómico
- Evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de la línea 10780, en otras zonas soyeras del país.

## BIBLIOGRAFÍA

**Almendariz, P. 1999.** Comportamiento agronómico de 23 líneas avanzadas de soya en la zona de Taura. Tesis de grado de ingeniero agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Guayaquil – Ecuador. p 40.

**Braga O. 2015.** Fallas y dobles siembras en la productividad. Revista internacional de las semillas. Seednews. Argentina

**Baigorri H y Martini E. 2014.** Determinantes del rendimiento. Argentina. Consultado en [http://www.syngentaenvivo.com.ar/2014/manual/files/soja\\_determinantes\\_del\\_rendimiento.htm](http://www.syngentaenvivo.com.ar/2014/manual/files/soja_determinantes_del_rendimiento.htm)

**Baigorri H. 2006.** Soya Manejo, Fecha de siembra, densidad y espaciamiento. Argentina. Consultado en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/soja/articulos/soja-manejo-fecha-siembra-t898/415-p0.htm>

**Baigorri H. 2014.** Características de los cultivares de soya. Consultado en <http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=2045>

**El Eco Rural. 2009.** Estructura de cultivo y calidad de ambiente. Consultado en <http://elecoruralsantarosa82.blogspot.com/>

**Instituto nacional de estadísticas y censos. 2011.** Sistema Agroalimentario de la soya. Consultado en [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com)

**Ferraris, Courelot y Gonzales. 2003.** Densidad de siembra y espaciamiento en soya. Efectos sobre los rendimientos y la estructura de la planta. Consultado en línea. Argentina

**Fernandez, E, Gaviotto, O. 2006.** el cultivo de maní en córdoba. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Córdoba – Argentina. p 158.

**Franco, L. 2010.** Estudio de poblaciones de plantas en cuatro líneas promisorias de soya (*Glycine max.*) en la zona de Montalvo provincia de los Ríos. Tesis de ingeniero agropecuario. Universidad técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, P33-34.

**Graterol y González. 2004.** Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soya en diferentes hábitos de crecimiento en el estado portuguesa. [http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre\\_diciembre2004/RA\\_2004-4-2.pdf](http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2004/RA_2004-4-2.pdf)

**Gester, B y Bacigalupo, S 2002.** [inta.gob.ar/...rendimientos...soja/.../como\\_alcanzar\\_altos\\_rendimientos\\_e](http://inta.gob.ar/...rendimientos...soja/.../como_alcanzar_altos_rendimientos_e).

**Guaman, R, Alava, J. 2005.** Programa nacional de oleaginosas. Manual del cultivo de soya. Manual N° 60. Guayaquil – Ecuador

**Furlani C. 2011.** Características agronómicas de la soya en función de las densidades de siembra y profundidad de deposición de abono. Universidad de Sao Paulo. Consultado en línea

**Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2004.** Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soya de diferentes hábitos de crecimiento en el estado Portuguesa. Brasil

**Macias, P. 1999.** Ensayo comparativo de rendimiento de variedades promisorias de soya (*glycine max.*) en la zona de Vinces. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil ITAV. Ec. P49.

**Nadal, S. 2004.** Las leguminosas grano de la agricultura moderna. Mundi Prensa. Junta de Andalucía.

**Nadal, S. 2004.** Densidad óptima e interacción con otros factores. Las leguminosas grano de la agricultura moderna. Mundi Prensa. Junta de Andalucía.

**Nadal, S. 2004.** Densidad óptima y disponibilidad de agua y nutrientes. Las leguminosas grano de la agricultura moderna. Mundi Prensa. Junta de Andalucía.

**Díaz, M, Duarte, G 2004.** Manual práctico de producción de soya en Argentina. Buenos aires. Hemisferio Sur.

**Kantolic, A 2004.** Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2da edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 167-195.

**Ludwing. 2007.** efecto de la densidad de siembra y genotipos en rendimientos de granos y sus componentes en la soya después de la época indicada. <http://www.scielo.br/pdf/rceres/v58n1/a10v58n1>

**Facultad de Agronomía de Rosario Argentina. 2012.** La densidad de siembra y su resultado económico. Producción agroindustrial del NOA. [http://www.produccion.com.ar/ver\\_notas.php?edicion=Sep\\_Oct2011&numero=192&id=958](http://www.produccion.com.ar/ver_notas.php?edicion=Sep_Oct2011&numero=192&id=958). Argentina.

**PublicArg. 2012.** La densidad de siembra y su resultado económico. Consultado en <http://publicarg.com/agro/29ladensidad.html>.

**PublicArg. 2012.** La densidad de siembra y su resultado económico. Consultado en <http://publicarg.com/agro/29ladensidad.html>.

**Roca, J. 2007.** Variedades con respaldo tecnológico. Manual de difusión técnica de soya. Fundacruz. Santa Cruz - Bolivia. P55-61.

**Roman, P. 2007.** Manual de difusión técnica de la soya. Fundacruz. Santa Cruz – Bolivia. P153.

**Roman, P. 2008.** Manual de difusión técnica de soya. Fundacruz. Santa Cruz – Bolivia. P32.

**Schuch, B. 2001.** Densidad de siembra. Seednews. Revista internacional de semillas. Septiembre - octubre 2001.

**Schuch, B. 2008.** Fallas y doble siembra en la productividad. Seednews. Revista internacional de semillas. Año V-Nº 5. Septiembre - octubre 2008. P10

**Terron, P 1992.** Densidad de siembra. Tratado de fitotecnia general. Mundi Prensa. España. P702.

**Tosqui, O. 2010.** Densidad y distancia de siembra en dos variedades de soya de temporal en Veracruz, México. Agronomía mesoamericana. v21n01\_063.pdf

**Tourino y Furlani. 2002.** Densidad, e uniformidad de la siembra en la productividad y características agronómicas da la soya Pesquisa Agropecuaria Brasileira pág. 37.

**Vega, C, Andrade, F. 2002.** Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. Bases para el manejo del maíz, girasol y la soya. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

**Zermeño, 2005.** Reflectividad y absorción de la radiación en tres densidades de planta y su relación con el rendimiento de maíz. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/302/30239305.pdf>. *Agrociencia*. Vol 39. Num 003. Texcoco – México.

# ANEXOS

**Tabla 1 A. Valores de días a floración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

<b>Líneas</b>	<b>Poblaciones</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
<b>10485</b>	<b>200000</b>	45	40	40	42
	<b>300000</b>	41	41	41	41
	<b>400000</b>	41	41	36	39
	<b>500000</b>	42	41	35	39
<b>10780</b>	<b>200000</b>	39	38	40	39
	<b>300000</b>	35	35	37	36
	<b>400000</b>	36	39	41	39
	<b>500000</b>	35	35	35	35
<b>s-1013</b>	<b>200000</b>	43	43	43	43
	<b>300000</b>	43	43	43	43
	<b>400000</b>	42	42	42	42
	<b>500000</b>	43	43	44	43
<b>10013</b>	<b>200000</b>	43	43	41	42
	<b>300000</b>	43	43	45	44
	<b>400000</b>	35	41	42	39
	<b>500000</b>	45	43	43	44

**Tabla 2 A. Análisis de varianza en días a floración**

**ANDEVA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F. CAL</b>	<b>F. TAB 0,05 - 0,01</b>
<b>Repetición</b>	2	0,54	0,27	0,07 ns	3,32 - 5,39
<b>Línea</b>	3	246,23	82,08	21,2 **	2,92 - 4,51
<b>Población</b>	3	17,73	5,91	1,53 ns	2,92 - 4,51
<b>Int. Línea x Población</b>	9	74,35	8,26	2,13 ns	2,21 - 3,06
<b>Error</b>	30	116,13	3,87		
<b>Total</b>	47	454,98			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 3 A. Valores de días a maduración determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	93	95	94	94
	300000	93	95	95	94
	400000	93	93	93	93
	500000	96	94	93	94
10780	200000	94	91	91	92
	300000	92	94	95	94
	400000	92	91	95	93
	500000	90	90	92	91
s-1013	200000	93	90	94	92
	300000	90	93	94	92
	400000	91	94	94	93
	500000	90	91	93	91
10013	200000	91	92	95	93
	300000	98	92	91	94
	400000	90	91	92	91
	500000	91	91	93	92

**Tabla 4 A. Análisis de varianza en días a maduración**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	12,04	6,02	2,02 ns	3,32 - 5,39
Línea	3	25	8,33	2,8 ns	2,92 - 4,51
Población	3	14,5	4,83	1,62 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	19,83	2,2	0,74 ns	2,21 - 3,06
Error	30	89,29	2,98		
Total	47	160,67			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 5 A. Valores de días a cosecha determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	120	121	120	120
	300000	119	120	119	119
	400000	121	120	121	121
	500000	120	119	120	120
10780	200000	119	121	121	120
	300000	119	120	120	120
	400000	119	119	121	120
	500000	119	121	119	120
s-1013	200000	120	120	119	120
	300000	119	121	119	120
	400000	119	120	119	119
	500000	120	121	121	121
10013	200000	119	121	121	120
	300000	121	119	120	120
	400000	120	119	119	119
	500000	119	119	120	119

**Tabla 6 A. Análisis de varianza en días a cosecha**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	46,79	23,4	9,25 **	3,32 - 5,39
Línea	3	19,53	6,52	2,58 ns	2,92 - 4,51
Población	3	3,23	1,08	0,43 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	30,02	3,34	1,32 ns	2,21 - 3,06
Error	30	75,88	2,53		
Total	47	175,48			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 7 A. Valores de altura de planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	70	68	60	66
	300000	59	57	62	59
	400000	68	79	68	72
	500000	49	66	55	57
10780	200000	59	70	55	61
	300000	60	74	60	65
	400000	56	71	58	62
	500000	75	64	55	65
s-1013	200000	72	76	79	76
	300000	79	85	73	79
	400000	68	77	84	76
	500000	84	90	78	84
10013	200000	75	86	72	78
	300000	68	88	73	76
	400000	74	67	80	74
	500000	76	83	73	77

**Tabla 8 A. Análisis de varianza en altura de planta**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	528,88	264,44	7,12 **	3,32 - 5,39
Línea	3	2474,92	824,97	22,02 **	2,92 - 4,51
Población	3	7,58	2,53	0,07 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	592,083	65,79	1,77 ns	2,21 - 3,06
Error	30	1113,79	37,13		
Total	47	4717,25			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 9 A. Valores de altura de carga determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	7	9	6	7
	300000	8	8	6	7
	400000	12	10	6	9
	500000	7	8	6	7
10780	200000	6	6	9	7
	300000	7	6	6	6
	400000	6	6	7	6
	500000	10	7	8	8
s-1013	200000	7	6	8	7
	300000	6	9	5	7
	400000	6	8	10	8
	500000	6	10	10	9
10013	200000	6	6	6	6
	300000	6	8	7	7
	400000	5	6	7	6
	500000	5	7	11	8

**Tabla 10 A. Análisis de varianza en altura de carga**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	3,5	1,75	0,59 ns	3,32 - 5,39
Línea	3	9,17	3,06	1,04 ns	2,92 - 4,51
Población	3	9,8	3,28	1,11 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	22	2,44	0,83 ns	2,21 - 3,06
Error	30	88,5	2,95		
Total	47	133			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 11 A. Valores de vainas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	68	39	56	54
	300000	59	70	49	59
	400000	52	52	57	54
	500000	41	54	36	44
10780	200000	70	60	55	62
	300000	50	101	62	71
	400000	54	38	44	45
	500000	57	36	56	50
s-1013	200000	55	40	53	49
	300000	59	38	46	48
	400000	38	43	38	40
	500000	45	45	25	38
10013	200000	73	58	55	62
	300000	46	44	59	50
	400000	49	73	49	57
	500000	50	52	43	48

**Tabla 12 A. Análisis de varianza en vainas por planta**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	229,54	114,77	0,87 ns	3,32 - 5,39
Línea	3	1174	391,33	2,98 *	2,92 - 4,51
Población	3	1272,17	424,06	3,23 *	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	986,83	109,65	0,83 ns	2,21 - 3,06
Error	30	3943,13	131,44		
Total	47	7605,67			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 13 A. Valores de semillas por vainas determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	2	2	2	2
	300000	2	2	2	2
	400000	2	2	2	2
	500000	3	2	2	2
10780	200000	2	2	2	2
	300000	3	2	2	2
	400000	2	2	2	2
	500000	2	2	2	2
s-1013	200000	2	2	2	2
	300000	2	2	2	2
	400000	2	2	2	2
	500000	2	2	2	2
10013	200000	2	2	2	2
	300000	2	2	2	2
	400000	2	2	2	2
	500000	2	2	2	2

**Tabla 14 A. Análisis de varianza en semillas por vainas**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	0,38	0,19	3,46 *	3,32 - 5,39
Línea	3	0,06	0,021	0,38 ns	2,92 - 4,51
Población	3	0,06	0,021	0,38 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	0,69	0,076	1,41 ns	2,21 - 3,06
Error	30	1,63	0,054		
Total	47	2,81			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 15 A. Valores de semillas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	104	80	128	104
	300000	125	149	108	127
	400000	115	113	109	112
	500000	113	108	76	99
10780	200000	108	112	103	108
	300000	162	196	128	162
	400000	87	69	92	83
	500000	90	61	114	88
s-1013	200000	117	90	116	108
	300000	96	75	113	95
	400000	91	97	89	92
	500000	80	89	61	77
10013	200000	117	115	121	118
	300000	97	88	130	105
	400000	119	152	108	126
	500000	110	116	92	106

**Tabla 16 A. Análisis de varianza en semillas por planta**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	57792	28,9	0,91 ns	3,32 - 5,39
Línea	3	3235,73	1078,57	0,36 ns	2,92 - 4,51
Población	3	5527,56	1842,56	0,46 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	10019,35	1113,26	1,17 ns	2,21 - 3,06
Error	30	10815,54	360,52		
Total	47	29655,98			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 17 A. Valores de peso de 100 semillas determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	18,95	20,90	17,00	18,95
	300000	16,16	18,06	16,63	16,95
	400000	16,90	20,18	17,25	18,11
	500000	16,46	14,85	15,00	15,44
10780	200000	16,95	16,10	17,70	16,92
	300000	18,68	18,72	17,00	18,13
	400000	19,65	19,35	17,00	18,67
	500000	19,44	19,40	21,28	20,04
s-1013	200000	15,00	14,06	14,07	14,38
	300000	18,00	19,15	20,80	19,32
	400000	16,80	15,60	18,00	16,80
	500000	17,47	20,40	17,00	18,29
10013	200000	18,09	18,02	15,10	17,07
	300000	19,81	19,40	17,03	18,75
	400000	16,69	17,29	16,50	16,83
	500000	19,30	17,00	21,00	19,10

**Tabla 18 A. Análisis de varianza en peso de 100 semillas**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	2,85	1,42	0,76 ns	3,32 - 5,39
Línea	3	10,97	3,66	1,95 ns	2,92 - 4,51
Población	3	17,12	5,71	3,05 *	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	73,31	8,18	4,37 **	2,21 - 3,06
Error	30	56,15	1,87		
Total	47	160,7			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 19 A. Valores de ramas por planta determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	5	5	5	5
	300000	5	4	5	5
	400000	5	4	5	5
	500000	4	5	4	4
10780	200000	6	4	4	5
	300000	5	5	4	5
	400000	5	3	3	4
	500000	4	4	3	4
s-1013	200000	4	4	4	4
	300000	4	3	4	4
	400000	4	4	3	4
	500000	6	4	3	4
10013	200000	5	4	4	4
	300000	4	4	4	4
	400000	4	5	5	5
	500000	4	3	4	4

**Tabla 20 A. Análisis de varianza en ramas por planta**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	3,79	1,9	4,42 *	3,32 - 5,39
Línea	3	3,56	1,19	2,78 ns	2,92 - 4,51
Población	3	1,56	0,52	1,21 ns	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	4,69	0,52	1,21 ns	2,21 - 3,06
Error	30	12,88	0,43		
Total	47	26,48			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

**Tabla 21 A. Valores de rendimiento determinados en cuatro líneas promisorias de soya evaluadas en cuatro poblaciones de plantas. EELS. UCSG. 2015**

Líneas	Poblaciones	I	II	III	$\bar{X}$
10485	200000	1340	1789	1593	1574
	300000	1360	2336	1931	1876
	400000	1609	1576	2558	1914
	500000	2204	2947	2249	2467
10780	200000	1576	1909	2082	1856
	300000	2198	3178	2487	2621
	400000	3029	2276	3378	2894
	500000	2627	3300	3007	2978
s-1013	200000	1340	1233	1256	1276
	300000	1689	2153	2009	1950
	400000	1847	2671	2207	2242
	500000	2578	2927	2553	2686
10013	200000	1751	1404	2218	1791
	300000	2747	1956	2589	2431
	400000	2293	1707	1889	1963
	500000	2407	1622	2218	2082

**Tabla 22 A. Análisis de varianza en rendimiento**

**ANDEVA**

FV	GL	SC	CM	F. CAL	F. TAB 0,05 - 0,01
Repetición	2	96678,36	48339,19	0,21 ns	3,32 - 5,39
Línea	3	2962711,73	987570,58	4,22 *	2,92 - 4,51
Población	3	5446665,73	1815555,24	7,78 **	2,92 - 4,51
Int. Línea x Población	9	1954053,69	217117,08	0,93 ns	2,21 - 3,06
Error	30	7019846,29	233994,88		
Total	47	17479955,8			

NS= No Significativa  
Significativa

\*= Significativa

\*\*= Altamente

## Croquis de Campo

L4/P3	L1/P3	L2/P4	L3/P2	L4/P1	L3/P4	L2/P1	L1/P1	L4/P4	L1/P2	L2/P2	L3/P3	L3/P1	L2/P3	L1/P4	L4/P2
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116

L3/P1	L4/P4	L1/P1	L3/P2	L1/P3	L2/P2	L4/P1	L2/P3	L2/P1	L4/P2	L3/P4	L1/P4	L3/P3	L1/P2	L4/P3	L2/P4
232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	219	218	217

L2/P1	L1/P1	L1/P2	L4/P3	L2/P3	L3/P1	L3/P4	L4/P2	L1/P4	L2/P4	L4/P1	L3/P3	L2/P2	L3/P2	L4/P4	L1/P3
333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348

