

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.**



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL RENDIMIENTO
DE SOYA (*Glycine max* L.) EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA
EL ORO.**

Tesis previa a la
obtención del título de
Ingeniero Agrónomo.

AUTOR:

Rafael Gerardo Jimbo Orozco

DIRECTOR:

Ing. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.

LOJA-ECUADOR.

2018.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.

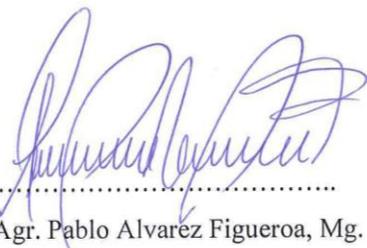
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el Sr. RAFAEL GERARDO JIMBO OROZCO, egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja, realizó bajo mi dirección el trabajo investigativo titulado, **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL RENDIMIENTO DE SOYA (*Glycine max* L.) EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA EL ORO”**; el mismo que se realizó de acuerdo a los objetivos y metodología propuesta en el cronograma establecido, habiendo cumplido con las normas institucionales exigidas para el efecto. Sus resultados han sido analizados y discutidos desde el punto de vista científico-técnico en base a la naturaleza del trabajo.

Por estar sujeto a lo que estipula el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, autorizo su presentación para la calificación privada y sustentación pública.

Loja, 13 de octubre del 2017



.....
Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad del Tribunal Calificador de la Tesis titulada: “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL RENDIMIENTO DE SOYA (*Glycine max* L.) EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA EL ORO”, de autoría del señor egresado **Rafael Gerardo Jimbo Orozco** de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja, certifican que se han incorporado al trabajo final de tesis todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos la publicación y difusión de la tesis.

Loja, 16 de marzo del 2018

Atentamente,

Ing. Edmigio Valdivieso C. Mg. Sc.

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Tulio Solano C. PhD.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Iván Granda M. PhD.

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, Rafael Gerardo Jimbo Orozco, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de la tesis en el repositorio Institucional-biblioteca Virtual.

Autor: Rafael Gerardo Jimbo Orozco

Firma: 

Cédula: 1105087553

Fecha: Loja, 13 de abril de 2018.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, Rafael Gerardo Jimbo Orozco, declaro ser autor de la tesis titulada “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL RENDIMIENTO DE SOYA (*Glycine max* L.) EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA EL ORO”, como requisito para optar al Grado de: Ingeniero Agrónomo, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 13 días del mes de abril del dos mil dieciocho, firma el autor.

Firma:.....

Autor: Rafael Gerardo Jimbo Orozco

Cédula: 1105087553

Dirección: Av. Calle 13 de Octubre y Ricardo Yanangómez

Correo electrónico: rafaelgrarj@hotmail.com

Teléfono: (07) 3031 519

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.

Presidente: Ing. Agr. Edmigio Valdivieso .Mg. Sc.

Vocal: Ing. Agr. Tulio Solano. PhD.

Vocal: Dr. Iván Granda. PhD.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Carrera de Ingeniería Agronómica, adscrita la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, a todos los profesores y personal administrativo, quienes han brindado sus conocimientos y experiencia en nuestra formación académica.

Al Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc, Director de tesis, por su dedicación, paciencia, profesionalismo, ayuda y orientación en el desarrollo de la presente investigación.

A sí mismo, al Ing. Johnny Fernando Granja Travez Docente de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, por su aporte en la tabulación y análisis de resultados de la presente investigación.

A los miembros del tribunal calificador: Ing. Edmigio Valdivieso, Dr. Tulio Solano, Dr. Iván Granda, por sus acertadas sugerencias permitiendo reforzar el presente trabajo investigativo.

Rafael Gerardo Jimbo Orozco.

DEDICATORIA

A Dios por regalarme la fuerza, el valor, fortaleza y sabiduría que necesité para que se lleve a feliz término mi presente trabajo.

A mi Madre, a quien amo con todo mi corazón, quien me ha demostrado que todo en la vida tiene un sacrificio sin olvidar que más tarde viene la recompensa, además de luchar por lo que se quiere en la vida y alcanzar los sueños que se anhela, a ser fuerte y a que nunca se apague la luz de la esperanza que a pesar de las adversidades tener siempre presente que hay un Dios que todo lo ve y sabe cuáles son nuestros propósitos.

A mi Padre quien me enseñó que en la vida todo tiene su esfuerzo porque gracias a él sé que la responsabilidad se la debe vivir como un compromiso de dedicación y esfuerzo, constituyéndose en pilar fundamental en mi vida.

A mis hijos y esposa que han sido mi mayor fortaleza, a quienes les agradezco porque siempre estuvieron a mi lado en los peores y difíciles momentos, como en los buenos, a pesar de tantas dificultades que se nos han presentado en el diario vivir y proceso de mi carrera, a pesar de ello los hemos sabido afrontar y solucionar, prestándome su amor, comprendiéndome y apoyándome en cada decisión.

A mis hermanos y hermanas, porque de una u otra forma me han extendido su mano brindándome su apoyo y animándome para que realice mi sueño que tanto he soñado.

A mis familiares, amigos y compañeras porque a lo largo de esta carrera aprendí que nuestras diferencias se convierten en riqueza cuando existe respeto y verdadera amistad.

Rafael Jimbo Orozco.

INDICE GENERAL

	Pág.
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORÍA	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
INDICE GENERAL	VIII
RESUMEN	XVII
SUMMARY	XVIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Cultivo de Soya.....	3
2.1.1. Origen y distribución.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3. Descripción botánica.....	4
2.1.4. Variedad.....	5
2.1.5. Producción nacional,.....	6
2.2. Necesidades de Fertilizantes del Cultivo	6
2.2.1. Fertilización con N-P-K en soya.....	7
2.2.2. El cultivo de soya y el nitrógeno.....	8
2.2.3. El cultivo de soya y el fósforo.....	8
2.2.4. El cultivo de soya y el potasio.....	9
2.3. Agrotécnia.....	10
2.3.1. Preparación del terreno	10
2.3.2. Siembra	11
2.3.3. Control de malezas.....	11
2.4. Requerimientos Edafoclimáticos	11
2.5. Plagas y Enfermedades	12

3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Localización de la Investigación	13
3.1.1. Ubicación geográfica	13
3.1.2. Ubicación ecológica	14
3.1.3. Características físicas y químicas del suelo	14
3.2. Materiales	15
3.2.1. Material de oficina	15
3.2.2. Material biológico	15
3.2.3. Material de campo	15
3.3. Diseño Experimental	16
3.3.1. Tratamientos en estudio	16
3.3.2. Hipótesis estadísticas	17
3.3.3. Modelo matemático	18
3.3.4. Delineamiento experimental	18
3.4. Manejo del Experimento	19
3.4.1. Actividades previas a la siembra	19
3.4.2. Metodología para el primer objetivo:	20
3.4.4. Metodología para el segundo objetivo:	27
4. RESULTADOS	30
4.1. Días a la Floración	30
4.2. Altura de Planta a los 90 DDS (cm)	30
4.3. Altura de Carga (cm)	33
4.4. Número de Semillas por Vaina	33
4.5. Número de Vainas por Planta	36
4.6. Peso de 100 Semillas	36
4.7. Rendimiento (kg ha^{-1})	39
4.7.1 Supuestos de normalidad para el rendimiento de soya variedad P-34.	41
4.8. Dosis Óptima del Nitrógeno en Soya Variedad P-34.	42
4.9. Dosis Óptima del Fósforo en Soya Variedad P-34.	43
4.10. Dosis Óptima del Potasio en Soya Variedad P-34.	44
4.11. Análisis entre Variables	44

4.12. Análisis Económico.	46
5. DISCUSIÓN	54
6. CONCLUSIONES.....	60
7. RECOMENDACIONES.....	61
8. BIBLIOGRAFÍA.....	62
9. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis físico y químico del suelo del área experimental 2016.....	14
Cuadro 2. Nutrientes (elementos) aplicados en los distintos tratamientos establecidos en el ensayo de soya P-34, en el sector “El Caucho”, del cantón Marcabelí, provincia El Oro.....	16
Cuadro 3. Características del experimento.....	18
Cuadro 4. Cantidad de nitrógeno (Urea), fósforo (Superfosfato triple) y potasio (Muriato de potasio), en los respectivos tratamientos... ..	21
Cuadro 5. Cálculo del Costo total de producción kg ha ⁻¹ por tratamiento, para la variedad SOYICA P-34.....	48
Cuadro 6. Cálculo de la Relación Beneficio Costo para los tratamientos aplicados para la soya variedad P-34.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del campo experimental, provincia El Oro, cantón Marcabelí, Sector El Caucho (Elaboración el Autor, 2017).....	13
Figura 2. Área útil del diseño experimental.....	19
Figura 3. Días a la floración de la soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí, 2017.....	31
Figura 4. Altura de la planta de soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí, 2017.....	32
Figura 5. Altura de carga en soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05 probabilidad. Marcabelí 2017.....	34
Figura 6. Número de semillas/vaina en el cultivo de soya variedad P-34 Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.....	35
Figura 7. Número de vainas/planta en el cultivo de soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.....	37
Figura 8. Peso de 100 semillas de soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor <0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.....	38
Figura 9. Rendimiento del cultivo de soya por hectárea variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad.	

	Marcabelí 2014.....	40
Figura 10.	Valores de residuos y predichos sobre el rendimiento, para cada tratamiento y bloque.....	41
Figura 11.	Dosis óptima de la fertilización nitrogenada en el cultivo de soya variedad P-34, Marcabelí 2017.....	42
Figura 12.	Dosis óptima de la fertilización fosforada en el cultivo de soya variedad P-34, Marcabelí 2017.....	43
Figura 13.	Dosis óptima de la fertilización potásica en el cultivo de soya variedad P- 34, Marcabelí 2017.....	44
Figura 14.	Análisis de componentes principales entre variables dependientes. Variables con proximidad entre sus vectores indican correlación positiva.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Preparación del terreno: Elaboración de parcelas (a), Identificación (b).....	67
Anexo 2. Emergencia de la soya (a). Etapa cotiledonar (b).....	67
Anexo 3. Fertilizantes ocupados para la fertilización (N-P-K) en el cultivo de soya (<i>Glycine max</i> L.) variedad P-34 (a), Primera fertilización (b).....	67
Anexo 4. Segunda fertilización de soya (<i>Glycine max.</i> L) con N-P-K: a y b.....	68
Anexo 5. Cultivo en etapa vegetativa (V5), amarillamiento de los cotiledones (a), Inicio de floración, etapa reproductiva (R1) (b).....	68
Anexo 6. Etapa reproductiva, inicio de formación de vainas (R3) (a), Vainas completamente desarrolladas (b).....	68
Anexo 7. Inicio de la madurez fisiológica (a), etapa reproductiva (R7) (b).....	69
Anexo 8. Evaluación de variables. Granos por vaina (a), Altura de la planta (b).....	69
Anexo 9. Tercera visita y día de campo: a. Exposición (a), Director de tesis colaborando con preguntas expuestas por los presentes (b), Asistentes (c), Asistentes recorriendo el cultivo de soya (d).....	70
Anexo 10. Cosecha de soya (a), Arrancado de vainas para las evaluaciones de las variables posteriores (b).....	70
Anexo 11. Análisis químico y físico del suelo del área experimental.....	71
Anexo 12. Fases fenológicas del cultivo de soya variedad P-34.....	73
Anexo 13. Esquema del análisis de varianza ADEVA.....	74

Anexo 14.	Análisis de la varianza para días a la floración.....	74
Anexo 15.	Análisis de la varianza para altura de planta.	75
Anexo 16.	Análisis de la varianza para altura de carga.....	75
Anexo 17.	Análisis de la varianza para número de semillas/vaina.....	76
Anexo 18.	Análisis de la varianza para número de vainas/planta.....	76
Anexo 19.	Análisis de la varianza para peso de 100 semillas.....	77
Anexo 20.	Análisis de la varianza para rendimiento por hectárea.....	77
Anexo 21.	Costos de producción del tratamiento T36	79

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL RENDIMIENTO DE
SOYA (*Glycine max* L.), EN EL CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA EL
ORO”.**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el sector El Caucho, cantón Marcabelí, provincia El Oro. El objetivo fue evaluar la respuesta de la fertilización mineral (NPK) sobre el rendimiento de soya variedad P-34 utilizando un Diseño de Bloques Completamente al azar (BCA) con un testigo absoluto, sesenta y tres tratamientos y cuatro repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de DGC al 5%. Los tratamientos incluyeron cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 75, 100, 125 kg ha⁻¹), fósforo (0, 50, 75, 100 kg ha⁻¹) y potasio (0, 75, 100, 125 kg ha⁻¹). Además se realizó un análisis económico básico para determinar rentabilidad.

Se encontraron diferencias significativas en las variables altura de planta obteniendo la mayor altura en el tratamiento T40 (100-75-00 kg ha⁻¹ de NPK) alcanzando 82,46 cm, para altura de carga el mayor valor se alcanzó en T51 (125-125 kg ha⁻¹ de NK) con un valor de 16,70 cm, para número de semillas por vaina el valor más alto fue T53 (125-50-75 kg ha⁻¹ de NPK) con un promedio de 2,98 semillas, para vainas por planta los valores más altos fue T63 (125-100-125 kg ha⁻¹ de NPK) con 61,37 vainas por planta, respecto al peso de 100 semillas el valor más alto obtuvo T61 (125-100-75 kg ha⁻¹ de NPK), con 15,22 gramos, el rendimiento más alto fue para el T62 (125-100-100 kg ha⁻¹ de NPK) con 3247,68 kg ha⁻¹ sin embargo este no difirió estadísticamente del T23 (75-50-125 kg ha⁻¹ de NPK) que alcanzó un rendimiento de 2899,31 kg ha⁻¹. Finalmente se pudo determinar que los tratamientos que resultan más rentables son T63 (125-100-125 kg ha⁻¹ de NPK) y T36 (100-50-00 kg ha⁻¹ de NP) con un beneficio neto de 2092,98 y 1798,71 dólares ha⁻¹ y una relación beneficio costo de 1,92 y 1,73 respectivamente.

Palabras claves: Fertilización mineral, mejor rendimiento, rentabilidad.

SUMMARY

This research work was developed in the El Caucho sector, Marcabelí canton, El Oro province. The objective was to evaluate the response of mineral fertilization (NPK) on the yield of soy variety P-34 using a Completely Randomized Block Design (BCA) with an absolute control, sixty-three treatments and four repetitions. . The comparison of means was made by the 5% DGC test. The treatments included four levels of nitrogen fertilization (0.75, 100, 125 kg ha⁻¹), phosphorus (0, 50, 75, 100 kg ha⁻¹) and potassium (0.75, 100, 125 kg ha⁻¹). In addition, a basic economic analysis was carried out to determine profitability.

Significant differences were found in the plant height variables obtaining the highest height in the T40 treatment (100-75-00 kg ha⁻¹ of NPK) reaching 82.46 cm, for height of load the highest value was reached in T51 (125 -125 kg ha⁻¹ of NK) with a value of 16.70 cm, for number of seeds per pod the highest value was T53 (125-50-75 kg ha⁻¹ of NPK) with an average of 2.98 seeds, for pods per plant the highest values were T63 (125-100-125 kg ha⁻¹ of NPK) with 61.37 pods per plant, with respect to the weight of 100 seeds the highest value was T61 (125-100- 75 kg ha⁻¹ of NPK), with 15.22 grams, the highest yield was for the T62 (125-100-100 kg ha⁻¹ of NPK) with 3247.68 kg ha⁻¹ however this did not differ statistically of T23 (75-50-125 kg ha⁻¹ of NPK) that reached a yield of 2899.31 kg ha⁻¹. Finally, it was possible to determine that the treatments that are more profitable are T63 (125-100-125 kg ha⁻¹ of NPK) and T36 (100-50-00 kg ha⁻¹ of NP) with a net benefit of 2092.98 and 1798.71 dollars ha⁻¹ and a benefit-cost ratio of 1.92 and 1.73 respectively.

Key words: mineral fertilization, better yield, profitability.

1. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* L.) es de origen asiático donde se cultiva desde hace unos 3000 años AC (Zapata y Mejía, 2011). Este grano es considerado en la agricultura del mundo moderno como uno de los cultivos más rentables debido a la importancia estratégica que tiene para los esquemas tecnológicos de producción de alimentos concentrados para la alimentación de aves, cerdos y humana, dado a su alto contenido proteico (Mendez, 2010).

La soya es la oleaginosa más cultivada y el cuarto grano más producido en el mundo, después del maíz, trigo y arroz (Martins *et al*, 2011). La producción mundial promedio de soya es de 247 831.379 t al año (2010); Entre Estados Unidos, Argentina y Brasil se cubre el 80% de este total, y esto explica que América sea el continente con mayor producción a nivel mundial con el 85,32%, seguido por Asia que representa el 12,78% (CAN, 2013).

Esta leguminosa ha experimentado a nivel mundial un gran auge en los últimos años, debido al elevado contenido de proteína (40%) y aceite (20%) del grano (Zapata y Mejía, 2011). El procesamiento industrial del grano de soya permite obtener productos de valor estratégico para el hombre y su medio ambiente: el aceite para el consumo humano e industria, la harina para la alimentación humana y aminoácidos esenciales para muchas especies de interés comercial: aves, cerdos y ganado de leche y carne (Gallardo, 2007).

En Ecuador la demanda anual de Pasta de Soya, por parte de la industria de balanceados, que abastece a las industrias avícolas, se estima en alrededor de 300.000 a 360.000 t, es decir un consumo mensual de 25.000 a 30.000 t; la producción local en el

mejor de los casos, cubre un poco más de dos meses de consumo, el resto se satisface mediante importaciones (Lara, 2009).

Dentro de los problemas que limitan la baja del rendimiento del cultivo de soya, se pueden mencionar entre otros: la variedad utilizada, control de plagas y enfermedades, condiciones ambientales, manejo del cultivo, densidad de siembra no óptima, suelo y nutrición mineral inadecuada.

La producción de alto rendimiento del cultivo de soya, que ayude a obtener buenos ingresos o ganancias para el productor, precisa de suelos fértiles con presencia de nutrientes en cantidades suficientes, balanceadas y asimilables por las plantas, además de tener un clima favorable para la producción. Para corregir las deficiencias de nutrientes es necesario implementar sistemas de fertilización que provea la nutrición adecuada y en las cantidades necesarias para el buen desarrollo de las plantas.

La importancia de la soya en la agricultura para la región costa hace imprescindible conocer y manejar la nutrición del cultivo, ya que el continuo proceso de deterioro en la fertilidad de los suelos ha provocado bajos rendimientos. En síntesis la fertilización de soya se plantea a partir de mejorar los rendimientos y la rentabilidad del cultivo, y los balances de nutrientes en los suelos para manejar y/o mejorar su capacidad de producción.

En base a lo expuesto, el presente trabajo investigativo tuvo los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de cuatro niveles de fertilización con N-P-K sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya.
- Realizar el análisis económico para la determinación de la rentabilidad en los tratamientos aplicados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de Soya

2.1.1. Origen y distribución

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill) es una especie anual de la familia de las leguminosas originaria del norte y centro de China, sembrada hace aproximadamente 3.000 años ha sido y continua siendo uno de los alimentos milenarios de los pueblos de Oriente, utilizada en sus comienzos para uso animal y posteriormente en la alimentación humana (Ridner, 2012)

En Ecuador, la primera introducción de esta oleaginosa se dio en 1 933 a través de la Dirección de Agricultura. Adquirió importancia como cultivo a partir de 1 973, con un área aproximada de 1 227 ha. En la zona central del litoral Ecuatoriano (INIAP, 2005).

2.1.2. Clasificación taxonómica.

De acuerdo con Valladares (2010), la clasificación taxonómica de la soya es la siguiente:

Reino:	Plantae
Sub reino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabáceae
Tribu:	Phaseoleae
Género:	<i>Glycyne</i>
Especie:	<i>max</i>

2.1.3. Descripción botánica

La raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 40-50 cm. En la raíz principal o en las secundarias se encuentran los nódulos, en número variable. (Burguersoya, 2007). El Tallo es rígido y erecto, adquiere alturas variables, de 0.4 a 1.5 metros, según variedades y condiciones de cultivo, suele ser ramificado están cubiertos por finos pelos o pubescencia, puede ser susceptible al vuelco aunque existen variedades resistentes. (Burguersoya, 2007)

Las hojas primarias o unifoliadas son opuestas trifoliadas y están insertas en el nudo inmediatamente superior a los cotiledones (Valladares, 2010). Las flores presentan características típicas de las Papilionoideas forman racimos axilares con 2 a 35 flores cada uno (Kantolic *et al.*, 2006).

El fruto es una vaina pubescente y de forma achatada y levemente curvada con un largo entre 2 y 7 cm; puede contener entre 1 y 5 granos pero generalmente presentan 2 o 3 granos (Kantolic *et al.*, 2006).

Las semillas son redondeadas con una coloración habitualmente amarilla, el peso promedio aproximado es de 130 mg, pero estos valores pueden variar en un rango de 112 mg y 165 mg de peso de cada semilla (Juárez, 2007).

El peso del grano puede describirse como función de su tasa o ritmo de crecimiento y la duración del periodo de llenado, ambos atributos están gobernados genéticamente a la variedad considerada y varía de acuerdo a las condiciones ambientales (Macías 2011).

2.1.4. Variedad

SOYICA P - 34

La soya P - 34 es el resultado del mejoramiento genético adelantado por el ICA en el Centro Experimental Palmira (Colombia). Es una variedad de alto rendimiento. Es resistente a la mancha de ojo (*Cercospora sojina*), al mildiu veloso (*Pernospora manchurica*) y a la mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*). Se comporta como tolerante a pústulas bacteriales (*Xanthomonas phaseoli*) al complejo viroso y a los crisomélidos (AGRIPAC, 2016).

Características

AGRIPAC (2016), en ficha técnica de la soya P-34 menciona que está presenta las siguientes características.

- Adaptación: 300 a 1200 msnm
- Días a floración: 35 – 40 días
- Periodo vegetativo: 100 – 110 días
- Hábito de la planta a la madurez: 70 a 80 cm
- Altura de inserción de primeras vainas: 15 – 17 cm
- Color de la flor: blanca
- Color de la pubescencia: blanca
- Secamiento: uniforme
- Peso de 100 semillas: 18 – 20 g
- Color de la semilla: amarilla
- Semillas por vaina: 2 – 4 semillas
- Proteína: 32.5 %
- Aceite: 19.9 %
- Rendimiento comercial: 2400 – 2700 kg ha⁻¹

2.1.5. Producción nacional,

El rendimiento a nivel nacional para el ciclo de verano del 2015 se determinó en 2.04 t ha^{-1} . La provincia de mayor rendimiento fue Los Ríos con una producción de 2.16 t ha^{-1} . Los cantones que se destacaron con un rendimiento superior a la media nacional fueron Baba y Vinces en Los Ríos y Salitre en Guayas (Moreno, 2015).

2.2. Necesidades de Fertilizantes del Cultivo

Se estima que una cosecha de soya extrae del suelo aproximadamente las siguientes cantidades de macronutrientes: nitrógeno $90 - 100 \text{ kg ha}^{-1}$, fósforo 60 kg ha^{-1} , potasio 75 kg ha^{-1} (Cordone y Fernando, 2004).

Según INFOAGRO (2013), las cantidades de fertilizantes a emplear en un cultivo de soya dependen del tipo de suelo y de cómo se abonó el cultivo precedente. Como orientación puede emplearse como abonado de fondo la siguiente fórmula:

- Fósforo (P_2O_5): $500-700 \text{ kg ha}^{-1}$ de superfosfato.
- Potasio (K_2O): 300 kg ha^{-1} de cloruro o sulfato potásico.
- Nitrógeno (N): 250 kg ha^{-1} de sulfato amónico.

Fontanetto y Keller (2006) indican, que la soya por ser una leguminosa, puede hacer uso del nitrógeno atmosférico en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno, sin embargo, sus rendimientos se incrementan considerablemente con la aplicación de este elemento, de ahí, que con frecuencia sea aconsejable suministrarle una ligera fertilización nitrogenada en la época de siembra, con la finalidad de fomentar un rápido desarrollo inicial del cultivo.

La soya responde favorablemente a la aplicación de abonos nitrogenados en suelos pobres en este elemento, indica que el suministro de potasio en suelos carentes, tiende a aumentar el rendimiento y calidad de la semilla (Ferraris *et al.*, 2012).

La soya requiere de mayor cantidad de elementos nutritivos que muchos otros cultivos, siendo el fósforo y potasio los más necesarios para tener una buena cosecha. De manera general sin considerar el tipo de suelo, puede recomendarse de 200 kilogramos de sulfato amónico, 250 kilogramos de superfosfato y 120 a 160 kilogramos de cloruro de potasio por hectárea (Cruzate y Casas, 2009).

Fatecha (2004) afirma, que para obtener una cosecha de 2500 kilogramos de semilla y 3000 kilogramos de paja por hectárea, se requiere de las siguientes cantidades de elementos nutritivos; 100 kilogramos de nitrógeno, 50 kilogramos de potasio y 100 kilogramos de calcio. En suelo más pobres, como los arenosos es necesaria una fórmula de abonadura completa incluyendo la adición de nitrógeno.

Cuando el terreno es muy pobre conviene aplicar 216 kilogramos de superfosfato de calcio al 18,5 por ciento y 146 kilogramos de sulfato de amonio por hectárea (Díaz *et al.*, 2010).

2.2.1. Fertilización con N-P-K en soya.

Ayala (2011), recomienda una fertilización de base utilizando 50 kg ha⁻¹ de superfosfato triple, + 50 kg ha⁻¹ de muriato de potasio, + 50 kg ha⁻¹ Nitrofoska. La segunda fertilización se realiza a los 35 días utilizando 50 kg de urea y Nitrofoska por hectárea respectivamente.

García y Gonzáles (2010), recomiendan que para alcanzar una producción de 2800 kg ha⁻¹ de grano de soya se requiere de 200 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 30 kg ha⁻¹ de fósforo y 85 kg ha⁻¹ de potasio, siendo los elementos que más limitan la producción de la

soya, del total de los requeridos por el cultivo para su desarrollo y producción, son el nitrógeno, fósforo y el azufre.

2.2.2. El cultivo de soya y el nitrógeno

Si bien la soya presenta requerimientos muy elevados de N, gran parte de este requerimiento es cubierto vía fijación biológica (FBN), en trabajos realizados se han determinado aportes de N por FBN del orden de 30-70 % de las necesidades totales de N del cultivo, dependiendo del nivel de N del suelo y de las características climáticas del ciclo de crecimiento (Ferraris y Gonzáles, 2014).

El nitrógeno (N) es el elemento más limitante para la producción de la soya, debido a su alta demanda (80 kg t grano). Los síntomas de deficiencia de N en soya se manifiestan por una disminución en el crecimiento y altura de las plantas (Fontaneto y Keller, 2006).

Ferraris (2011), se debe tener en cuenta que en soya el aporte de N vía FBN no siempre resulta en un balance positivo de N en el suelo. Para producir un rendimiento de 4000 kg ha⁻¹ la soya debe absorber 320 kg ha⁻¹ de N. Sin embargo, se exportan aproximadamente 240 kg ha⁻¹ de N con la cosecha. Si se considera que el 50 % del N total acumulado proviene de FBN, es decir 160 kg ha⁻¹ de N, el aporte neto de N del suelo (N disponible a la siembra y/o mineralizado luego de la materia orgánica) sería más de 80 kg ha⁻¹ de N (García, 2006).

2.2.3. El cultivo de soya y el fósforo

El P es el segundo elemento limitante para la producción de cultivos luego del Nitrógeno. La soya para producir una tonelada de grano requiere 8 kg de P, cantidad que

es mayormente exportada en la cosecha. Las deficiencias de P reducen el crecimiento de las plantas, hojas pequeñas (Tysko y Rodríguez, 2007).

La soya con un rendimiento de 3.000 kg ha⁻¹ de granos puede extraer del suelo 205 kg de nitrógeno, 55 kg de fósforo y 135 kg de potasio (Tysko y Rodríguez, 2007). Cuando la disponibilidad de fósforo en el suelo es baja, la fertilización puede aumentar el número de flores, vainas, granos por planta y consecuentemente el rendimiento (Álvarez *et al.*, 2008).

La obtención de bajo rendimiento como consecuencia de una deficiencia de fósforo, se debe en general a una disminución en el número de granos, esto se determina durante la formación de las vainas (Bermúdez, 2014).

La soya absorbe cerca de la mitad del fósforo que necesita durante los últimos cuarenta días de la estación de crecimiento, si la presencia de fósforo disminuye sensiblemente en la mitad del ciclo del cultivo, se puede desistir de obtener la meta inicial de producción (Fontanetto y Keller, 2006).

2.2.4. El cultivo de soya y el potasio

De acuerdo con FERTISA (2012) el muriato de potasio o cloruro de potasio, representa alrededor del 95% de todo el potasio que se consume en el mundo, por su alta concentración 60% de (K₂O) y su abundancia en la naturaleza.

El Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas (Martín y Cubilla, 2014).

Por otra parte Quintanilla (2013) indica que el Potasio es absorbido, o retirado del suelo, por las plantas, en la forma iónica (K⁺), es esencial para el crecimiento vegetal, y su función principal parece estar ligada al metabolismo. El Potasio es vital para la fotosíntesis. Cuando la concentración de potasio es deficiente, la fotosíntesis disminuye. A medida que el potasio se torna deficiente, la velocidad de respiración de las plantas aumenta. Estas dos condiciones de deficiencia de potasio - reducción en la fotosíntesis y aumento en la respiración - disminuyen el abastecimiento de carbohidratos para las plantas (Quintanilla, 2013).

Según Barbazán *et al.*, (2011), la soya absorbe grandes cantidades de K₂O entre 100 y 200 kg ha⁻¹, cuando este es insuficiente en el suelo. En la madurez, aproximadamente la mitad del potasio en las plantas altamente productivas estará en las semillas.

2.3. Agrotécnia

2.3.1. Preparación del terreno

Es recomendable hacer una pasada con arado de vertedera y cuatro rastras livianas, aunque en suelos susceptibles a la erosión por sus características físicas o topográficas, es más conveniente la labranza mínima: una rastra pesada a 25 cm y una rastra liviana (INFOAGRO, 2013).

Con la última rastrea se incorporan los herbicidas preemergentes, y el fertilizante e insecticida, si es necesario, y se aprovecha para pasar una riel para nivelar el terreno (INFOAGRO, 2013).

2.3.2. Siembra

La distancia entre surcos más recomendables puede ser 35, 40, 53 o 60 cm de acuerdo con el equipo de siembra utilizado, y 5 cm entre plantas, para un total de 350000 plantas ha⁻¹, para lo cual se requieren 80 kg de semilla certificada, con un mínimo de 80 % de germinación (INIAP, 2005).

La profundidad de siembra varía con la consistencia del terreno. Debe sembrarse a una profundidad óptima de 2 a 4 cm, aunque en terrenos muy sueltos, donde exista el peligro de una desecación del germen antes de la germinación, puede llegarse a los 7 cm (INFOAGRO, 2013).

2.3.3. Control de malezas

La soya es una planta poco agresiva y por lo tanto muy sensible a la competencia con las malas hierbas, durante las fases iniciales de su desarrollo. Las especies invasoras compiten por el agua, la luz y los elementos nutritivos, ocasionando posteriormente dificultades para la recolección mecánica del grano y perjudicando la calidad final del producto. Se pueden emplear técnicas manuales, mecánicas y químicas (NITRAGIN, 2015).

2.4. Requerimientos Edafoclimáticos

Requerimientos Hídricos.

Se considera que la soya requiere de entre 400 a 600 mm de agua bien distribuida durante el ciclo del cultivo. Es conveniente contar con riego suplementario por si se presenta una época seca durante el período de llenado de grano (entre 60 a 80 días después de la siembra) para realizar uno o dos riegos auxiliares (Valladarez, 2010).

Requerimientos Climáticos.

Los rendimientos máximos de este cultivo se alcanzan cuando las temperaturas diurnas son de a 30 °C y las nocturnas entre 18 a 25 °C (NITRAGIN, 2015).

Requerimientos de Suelo.

Para la soya se recomiendan suelos preferiblemente profundos, con pH entre 5.7 a 6.5; fértiles; con no menos de 1.5 % ni más de 4 % de materia orgánica (Coello, 2013).

2.5 Plagas y Enfermedades

Ávila (2010), manifiesta que las plagas del cultivo de soya son:

Trozadores: Grillo topo (*Nelcurtilla hexadactyla*), Langosta (*Spodoptera spp*), Trozador (*Agrotis ypsilon*); Picudo negro (*Sternechus subsignatus*),

Defoliadores: Oruga de leguminosas (*Anticarsia gemmatalis*), Sanduchero (*Hedilepta indica*), Falso medidor (*Chrysodeixis includens*) y

Barrenadores del tallo (*Cydia fabivora*).

INIAP (2002), indica que las enfermedades más comunes de la soya son:

Enfermedades Fungosas del follaje: Mancha foliar ojo de rana (*Cercospora sojina* Hara), Mancha del tiro al blanco (*Corynespora cassiola* (Berk & Curt) Hei.

Enfermedades fungosas de las raíces y parte inferior del tallo: *Rhizoctonia salmi* Kuhn, Pudrición corchosa (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Enfermedades causadas por virus: Virus del mosaico de la soya, virus del moteado de la vaina del frejol.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Localización de la Investigación.

Esta investigación se efectuó en el sector “El Caucho” a 1,4 km de la parroquia y cantón Marcabelí, provincia del Oro, desde el 30 de julio del 2016 al 01 de enero del 2017.



Figura 1. Mapa de ubicación del campo experimental, provincia El Oro, cantón Marcabelí, Sector El Caucho (Elaboración el Autor, 2017).

3.1.1. Ubicación geográfica

El sector “El Caucho” está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas.

Latitud	3°76'64.73" S
Longitud	79°90'85.83" O
Altitud	540 msnm

3.1.2. Ubicación ecológica

Molina (2014), indica que dentro de la clasificación de las zonas de vida por Holdrige ecológicamente el cantón Marcabelí, corresponde a bosque húmedo pre montano (bh-Pm).

De acuerdo al Gobierno Autónomo Descentralizado de Marcabelí (GAD, 2017) el cantón tiene las siguientes condiciones climáticas: una pluviosidad media anual de 1160 mm/año, temperatura media anual de 22°C, con una máxima de 26°C y una mínima de 14°C.

3.1.3. Características físicas y químicas del suelo

Cuadro 1. Análisis físico y químico del suelo del área experimental 2016.

Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación
Ph	5,73	Ligeramente ácido
Materia Orgánica	%	2,44	Bajo
Nitrógeno	%	0,12	Bajo
Fósforo	mg/kg	20,2	Medio
Potasio	cmol/kg	0,22	Medio
Calcio	cmol/kg	5,07	Medio
Magnesio	cmol/kg	1,71	Medio
Hierro	mg/kg	284,4	Alto
Manganeso	mg/kg	43,49	Alto
Cobre	mg/kg	9,89	Alto
Zinc	mg/kg	8,22	Alto
Arena	%	44
Limo	%	40

Cuadro 1. Continuación...

Parámetros	Unidad	Valor	Interpretación
Arcilla	%	16
Clase Textural	Franco

Fuente: Laboratorio de suelos, foliares y aguas. AGROCALIDAD, 2017. Quito-Ecuador.

3.2. Materiales

3.2.1. Material de oficina

- Computadora
- Programa estadístico Infostat
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Etiquetas de identificación
- Material bibliográfico
- Programa Microsoft Excel

3.2.2. Material biológico

- Semilla de soya comercial variedad P-34 según la referencia técnica citada por AGRIPAC (2016).

3.2.3. Material de campo

- Machete
- Rastrillo
- Lampas
- Estacas
- Urea (46-00-00)
- Superfosfato triple (00-46-00)
- Muriato de potasio (00-00-60)
- Fundas plásticas
- Cámara digital
- Balanza digital
- Marcador
- Letreros
- Etiquetas
- Herbicidas
- Sacos
- Flexómetro
- Insecticidas
- Fungicidas

3.3. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (BCA) con 64 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 256 unidades experimentales en parcelas de 3.20 x 1.50 m (4.8 m²) y un área total del ensayo de 1920 m².

3.3.1. Tratamientos en estudio

Diversos niveles de nutrientes se aplicaron en la siguiente investigación detallada en el cuadro 2.

Cuadro 2. Nutrientes (elementos) aplicados en los distintos tratamientos establecidos en el ensayo de soya P-34, en el sector “El Caucho”, cantón Marcabelí, provincia El Oro.

Tratamiento	N (0-75-100-125) kg ha ⁻¹	P (0-50-75-100) kg ha ⁻¹	K (0-75-100-125) kg ha ⁻¹
T0	0	0	0
T1	0	0	75
T2	0	0	100
T3	0	0	125
T4	0	50	0
T5	0	50	75
T6	0	50	100
T7	0	50	125
T8	0	75	0
T9	0	75	75
T10	0	75	100
T11	0	75	125
T12	0	100	0
T13	0	100	75
T14	0	100	100
T15	0	100	125
T16	75	0	0
T17	75	0	75
T18	75	0	100
T19	75	0	125
T20	75	50	0
T21	75	50	75
T22	75	50	100
T23	75	50	125
T24	75	75	0
T25	75	75	75
T26	75	75	100

Cuadro 2. Continuación...

Tratamiento	N (0-75-100-125) kg ha ⁻¹	P (0-50-75-100) kg ha ⁻¹	K (0-75-100-125) kg ha ⁻¹
T27	75	75	125
T28	75	100	0
T29	75	100	75
T30	75	100	100
T31	75	100	125
T32	100	0	0
T33	100	0	75
T34	100	0	100
T35	100	0	125
T36	100	50	0
T37	100	50	75
T38	100	50	100
T39	100	50	125
T40	100	75	0
T41	100	75	75
T42	100	75	100
T43	100	75	125
T44	100	100	0
T45	100	100	75
T46	100	100	100
T47	100	100	125
T48	125	0	0
T49	125	0	75
T50	125	0	100
T51	125	0	125
T52	125	50	0
T53	125	50	75
T54	125	50	100
T55	125	50	125
T56	125	75	0
T57	125	75	75
T58	125	75	100
T59	125	75	125
T60	125	100	0
T61	125	100	75
T62	125	100	100
T63	125	100	125

3.3.2. Hipótesis estadísticas

H₀: Los diferentes niveles de fertilización, no influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

H_a: Los diferentes niveles de fertilización influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

3.3.3. Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Rendimiento de la unidad experimental
 μ = Es la gran media
 α_i = Representa el efecto del i – ésimo nivel del factor A
 β_j = Representa el efecto del j – ésimo nivel del factor B
 ε_{ijk} = Es el término del error experimental
 $i = 1, 2, \dots, n$ (tratamientos)
 $j = 1, 2, \dots, n$ (réplicas)

3.3.4. Delineamiento experimental

Cuadro 3. Características del experimento

Número de tratamientos	64
Tamaño de la parcela	1.5 x 3.2 m
Número de Bloques	4
Número de parcelas por bloque	64
Número de unidades experimentales	256
Distancia entre bloques	0,5 m
Distancia entre surcos	0,40
Distancia entre plantas	0,15 m
Distancia entre parcelas	0,5 m
Numero de surcos por parcela	9
Granos por golpe	1
Número de plantas por surco	11
Número de plantas por parcela	99
Número de plantas por surco útil	7
Número de plantas por parcela útil	49
Área total útil	552.96 m ²
Área total del ensayo (128 x 15 m)	1920 m ²

Para el análisis estadístico se eliminó un surco de cada extremo de cada unidad experimental, por lo que tomamos en cuenta los 7 surcos centrales; así mismo se eliminó dos matas de los extremos de cada surco de la parcela útil.

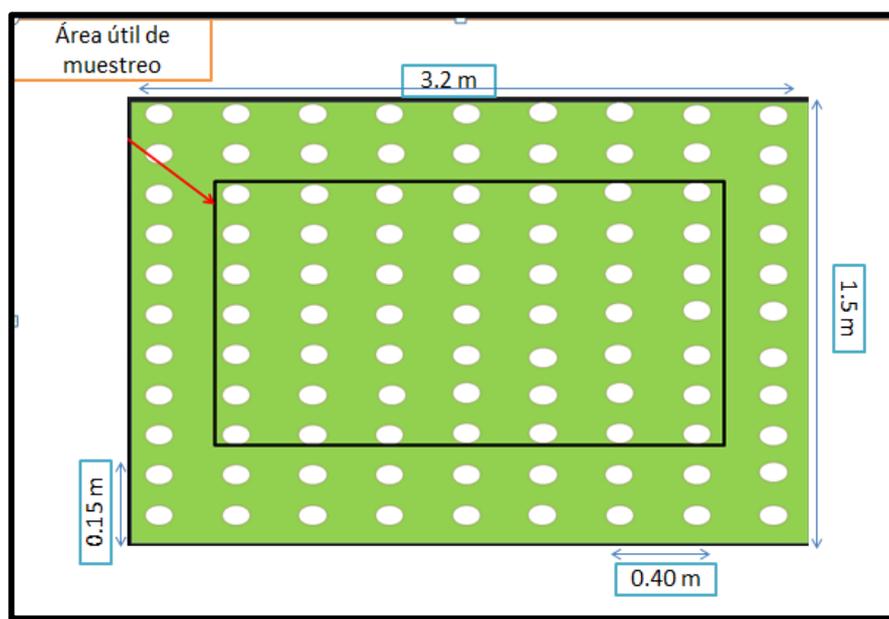


Figura 2. Área útil del diseño experimental.

3.4. Manejo del Experimento

Durante el desarrollo del ensayo, se efectuaron todas las labores y prácticas agrícolas necesarias para el desarrollo del cultivo, entre las que se puede citar control de malezas, insectos-plaga, fertilización, y demás labores recomendadas para el cultivo según INIAP.

3.4.1. Actividades previas a la siembra

➤ Análisis de suelo

Se recogieron 3 sub muestras de cada bloque, en zigzag a una profundidad de 15-25 cm, con la ayuda de una pala. Una vez terminada la toma de muestras se secó,

trituró, tamizó y se mezcló tomando 1 kg de suelo para realizar un análisis químico en el laboratorio de AGROCALIDAD ubicado en la parroquia Tumbaco, ciudad de Quito (Anexo 11)

➤ **Preparación del terreno**

En la preparación del terreno todas las actividades se las realizó de manera manual, primeramente haciendo una deshierba del rastrojo, luego se procedió a la quema del mismo cuando este ya se encontraba seco (Anexo 1).

➤ **Trazado de parcelas**

Se realizó con la ayuda de balizas que sirvieron como puntos principales para su correcto trazamiento, luego se colocó estacas en cada esquina de límite del ensayo, en las estacas se aseguró una cuerda como guía (Anexo 1).

3.4.2. Metodología para el primer objetivo:

3.4.2.1 “Determinar el efecto de cuatro niveles de fertilización con N-P-K sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya”.

➤ **Siembra**

Se realizó de forma manual, depositando una semilla por hoyo a una distancia de 0.15 m entre planta y 0.40 m entre surco, con un promedio general de 6.67 plantas por metro lineal, obteniendo una población total de 166 666 plantas por hectárea, la semilla se colocó a una profundidad de 2 cm y cubrió con una capa fina de suelo.

➤ **Fertilización**

Esta se efectuó de forma manual, se calculó la dosis de los nutrientes por tratamiento estimando la eficiencia de cada elemento; Urea (65%), P₂O₅ (50%), K₂O (65%) y para gramos por parcela la siguiente fórmula propuesta por Betrán (2006):

$$CF/parcela = \frac{\text{Dosis del Nutriente} \left(\frac{kg}{ha}\right) \times \text{Área de la parcela} (m^2)}{\text{Área total de 1 hectárea}} \times 1000 \text{gramos}$$

Dónde:

CF = Cantidad de fertilizante en gramos (g)

Cuadro 4. Cantidad de nitrógeno (Urea), fósforo (Superfosfato triple) y potasio (Muriato de potasio), en los respectivos tratamientos.

Tratamiento	Cantidad del elemento (kg ha ⁻¹)			Cantidad del fertilizante (g parcela ⁻¹)			Cantidad de fertilizante (g planta ⁻¹)		
	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O
T0	00	00	00	00	00	00	00	00	00
T1	00	00	75	00	00	92,3	00	00	0,9
T2	00	00	100	00	00	123,1	00	00	1,2
T3	00	00	125	00	00	153,8	00	00	1,6
T4	00	50	00	00	104,4	00	00	1,1	00
T5	00	50	75	00	104,4	92,3	00	1,1	0,9
T6	00	50	100	00	104,4	123,1	00	1,1	1,2
T7	00	50	125	00	104,4	153,8	00	1,1	1,6
T8	00	75	00	00	156,5	00	00	1,6	00
T9	00	75	75	00	156,5	92,3	00	1,6	0,9
T10	00	75	100	00	156,5	123,1	00	1,6	1,2
T11	00	75	125	00	156,5	153,8	00	1,6	1,6
T12	00	100	00	00	208,7	00	00	2,1	00
T13	00	100	75	00	208,7	92,3	00	2,1	0,9
T14	00	100	100	00	208,7	123,1	00	2,1	1,2

Cuadro 4. Continuación...

Tratamiento	Cantidad del elemento (kg ha ⁻¹)			Cantidad del fertilizante (g parcela ⁻¹)			Cantidad de fertilizante (g planta ⁻¹)		
	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O
T15	00	100	125	00	208,7	153,8	00	2,1	1,6
T16	75	00	00	120,4	00	00	1,2	00	00
T17	75	00	75	120,4	00	92,3	1,2	00	0,9
T18	75	00	100	120,4	00	123,1	1,2	00	1,2
T19	75	00	125	120,4	00	153,8	1,2	00	1,6
T20	75	50	00	120,4	104,4	00	1,2	1,1	00
T21	75	50	75	120,4	104,4	92,3	1,2	1,1	0,9
T22	75	50	100	120,4	104,4	123,1	1,2	1,1	1,2
T23	75	50	125	120,4	104,4	153,8	1,2	1,1	1,6
T24	75	75	00	120,4	156,5	00	1,2	1,6	00
T25	75	75	75	120,4	156,5	92,3	1,2	1,6	0,9
T26	75	75	100	120,4	156,5	123,1	1,2	1,6	1,2
T27	75	75	125	120,4	156,5	153,8	1,2	1,6	1,6
T28	75	100	00	120,4	208,7	00	1,2	2,1	00
T29	75	100	75	120,4	208,7	92,3	1,2	2,1	0,9
T30	75	100	100	120,4	208,7	123,1	1,2	2,1	1,2
T31	75	100	125	120,4	208,70	153,8	1,2	2,1	1,6
T32	100	00	00	160,5	0	00	1,6	00	00
T33	100	00	75	160,5	00	92,3	1,6	00	0,9
T34	100	00	100	160,5	00	123,1	1,6	00	1,2
T35	100	00	125	160,5	00	153,8	1,6	00	1,6
T36	100	50	00	160,5	104,4	00	1,6	1,1	00
T37	100	50	75	160,5	104,4	92,3	1,6	1,1	0,9
T38	100	50	100	160,5	104,4	123,1	1,6	1,1	1,2
T39	100	50	125	160,5	104,4	153,8	1,6	1,1	1,6
T40	100	75	00	160,5	156,5	00	1,6	1,6	00
T41	100	75	75	160,51	156,5	92,3	1,6	1,6	0,9
T42	100	75	100	60,5	156,5	123,1	1,6	1,6	1,2
T43	100	75	125	160,5	156,5	153,8	1,6	1,6	1,6
T44	100	100	00	160,5	208,7	00	1,6	2,1	00
T45	100	100	75	160,5	208,7	92,3	1,6	2,1	0,9
T46	100	100	100	160,5	208,7	123,1	1,6	2,1	1,2
T47	100	100	125	160,5	208,7	153,8	1,6	2,1	1,6

Cuadro 4. Continuación...

Tratamiento	Cantidad del elemento (Kg ha ⁻¹)			Cantidad del fertilizante (g parcela ⁻¹)			Cantidad de fertilizante (g planta ⁻¹)		
	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O
T48	125	00	00	200,6	00	00	2,0	00	00
T49	125	00	75	200,6	00	92,3	2,0	00	0,9
T50	125	00	100	200,6	00	123,1	2,0	00	1,2
T51	125	00	125	200,6	00	153,8	2,0	00	1,6
T52	125	50	00	200,6	104,4	00	2,0	1,1	00
T53	125	50	75	200,6	104,4	92,3	2,0	1,1	0,9
T54	125	50	100	200,6	104,4	123,1	2,0	1,1	1,2
T55	125	50	125	200,6	104,4	153,8	2,0	1,1	1,6
T56	125	75	00	200,6	156,5	00	2,0	1,6	00
T57	125	75	75	200,6	156,5	92,3	2,0	1,6	0,9
T58	125	75	100	200,6	156,5	123,1	2,0	1,6	1,2
T59	125	75	125	200,6	156,5	153,8	2,0	1,6	1,6
T60	125	100	00	200,6	208,7	00	2,0	2,1	00
T61	125	100	75	200,6	208,7	92,3	2,0	2,1	0,9
T62	125	100	100	200,6	208,7	123,1	2,0	2,1	1,2
T63	125	100	125	200,6	208,7	153,8	2,0	2,1	1,6

El cuadro 4, muestra el fertilizante y la cantidad que se empleó para cada tratamiento, parcela y planta, estimando la eficiencia de cada nutriente. La cantidad de nitrógeno y potasio se fraccionó y aplicó a los 28, 42 y 45 días después de la siembra (DDS) y a los 28 días (DDS) se realizó la aplicación de fósforo (Anexo 3).

➤ **Control de malezas**

Se realizaron cuatro deshierbas en todo el ciclo del cultivo, las primeras dos de forma química, utilizando Glifosato como herbicida pre-emergente en dosis de 3 L ha⁻¹ (150 ml bomba de 20 litros) a los 2 días después de la siembra con la finalidad que la semilla de soya germine en un terreno limpio sin la presencia de malezas, Haloxyfop-R como herbicida selectivo post-emergente en dosis de 0.8 L ha⁻¹ (40 ml bomba de 20 litros) a los 50 días después de la siembra. Las dos deshierbas restantes

se la realizaron manualmente con la ayuda de una lampa y machete a los 26 y 70 días (DDS).

➤ **Aporque**

Se realizó al momento de la deshierba manual para favorecer la oxigenación del suelo y la formación de raíces adventicias.

➤ **Control fitosanitario**

Para el control de plagas y enfermedades se utilizó control químico. En las primeras etapas del cultivo hubo presencia del gusano cortador *Agrotis ypsilon* (lepidóptera), para su control se aplicó Chlorpyrifos[®] 480% + Nonylphenol[®] 12.42% en dosis de 0.5 L ha⁻¹ (25 ml bomba de 20 litros). En la etapa reproductiva R3 del cultivo se presentó el ataque de la Oruga de las leguminosas (*Anticarsia gemmatalis*), para su control se aplicó Cypermethin[®] 20% en dosis de 0.5 L ha⁻¹ (25 ml bomba de 20 litros). Mientras que para el control de enfermedades como la roya (*Phakopsora ssp*) en la etapa vegetativa Vn (Desarrollo de nudos) se aplicó Mancozeb en dosis de 0.6 kg ha⁻¹ (30 g bomba de 20 litros) y en acción preventiva para enfermedades de final del ciclo (EFC) especialmente en la etapa reproductiva R3 a R5 se aplicó Pyraclostrobin 13.3% + epoxiconazol 5% en dosis de 0.2 L ha⁻¹ (20 ml bomba de 20 litros).

➤ **Riego**

Se realizaron por gravedad, semanalmente o de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

3.4.3. Variables medidas

Para las variables altura de planta, altura de carga y número de vainas se tomaron 15 plantas al azar de cada parcela útil, todo esto con la finalidad de estimar los efectos de los diferentes tratamientos, se evaluaron las siguientes variables:

➤ Días a la floración

Se registró en número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de las plantas de soya de cada unidad experimental presentaron flores.

➤ Altura de plantas (cm)

Para la medición de esta variable se utilizó un flexómetro considerando la base de la planta y el ápice principal. Se realizaron 3 mediciones durante todo el ciclo del cultivo (30, 60, 90 DDS) en cada una de las unidades experimentales (Anexo 8). Sin embargo, la planta fue creciendo de manera homogénea por lo que solo se consideró la altura a los 90 (DDS).

➤ Altura de carga (cm)

Se determinó con la ayuda de un flexómetro desde la superficie del suelo hasta la primera vaina, a los 60 días (etapa reproductiva R3, vainas desarrolladas) en las 15 plantas señaladas anteriormente en cada unidad experimental y se obtuvo el promedio.

➤ Número de vainas por planta

En cada tratamiento se seleccionaron 15 plantas al azar y luego se procedió a contar el número de vainas por planta, para sacar el promedio por tratamiento.

➤ **Número de semillas por vaina**

Se determinó seleccionando 15 vainas por tratamiento de las plantas de la parcela útil al momento de la cosecha.

➤ **Peso de 100 semillas (g)**

Se registró el peso de cien granos (12% de humedad) por cada tratamiento mediante el uso de una balanza analítica.

➤ **Rendimiento en grano (kg ha⁻¹)**

Se cosechó las plantas que se encontraban dentro de la parcela útil, para posteriormente pesarlas en la balanza, estos datos se proyectaron a kilogramos/hectárea.

3.4.3.1. Análisis de datos

Luego de finalizar la recopilación de datos, se procedió a su ordenación y análisis. Los datos de todas las variables fueron analizados mediante un análisis de varianza (ADEVA) doble, además se evaluó la homogeneidad de varianza y la normalidad de datos. El programa estadístico utilizado fue InfoStat. Para el análisis de medias se empleó la prueba de DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves, 2002) con un p-valor < 0,05. Este test se utilizó debido a la gran cantidad de medias a comparar, ya que asegura una interpretación más sencilla que la que puede obtenerse con la aplicación de un test tipo LSD de Fisher.

Además se realizaron análisis de correlación entre el rendimiento frente a las dosis aplicadas y la relación de variables dependientes se graficó mediante un biplot.

3.4.4. Metodología para el segundo objetivo:

3.4.4.1 “Realizar el análisis económico para la determinación de la rentabilidad en los tratamientos aplicados”

➤ Cosecha

Se efectuó de forma manual a los 115 días. Cada tratamiento se cosechó por separado y guardó en sacos con su respectiva etiqueta (Anexo 10).

➤ Secado del grano

Se lo hizo en una lona al aire libre, tomando en cuenta que el grano no se deshidrate menos del 12% de humedad.

➤ Análisis económico

El análisis económico se lo realizó mediante la relación costo/beneficio para cada tratamiento. Previamente a esto se realizaron los ajustes del rendimiento (kg ha^{-1}) al 10% menos del rendimiento total obtenidos en cada tratamiento, esto con la finalidad de calcular valores reales a los obtenidos por los agricultores en el campo, ya que hay muchos factores edafoclimáticos que influyen en obtener un mayor rendimiento en parcelas pequeñas como en este estudio, comparado para medianas y grandes extensiones de cultivo que lo realizan los agricultores ya en campo.

Beneficio Bruto

Se lo determinó considerando el nivel de rendimiento (kg ha^{-1}) de cada tratamiento multiplicando por el precio de venta del producto. Se calcula mediante la fórmula.

$$\mathbf{BB = P \times PV}$$

Dónde:

BB: Beneficio Bruto

P: Producto

PV: Precio de venta

Costo Total de Producción

El CTP se obtuvo mediante la suma de los costos directos (mano de obra, insumos, etc.) y los costos indirectos (transporte de insumos, arriendo del terreno e imprevistos, etc.). Se calcula mediante la fórmula:

$$\mathbf{TCP = CF + CV:}$$

Dónde:

CTP: Total de Producción

CF: Costos Fijos

CV: Costos Variables

Beneficio neto

Se determinó de la diferencia entre beneficio bruto y el total de costo de producción. Se calcula mediante la fórmula:

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

Donde:

BN: Beneficio Neto

BB: Beneficio Bruto

TCP: Total Costo de Producción

Relación Costo / Beneficio

Esta relación se la determinó al dividir el beneficio bruto para el total de costo de producción. Se calcula mediante la fórmula:

$$\mathbf{R (C/B) = BB / TCP}$$

Donde:

R (C/B): Relación Costo Beneficio

BB: Beneficio Bruto

TCP: Total Costo de Producción

4. RESULTADOS

El desarrollo de la planta de soya (Anexo 12) es un proceso que se inicia con la germinación de la semilla y concluye cuando alcanza su madurez fisiológica y se encuentra lista para la cosecha. Su crecimiento dependerá de la etapa de desarrollo en que se encuentre (Ayala, 2011).

4.1. Días a la Floración

De acuerdo con el análisis de varianza para los días a la floración (Anexo 14) muestra que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, los promedios se ubicaron entre 39.5 y 40.5 DDS. El coeficiente de variación fue 1.06% y la media general de 39.8 días, tal como se muestra en la figura 3.

4.2. Altura de Planta a los 90 DDS (cm)

El análisis de varianza para la altura de la planta (Anexo 15) muestra que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Un coeficiente de variación de 19.57% y una media general de 62.23 cm.

Realizada la prueba DGC al 5% para altura de la planta a la madurez fisiológica etapa reproductiva R7 (Anexo 8), el cultivo con el tratamiento T40 (100-75-00 Kg ha⁻¹) alcanzó la mayor altura con 8.,46 cm, en tanto que el T51 (125-00-125 kg ha⁻¹), T9 (00-75-75 kg ha⁻¹) y T0 (00-00-00 kg ha⁻¹) fueron los que obtuvieron la menor altura con 48.66 cm; 48.26 cm y 47.05 cm respectivamente, en cambio los demás tratamientos obtuvieron valores intermedios de 51.45 cm hasta 77.98 cm, tal como se muestra en la figura 4.

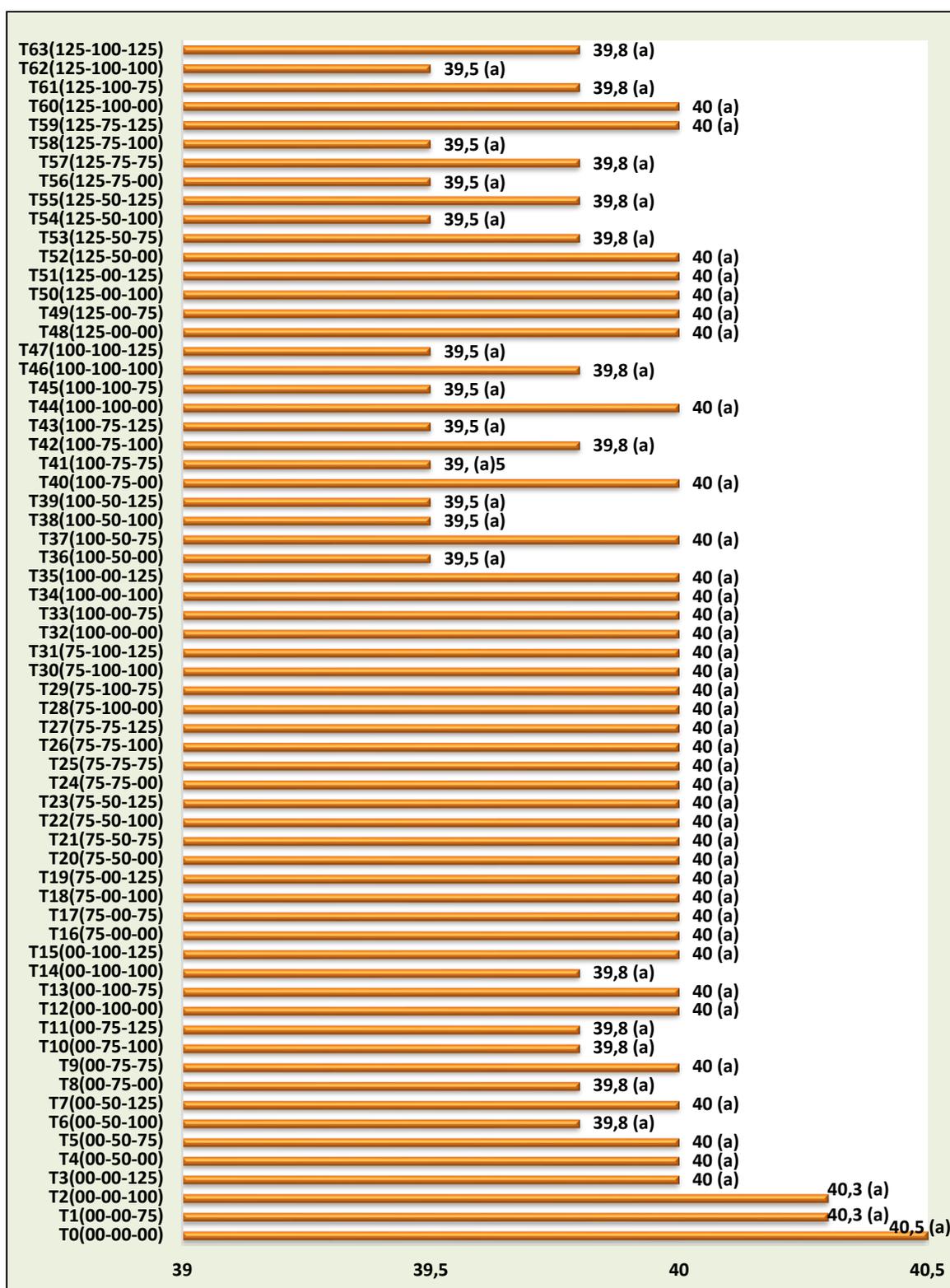


Figura 3. Días a la floración de la soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor $< 0,05$) de probabilidad. Marcabelí, 2017.

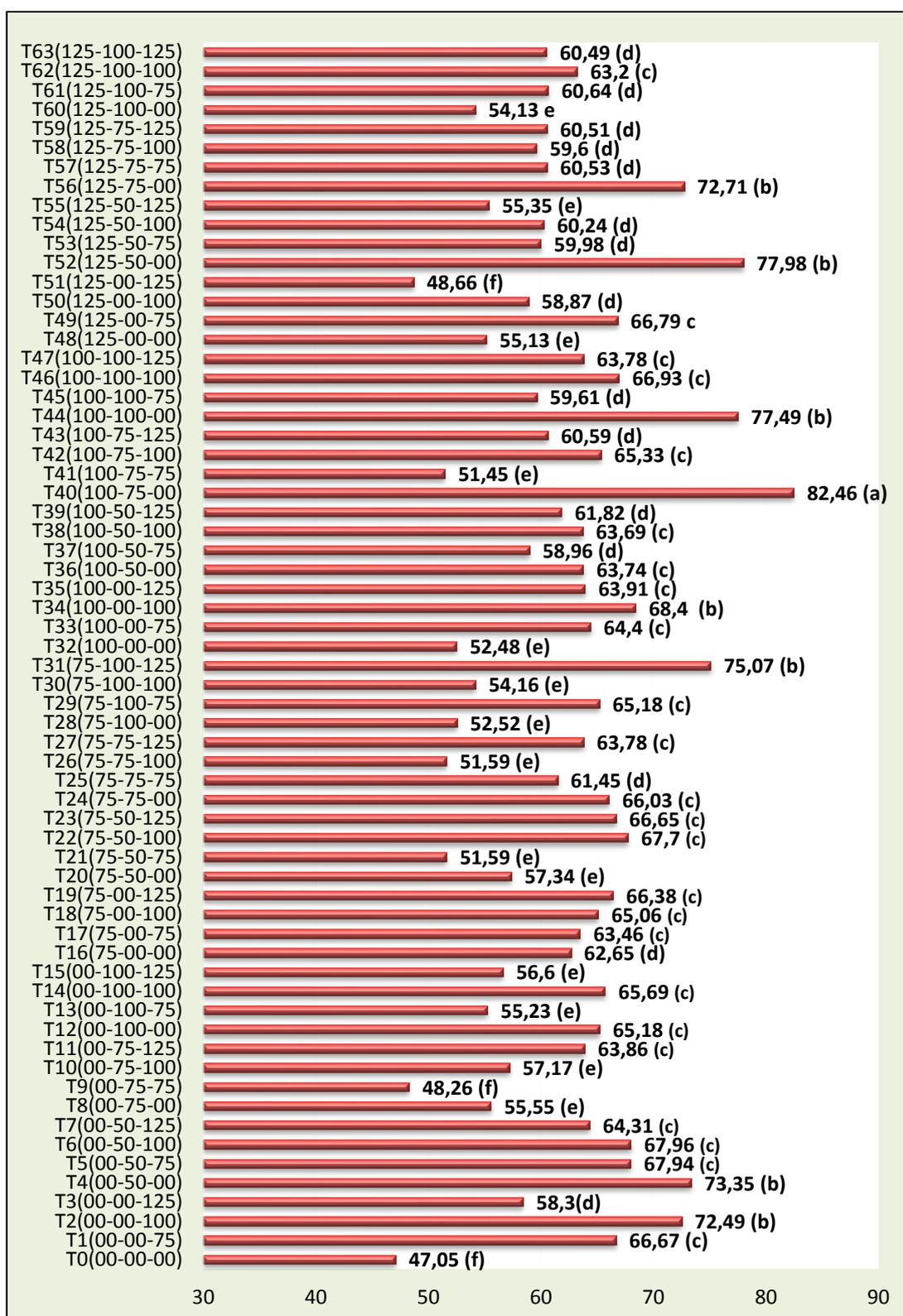


Figura 4. Altura de la planta de soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabellí, 2017.

4.3. Altura de Carga (cm)

El análisis de varianza para la altura de carga entre tratamientos (Anexo 16) muestra que existen diferencias estadísticas. Un coeficiente de variación de 8.68 % y una media general de 15.80 cm.

La variable altura de carga tomada en la etapa R3 (Inicio de formación de vainas) en soya, el tratamiento T51 (125-00-125 Kg ha⁻¹) alcanzó el valor más alto con 16,70 cm, mientras que todos los tratamientos restantes incluyendo el testigo no mostraron diferencias estadísticas, con valores promedios que van desde los 15.20 a 16.29 cm respectivamente, tal como se muestra en la figura 5.

4.4. Número de Semillas por Vaina

De acuerdo al análisis de varianza para el número de semillas por vaina (Anexo 17), se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 24.92 % y una media general de 2.72 granos por vaina.

Para la variable granos por vaina, los mayores valores correspondieron a los tratamientos T53 (125-50-75 kg ha⁻¹) y T38 (100-50-100 kg ha⁻¹) con 2.98 y 3.02 granos respectivamente, mientras que el menor valor le correspondió al testigo T0 (00-00-00) con 1.9 granos, mientras que el resto de tratamientos obtuvieron promedios de 2.23 (c) a 2.93 (b). En la figura 6 se muestra los diferentes niveles obtenidos en la investigación.

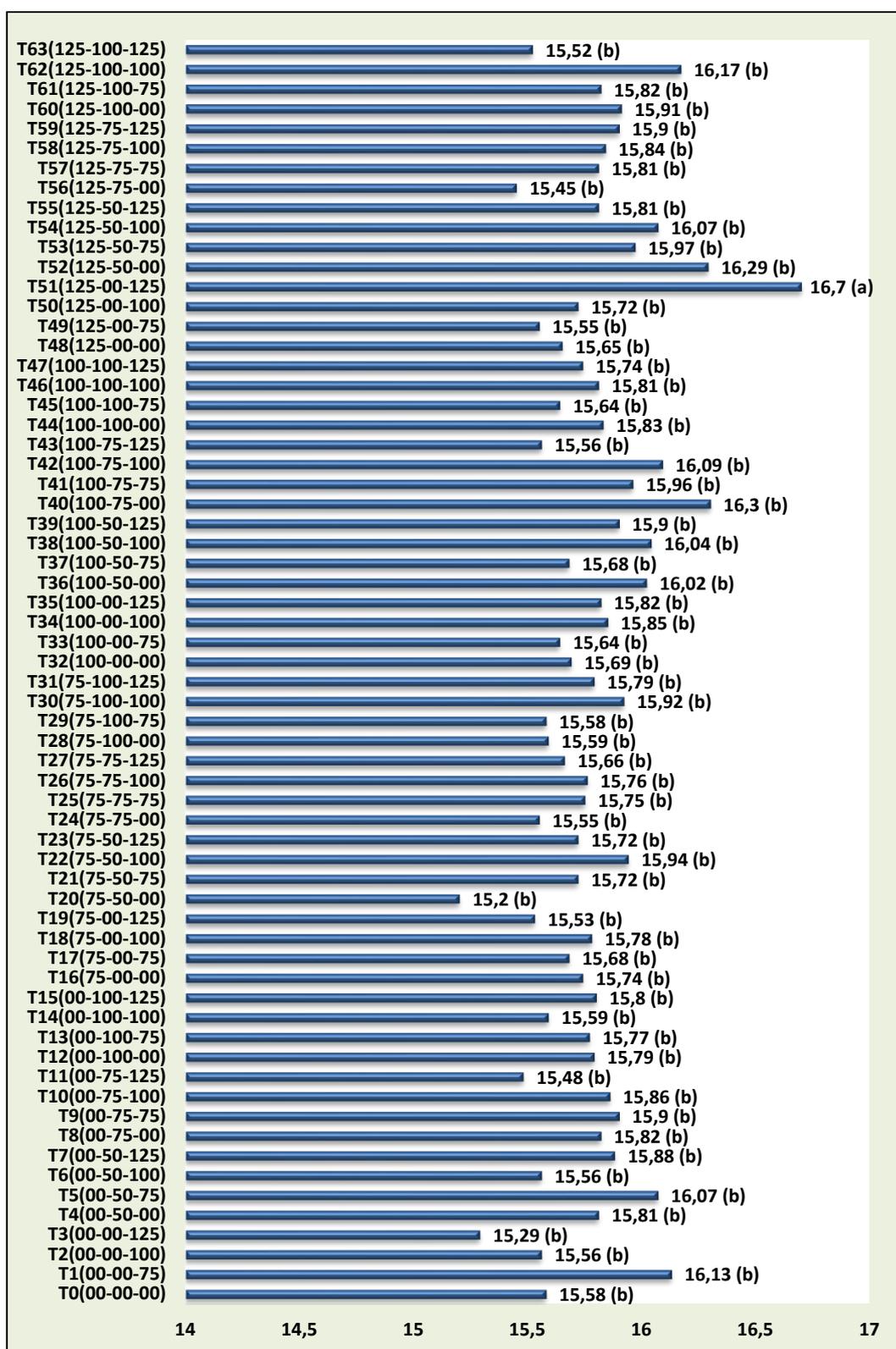


Figura 5. Altura de carga en soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor $< 0,05$) de probabilidad. Marcabelí 2017.

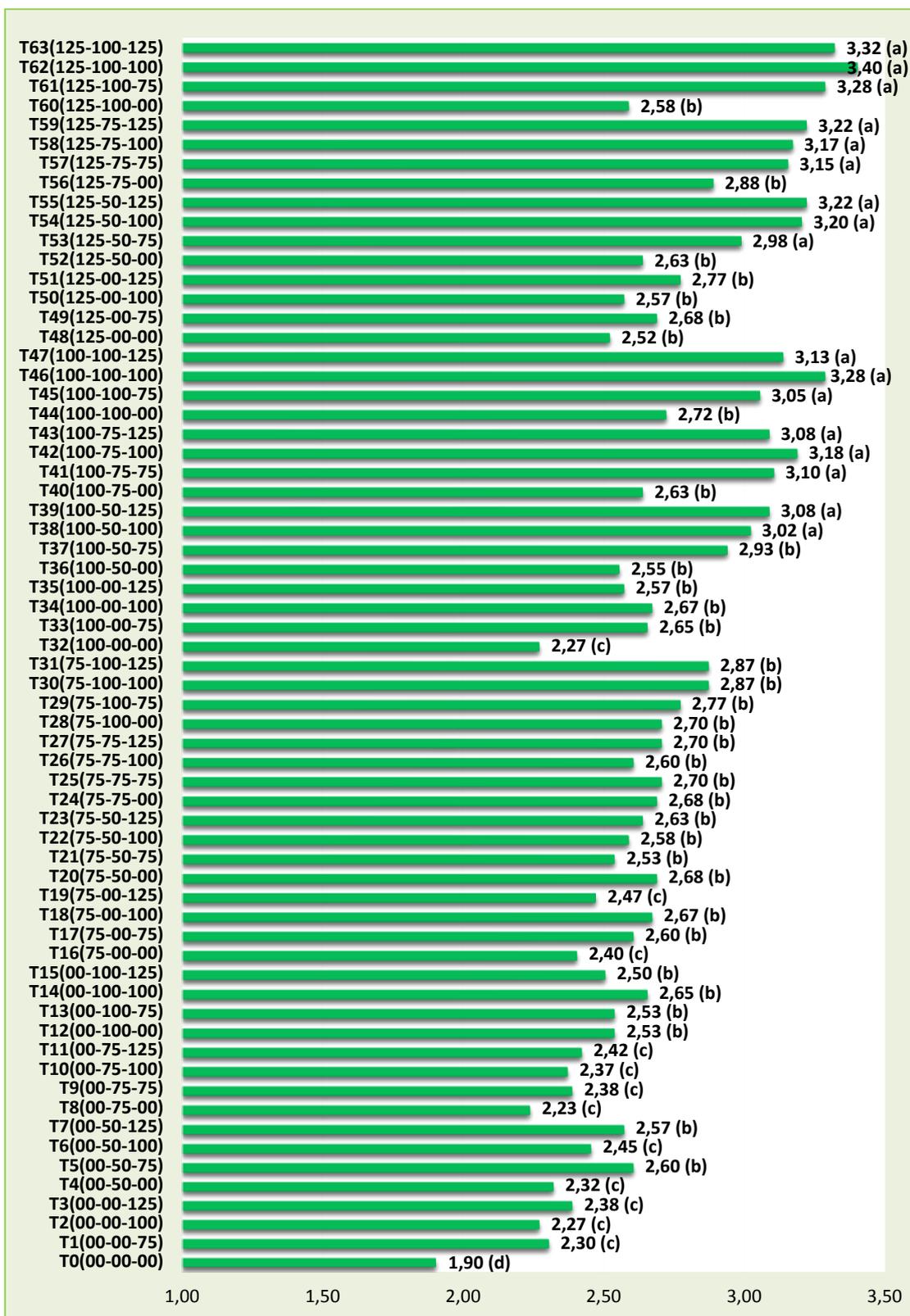


Figura 6. Número de granos/vaina en el cultivo de soja variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.

4.5. Número de Vainas por Planta

El análisis de varianza para el número de vainas por planta (Anexo 18), nos muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 33.01 % y una media general de 45.05 vainas por planta.

En la variable vainas por planta, los mayores valores le correspondieron a los tratamientos T47 (100-100-125 kg ha⁻¹), T61 (125-100-75 kg ha⁻¹), T62 (125-100-100 kg ha⁻¹) y T63 (125-100-125 kg ha⁻¹) con 56.88, 57.47, 59.10 y 61.37 vainas respectivamente, en tanto que los valores menores obtuvieron el T1 (00-00-75 kg ha⁻¹), el testigo T0 (00-00-00 kg ha⁻¹) con 31.15 y 31.40 vainas respectivamente tal y como se muestran en la figura 7, el resto de tratamientos obtuvieron promedios de 37.35 a 55.63.

4.6. Peso de 100 Semillas.

Según el análisis de varianza para el peso de 100 semillas (Anexo 19), los tratamientos muestran diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 5.19 % y una media general de 12.83 g.

Para la variable peso de 100 semillas, los mayores valores correspondieron a los tratamientos: T43 (100-75-125 kg ha⁻¹); T41 (100-75-75 kg ha⁻¹); con 13,76 y 13,90 gramos respectivamente, los demás tratamientos que no difirieron estadísticamente se muestran en la figura 8. Mientras que los valores menores les correspondieron al testigo T0 (00-00-00 kg ha⁻¹); al T16 (75-00-00 kg ha⁻¹) con pesos de 11.30 y 11.40 g, otros tratamientos mostraron diferencia estadísticas entre sí, por tanto se ubicaron con promedios de 11.98 y 13.94 (Figura 8).

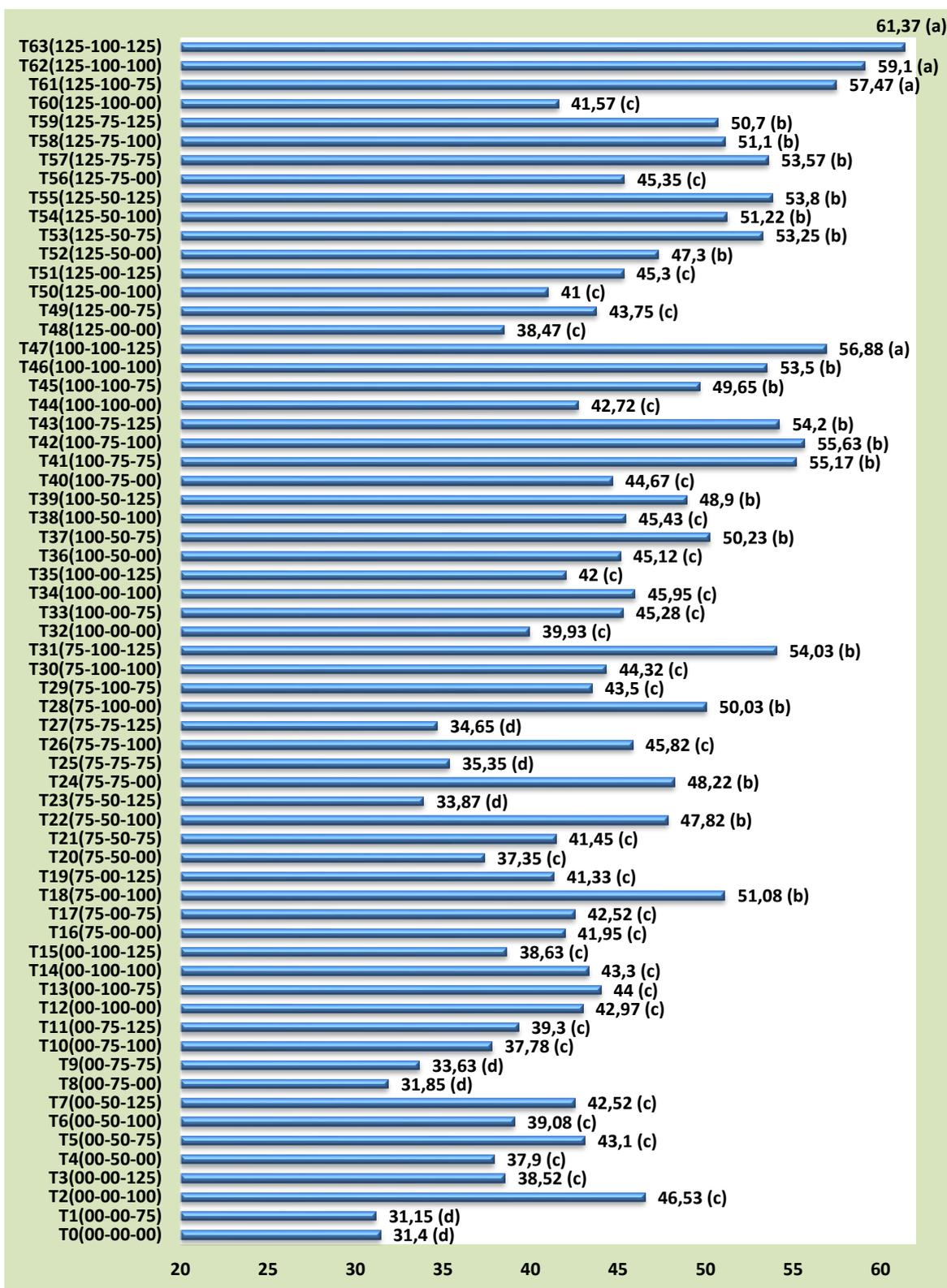


Figura 7. Número de vainas/planta en el cultivo de soja variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.

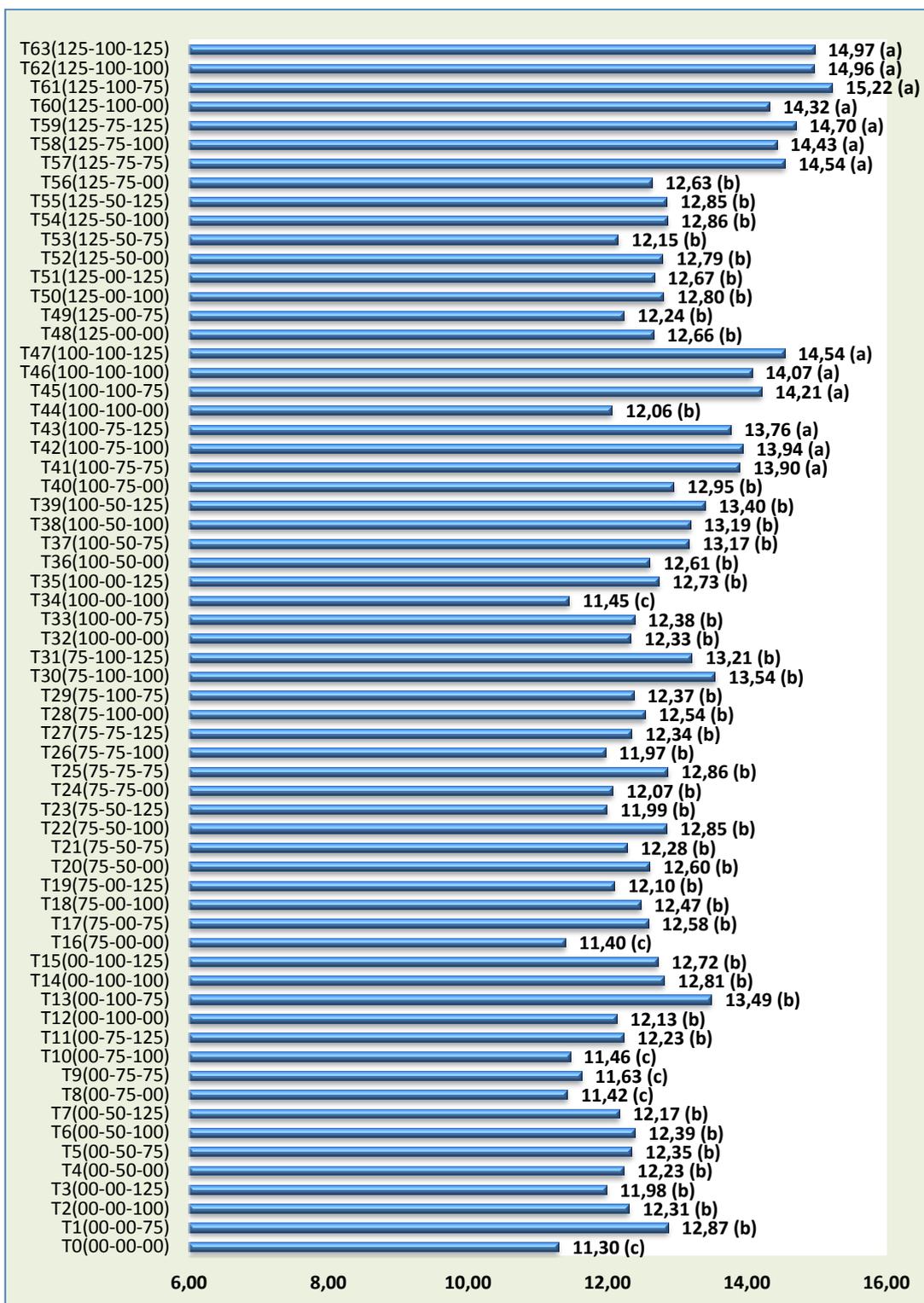


Figura 8. Peso de 100 semillas de soya variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.

4.7. Rendimiento (kg ha^{-1}).

Según el análisis de varianza para rendimiento (Anexo 20), los tratamientos muestran diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 10.25 % y una media general de $2603.25 \text{ kg ha}^{-1}$.

El rendimiento más alto lo alcanzó el T62 (125-100-100) con $3247,68 \text{ kg ha}^{-1}$, sin embargo este no difiere significativamente del T23 (75-50-125) y T42 (100-75-100) con un rendimiento de 2899.31 y $2921.30 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente, los demás tratamientos con el mismo nivel de significancia se muestran en la figura 9. Los niveles más bajos le correspondieron al testigo T0 (00-00-00) y al T1 (00-00-75) con 1326.39 y $1582.70 \text{ kg ha}^{-1}$. Los demás tratamientos restantes se ubicaron dentro de los niveles c y b, con rangos que varían desde 1822.70 hasta $2753.47 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 9).

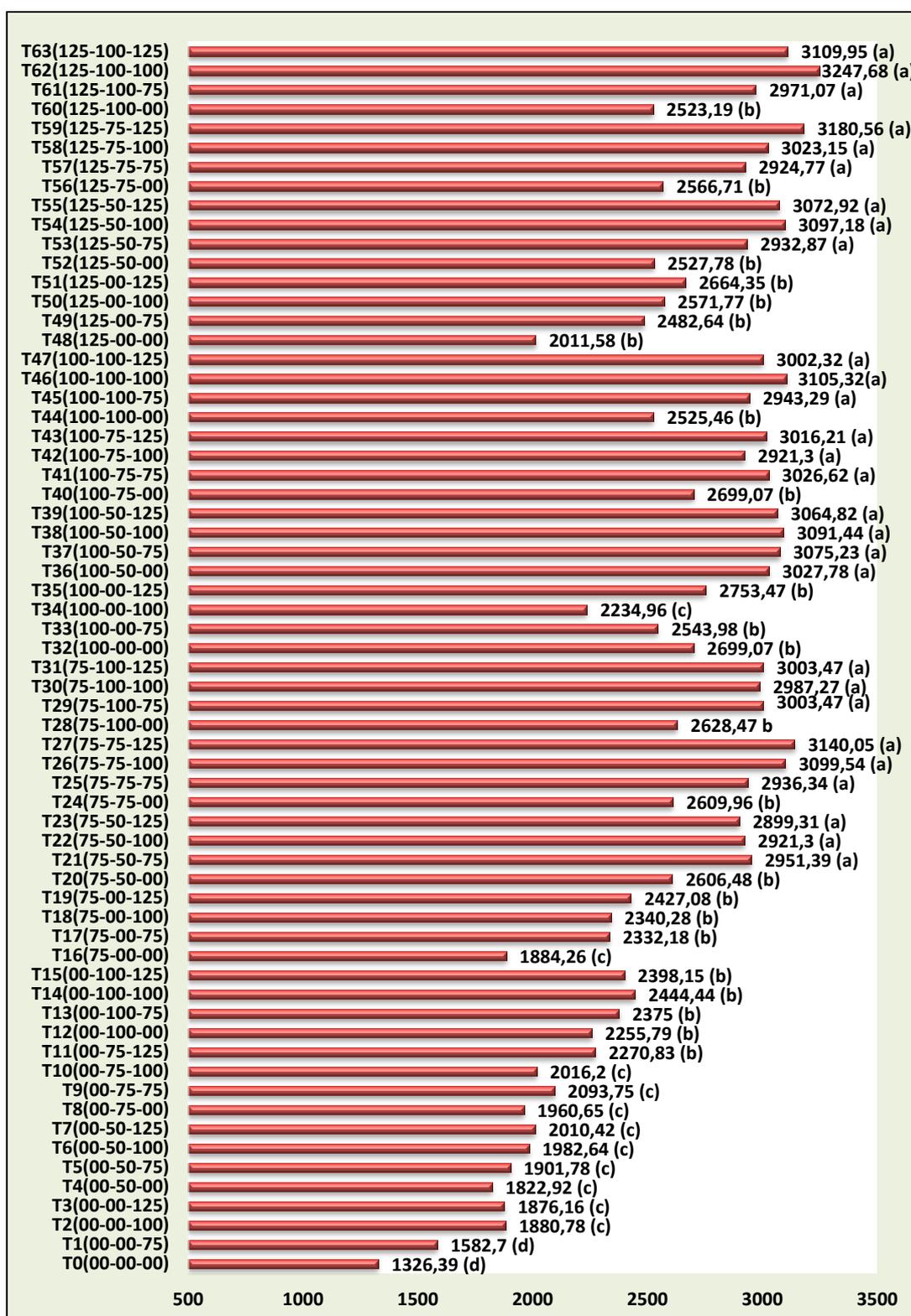


Figura 9. Rendimiento del cultivo de soya por hectárea variedad P-34. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de DGC (p valor < 0,05) de probabilidad. Marcabelí 2017.

4.7.1 Supuestos de normalidad para el rendimiento de soya variedad P-34.

En la figura 10 (a y b) representan la distribución del rendimiento de cada uno de los tratamientos a través de diferentes pruebas, de acuerdo a cada gráfico se pudo comprobar que existe una distribución normal de los datos observados.

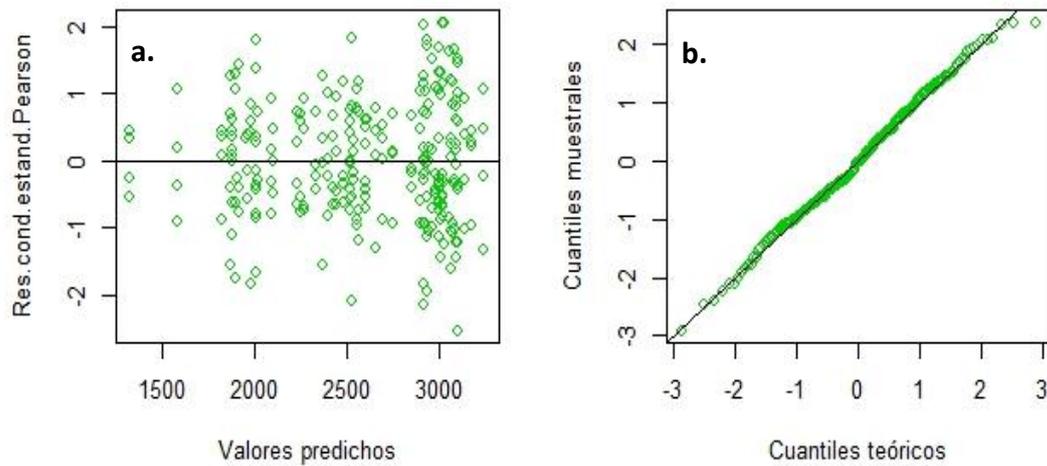


Figura 10. Valores de residuos y predichos sobre el rendimiento, para cada tratamiento y bloques.

En la figura 10, de acuerdo al gráfico QQplot podemos decir que sigue una distribución normal y que los residuos se ajustan al modelo estadístico aplicado, mientras que en la distribución de datos vs valores ajustados (a) no existe un patrón definido en los puntos y se encuentran distribuidos al rededor del cero, por lo tanto las varianzas son iguales para todos los tratamientos, de esta manera podemos intuir que los errores existentes son independientes entre sí, además la distribución de los datos es normal y cumple también la homogeneidad de varianzas.

4.8. Dosis Óptima del Nitrógeno en Soya Variedad P – 34.

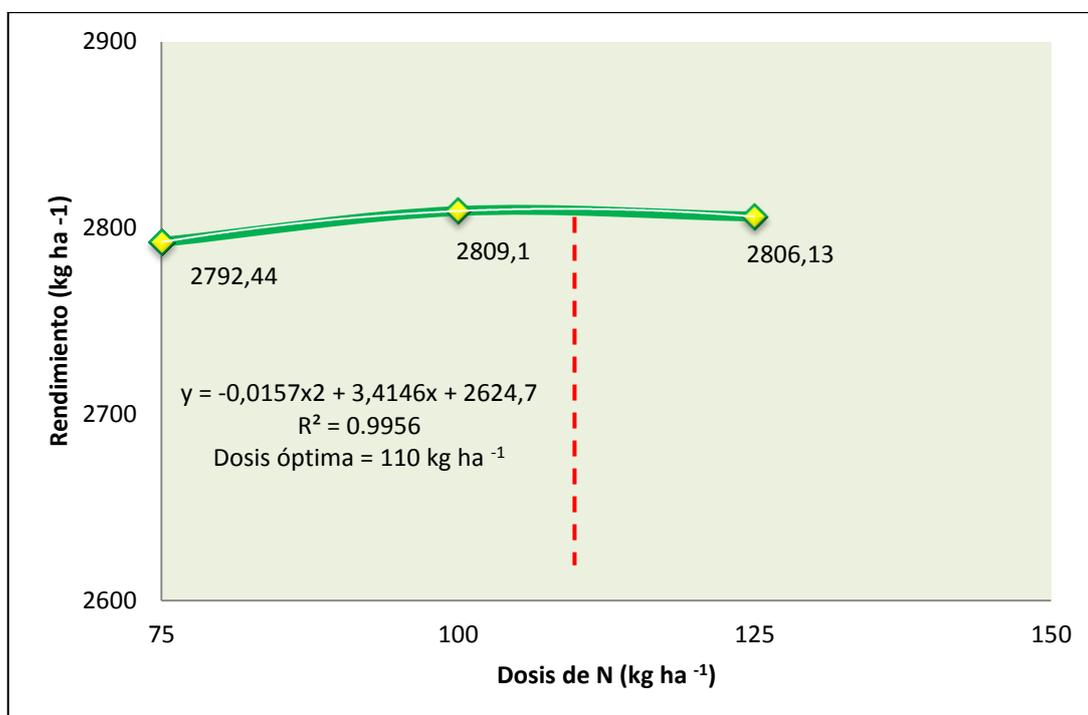


Figura 11. Dosis óptima de la fertilización nitrogenada en el cultivo de soya variedad P-34, Marcabelí 2017.

En esta investigación el pico más alto respecto al rendimiento promedio de soya se alcanzó con la aplicación de 110 kg ha⁻¹ de N para la localidad el Caucho-Marcabelí bajo condiciones específicas de suelo, mientras que si la dosis de nitrógeno va en aumento el rendimiento tiende a disminuir (Figura 11). La correlación es de 0.99 lo cual indica que la aplicación de nitrógeno en soya está directamente relacionada con la producción del cultivo.

4.9. Dosis Óptima del Fósforo en Soya Variedad P-34.

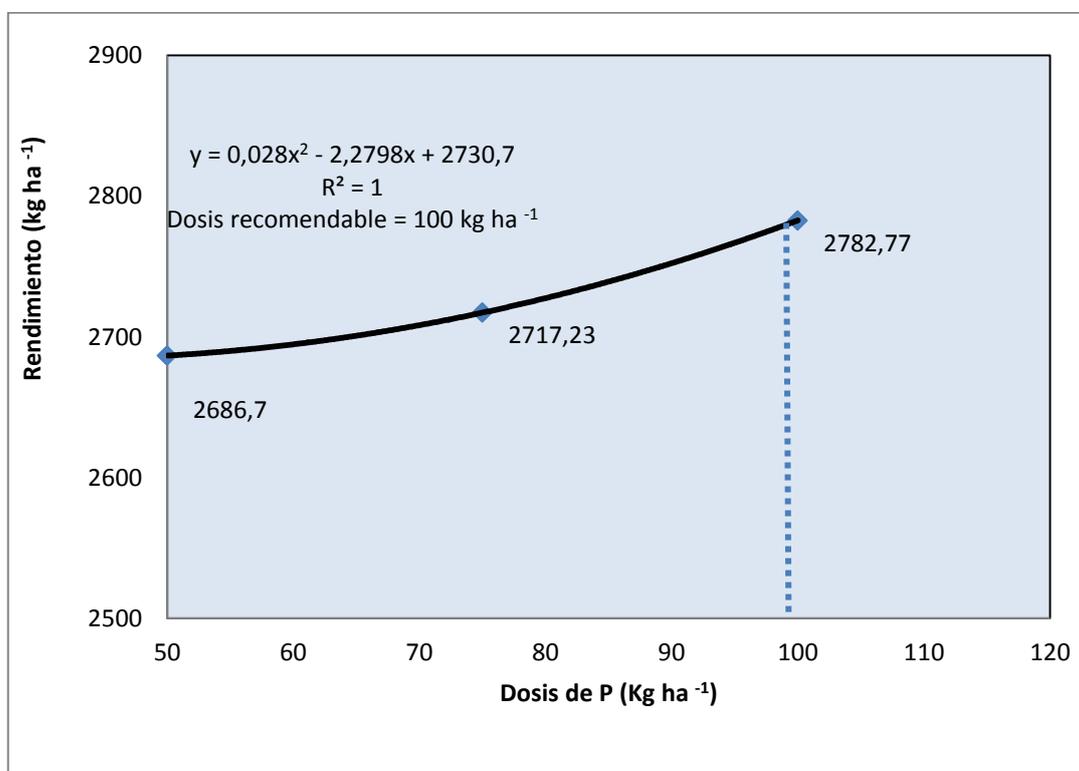


Figura 12. Dosis óptima de la fertilización fosforada en el cultivo de soya variedad P-34, Marcabelí 2017.

El fósforo influyó positivamente frente al rendimiento de la soya en cantidades altas, debido que el fósforo mientras más cantidad se aplicó mayor fue el rendimiento, la dosis de 100 kg ha^{-1} de P fue el que mostro mejor resultado, siendo recomendable para la localidad El Caucho-Marcabelí.

4.10. Dosis Óptima del Potasio en Soya Variedad P – 34.

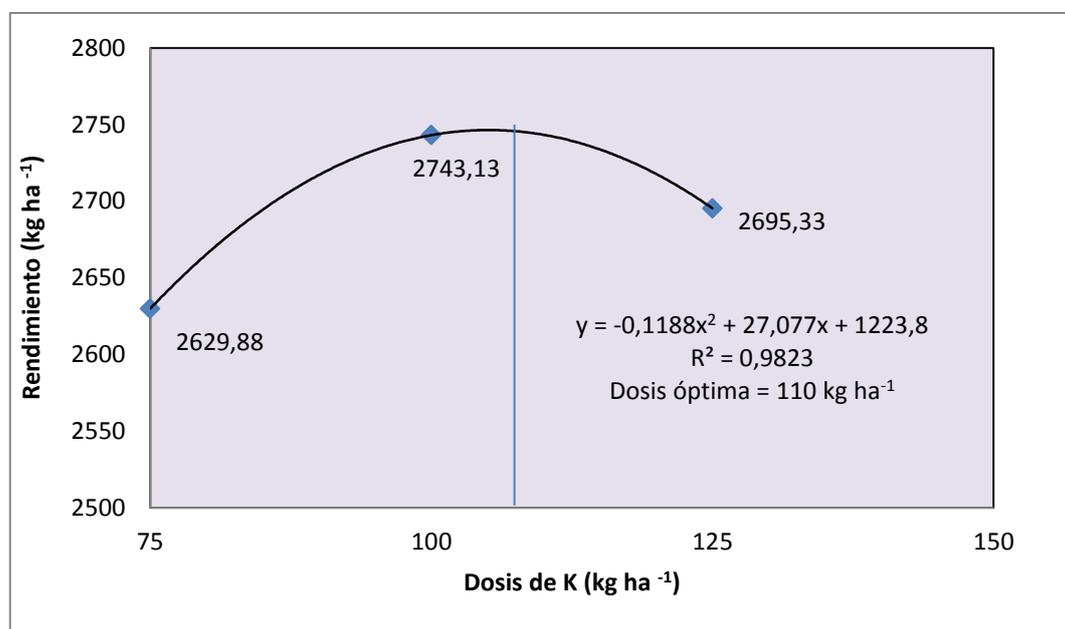


Figura 13. Dosis óptima de la fertilización potásica en el cultivo de soya variedad P–34, Marcabelí 2017.

El potasio actuó de manera positiva con rendimientos mayores a los reportados por AGRIPAC (2016) en su ficha técnica quien obtuvo rendimientos de 2500 kg ha⁻¹ de K. La dosis óptima de fertilización potásica en esta investigación es de 110 kg ha⁻¹. Con dosis más altas de K, el rendimiento incluso disminuye.

4.11. Análisis entre Variables

Para conocer si existió un tipo de asociación entre las diferentes variables se realizó un análisis de componentes principales entre todas las variables evaluadas. La altura de carga y altura de planta no influyeron directamente sobre el rendimiento, mientras que el número de vainas por planta, número de granos por vaina y el peso de 100 semillas están estrechamente relacionadas para una buena producción del cultivo de soya, se indica en la figura 14.

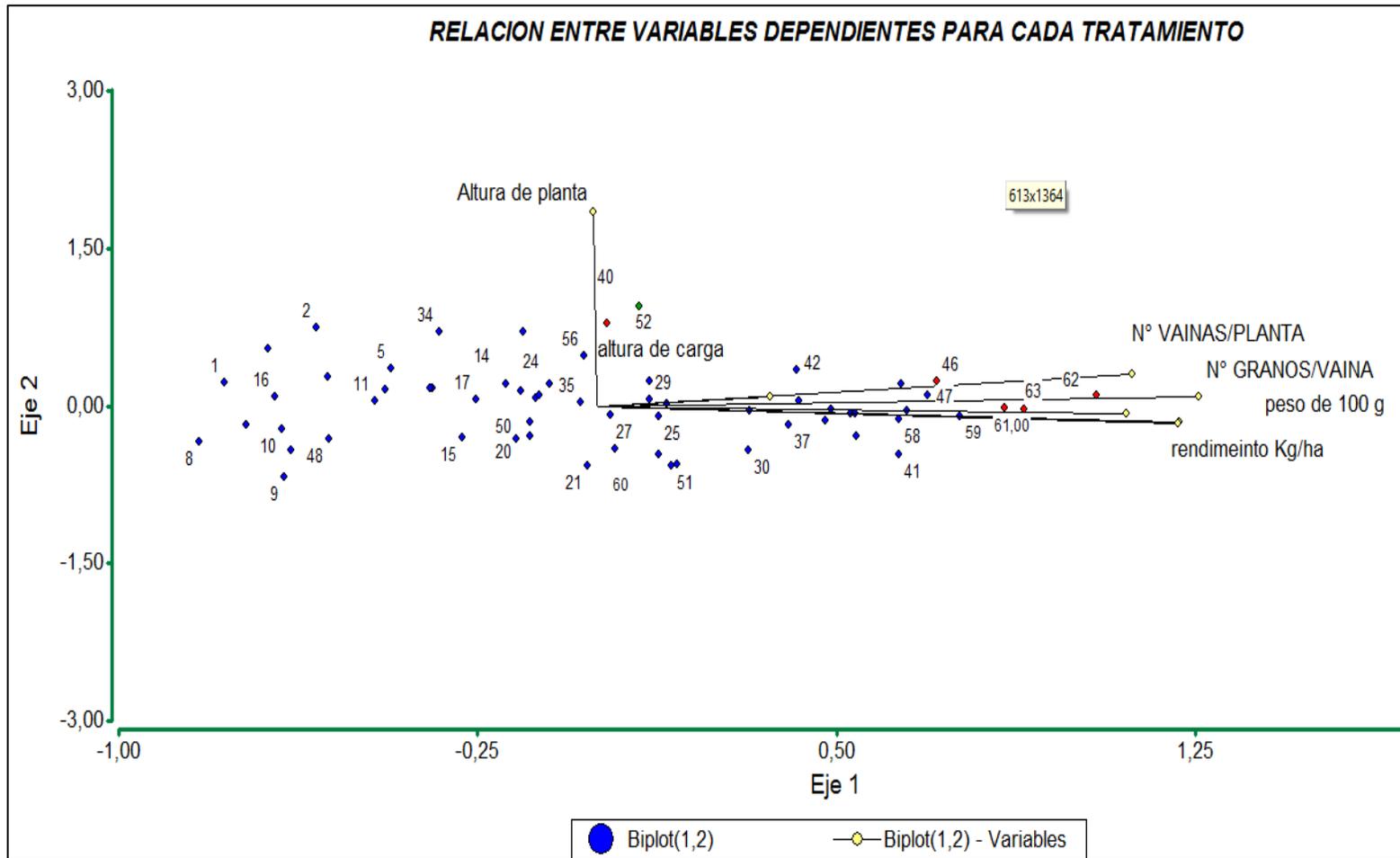


Figura 14. Análisis de componentes principales entre variables dependientes. Variables con proximidad entre sus vectores indican correlación positiva.

El análisis indica que el número de vainas/planta, número de granos /vaina, el peso de 100 semillas y el rendimiento tienen una alta correlación positiva entre ellas, debido a la proximidad de sus vectores, ubicándose los tratamientos T63, T62, T61, T59, entre otros, mientras que la altura de la planta y altura de carga tienen disimilaridad sobre el rendimiento, estas no se correlacionan con las variables antes mencionadas sin embargo los tratamientos T40, T56 y T52 se relacionan con altura de planta y carga. Mientras que los tratamientos T1, T2, T0, T8, T6, T9, T10, T14 evidencian una menor relación respecto a las variables productivas (Figura 14).

4.13. Análisis Económico.

Para el análisis económico se determinó el costo total de producción para cada tratamiento en el que se incluyó la mano de obra, insumos y todos los costos indirectos. El quintal de soya para consumo humano se cotizó a USD\$ 70.00/qq el cual fue el precio de venta, se ajustó al 10 % menos el rendimiento total obtenido en cada tratamiento con el fin de obtener resultados en producción de soya lo más relacionados a los que obtienen los agricultores que siembran en grandes extensiones de terreno y posteriormente se estimó el tratamiento que presente el mejor costo/beneficio (Cuadro 5).

El mayor egreso por costo total de producción (CTP) le corresponde a los tratamientos T63 (125-100-125), T62 (125-100-100) y T59 (125-75-125) kg ha⁻¹ de N-P-K, con un CTP de \$ 2680.62; \$ 2654.38 y \$ 2645.44 USD respectivamente, mientras que los costos de producción más bajos les corresponden al testigo con \$2273.39; seguidos del T4 (50 kg ha⁻¹ de P) y T1 (75 kg ha⁻¹ de K) con CTP de \$2404.58 y \$ 2352.10 respectivamente, sin embargo, estos tratamientos aunque suprimen el gasto en fertilizantes debido a sus dosis nulas y bajas no garantizan el mejor beneficio neto con valores de \$-411.14 (T0), \$229.55 (T4) y \$-129.99 (T1) respectivamente.

Los mejores costo/beneficio (C/B) alcanzaron los siguientes tratamientos: T21 (75-50-75 kg ha⁻¹) con 1,65; T41 (100-75-75 kg ha⁻¹) con 1,66; T39 (100-50-125 kg ha⁻¹) con 1.67; T54 (125-50-125 kg ha⁻¹) con 1.68; T59 (125-75-125 kg ha⁻¹) con 1.69; T27 (75-75-125 kg ha⁻¹) con 1.70; T26 (75-75-100 kg ha⁻¹) con 1.70; T38 (100-50-100 kg ha⁻¹) con 1.70; T37 (100-50-75 kg ha⁻¹) con 1.71; T62 (125-100-100 kg ha⁻¹) con 1.72; T36 (100-50-00 kg ha⁻¹) con 1.73 y T63 (125-100-125 kg ha⁻¹) con 1.92, es decir se gana \$ 0.92, 0.73 y 0.72 por cada dólar invertido para los tratamientos T63, T36 Y T62 respectivamente, mientras que los menores C/B fueron para el testigo con 0.82 es decir con pérdida de \$ 0.18 por cada dólar invertido y para el T1 \$ 0.94 con pérdida de 0,06 por dólar invertido. Dichos valores están en relación con el rendimiento obtenido en cada caso (Cuadro 6).

Cuadro 5. Cálculo del costo total de producción kg ha⁻¹ por tratamiento, para la variedad SOYICA P-34

Tratamientos (N-P-K) kg ha ⁻¹	Costos directos					Precios de campo que varían	Total CD USD/ha	Costos Indirectos (CI) USD/ha	Total CD + CI USD/ha
	Mano de obra	Insumos (USD/ha)							
		Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Otros				
0 (00-00-00)	1500.0	0.0	0.0	0.0	199.5	0.00	1699.50	573.89	2273.3
1 (00-00-75)	1500.0	0.0	0.0	67.5	199.5	2.78	1769.78	582.32	2352.10
2 (00-00-100)	1500.0	0.0	0.0	90.0	199.5	3.70	1793.20	585.13	2378.33
3 (00-00-125)	1500.0	0.0	0.0	112.5	199.5	4.63	1816.63	587.95	2404.58
4 (00-50-00)	1500.0	0.0	60.9	0.0	199.5	2.42	1762.82	581.49	2344.31
5 (00-50-75)	1500.0	0.0	60.9	67.5	199.5	5.20	1833.10	589.92	2423.02
6 (00-50-100)	1500.0	0.0	60.9	90.0	199.5	6.12	1856.52	592.73	2449.25
7 (00-50-125)	1500.0	0.0	60.9	112.5	199.5	7.05	1879.95	595.54	2475.49
8 (00-75-00)	1500.0	0.0	91.3	0.0	199.5	3.62	1794.42	585.28	2379.70
9 (00-75-75)	1500.0	0.0	91.3	67.5	199.5	6.40	1864.70	593.71	2458.41
10 (00-75-100)	1500.0	0.0	91.3	90.0	199.5	7.32	1888.12	596.52	2484.64
11 (00-75-125)	1500.0	0.0	91.3	112.5	199.5	8.25	1911.55	599.34	2510.89
12 (00-100-00)	1500.0	0.0	12.7	0.0	199.5	4.83	1826.03	589.07	2415.10
13 (00-100-75)	1500.0	0.0	121.7	67.5	199.9	7.61	1896.31	597.51	2493.82
14 (00-100-100)	1500.0	0.0	121.7	90.0	199.5	8.53	1919.73	600.32	2520.05
15 (00-100-125)	1500.0	0.0	121.7	112.5	199.5	9.46	1943.16	603.13	2546.29
16 (75-00-00)	1500.0	68.5	0.0	0.0	199.5	3.62	1771.62	582.54	2354.16
17 (75-00-75)	1500.0	68.5	0.0	67.5	199.5	6.40	1841.90	590.98	2432.88
18 (75-00-100)	1500.0	68.5	0.0	90.0	199.5	7.32	1865.32	593.79	2459.11
T19 (75-00-125)	1500.0	68.5	0.0	112.5	199.5	8.25	1888.75	596.60	2485.35
T20 (75-50-00)	1500.0	68.5	60.9	0.0	199.5	6.32	1835.22	590.18	2425.40

Cuadro 5. Continuación...

Tratamientos (N-P-K) kg ha ⁻¹	Costos directos					Precios de campo que varían	Total CD USD/ha	Costos Indirectos (CI) USD/ha	Total CD + CI USD/ha	
	Mano de obra	Insumos (USD/ha)								Transporte Fertilizante
		Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Otros					
21(75-50-75)	1500.0	68.5	60.9	67.5	199.5	9.10	1905.50	598.61	2504.11	
22(75-50-100)	1500.0	68.5	60.9	90.0	199.5	10.02	1928.92	601.42	2530.34	
23(75-50-125)	1500.0	68.5	60.9	112.5	199.5	10.95	1952.35	604.23	2556.58	
24(75-75-00)	1500.0	68.5	91.3	0.0	199.5	7.24	1866.54	593.93	2460.47	
25(75-75-75)	1500.0	68.5	91.3	67.5	199.5	10.02	1936.82	602.37	2539.19	
26(75-75-100)	1500.0	68.5	91.3	90.0	199.5	10.94	1960.24	605.18	2565.42	
27(75-75-125)	1500.0	68.5	91.3	112.5	199.5	11.87	1983.67	607.99	2591.66	
28(75-100-00)	1500.0	68.5	121.7	0.0	199.5	8.45	1898.15	597.73	2495.88	
29(75-100-75)	1500.0	68.5	121.7	67.5	199.5	11.23	1968.43	606.16	2574.59	
30(75-100-100)	1500.0	68.5	121.7	90.0	199.5	12.15	1991.85	608.97	2600.82	
31(75-100-125)	1500.0	68.5	121.7	112.5	199.5	13.08	2015.28	611.78	2627.06	
32(100-00-00)	1500.0	91.3	0.0	0.0	199.5	4.83	1795.63	585.43	2381.06	
33(100-00-75)	1500.0	91.3	0.0	67.5	199.5	7.61	1865.91	593.86	2459.77	
34(100-00-100)	1500.0	91.3	0.0	90.0	199.5	8.53	1859.23	596.67	2486.00	
35(100-00-125)	1500.0	91.3	0.0	112.5	199.5	9.46	1929.51	599.48	2512.24	
36(100-50-00)	1500.0	91.3	60.9	0.0	199.5	7.53	1859.23	593.06	2452.29	
37(100-50-75)	1500.0	91.3	60.9	67.5	199.5	10.31	1929.51	601.49	2531.00	
38(100-50-100)	1500.0	91.3	60.9	90.0	199.5	11.23	1952.93	604.30	2557.23	
39(100-50-125)	1500.0	91.3	60.9	112.5	199.5	12.16	1890.55	607.11	2583.47	
40(100-75-00)	1500.0	91.3	91.3	0.0	199.5	8.45	1860.83	596.82	2487.37	
41(100-75-75)	1500.0	91.3	91.3	67.5	199.5	11.23	1984.25	605.25	2566.08	

Cuadro 5. Continuación...

Tratamientos (N-P-K) kg ha ⁻¹	Costos directos					Precios de campo que varían	Total CD USD/ha	Costos Indirectos (CI) USD/ha	Total CD + CI USD/ha
	Mano de obra	Insumos (USD/ha)							
		Urea	P ₂ O ₅	K ₂ O	Otros	Transporte Fertilizante			
42(100-75-100)	1500.0	91.3	91.3	90.0	199.5	12.15	2007.68	608.06	2592.31
43(100-75-125)	1500.0	91.3	91.3	112.5	199.5	13.08	1922.16	610.87	2618.55
44(100-100-00)	1500.0	91.3	121.7	0.0	199.5	9.66	1992.44	600.61	2522.77
45(100-100-75)	1500.0	91.3	121.7	67.5	199.5	12.44	2015.86	609.04	2601.48
46(100-100-00)	1500.0	91.3	121.7	90.0	199.5	13.36	2039.29	611.85	2627.71
47(100-100-125)	1500.0	91.3	121.7	112.5	199.5	14.29	1819.64	614.66	2653.95
48(125-00-00)	1500.0	114.1	0.0	0.0	199.5	6.04	1889.92	588.31	2407.95
49(125-00-75)	1500.0	114.1	0.0	67.5	199.5	8.82	1913.34	596.74	2486.66
50(125-00-100)	1500.0	114.1	0.0	90.0	199.5	9.74	1936.77	599.55	2512.89
51(125-00-125)	1500.0	114.1	0.0	112.5	199.5	10.67	1883.24	602.36	2539.13
52(125-50-00)	1500.0	114.1	60.9	0.0	199.5	8.74	1953.52	595.94	2479.18
53(125-50-75)	1500.0	114.1	60.9	67.5	199.5	11.52	1976.94	604.37	2557.89
54(125-50-100)	1500.0	114.1	60.9	90.0	199.5	12.44	2000.37	607.18	2584.12
55(125-50-125)	1500.0	114.1	60.9	112.5	199.5	13.37	2000.37	609.99	2610.36
56(125-75-00)	1500.0	114.1	91.3	0.0	199.5	9.66	1914.56	599.70	2514.26
57(125-75-75)	1500.0	114.1	91.3	67.5	199.5	12.44	2984.84	608.13	2592.97
58(125-75-100)	1500.0	114.1	91.3	90.0	199.5	13.36	2008.26	610.94	2619.20
59(125-75-125)	1500.0	114.1	91.3	112.5	199.5	14.29	2031.69	613.75	2645.44
60(125-100-00)	1500.0	114.1	121.7	0.0	199.5	10.67	1945.97	603.47	2549.44
61(125-100-75)	1500.0	114.1	121.7	67.5	199.5	13.45	2016.25	611.90	2628.15
62(125-100-100)	1500.0	114.1	121.7	90.0	199.5	14.37	2039.67	614.71	2654.38
63(125-100-125)	1500.0	114.1	121.7	112.5	199.5	15.30	2063.10	617.52	2680.62

Cuadro 6. Cálculo de la relación Beneficio Costo para los tratamientos aplicados para la soya variedad P-34.

Tratamiento	Rendimiento promedio kg/ha	Rendimiento ajustado kg/ha	Precio de venta USD/kg	Beneficio bruto (USD/ha)	Costos Totales	Beneficio neto (USD/ha)	Relación B/C (USD/ha)
T0	1326.39	1193.75	1.56	1862.25	2273.39	-411.14	0.82
T1	1582.7	1424.43	1.56	2222.11	2352.10	-129.99	0.94
T2	1880.78	1692.70	1.56	2640.62	2378.33	262.29	1.11
T3	1876.16	1688.54	1.56	2634.13	2404.58	229.55	1.10
T4	1822.92	1640.63	1.56	2559.38	2344.31	215.07	1.09
T5	1902.78	1712.50	1.56	2671.50	2423.02	248.48	1.10
T6	1982.64	1784.38	1.56	2783.63	2449.25	334.38	1.14
T7	2010.42	1809.38	1.56	2822.63	2475.49	347.14	1.14
T8	1960.65	1764.59	1.56	2752.75	2379.70	373.05	1.16
T9	2093.75	1884.38	1.56	2939.63	2458.41	481.22	1.20
T10	2016.2	1814.58	1.56	2830.74	2484.64	346.10	1.14
T11	2270.83	2043.75	1.56	3188.25	2510.89	677.36	1.27
T12	2255.79	2030.21	1.56	3167.13	2415.10	752.03	1.31
T13	2375.0	2137.50	1.56	3334.50	2493.82	840.68	1.34
T14	2444.44	2200.00	1.56	3431.99	2520.05	911.94	1.36
T15	2398.15	2158.34	1.56	3367.00	2546.29	820.71	1.32
T16	1884.26	1695.83	1.56	2645.50	2354.16	291.34	1.12
T17	2332.18	2098.96	1.56	3274.38	2432.88	841.50	1.35
T18	2340.28	2106.25	1.56	3285.75	2459.11	826.64	1.34
T19	2427.08	2184.37	1.56	3407.62	2485.35	922.27	1.37
T20	2606.48	2345.83	1.56	3659.50	2425.40	1234.10	1.51
T21	2951.39	2656.25	1.56	4143.75	2504.11	1639.64	1.65
T22	2921.30	2629.17	1.56	4101.51	2530.34	1571.17	1.62
T23	2899.31	2609.38	1.56	4070.63	2556.58	1514.5	1.59

Cuadro 6. Continuación...

Tratamiento	Rendimiento promedio kg/ha	Rendimiento ajustado kg/ha	Precio de venta USD/kg	Beneficio bruto (USD/ha)	Costos Totales	Beneficio neto (USD/ha)	Relación B/C (USD/ha)
T24	2609.96	2348.96	1.56	3664.38	2460.47	1203.91	1.49
T25	2936.34	2642.71	1.56	4122.62	2539.19	1583.43	1.62
T26	3099.54	2789.59	1.56	4351.75	2565.42	1786.33	1.70
T27	3140.05	2826.05	1.56	4408.63	2591.66	1816.97	1.70
T28	2628.47	2365.62	1.56	3690.37	2495.88	1194.49	1.48
T29	3003.47	2703.12	1.56	4216.87	2574.59	1642.28	1.64
T30	2987.27	2688.54	1.56	4194.13	2600.82	1593.31	1.61
T31	3003.47	2703.12	1.56	4216.87	2627.06	1589.81	1.61
T32	1914.35	1722.92	1.56	2687.75	2381.06	306.69	1.13
T33	2543.98	2289.58	1.56	3571.75	2459.77	1111.98	1.45
T34	2234.96	2011.46	1.56	3137.88	2486.00	651.88	1.26
T35	2753.47	2478.12	1.56	3865.87	2512.24	1353.63	1.54
T36	3027.78	2725.00	1.56	4251.00	2452.29	1798.71	1.73
T37	3075.23	2767.71	1.56	4317.62	2531.00	1786.62	1.71
T38	3091.44	2782.30	1.56	4340.38	2557.23	1783.15	1.70
T39	3064.82	2758.34	1.56	4303.01	2583.47	1719.54	1.67
T40	2699.07	2429.16	1.56	3789.49	2487.37	1302.12	1.52
T41	3026.62	2723.96	1.56	4249.37	2566.08	1683.29	1.66
T42	2921.3	2629.17	1.56	4101.51	2592.31	1509.20	1.58
T43	3016.21	2714.59	1.56	4234.76	2618.55	1616.21	1.62
T44	2525.46	2272.91	1.56	3545.75	2522.77	1022.98	1.41
T45	2943.29	2648.96	1.56	4132.38	2601.48	1530.90	1.59
T46	3105.32	2794.79	1.56	4359.87	2627.71	1732.16	1.66
T47	3002.32	2702.09	1.56	4215.26	2653.95	1561.31	1.59
T48	2011.58	1810.42	1.56	2824.26	240795	416.31	1.17

Cuadro 6. Continuación...

Tratamiento	Rendimiento promedio kg/ha	Rendimiento ajustado kg/ha	Precio de venta USD/kg	Beneficio bruto (USD/ha)	Costos Totales	Beneficio neto (USD/ha)	Relación B/C (USD/ha)
T49	2482.64	2234.38	1.56	3485.63	2486.66	998.97	1.40
T50	2571.77	2314.59	1.56	3610.77	2512.89	1097.88	1.44
T51	2664.35	2397.92	1.56	3740.75	2539.13	1201.62	1.47
T52	2527.78	2275.00	1.56	3549.00	2479.18	1069.82	1.43
T53	2932.87	2639.58	1.56	4117.75	2557.89	1559.86	1.61
T54	3097.18	2787.46	1.56	4348.44	2584.12	1764.32	1.68
T55	3072.92	2765.63	1.56	4314.38	2610.36	1704.02	1.65
T56	2556.71	2301.04	1.56	3589.62	2514.26	1075.36	1.43
T57	2924.77	2632.29	1.56	4106.38	2592.97	1513.41	1.58
T58	3023.15	2720.84	1.56	4244.50	2619.20	1625.30	1.62
T59	3180.56	2862.50	1.56	4465.51	2645.44	1820.07	1.69
T60	2523.15	2270.84	1.56	3542.50	2549.44	993.06	1.39
T61	2971.07	2673.96	1.56	4171.38	2628.15	1543.23	1.59
T62	324768	2922.91	1.56	4559.74	2654.38	1905.36	1.72
T63	3109.95	2798.96	1.56	4366.37	2273.39	2092.98	1.92

5. DISCUSIÓN

Para días a la floración en el cultivo de soya Coello (2013) manifiesta que existe un mayor retraso en el florecimiento cuando no se aplica ningún fertilizante, situación que no concuerda con los resultados ya que no se encontró diferencias significativas.

Robelli (2014) menciona que la floración de la soya es cuando el 50% de las plantas de cada parcela tienen sus botones florales abiertos, esto ocurre 40 a 46 días después de la siembra, mientras que Agripac (2016) en la ficha técnica de la soya variedad P-34 indica que esta inicia su floración a los 35 - 40 días después de la siembra. En el presente estudio los días a la floración se encuentran dentro del rango.

Ayala (2011), manifiesta que la altura y ciclo vegetativo de la planta está en función de su lugar de origen, mientras que Guamán (2011) afirma que la altura de la planta está determinada por el número de nudos y entre nudos y por ende una mayor altura que en muchos casos está directamente relacionada con la producción. Mientras que Fontaneto y Keller (2014) mencionan que el nitrógeno es el elemento más limitante para la producción de soya debido a su demanda. Los síntomas de deficiencia de este elemento se manifiestan por una disminución en el crecimiento y altura de las plantas. Ferraris (2011) indica que el aporte de nitrógeno vía FBN no siempre resulta un balance positivo en la soya, por lo que es necesario la aplicación de fertilizantes nitrogenados sintéticos debido que este elemento se encuentra involucrado en todos los procesos principales de desarrollo y rendimiento de las plantas. Por otra parte Álvarez *et al.*, (2008), Tysko y Rodríguez (2007) mencionan que el fósforo es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta, por lo que concuerda con esta investigación, en la que la mayor altura se alcanzó en el T40 con dosis de 100 y 75 kg ha⁻¹ de N y P respectivamente, además está muy cerca al rango descrito en la ficha técnica de la variedad en estudio (soya P-34) en que se menciona que esta variedad alcanza altura promedios de 70 a 80 cm. Sin embargo estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Robelli (2014), quien en su

estudio realizado obtuvo la mayor altura (91.7 cm) con la aplicación de (100-40-100 kg ha⁻¹).

Ferraris (2011), señala que la altura de inserción de la primera vaina está en función de la altura de la 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 recolecta y se pierde gran cantidad de grano. En el presente ensayo los resultados obtenidos (15.29 y 16.70 cm) permitirían la mecanización y concuerda con Graterol (2007), quien obtuvo una altura de carga de 15.02 cm y a la vez con Coello (2013) y AGRIPAC (2016), cuyos valores de inserción de primera vaina están entre 14 a 16 cm, sin embargo no concuerdan con Robelli (2014), quien obtuvo una altura de carga de 7 cm.

El bajo rendimiento como consecuencia de una deficiencia de fósforo, se debe en general a una disminución en el número de granos, esto se determina durante la formación de las vainas (Tysko y Rodríguez, 2007). Zapata y Mejía (2011), menciona que el número de granos en la planta de soya es una característica propia de cada variedad, aunque puede variar de un lugar a otro por las diferentes condiciones ambientales y afirman que el número de semillas por vaina varía de 1 a 4. Los resultados respecto a la variable número de granos/planta tienen relación con lo mencionado por Robelli (2014) ya que se obtuvo un promedio general de 3 semillas por vaina, y (Quintanilla, 2013) quien obtuvo un promedio de 2.8 semillas por vaina, con la aplicación foliar de fósforo y potasio. Cabe destacar que la fertilización aplicada tuvo efecto sobre esta variable, por lo ya que se alcanzó un mayor número de semillas en los tratamientos que se aplicó los tres elementos (N-P-K) a diferencia del testigo que alcanzó un máximo de 2 semillas por vaina.

Para la variable número de vainas/planta el promedio más alto se alcanzó con los tratamientos T62 (125-100-100 kg ha⁻¹) y T63 (125-100-125 kg ha⁻¹) con 59,10 y 61,37 vainas, respecto a esto Ferraris (2011) manifiesta que cuando la disponibilidad de fósforo en el suelo es baja la fertilización puede aumentar el número de flores, vainas, granos por planta y consecuentemente mejora el rendimiento. Los resultados

obtenidos concuerdan con lo manifestado por García y González (2010), quienes indican que la soya responde favorablemente a la aplicación de abonos nitrogenados y a la aplicación de fósforo y potasio para obtener una buena cosecha. Los resultados de este estudio se relacionan con los obtenidos por (Bermúdez, 2014), que obtuvieron los mejores incrementos de producción de vainas por planta con la aplicación de los tres elementos, mientras que la misma disminuía cuando todos o al menos uno de estos elementos no estaba presente en el cultivo. Mientras que en un estudio realizado por (Lara, 2009) obtuvo un promedio de 42 vainas por planta pero con la aplicación de bioestimulantes foliares que contenían nitrógeno, fosforo y microelementos.

Respecto al peso del grano los resultados obtenidos no concuerdan con lo mencionado por (Macías, 2011) y Ferraris (2011) quienes indican que el peso del grano depende de la variedad de soya y que es un carácter determinado por factores genéticos. En el ensayo el peso de 100 granos (15.22 gramos T61) alcanzado difiere a lo descrito en la ficha de la variedad en estudio AGRIPAC (2016) quien menciona pesos de 100 semillas entre 18 a 20 gramos. Por lo cual se asume que el peso de 100 semillas alcanzado, está en relación a condiciones ambientales y época de siembra tal como lo manifiesta (Ayala, 2011).

Respecto al rendimiento los resultados alcanzados en este estudio superaron en un 33.49 % a los obtenidos por Moreno (2015) con un total de 2160.0 kg ha⁻¹ e INIAP (2016) en un 18.86% que en su ficha técnica indica que la soya P-34 alcanza rendimientos de 2400 a 2700 kg ha⁻¹.

El rendimiento de soya variedad P-34 mostró un efecto positivo a la fertilización con los elementos esenciales (N-P-K). Zapata y Mejía (2011), manifiestan que el rendimiento de grano es la variable principal de cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. En este estudio, la aplicación de los tres elementos permitió alcanzar los máximos valores de producción a diferencia del T0, siendo el valor más óptimo para la fertilización T23 (75-50-125 kg ha⁻¹ de N-

P-K) con una producción de 2899.31 kg ha⁻¹ al no presentar diferencia estadística frente al T42 (100-75-100 kg ha⁻¹) y T62 (125-100-100 kg ha⁻¹) con 2921.30 y 3247.68 kg ha⁻¹ respectivamente.

Los resultados obtenidos corroboran con Ferraris y Gonzáles (2014) que señalan, “la soya responde favorablemente a la aplicación de abonos nitrogenados, en suelos pobres en este elemento”, mientras que Quintanilla (2013), indica que el suministro de potasio en suelos carentes tiende a aumentar el rendimiento y calidad de la semilla; Barbazán *et al.*, (2011) en estudios realizados demostró que la soya absorbe grandes cantidades de K (100-200 kg ha⁻¹) cuando este es insuficiente en el suelo. En tanto que el fósforo en cantidades pequeñas se refleja en un decrecimiento en la producción (Bermúdez, 2014).

La respuesta favorable del cultivo a la fertilización con dosis altas se debe a la presencia de los nutrientes esenciales presentes en el suelo del área experimental (Cuadro 1), lo que hizo que existan diferencias entre las dosis de aplicación de N, P y K. En este estudio los mejores rendimientos se dieron mientras más se incrementaba las dosis de N-P-K tratamiento T62 (125-100-100) hasta llegar a un punto del cual comenzó a decrecer tratamiento T63 (125-100-125) de N-P-K, esta investigación concuerda con Cakmak (2015) quien menciona “La fertilización con nitrógeno-fósforo-potasio mejoran los rendimientos conforme su dosis de aplicación se incrementan, aunque esto es cierto hasta cierto punto, donde el cual parte a decrecer la eficiencia de su utilización. El suministro de zinc mejora la respuesta de la fertilización con nitrógeno-fósforo-potasio”.

Fatecha (2004), en su estudio realizado sobre fertilidad de suelo para el cultivo de soya obtuvo los mejores resultados (2500 kg ha⁻¹) con la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 50 kg ha⁻¹ de potasio y 100 kg ha⁻¹ de calcio. Mientras que Martín y Cubilla (2014), en un trabajo de fertilidad y nutrición de la soya se necesita de 79 kg de N, 29 kg de P y 39 kg de K por hectárea para la obtención de 1000 kg de grano de soya.

Los datos obtenidos en esta investigación no concuerdan con los expuestos por García y Gonzáles (2010) que para poder obtener una producción de 2800 kg de grano de soya recomiendan aplicar 200 kg/ha de N, 30 kg/ha de P y 85 kg/ha de K, siendo los elementos que más limitan la producción, esto se podría explicar por las diferencias edafoclimáticas que hay de una localidad a otra.

Los altos rendimientos obtenidos en este trabajo se podrían justificar por la presencia de micro elementos en cantidades aceptables y un pH ligeramente ácido los cuales permiten el buen desarrollo, crecimiento del cultivo y la absorción de los macroelementos. Mientras que los bajos rendimientos se dieron en los tratamientos que solo se aplicaron un solo elemento o dos de ellos (P-K), todo esto concuerda con Gassen (2007) quien menciona que una buena producción depende en su totalidad de la presencia en el suelo de macroelementos, siempre y cuando los microelementos estén presentes en cantidades aceptables.

Mientras que los tratamientos con interacción entre N-P y N-K obtuvieron promedios de rendimientos medios, esto se debe a la buena interacción que existe entre estos elementos y la cantidad alta de cobre presente (Cuadro 1) que permite un sinergismo sobre estos elementos. Esto concuerda con Cakmak (2015), quien menciona, cuando el suministro de cobre es suficiente y se tiene un aporte alto de nitrógeno, mientras que el potasio mejora la absorción y transporte del nitrógeno, especialmente en forma de nitritos se genera un efecto positivo sobre el rendimiento del grano en el cultivo.

La dosis óptima de N fue de 110 kg ha⁻¹ la misma que produjo el mayor incremento en la producción de soya, este resultado concuerda con Fatecha (2004) quien recomienda aplicar 100 kg ha⁻¹ de N sin embargo existe discrepancia con lo recomendado por Ferraris (2011), el cual menciona que el 50% del N proviene de FBN y recomienda la aplicación de 160 kg ha⁻¹ de N disponibles al momento de la siembra, en tanto que en esta investigación se fracciono el N para su aplicación en tres momentos, por lo que podría llevar a la obtención de resultados diferentes.

El análisis de dosis óptima de fósforo fue de 100 kg ha^{-1} esto no concuerda con estudios realizados sobre el efecto de fertilización con fósforo por Boga y Ramírez (2015) quienes señalan que es posible obtener repuestas a aplicaciones de P entre 200 y 300 kg ha^{-1} . Mientras que Tysko y Rodríguez (2007) recomiendan la aplicación de 55 kg ha^{-1} de P. Sin embargo investigaciones recientes sugieren que los umbrales de disponibilidad de P que determinan la respuesta, pueden variar bajo secuencias de monocultivo de soya (Bermúdez, 2014).

La dosis recomendable de potasio es de 110 kg ha^{-1} lo que concuerda con Barbazán *et al.*, (2011) quienes en un trabajo de fertilización potásica en cultivos de secano obtuvieron una tendencia a incrementar el rendimiento con el agregado de K en dosis de 60 a 120 kg ha^{-1} al momento de la siembra en suelos con baja y media presencia de potasio al igual que en sitio donde se llevó a cabo el presente ensayo (Cuadro 1).

Económicamente el mejor costo/beneficio se alcanzó con los tratamientos T63 (125-100-125) T36 (100-50-00), T62 (125-100-100), T37 (100-50-75) y T27 (75-75-125) con 1.92, 1.73, 1.72, 1.71 y 1.70 respectivamente. Dichos valores están en relación con el rendimiento obtenido en cada caso (Cuadro 6).

6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluyó lo siguiente:

- Los elementos aplicados no tuvieron efecto significativo para los días a la floración, si no que más bien depende a las características propias de la variedad.
- La variable altura evidencio una mejor respuesta al aplicar 100-75 kg ha⁻¹ de N-P (T40) con 82.42 cm, sin embargo, la altura no estuvo directamente relacionada con la producción. La mayor altura de carga se obtuvo al aplicar 125 Kg ha⁻¹ de N y K con 17.60 cm.
- La interacción de los tres elementos mostro incrementó significativamente las variables granos por vaina, vainas por planta y peso de 100 semillas. Además se pudo evidenciar un descenso en las mismas con la ausencia de uno o dos de los macroelementos.
- De acuerdo a los rendimientos alcanzados se pudo evidenciar el efecto positivo de la fertilización mineral con los tres elementos principales, El rendimiento máximo se alcanzó con la aplicación de 125-100-100 kg ha⁻¹ de N-P-K (T62) con un promedio de 3247.68 kg ha⁻¹.
- El mejor costo/beneficio se alcanzó con los tratamientos T63 (125-100-125) T36 (100-50-00) y T62 (125-100-100), con una ganancia de \$ 0.92, 0.73 y 0.72 respectivamente por cada dólar invertido. Aunque los costos de producción se incrementen debido al uso de los tres fertilizantes la rentabilidad de la soya no se ve afectada ya que es compensada por los incrementos en el rendimiento.

7. RECOMENDACIONES.

Entre las recomendaciones que se han podido identificar después de haber culminado la presente investigación se mencionan las siguientes:

- En las condiciones edafoclimáticas similares a la hoya del cantón Marcabelí, se recomienda agrónomicamente la aplicación de 120 kg ha^{-1} de nitrógeno, 50 kg ha^{-1} de fósforo, en el cultivo de soya variedad P-34, para obtener rendimientos aproximados a los $3027.78 \text{ kg ha}^{-1}$.
- La variedad de soya P-34 es una variedad muy resistente al encamado y a la sequía por lo que se recomienda su siembra principalmente en las épocas secas o zonas donde no se cuenta con el suministro suficiente de agua.
- Debido que esta investigación se realizó en época de verano, se recomendaría realizar otra investigación en el mismo sector pero en época lluviosa para comparar si los resultados son iguales u obtienen un menor o mayor rendimiento de este cultivar.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGRIPAC S.A. (2016). Calidad certificada semillas de soya. Características de la soya P - 34. Ficha Técnica.
- Ávila, J. (2010). Manejo integrado de plagas de soya en el trópico de México.
- Álvarez, R., Steinbach, H., Irrazabal, S., Salazar, R., & Plet, G. (2008). Respuesta del rendimiento y la producción de residuos de cosecha de soja a la fertilización fosforada. *Proceedings XXI Congreso Argentino de la Ciencia del suelo*, 6.
- Ayala, H. (2011). Evaluación de líneas brasileras de soya (*Glycine max.* L. Merrill), en comparación con testigos locales en la zona de Montalvo, provincia de Los Ríos. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad de Guayaquil., Guayaquil, Ecuador.
- Barbazán, M., Bautés, C., Beux, L., & Bordoli, M. (2011). Fertilización potásica en cultivos de secano sin laboreo en Uruguay: rendimiento según análisis de suelos. *SciELO*, 15(2).
- Betrán, J. (2006). Referencias para la fertilización nitrogenada y razonamiento del aporte de resto de nutrientes. Laboratorio Agroalimentario. D.G.A.
- Bermúdez, M. (2014). Fertilización con fósforo en secuencias continuas de soja. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamerica*, 14, 2-5.
- Boga, L., & Ramirez, H. (2015). Efecto de la fertilización con fósforo, azufre y zinc en el cultivo de soja en la región pampeana norte de Argentina. *Pampeana*.
- Burguersoya. (2007). La soya. morfología y taxonomía. Recuperado el 22 de junio de 2016, de www.burguersoya.com.ec.
- Cakmak, I. (2015). Sinergismo y Antagonismo entre Nutrientes Minerales Durante la Absorción y Transporte en las plantas. Curso Internacional Sobre Nutrición de Cultivos. Intagri. Celaya-México.
- CAN. (agosto de 2013). Comunidad Andina de Naciones. Recuperado el 23 de enero de 2017, de *Estadísticas Agropecuarias*: www.comunidadandina.org/eportal/
- Coello, A. (2013). Efectos de la aplicación de difenoconazole y estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soja. Tesis de grado. Babahoyo-Ecuador.
- Cordone, G., & Fernando, M. (2004). El monocultivo de soja y el déficit de nitrógeno. INTA. *Informaciones Agronómicas* N° 24. Casilda, Santa Fe.

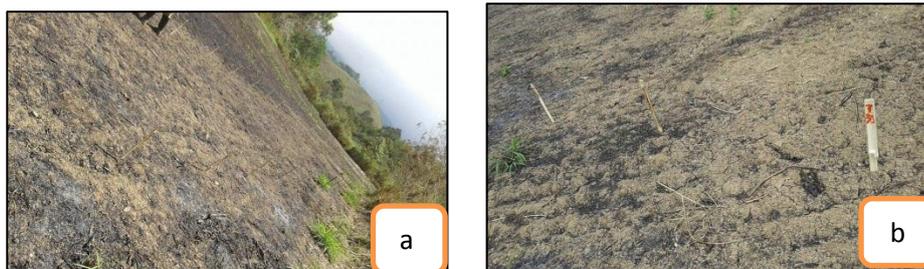
- Cruzate, G., & Casas, R. (2009). Extracción de Nutrientes en la Agricultura Argentina. . *Informaciones Agronómicas del Cono Sur, IPNI.*, 44, 21-26.
- Diaz, Z., J, A., R, A., & E, S. (2010). Fertilización fosfatada e inoculación de soja en Vertisoles. *CI. Suelo (AR)*, 28 (2)(215-222).
- Fatecha, D. (2004). Clasificación de la fertilidad, acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis (Ing.Agr.) 88p ., San Lorenzo.
- Ferraris, G. (2011). Nutrición. La cosecha que se lleva el carretón del lote. Proyecto fertilizar INTA. *Revista Fertilizar No. 24.*
- Ferraris, G., & Gonzáles, G. (2014). Contribución del nitrógeno inorgánico y de la FBN a la nutrición nitrogenada de soja en Argentina. Buenos Aires.
- Ferraris, N., Mirta, T., Falconi, R., & Couretot, L. (2012). Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos y el balance de nutrientes. Buenos Aires.
- FERTISA (2012). Boletín divulgativo de fertilizantes. Guayaquil-Ecuador.
- Fontaneto, H., & Keller, O. (2006). Consideraciones sobre el manejo de la fertilización de soja. INTA - Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de cultivos de verano.
- GADM. (2015). plan de ordenamiento territorial de Marcabelí. Marcabelí.
- Gallardo, M. (2007). Soja: Harinas de extracción la alimentación del ganado. Un análisis de las cualidades de los distintos tipos de acuerdo al método de extracción utilizado. EEA INTA Rafaela.
- García, F. (2006). Criterios para el manejo de la fertilización de soja *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 10:14-17. INPOFOS Cono Sur. Acassuso. Argentina.
- García, F., & Gonzáles, S. J. (2010). Balances de nutrientes en Argentina ¿Como estamos? ¿Cómo mejoramos? *Informaciones Agronómicas del Cono Sur, IPNI.*, 48, 1-5.
- Gassen, D. (2007). *Informativos Técnicos Cooplantlo, Volumen II. Passo Fundo, RS. Aldela*
- Guamán, R. (2011). INIAP-306: Nueva variedad de soja. Manual del cultivo de soja. Guayas, EC. plegable N° 183. pág. 3.

- HOLDRIDGE, L. R. (1967). Ecología basada en zona de vida. 1 ed. IICA. San José, C.R.
- Infoagro. (2011). Agro información del cultivo de soya: importancia del cultivo. Recuperado el 22 de junio de 2016, de www.infoagro.com.
- INFOAGRO. (15 de marzo de 2013). El cultivo de la soja. Recuperado el 23 de junio de 2016, de www.infoagro.com: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>
- INIAP, (2002). Manual del cultivo de soya. Estación Experimental Boliche. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- INIAP. (2005). Programa Nacional de Oleaginosas. Manual del cultivo de soya. Estación Experimental de Boliche. Segunda Edición. Pág. 15 -18.
- Juárez, M. (2007). Inforación para extensión N° 113. Fuentes et al., Inta.
- Lara, S. (2009). "Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del Cultivo de Soya (*Glycine max* L.), en babahoyo, Provincia de los Rios" Tesis. Guayaquil-Ecuador.
- Macías, F. (2011). "Evaluación Agronómica de líneas promisorias de soya (*Glicine max* L.) en varios ambientes de la cuenca baja del Rio Guayas" Tesis. Universidad Técnica de Manabí, Santa Ana-Manabí.
- Martín, M., & Cubilla, M. (2014). Manejo del suelo, fertilidad y nutrición de la soja para aumentar la capacidad productiva en la Región Oriental del Paraguay. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 13, 2-6.
- Martins, J., Radons, S., & Streck, N. (2011). Plastocromo e número final de nós de cultivares de soja em funcao da época de semeadura. *Ciencia Rural*. Santa Maria, 41(6), 954-959.
- Mendez, J. (2010). Procesamiento del grano de soja en la provincia de Santa Fe mediante extrusado y prensado. Colombia.
- Moreno, B., & Salvador, S. (2015). Rendimientos y características de soya en el Ecuador verano 2015. Quito, Ecuador: Magap.
- NITRAGIN. (2015). Cultivo de soja. Boletín de resultados. Argentina.
- OEI. (14 de febrero de 2015). Lanzas una nueva variedad de soya de alto rendimiento. Recuperado el 22 de junio de 2016, de <http://www.oei.es>: http://www.oei.es/divulgacioncientifica/noticias_153.htm

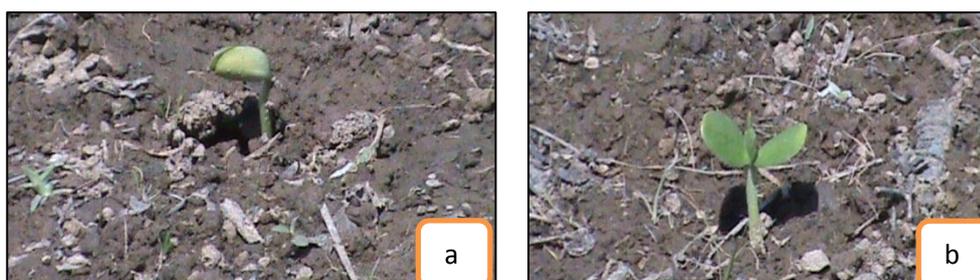
- Quintanilla, J. (2013). Efecto de la fertilización fósforo-potásica aplicada al suelo y vía foliar en el rendimiento de dos líneas de soya (*Glycine max*. L. Merrill.). Tesis de grado. Guayaquil-Ecuador.
- Ridner, (2012). Soja propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Buenos Aires.
- Robelli, C. (2014). Evaluación comparativa entre cultivares de soya (*Glycine max* L.) Merrill) introducidos y locales sembradas en la zona de Ventanas, provincia de Los Ríos. Tesis. Guayaquil.
- Tysko, M., & Rodríguez, M. (2007). Respuesta de trigo-soja en doble cultivo a la fertilización con azufre elemental. *Ciencia del suelo*, 24(2).
- Valladarez, C. (2010). Taxonomía y botánica de los cultivos de grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Unidad II. Taxonomía, botánica y fisiología de los cultivos de grano. La Ceiba, Honduras.
- Zapata, F., & Mejía, N. (2011). Evaluación del rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*. L), bajo la fertilización orgánica, sintética y combinada, en la Finca El Plantel (Masaya) postrera 2009. Managua, Nicaragua.

9. ANEXOS

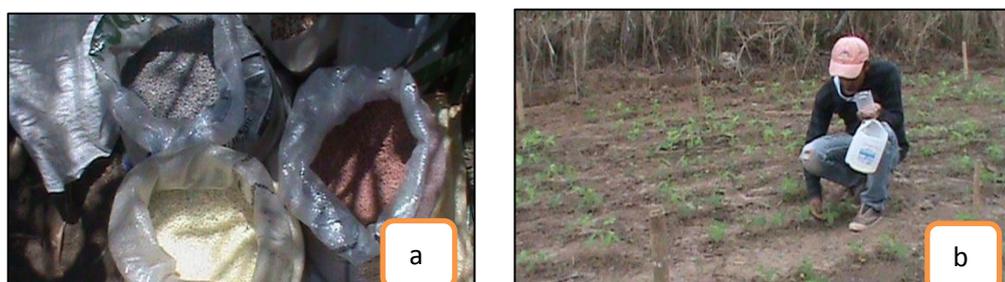
Anexo 1. Preparación del terreno (a), Elaboración de parcelas con su respectivo letrero (b).



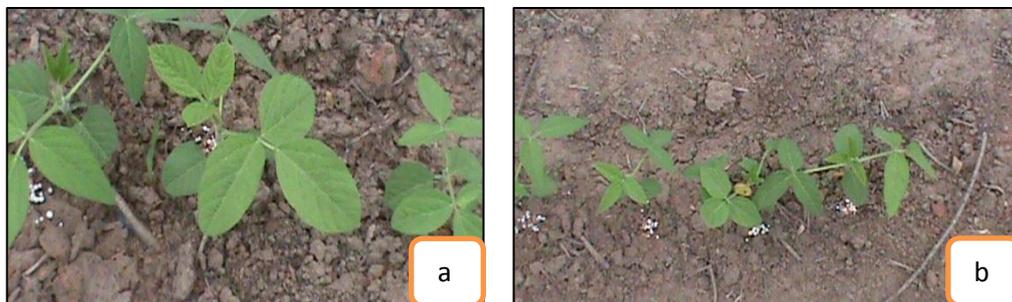
Anexo 2. Emergencia de la soya (a), Etapa cotiledonar (b).



Anexo 3. Fertilizantes ocupados para la fertilización (N-P-K) en el cultivo de soya (*Glycine max* L.) variedad P-34 (a), Primera fertilización (b).



Anexo 4. Segunda fertilización de soya (*Glycine max. L*) con N-P-K: a y b.



Anexo 5. Cultivo en etapa vegetativa (V5), amarillamiento de los cotiledones (a), Inicio de floración, etapa reproductiva (R1) (b).



Anexo 6. Etapa reproductiva, inicio de formación de vainas (R3) (a), Vainas completamente desarrolladas (b).



Anexo 7. Inicio de la madurez fisiológica (a), etapa reproductiva (R7) (b).



Anexo 8. Evaluación de variables, Granos por vaina (a), Altura de la planta (b).



Anexo 9. Tercera visita y día de campo: (a) Exposición; (b). Director de tesis colaborando con preguntas expuestas por los presentes; (c). Asistentes; (d). Asistentes recorriendo el cultivo de soya.



Anexo 10. Cosecha de soya: (a) Arrancado de vainas para las evaluaciones de las variables posteriores (b).



Anexo 11. Análisis químico y físico del suelo del área experimental.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1292
 Fecha emisión Informe: 10/08/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Rafael Jimbo Orozco / Agrocalidad Loja

Dirección: Celi Román

Provincia: Loja

Cantón: Loja

Teléfono: 0958839214

Correo Electrónico: rafaelgrarj@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 11-2017-326

N° Factura/Documento: 2520

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Soya / Maní	
Provincia: El Oro	X: ----
Cantón: Marcabellí	Y: ----
Parroquia: Marcabellí	Altitud: ----
Muestreado por: Rafael Jimbo	
Fecha de muestreo: 29-07-2017	Fecha de inicio de análisis: 02-08-2017
Fecha de recepción de la muestra: 02-08-2017	Fecha de finalización de análisis: 10-08-2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1558	RJ 01	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,73
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,44
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,12
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	20,2
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,22
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	5,07
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,71
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	284,4
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	43,49
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,89
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	8,22

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.





AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1558	RJ 01	Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	44
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	40
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	16
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Luis Cacuango

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 3,1	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2	< 5,0	< 1,6	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
MEDIO	3,1 - 5,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38	5,0 - 9,0	1,6 - 2,3	21,0 - 40,0	6,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 6,0
ALTO	> 5,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4	> 9,0	> 2,3	> 41,0	> 16,0	> 4,1	> 6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO - ECUADOR

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliars y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

Anexo 12. Fases fenológicas del cultivo de soya variedad P – 34.

DDS	Fases del cultivo	Descripción
Etapa vegetativa		
7	Ve	Emergencia
10	Vc	Etapa cotiledonar
12	V1	1 ^{er} nudo, hojas opuestas unifoliadas extendidas
17	V2	2 ^{do} nudo, hoja trifoliada totalmente desplegada
23	V3	3 ^{er} nudo, hoja trifoliada presenta el borde de sus foliolos sin tocarse
27	Vn	n: número de nudos
33	V5	Amarillamiento de los cotiledones
Etapa reproductiva		
37	R1	Inicio de la floración
45	R2	Floración completa
55	R3	Inicio de formación de vainas
63	R4	Vainas completamente desarrolladas
70	R5	Inicio de formación de semillas
80	R6	Semillas completamente desarrolladas
92	R7	Inicio de maduración
115	R8	Maduración completa (95 % de las vainas alcanza el color de madurez)
Luego de R ₈ se necesita de aproximadamente 5 días de tiempo seco (baja humedad relativa ambiente) para que la semilla baje su humedad.		

Anexo 13. Esquema del análisis de varianza ADEVA.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F
Tratamientos	t-1	SCt	CMt	CMt/Cme
Replicas (Bloques)	r-1	SCb	CMb	CMr/Cme
Error experimental	(r-1)(t-1)rt-1	SCe	CMe	
Total	n-1	SCT		

Dónde:

GL = Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrados medios

Para los datos obtenidos de las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de DGC al 5% de probabilidad.

Anexo 14. Análisis de la varianza para días a la floración.

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días a la Floración	256	0,27	0,02	1,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	11,98	0,19	1,06ns	0,3685
Replicas (Bloques)	3	0,70	0,23	1,31ns	0,2722
Error experimental	189	33,80	0,18		
Total	255	46,48			

- **CV %: 1,06**
- **X General: 39,88**

- Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 15. Análisis de la varianza para altura de planta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta (cm)	3840	0,32	0,31	19,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	207159,44	3288,25	22,17**	<0,0001
Replicas (Bloques)	3	61005,12	20335,04	137,12	<0,0001
Error experimental	3773	559528,39	148,30		
Total	3839	827692,95			

➤ **CV %: 19,57**

➤ **X General: 62,23**

- Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 16. Análisis de la varianza para altura de carga.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de carga (cm)	3840	0,03	0,01	8,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	199,61	3,17	1,68*	0,0006
Replicas (Bloques)	3	7,89	2,63	1,40	0,2416
Error experimental	3773	7096,86	1,88		
Total	3839	7304,35			

➤ **CV %: 8,68**

➤ **X General: 15,80**

- Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05)

Anexo 17. Análisis de la varianza para número de granos/vaina.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Número de granos/vaina	3840	0,18	0,17	24,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	390,00	6,19	13,45**	<0,0001
Replicas (Bloques)	3	3,28	1,09	2,38	0,0679
Error experimental	3773	1736,12	0,46		
Total	3839	2129,40			

➤ **CV %: 24,92**

➤ **X General: 2,72**

- Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p >0,05).

Anexo 18. Análisis de la varianza para número de vainas/planta.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Número de vainas/planta	3840	0,20	0,19	33,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	193327,95	3068,70	13,88**	<0,0001
Replicas (Bloques)	3	21295,80	7098,60	32,11	<0,0001
Error experimental	3773	834200,00	221,10		
Total	3839	1048823,75			

- CV %: 33,01
- X General: 45,05
 - Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 19. Análisis de la varianza para peso de 100 semillas.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 semillas	256	0,73	0,64	5,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	227,39	3,61	8,13**	<0,0001
Replicas (Bloques)	3	1,02	0,34	0,77	0,5127
Error experimental	189	83,93	0,44		
Total	255	312,34			

- CV %: 5,19
- X General: 12,83
 - Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 20. Análisis de la varianza para rendimiento por hectárea.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento/hectárea (kg)	256	0,81	0,74	10,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	63	55568340,10	882037,14	12,44**	<0,0001
Replicas (Bloques)	3	146728,95	48909,65	0,69	0,5592
Error experimental	189	13396900,00	70883,07		
Total	255	69111969,76			

➤ **CV %: 10,25**

➤ **X General: 2603,25**

- Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0,05$)

Anexo 21. Costos de producción del tratamiento T36.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTÁREA DE SOYA VARIEDAD P-34 EN EL SECTOR EL CAUCHO, CANTÓN MARCABELÍ, PROVINCIA EL ORO, CON UNA DOSIS DE 100-50-00 kg ha ⁻¹ de N-P-K: los costos de producción son referenciales lo que pueden variar con la localidad, variedad época de siembra, tipo de suelo, riego, factores climáticos, mano de obra, maquinaria, labores culturales entre otras.					
Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	TOTAL USD	%
A. COSTOS DIRECTOS					
1. MANO DE OBRA					
Preparación del terreno	Jornal	8	15	120,0	
Siembra	Jornal	16	15	240,0	
Deshierba química	Jornal	6	20	120,0	
Deshierba manual	Jornal	22	15	330,0	
Riego	Jornal	6	15	90,0	
Control fitosanitario	Jornal	6	20	120,0	
Fertilización	Jornal	10	15	150,0	
Cosecha	Jornal	20	15	300,0	
Comercialización	Jornal	2	15	30,0	60,27
2. INSUMOS					
Semilla	Kg	80	1,6	128,0	
Herbicida: Glifosato Haloxifop-R	Litro	3	7,0	21,0	
	Litro	1	33,0	33,0	
Fungicida: Piraclostrobin Mancozeb	Litro	0,2	19,50	3,9	
	kg	0,6	6,00	3,6	
Insecticida: Chlorpyrifos Cipermetrina	Litro	0,5	12,50	6,25	
	Litro	0,5	7,50	3,75	
Urea	Kg	217,39	0,42	91,30	
Super fosfato triple	Kg	108,70	0,56	60,87	
Muriato de potasio	Kg	00	0,00	0,00	
Saquillos	Unidades	100	0,15	15,0	
SUBTOTAL DE CD				1921,07	15,16
B. COSTOS INDIRECTOS					
Imprevistos (5 % Sub total de CD)				96,05	
Administración (5 % Sub total de CD)				96,05	
Interés (12% sub total de CD)				230,53	
Arriendo por ciclo	Ha	1	200	200	
SUBTOTAL DE CI				622,63	24,57
TOTAL DE (CD+CI)				2452,29	100
PRODUCCIÓN kg/ha				2725,00	
Precio de venta por USD kg				1,56	
Beneficio Bruto				4251,00	
Beneficio Neto				1798,71	
Relación B/C				1,73	