

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE TRES NIVELES DE FERTILIZACION Y TRES DENSIDADES DE
SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*)**

**POR
ERICK EDGARDO OSORTO PINEDA**

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

EVALUACION DE TRES NIVELES DE FERTILIZACION Y TRES DENSIDADES DE
SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*)

POR:

ERICK EDGARDO OSORTO PINEDA

ING. ROSALIO ROSALES
Asesor principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

JUNIO 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

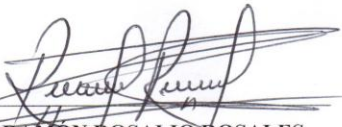
Reunidos en el Departamento Académico de Investigación y Extensión Agrícola de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. RAMÓN ROSALIO ROSALES, M. Sc. GUSTAVO RAMÓN LÓPEZ, ING. ADRIÁN FRANCISCO REYES**, Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

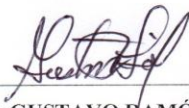
El estudiante **ERICK EDGARDO OSORTO PINEDA** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

“EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*)”

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los quince días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M. Sc. RAMÓN ROSALIO ROSALES
Consejero Principal


M. Sc. GUSTAVO RAMÓN LÓPEZ
Examinador


ING. ADRIÁN FRANCISCO REYES
Examinador

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso creador de todas las cosas, porque el hizo que todo esto fuese posible, dándome sabiduría y fuerzas en todo momento, especialmente cuando más lo necesité. Él es todo lo que he necesitado y siempre ha estado en todo momento.

A mi familia, por su incondicional apoyo y porque ellos siempre me han inspirado para seguir adelante cada día de mi vida.

A mis abuelos José pineda (Q.E.P.D) y Eugenia Hernández por haberme dado una buena formación desde pequeño y sus grandes consejos.

AGRADECIMIENTOS

A mi **Dios todopoderoso**, por protegerme, darme fuerzas, sabiduría, fortaleza y permitirme llegar hasta aquí, por tu amor y tu grandeza hoy te doy gracias Padre.

A **mis padres Ana Pineda y Minelio Osorto**, porque siempre me han apoyado en todo momento.

A toda **mi familia** en general porque siempre estuvieron allí cuando necesite de ellos.

A **Emy Cordova** por acompañarme hasta el final y estar conmigo siempre. También a su familia por su apoyo y consejos de gran ayuda.

A mis asesores **MSc. Rosalio Rosales, MSc. Gustavo López, Ing. Adrián Reyes**, por su apoyo en la elaboración de este proyecto.

Al **Ing. Samir Fúnez, Ing. Agustín Ramírez** y todo el personal de **ECOLSA** por haberme brindado el apoyo incondicional y disponible en la institución para la realización exitosa de mi trabajo.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por haberme dado la oportunidad de ser uno más de sus orgullosos egresados.

A **mis compañeros de cuarto 3E de HG**, Rony Martínez, Ary Santos, Ebed Deras, Sosvin Hernández, Florentino Cartagena, Bertilio Ruiz, Elder Flores, por haberme brindado su amistad y apoyo durante los tres años de convivencia.

A **mis compañeros de clase y modulo**, Ali Oviedo, Iliana Osorio, Pacheco Bardales, Mercy Padilla, Tania Ortega, Maricela Ordoñez, Roel Osorto, Elías Núñez, Brayan Paz, Karla Ortiz, Riccy Paz, y todos en general por compartir momentos inolvidables de aprendizaje y trabajo que me servirán el resto de mi vida.

A todos aquellos que, por una u otra razón, se cruzaron en mi camino y me impulsaron hacia donde estoy.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
CONTENIDO.....	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Fertilización en soya	3
3.1.1 Nitrógeno.....	3
3.4.2 Fosforo	4
3.1 3 Potasio	5
3.2 Densidad de siembra.....	5
3.3 Descripción botánica.....	7
3.4 Importancia del cultivo de soya	8
3.5 Requerimientos edafoclimaticos.....	8
3.5.1 Requerimiento de suelo.....	8
3.5.2 Fotoperiodo	9
3.5.3 Temperaturas.....	9
3.5.4 Riego	9
3.6 Características agronómicas del cultivo.....	10
3.6.1 Altura de la planta	10

3.6.2 Acame.....	10
3.6.3 Numero de nudo en la planta	11
3.6.4 Días a floración	11
4.7.5 Estadios de desarrollo de la soya.....	11
IV. MATERIALES Y METODOS	14
4.1 Descripción del sitio experimental	14
4.2 Materiales y equipo.....	14
4.3 Métodos	14
4.3.1 Manejo agronómico del experimento.....	14
4.3 Diseño experimental y tratamientos.....	16
4.4 Variables agronómicas evaluadas	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1 Altura de planta.....	20
5.2 Acame	21
5.3 Numero de vainas por planta	23
5.4 Densidad final	24
5.5 Altura de la primer vaina	25
5.6 Rendimiento.....	26
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. BIBLIOGRAFIA	31

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Factor A correspondientes a los niveles de fertilización.	17
Cuadro 2. Factor B corresponden a las densidades de siembra en estudio	17
Cuadro 3. Descripción tratamientos evaluados.	18
Cuadro 4. Medias de los tratamientos para la variable vainas por planta, con la prueba de Fisher al 5%.	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Media de los tratamientos para la variable altura de planta, con la prueba de Fisher al 5%.	21
Figura 2. Medias de los diferentes tratamientos para la variable % de acame, con la prueba de Fisher al 5%.	23
Figura 3. Medias de los tratamientos para la variable densidad final, con la prueba de Fisher al 5%.	25
Figura 4. Medias de los tratamientos para la variable altura de la primera vaina, con la prueba de Fisher al 5%.	26
Figura 5. Medias de los tratamientos para la variable rendimiento, con la prueba de Fisher LSD al 5%.	28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para altura de planta.....	36
Anexo 2. Análisis de varianza para % de acame.....	37
Anexo 3. Análisis de varianza para vainas por planta.....	38
Anexo 4. Análisis de varianza para densidad final.....	39
Anexo 5. Análisis de varianza para altura de la primer vaina	40
Anexo 6. Análisis de varianza para rendimiento.....	41
Anexo 7. Medias de rendimiento de los tratamientos evaluados.	41

Osorto Pineda, E. 2016. Evaluación de tres niveles de fertilización y tres densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 53 pag.

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Empresa Cañera de Olancho (Ecolsa) a 3 km de la aldea La Empalizada, Juticalpa, Olancho, Honduras con el objetivo de evaluar el efecto de tres niveles de fertilización con tres densidades de siembra sobre el rendimiento en el cultivo de soya. Los tratamientos consistieron en la combinación de los factores en estudio, Factor A: Niveles de Fertilización, Factor B: Densidades de Siembra; distribuidos en un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron, altura de planta, acame, numero de vainas por planta, densidad final, altura de primera vaina y el rendimiento. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento: 78.43 Kg/Ha de N-P-K, 283,688 plantas /Ha, mostro la mayor media de altura de planta con 94.80 cm. Las densidades que presentaron mayor resistencia al acame fueron 190,476 y 253,356 plantas/Ha. Y la única densidad que mostro acame de 25-50% fue 283,688 plantas/Ha. El tratamiento 58.82 Kg/Ha de N-P-K y 283,688 plantas/Ha fue el que más plantas a cosecha presento con 190,476 plantas/Ha. No hubo diferencias estadísticas en el rendimiento para la interacción niveles de fertilización por densidad de siembra, ni para el efecto principal niveles de fertilización, para densidades de siembra si hubo diferencias estadísticas. La densidad que mayor rendimiento presento fue 253,356 plantas/Ha con 2674.66 Kg/Ha y la de menor rendimiento fue la densidad de 283,688 plantas/Ha con 1936.03 Kg/Ha

Palabras claves: soya, rendimiento, niveles de fertilización, densidades de siembra.

I. INTRODUCCION

La soya es una leguminosa anual rica en proteínas y aceite, producto que constituye la principal fuente a escala mundial. Alrededor del mundo se producen, en un área de 65 millones de hectáreas, unas 137 millones de toneladas anuales, siendo Estados Unidos el mayor productor con 65 millones de toneladas anuales, seguido por Brasil y Argentina con 23 y 13 millones de toneladas respectivamente. En Europa el cultivo tiene poca relevancia debido a la escasez de precipitaciones en el sur y las bajas temperaturas en el norte. (Illinois, 2011).

Honduras se ha convertido en un importador de productos y subproductos, de soya. Sin embargo, el país cuenta con las condiciones agroecológicas para la producción de soya. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, (FAO), en el año 2011, indican que Honduras importa 160,000 toneladas por año de harina de soya y 5 toneladas de granos enteros de los Estados Unidos, representando unos 70 millones de dólares de la demanda anual de soya. (Perez, 2014)

En el cultivo de soja, los rendimientos potenciales para las distintas zonas de producción y, por ende, a nivel de país aún no han sido alcanzados. Si bien las técnicas de manejo han mejorado en los últimos años (variedades, fechas de siembra, control de malezas, cosecha, etc.), el uso de fertilizantes en este cultivo ha sido muy escaso, limitándose a aplicaciones de fertilizantes de inicio en el mejor de los casos.

Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de encontrar una dosis de fertilizante adecuada con una densidad de siembra que incremente los rendimientos en el cultivo de soya y que reduzca los costos de producción.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de tres niveles de fertilización con tres densidades de siembra sobre el rendimiento en el cultivo de soya (*Glycine max*).

2.2 Objetivos específicos

- Conocer el efecto de los diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento en el cultivo de soya.
- Determinar la mejor densidad de siembra para obtener un mayor rendimiento en el cultivo de soya.
- Estimar el efecto de la interacción de los niveles de fertilización y las densidades de siembra sobre el rendimiento en el cultivo de soya.
- Observar el comportamiento morfológico de las plantas de soya de acuerdo a los niveles de fertilización aplicado y la densidad de siembra a utilizar

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Fertilización en soya

Cuando el suelo no puede suplir los nutrimentos requeridos por las plantas, se debe agregar fertilizantes para suplementar el abastecimiento normal de ellos. La absorción de nutrimentos agregados al suelo no es siempre un proceso eficiente. Bajo buenas condiciones lo que se recupera de lo aplicado en un año varía entre 5 a 20% para el P y de 30 a 60% para K; para el caso del N puede ser menor a 30% (Rosas y Young 1996).

Varios factores influyen en las dosis de aplicación que deben ser consideradas. Una es la cantidad del elemento que debe de ser usado en el cultivo. La segunda es la cantidad que es probable que permanezca disponible a través de la estación de crecimiento. Algunos elementos son fáciles de ser lavados y otros permanecen sin ser disponibles debido a combinaciones químicas con otros constituyentes del suelo. La relativa importancia del lavado y las combinaciones químicas dependen de las propiedades del suelo, la lluvia, y las propiedades químicas de los fertilizantes usados (Rosas y Young 1996).

Un tercer factor a considerar es como otros elementos en la rizófera influyen en la absorción del elemento deficiente. Cuando un elemento es deficiente y los otros están en relativa abundancia., el incremento de algunos de los elementos en abundancia puede reducir el rendimiento porque una menor cantidad del elemento deficiente es absorbido (Rosas y Young 1996).

3.1.1 Nitrógeno

Generalmente no se ha recomendado el uso de N en soja en la creencia de que este elemento produce efectos no deseados: inhibición de formación de nódulos y excesivo desarrollo vegetativo que favorece el vuelco, enfermedades y hasta mayor evapotranspiración.

En realidad, estos efectos se favorecen cuando el agregado de N se realiza en etapas vegetativas tempranas (Galarza 2001.).

Las plantas de soya pueden usar N residual del suelo, fertilizante nitrogenado, o N atmosférico que es convertido a una forma utilizable en los nódulos de las raíces a través de la relación simbiótica entre bacteria *Bradyrhizobium Japonicum* y plantas hospederas de soya (Rosas y Young 1996).

La soya al igual que otras leguminosas tienen la habilidad de suplirse sus propias necesidades de N, siempre y cuando ellas hayan sido inoculadas o que el suelo contenga bacterias de *Rhizobium* nativas capaces de formar nódulos efectivos y que otros nutrimentos minerales en el suelo no estén en deficiencia. De esta manera, no es necesario proveer fertilizante nitrogenado excepto posiblemente de una cantidad pequeña (10-30 kg/ha como para estimular el crecimiento inicial, ya que la soya utiliza nitratos como fuente primaria de N durante las etapas vegetativas iniciales (Rosas y Young 1996).

3.4.2 Fosforo

El fósforo (P) es esencial para la transferencia de energía, por eso es usado en la formación y translocación de todo producto intermedio o final. La absorción de P es relativamente constante a través de la estación de crecimiento, pero el pico de absorción normalmente se lleva a cabo durante las etapas tempranas del desarrollo de las semillas. Durante la etapa tardía del desarrollo de las semillas, el P es translocado de las partes vegetativas a las semillas (Rosas y Young 1996).

La soya requiere relativamente grandes cantidades de P a través de toda la estación y éste debe ser mezclado en la capa arable en vez de concentrarse cerca de la superficie. Los centímetros superiores del suelo pueden llegar a estar tan secos que las raíces no pueden alimentarse efectivamente. El exceso de P puede ser perjudicial. Niveles altos de P induce

deficiencias de Zn y puede acentuar la deficiencia de K. Por eso, niveles moderados de fertilizantes son efectivos en aumentos de la producción. (Rosas y Young 1996)

La forma de colocación del fertilizante tiene gran importancia en la eficiencia de uso de este nutriente. Se conoce que la aplicación del fósforo tiene mayor eficiencia cuando se coloca concentrado en bandas que cubren sólo el 2,5% del volumen de suelo. (Galarza 2001.)

3.1 3 Potasio

Las plantas de soya usan relativamente grandes cantidades de potasio (20 Kg/para producir una tonelada de grano). La tasa de absorción •de K se incrementa durante el periodo de rápido crecimiento vegetativo, y declina cuando los granos empiezan a formarse. El K es susceptible al lavado; pero menos lavado ocurre cuando el sistema radical está bien establecido. (Rosas y Young 1996)

Por eso, en condiciones favorables al lavado (lluvias fuertes, suelos ligeros), la aplicación total de K debe dividirse en dos aplicaciones. Una a la siembra y la otra 30 o más días después, cuando las raíces están bien establecidas. (Rosas y Young 1996)

3.2 Densidad de siembra

La semilla de soya se siembra manual o mecánicamente después de ser inoculada. La mejor población de plantas por hectárea, se obtiene sembrando en húmedo, si se hace en seco y se aplica riego después, muchas plantas mueren y otras no logran romper la costra del suelo. La densidad de siembra se determina por tamaño de la semilla, horas luz, época de siembra, porcentaje de germinación, fertilidad de suelo, la variedad usada y el destino que se le dará a la cosecha. En general la distancia de siembra más usada es: de 45 a 100 cm entre hileras y 3 a 10 cm entre plantas (Cáceres, 1974).

Cadwell, (1972) indico que la baja población generalmente produce rendimientos bajos.

Ramírez y Chin, (1978) demostraron:

- a) Que las alturas de las plantas están correlacionadas positivamente con distancia entre plantas en cada forma de hileras.
- b) Las densidades diferentes no afectan significativamente los días a floración.
- c) La alta densidad aumenta significativamente la altura de la primera vaina.
- d) La siembra a doble hilera de 92 cm es la más aceptable con su mayor rendimiento en fecha de septiembre, no encontrándose diferencia significativa entre las distancias entre planta que se estudiaron; que fueron: 2.5 cm, 3.3 cm, 5.0 cm y 10 cm.

Para establecer una población de soya se debe tener presente la altura de la variedad, su resistencia al volcamiento y su habilidad para ramificar. Si la variedad es alta, la distancia entre surcos deberá ser de 60 a 70 centímetros y entre plantas de 5 a 7 centímetros. Si es porte mediano la distancia entre surcos recomendada es de 40 a 50 centímetros y entre plantas 5 cm. Para variedades porte bajo se recomiendan 30 a 40 centímetros entre surcos y 5 centímetros entre plantas.

De acuerdo con Tourino et al. (2002), el porcentaje de sobrevivencia de las plantas aumenta a medida que ocurre reducción de la densidad de siembra, debido a la competencia intraespecífica de las plantas y a que, por el aumento de la densidad de siembra, las alturas fueron menores, probablemente por ser una característica genética.

Trabajos con densidades de siembra no han mostrado efecto en el rendimiento de granos, inclusive variando de 8 hasta 63 plantas por m² (Rubin, 1997; Pires et al., 1998). La inexistencia de respuesta diferenciada para rendimiento de granos a la variación de la densidad de siembra de la soya está íntimamente relacionada con la plasticidad fenotípica que este cultivo presenta (Rambo et al., 2003).

Ludwig et al. (2007), al estudiar tres densidades de siembra de soya, 250.000, 400.000 y 550.000 plantas por hectárea verificaron aumento en la producción con el incremento de la densidad, por otro lado, el número de vainas por planta disminuyó con el aumento de las densidades. Los autores también verificaron que el número de granos por vaina y la masa de granos no variaron en función de las densidades.

3.3 Descripción botánica

La soja *Glycine max* (L.) Merrill pertenece a la familia Fabaceae subfamilia Papilionoideas, pero con características propias que la diferencian del resto de los integrantes de dicha familia, y que se destaca por su alto contenido de proteína y por su calidad nutritiva. Presenta las dos primeras hojas unifoliadas opuestas y el resto trifoliadas dispuestas en forma alterna. A partir de algunas yemas axilares pueden desarrollarse ramas con una estructura similar al tallo principal. El sistema radical está compuesto por una raíz principal pivotante donde, según el genotipo, la máxima profundidad exploratoria de las raíces principales es próxima a los 2 metros (m). (Kantolic et al., 2006)

Las flores presentan características típicas de las Papilionoideas forman racimos axilares con 2 a 35 flores cada uno. Las flores presentan un cáliz tubular y cinco pétalos desiguales, cuyos colores varían entre blanco y violeta y de tamaño no superior a 5mm. Las vainas son pubescentes y de forma achatada y levemente curvada con un largo entre 2 y 7cm; puede contener entre 1 y 5 granos, pero generalmente presentan 2 o 3 granos. En cada racimo se pueden encontrar de 2 a 20 vainas que a la madurez presentan colores muy variados entre el amarillo claro y el marrón oscuro, incluso negro en algunas variedades. (Kantolic et al., 2006)

Las semillas son redondeadas con una coloración habitualmente amarilla, el peso promedio aproximado es de 130mg, pero estos valores pueden variar en un rango de 112mg y 165mg (EEA INTA Marcos Juárez, 2007) de peso de cada semilla. La cicatriz de la semilla (hilo) que presenta colores diversos desde amarillo a negro pasando por diferentes tonalidades de

marrón, es una característica que permite la identificación de los cultivares. (Kantolic et al, 2006)

3.4 Importancia del cultivo de soya

En el ámbito global es el cuarto producto entre los cereales y oleaginosos de consumo humano más importante en producción y comercio mundial. Considerada a esta escala, la soja es un cultivo para procesamiento, no de consumo alimentario directo excepto por su aceite. Aun así, éste es el principal origen del aceite consumido con el 33%, siguiéndole el de palma con el 18% (FAO, 2010).

No obstante, su principal importancia deriva de su contribución de harinas proteicas a la alimentación animal. Esta industria se ha vuelto cada vez más dependiente de fuentes proteicas de origen vegetal derivada de la disminución de los stocks de harinas de pescado. Además, ha habido una fuerte presión internacional, particularmente por la Unión Europea, para prohibir el uso de harinas de carne, de huesos y residuos frigoríficos como materia prima de alimentación animal, debido a la relación entre el uso de éstas con la enfermedad espongiforme bovina (Goldflus et al., 2006)

3.5 Requerimientos edafoclimaticos

3.5.1 Requerimiento de suelo

La soya se adapta a casi todos los tipos de suelos; sin embargo, dentro de esa gama de variaciones existen determinados tipos que reúnen condiciones más propicias. Suelos de textura mediana con contenido de arcilla superiores al 20%, y los de textura arcillosa arcilla 60%). son los más recomendados, se debe preferir terrenos de topografía plana (0 a 3% de pendiente) o suavemente ondulados (4 a 8% de pendiente) y pH del suelo se encuentre alrededor de 6.0 (Rosas y Young 1996).

3.5.2 Fotoperiodo

El efecto principal de la longitud del día en el desarrollo de la soja es el de la inducción de la floración; la soja se clasifica como planta de días cortos, porque los días cortos inducen el inicio del proceso de floración (Hicks, 1983). El fotoperiodo influye y regula la mayor parte de los eventos reproductivos condicionando el inicio y final de las diferentes fases y la tasa con que progresan los cambios dentro de la planta (Kantolic et al., 2004b).

3.5.3 Temperaturas

En soja la temperatura base varía entre 6 y 10°C. Las temperaturas óptimas diurnas para fotosíntesis están comprendidas entre 30 y 35°C. La fijación de vainas se retrasa con temperaturas menores a 22°C y cesa con temperaturas menores a 14°C (Vega, 2006).

La temperatura regula el desarrollo durante todo el ciclo, cabe destacar que no se han encontrado respuestas diferenciadas entre genotipos sin embargo los requerimientos en tiempos térmicos para que se cumpla la etapa vegetativa a reproductiva tiende a disminuir desde los grupos de madurez mayores hacia los menores (Piper et al., 1996)

3.5.4 Riego

El requerimiento de agua para una máxima producción, varía entre 450 y 700 mm durante el ciclo, según el clima y la longitud del período de crecimiento. El rendimiento de soja aumenta con precipitaciones crecientes, volviéndose asintótico por encima de los 700 mm (International Potash, 2011).

Estos requerimientos están definidos en el coeficiente de cultivo (kc) con referencia a una evapotranspiración de referencia (ET_o). Los coeficientes kc para los distintos periodos son: Etapa inicial: 0.3-0.4 (20 a 25 días, V-0 a V-4); Desarrollo vegetativo: 0.7-0.8 (25 a 35 días,

V6-R1); Desarrollo reproductivo inicial: 1.0-1.15 (45 a 65 días, R1-R5), Llenado de granos: 0.7-0.8 (20 a 30 días, R5-R6) y Comienzo madurez a cosecha: 0.4-0.5 (R7-R8) (International Potash, 2011)

3.6 Características agronómicas del cultivo

3.6.1 Altura de la planta

La altura de los cultivos de soya está determinada por las condiciones ambientales básicamente el fotoperiodo y la precipitación tienen un efecto sobre el crecimiento vegetativo del cultivo (Baigorri, H. E. J. 1997)

3.6.2 Acame

El acame es una característica que está en función del cultivar que se esté manejando, influenciado también por los factores ambientales y fitosanitarios, generalmente se tiene que los cultivares de ciclo largos presentan mayor porcentaje de acame o volcamiento puesto que estas variables están relacionada.

Hay que tomar en cuenta también que el acame está determinado también por la densidad de siembra, el porcentaje de acame es mayor cuando se manejan densidades mayores a 20 plantas por metro lineal. El acame de los cultivos puede conllevar una mayor incidencia de plagas y enfermedades al final del ciclo del cultivo (Levy R et al. 2013 y Baigorri, H. E. J. 1997).

3.6.3 Numero de nudo en la planta

Esta variable agronómica tiene relación directa con el rendimiento de los cultivares debido a que el número de nudos determinara la cantidad de vainas por planta. Su comportamiento suele ser igual al de la altura de la planta, pero decae, es decir el número de nudos disminuye a medida se retrasa la fecha de siembra (Levy R et al. 2013) y (Baoigorri, H. E. J. 1997).

3.6.4 Días a floración

Garces F. et al. (2003). Los días de floración están en función del material con el que se trabaje y factores ambientales como la precipitación y temperatura, al aumentar las precipitaciones y las temperaturas los días a floración aumentan. El fotoperiodo tiene un efecto muy importante en esta variable debido a la sensibilidad de la soya a los días cortos, en fechas de siembras tardías la floración tiende a ser más precoz que en fechas de siembras temprana.

4.7.5 Estadios de desarrollo de la soya

La escala de Fehr et al. (1971) señala el progreso de la fenología en una planta. El progreso de la fenología en un cultivo estará indicado por el promedio de los datos de muchas plantas. Básicamente describe estadios V (vegetativos) y R (reproductivos) (Santos 2010).

a. Etapa vegetativa

Emergencia (VE): Cotiledones por encima de la superficie, totalmente abiertos, plántula erguida, el primer par de hojas unifoliadas (opuestas) permanece sin abrir.

Estado cotiledonar (VC): El primer par de hojas, unifoliadas, separó sus bordes y se las ve claramente; la siguiente hoja, trifoliada, aún es un brote con folíolos cerrados

Estado de 1er nudo (V1): Una planta está en V1 cuando la primera hoja unifoliada (un par de hojas opuestas, unifoliadas) está totalmente desarrollada.

Estado n (Vn): cuando tiene la primera, segunda, enésima hoja trifoliada totalmente desarrollada, respectivamente.

b. Etapa Reproductiva

Los estadios reproductivos “R” son ocho, y se pueden agrupar, para una mejor fijación, de a dos. En ellos, los estadios R impares son “comienzo de...” y los pares son “plena...” o “fin de...”

Inicio de la floración (R1): se observa una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal.

Plena floración (R2): una flor abierta en uno de los nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas.

Inicio de la formación de vainas (R3): Una vaina de 5 milímetros de largo en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal, y con hojas totalmente desplegadas. La formación de vainas se inicia en los nudos inferiores, en este momento en la misma planta se encuentran vainas formándose, flores marchitas, flores abiertas y pimpollos.

Vainas completamente desarrolladas (R4): Una vaina de 2 cm en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas.

En esta etapa comienza el periodo crítico del cultivo; entre R4,5 y R5,5 es el momento más sensible, ya que ha finalizado la floración y cualquier situación de stress alrededor de R5 (déficit hídrico, de nutrientes, defoliación por orugas, enfermedades foliares, ataque de

chinchas, granizo, etc), afectará el número final de vainas y de granos, influyendo negativamente en el rendimiento. Esta situación puede ser compensada en parte con el peso de los granos, pero esta compensación está limitada genéticamente.

Inicio de la formación de semillas (R5): Una vaina, ubicada en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal, contiene una semilla de 3 mm de largo. (se detecta presionando levemente el fruto). Entre las etapas R5-R6 ocurren eventos importantes:

- La planta logra la máxima altura, número de nudos y área foliar.
- Se incrementa el ritmo de fijación de nitrógeno, llegando al máximo, para luego disminuir marcadamente.
- Las semillas inician un período rápido de acumulación de materias secas y nutrientes.

Semilla completamente desarrollada (R6): Una vaina, en cualquiera de los cuatro nudos superiores del tallo principal, contiene una semilla verde que llena la cavidad de dicha vaina, con hojas totalmente desplegadas.

Inicio de la maduración (R7): una vaina normal en cualquier nudo del tallo principal ha alcanzado su color de madurez.

Plena madurez (R8): el 95% de las vainas de la planta han alcanzado el color de madurez normalmente entre marrón o bronceado (Toledo 2006)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en la Empresa Cañera de Olancho S.A. DE C.V. (ECOLSA) ubicada en la Finca Villa Rubia en la aldea La Empalizada, municipio de Juticalpa, departamento de Olancho. Se ubica en latitud norte 114° y longitud oeste 86°. Se encuentra localizada en la región nor-oriental del país con una temperatura anual promedio 24.7 °C, altura de 399 msnm, y una precipitación anual promedio de 1284 mm con lluvias distribuidas en todo el año.

4.2 Materiales y equipo

Como parte del desarrollo de esta investigación se utilizó una serie de materiales y equipo, dentro de los cuales está la semilla de soya variedad FHIA-15, tractores, metro, balanza, fertilizantes, herbicidas, fungicidas, probador de humedad, computadora, bomba de mochila.

4.3 Métodos

4.3.1 Manejo agronómico del experimento

a) Preparación del terreno

La preparación de suelo se realizó un día antes de la siembra, esta consistió en dos pases de rastra con tractor.

b) Siembra

La siembra se hizo el día 12 de diciembre de 2015. Esta se realizó con tractor mediante una sembradora de precisión.

c) Fertilización

Se realizó a los 10 días después de siembra según el cuadro 1. Esta se hizo en una solución del nivel de fertilización y seis litros de agua por parcela aplicándolo de forma uniforme en la misma.

d) Control de malezas

Se hizo a los 17 días después de siembra. Aplicando Galant herbicida graminicida postemergente con una dosis de 700 ml por hectárea. Y Fomesafen ingrediente activo de herbicida postemergente para controlar malezas de hoja ancha con dosis de 425 ml por hectárea.

Y a los 31 días después de siembra se hizo el control de coyolillo (*cyperus rotundus*) mediante la aplicación con bomba de mochila manual de paraquat ingrediente activo con 2.13 lts por hectárea.

e) Raleo de plantas

A los 16 días después de siembra se ejecutó el raleo de plantas dejando las densidades de plantas adecuadas para la evaluación.

f) Control de plagas y enfermedades

A partir de los diez días después de emergencia se aplicó cipermetrina que es un insecticida piretroide 355 ml por hectárea y juwel fungicida de acción curativa y preventiva a una dosis de 1 Lts por hectárea. Esta actividad se realizó cada 10 días haciendo un total de 5 aplicaciones hasta el día 50 después de siembra.

g) Cosecha

Dos días antes de la cosecha se aplicó gramoxone a una dosis de 2.13 Lts por hectárea con el objetivo de inducir la defoliación del cultivo. La cosecha se realizó manual y se dejó secando por dos días al sol para su posterior desgranada.

4.3 Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental fue un arreglo bifactorial 3x3 distribuido en un diseño en bloques al azar. Se utilizaron tres bloques dando lugar a 27 unidades experimentales y cada una de ellas consto de 6 surcos con un largo de 8 m. cada uno, la distancia entre surcos fue de 0.75 m para tener un área útil de 36 m² por parcela para un área total de 972 m².

Los tratamientos consistieron en la combinación de los niveles del factor A (dosis de fertilización) y los niveles del factor B (densidades de siembra). Se implementó un testigo relativo que corresponde al nivel 1 de fertilización con una densidad de 19 plantas por metro lineal.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + D_j + BL_k + F_i D_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable bajo estudio

μ = Media

F_i = Nivel de fertilización (Factor A)

D_j = Densidad de siembra (Factor B)

BL_k = k-esimo bloque

$F_i D_j$ = Interacción, nivel de fertilización X densidad de siembra

ϵ_{ijk} = Error experimental

Los tratamientos consistieron en la combinación de los siguientes factores:

Cuadro 1. Factor A correspondientes a los niveles de fertilización.

NIVEL	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Total (kg/ha)
1	3.10	10.32	25.8	39.22
2	4.64	15.48	38.7	58.82
3	6.19	20.64	51.60	78.43

Cuadro 2. Factor B corresponden a las densidades de siembra en estudio

Numero	Distancia entre planta (m)	Plantas por metro lineal	Plantas por hectárea
1	0.07	14	190,476
2	0.053	19	253,356
3	0.047	21	283,688

Cuadro 3. Descripción tratamientos evaluados.

TRATAMIENTO	NIVEL DE FERTILIZACION	DENSIDAD DE SIEMBRA (PLANTAS /HA)
1	1: 39.22 Kg/Ha	190,476
2	1: 39.22 Kg/Ha	253,356
3	1: 39.22 Kg/Ha	283,688
4	2: 58.82 Kg/Ha	190,476
5	2: 58.82 Kg/Ha	253,356
6	2: 58.82 Kg/Ha	283,688
7	3: 78.43 Kg/Ha	190,476
8	3: 78.43 Kg/Ha	253,356
9	3: 78.43 Kg/Ha	283,688

4.4 Variables agronómicas evaluadas

a) Altura de planta

Para la estimación de la altura se tomaron diez plantas al azar del área útil de la parcela en etapa R7 y se midió la altura desde la base del tallo principal hasta el último meristemo o ramificación y luego se promediaron los resultados.

b) Acame

Para esta variable se observó toda el área útil de la parcela y se utilizó una categorización dependiendo del acame que se encontró en la parcela. Se utilizó una escala de 1 a 5 según Gillen *et al* (2012), donde:

- 1) Casi todas las plantas erectas.

- 2) Todas las plantas ligeramente inclinadas, o bien unas pocas plantas caídas.
- 3) Plantas inclinadas moderadamente, o el 25% a 50% de plantas caídas.
- 4) Todas las plantas que se inclinan considerablemente, o 50 a 80% de plantas caídas.
- 5) Todas las plantas acamadas.

c) Vainas por planta

Al momento de la cosecha se tomaron diez plantas al azar del área útil en cada parcela y se contó el número de vainas de cada planta y luego se promediaron los resultados.

d) Altura de la primer vaina

En etapa R7 del cultivo se tomaron diez plantas al azar del área útil en cada parcela y se midieron desde la superficie del suelo hasta la primera vaina.

e) Densidad final

Se tomaron dos surcos (8 metros de largo cada uno) al azar del área útil de cada parcela previo a cosecha y se contaron todas las plantas que contenían para después establecer un promedio de plantas por metro lineal.

f) Rendimiento

Se cosecharon los cuatro surcos del centro de cada parcela para un área útil de 24 m²

En kilogramos por hectárea al 13% de humedad calculando según la formula siguiente:

$$\frac{\text{Kg}}{\text{ha}} = PC \times \frac{100 - \% H}{87} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{Area de parcela (m}^2\text{)}}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta

Según el análisis de varianza presento diferencias estadísticamente significativas en la interacción entre niveles de fertilización y las densidades de siembra en la variable altura de planta (Anexo 1). La prueba media (Figura 1) de Fisher al 5%, muestra que el tratamiento 78.43 Kg/Ha N-P-K, 283,688 plantas /ha con una media de 94.80 cm fue el que mostro la mayor altura de planta, seguido el tratamiento tres (39.22 Kg/Ha N-P-K, 283,688 plantas/ha) y ocho (78.43 Kg/Ha N-P-K, 253,356 plantas/ha) con medias de 92.40 cm y 90.03 cm respectivamente. Los tratamientos que presentaron menor altura de planta fueron el cuatro (58.82 Kg/Ha N-P-K, 190,476 plantas/ha) y uno (39.22 Kg/Ha N-P-K, 190,476 plantas/ha) con medias de 73.20 cm y 75.97 cm, respectivamente.

Según la FHIA 2005, las alturas de planta para esta variedad oscilan entre 67 y 73 cm con una densidad de 400,000 plantas por hectárea. En este experimento se alcanzaron hasta alturas de planta de 92.40 cm con densidades de 279,999 plantas por hectárea.

Neumanier (1975), señala que la altura de planta es de gran importancia en la soya debido al efecto sobre el rendimiento, desarrollo, acame y cosecha. Además, que un cultivar puede variar considerablemente en altura debido al espaciamiento entre plantas, horas luz y fertilidad de suelo.

En siembra con distancias cortas entre líneas, la planta se ramifica menos y crece más en altura. Si se aumenta la distancia, la ramificación será más abundante, y la altura de las plantas menor (Villar, S.F)

Ramírez y Chin, 1978 demostraron que las alturas de las plantas están correlacionadas positivamente con distancia entre plantas en cada forma de hileras.

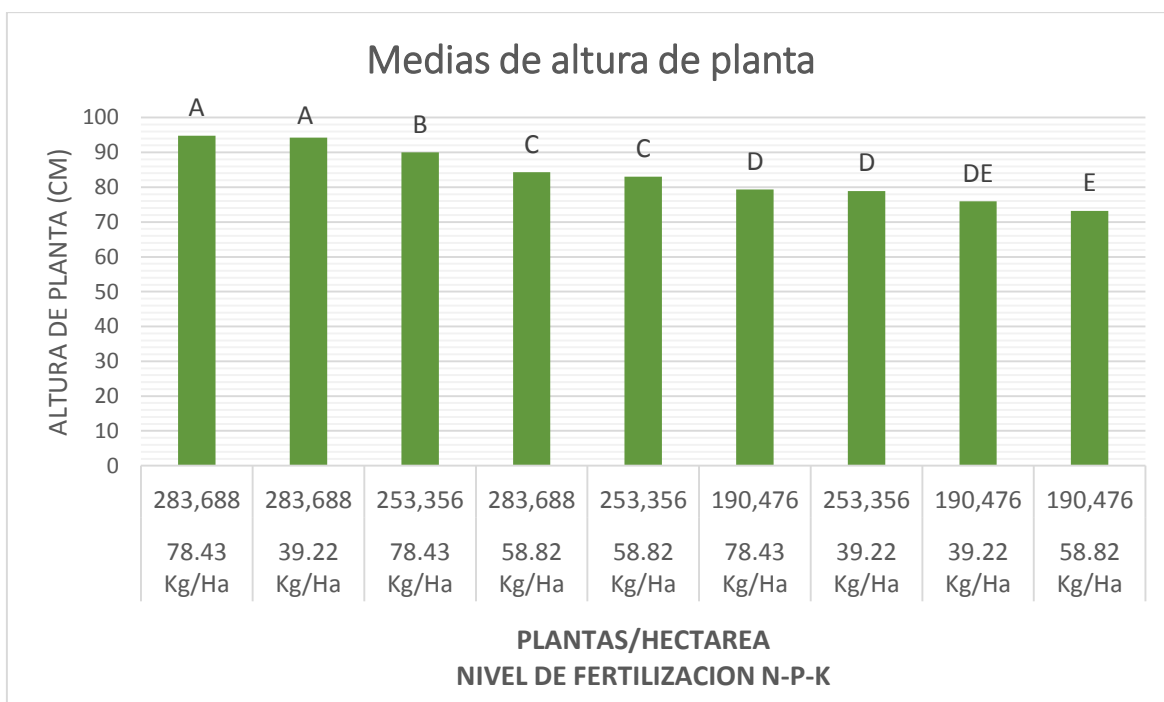


Figura 1. Media de los tratamientos para la variable altura de planta, con la prueba de Fisher al 5%.

5.2 Acame

Según el análisis de varianza no hubo diferencia estadística en la variable % de acame que presenta la interacción niveles de fertilización por densidad de siembra pero si hay diferencias altamente significativas en las diferentes densidades de siembra (Anexo 2), el análisis de prueba de media (Figura 2) de Fisher al 5% muestra que la densidad de siembra de 14 y 19 plantas por metro lineal presentaron una mayor resistencia al acame con una media de 1% a 2% esto según Gillent et al (2012), significa que presentaron casi todas sus plantas erectas o ligeramente inclinadas. También muestra que el mayor acame lo presentó la densidad de

siembra de 21 plantas por metro lineal con una de 3% que significa de un 25% a 50% de plantas caídas.

Durante la etapa reproductiva se presentaron fuertes vientos lo que ocasionó el acame en el tratamiento de mayor densidad. Además, en esta etapa se dio una incidencia de estrés hídrico importante lo que debilitó más a la planta.

Alvarado (2001), citado por Herrera et al (2013), menciona que altas densidades de población disminuye el diámetro del tallo, lo cual incrementa la susceptibilidad al acame. La soja se adapta a distintos espaciamientos y a diversas densidades de siembra sin experimentar grandes modificaciones en su capacidad reproductiva.

El porcentaje de acame es mayor cuando se manejan densidades mayores a 20 plantas por metro lineal. El acame de los cultivos puede conllevar una mayor incidencia de plagas y enfermedades al final del ciclo del cultivo (Levy R et al. 2013 y Baoigorri, 1997).

Cavalheiro-Torino et al (2002), encontraron que plantas más altas, se acamaron más en comparación a las de menor altura, obteniendo inclusive una reducción del acame con el aumento de la uniformidad, siendo ese factor importante a considerar, una vez que plantas acamadas dificultan la cosecha mecanizada, pudiendo ocasionar pérdidas considerables en el rendimiento.

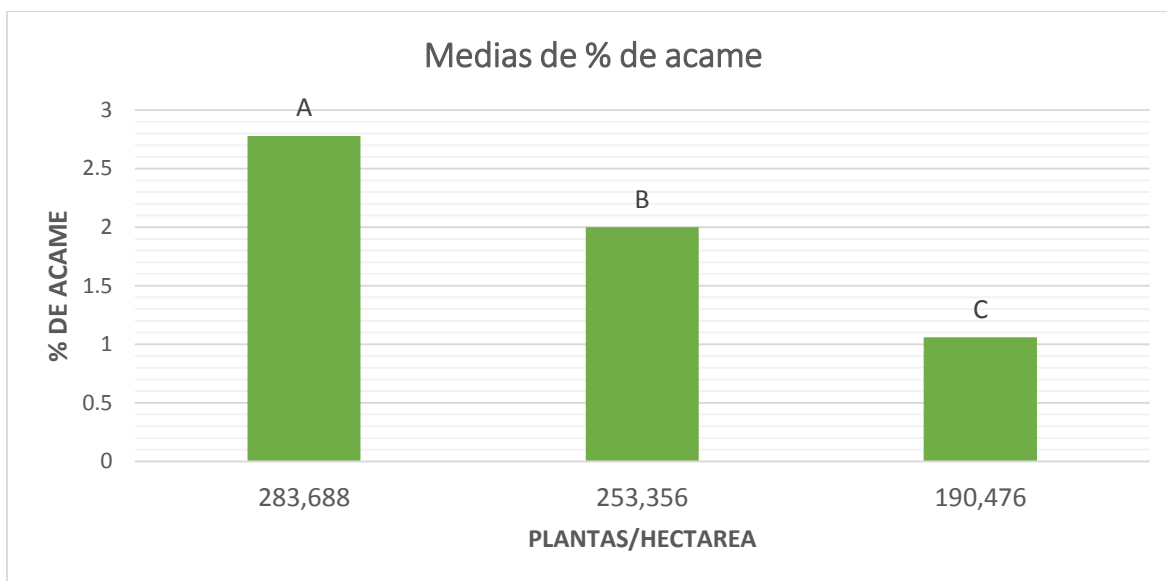


Figura 2. Medias de los diferentes tratamientos para la variable % de acame, con la prueba de Fisher al 5%.

5.3 Numero de vainas por planta

De acuerdo al análisis de varianza no hubo efecto entre las densidades de siembra y los diferentes niveles de fertilización en la variable número de vainas por planta (Anexo 3). Según la prueba de media de Fisher al 5% (Cuadro 4) el tratamiento de mayor numero de vainas por planta es el 58.82 Kg/Ha N-P-K, 253,356 plantas/ha con 80 vainas por planta, después los tratamientos 39.22 Kg/Ha N-P-K y 283,688 plantas/ha, 58.82 Kg/Ha N-P-K, y 190,476 plantas/ha, 78.43 Kg/Ha N-P-K y 283,688 plantas/ha, son iguales con un promedio de 63 a 73 vainas por planta.

Ludwig et al. (2007), al estudiar tres densidades de siembra de soya, 250.000, 400.000 y 550.000 plantas por hectárea verificaron aumento en la producción con el incremento de la densidad, por otro lado, el número de vainas por planta disminuyó con el aumento de las densidades.

Como se observa no hubo influencia de la densidad de plantas ni de la fertilización. Se dio más por el ambiente. Fuertes vientos en época de floración lo que probablemente ocasionó caída de flores y por consecuencia disminución del número de vainas.

Cuadro 4. Medias de los tratamientos para la variable vainas por planta, con la prueba de Fisher al 5%.

Nivel de Fertilización (N-P-K)	Densidad de siembra (Plantas/ha)	Media de vainas por planta
58.82 Kg/Ha	253,356	79.47
39.22 Kg/Ha	283,688	73.83
58.82 Kg/Ha	190,476	65.8
78.43 Kg/Ha	283,688	63.17
39.22 Kg/Ha	190,476	62.63
78.43 Kg/Ha	253,356	61.8
39.22 Kg/Ha	253,356	58
78.43 Kg/Ha	190,476	57.7
58.82 Kg/Ha	283,688	56.77

5.4 Densidad final

Según el análisis de varianza hubo diferencias estadísticamente significativas en la variable plantas por metro lineal a cosecha que presenta la interacción niveles de fertilización por densidades de siembra (Anexo 4), el análisis de media (Figura 3) según Fisher al 5% muestra que el tratamiento 58.82 Kg/Ha N-P-K y 283,688 plantas/ha fue el que más plantas presento a cosechar con una media de 14 por metro lineal, seguidos los tratamientos uno (39.22 Kg/Ha N-P-K, 190,476 plantas/ha), tres (39.22 Kg/Ha N-P-K, 283,688 plantas/ha) y cinco (58.82 Kg/Ha N-P-K, 253,356 plantas/ha) con medias de 11, 11 y 10 respectivamente. Y el que menos plantas por metro lineal fue el tratamiento cuatro (58.82 Kg/Ha N-P-K, 190,476 plantas/ha) y dos (39.22 Kg/Ha N-P-K, 253,356 plantas/ha) con una media de nueve plantas por metro lineal.

Estos resultados se dieron más que todo debido a que en los primeros estadios de la planta hubo fuerte ataque de la enfermedad conocida mal de talluelo (*phytium*) disminuyendo en si las densidades de plantas. Y también se tuvo estrés hídrico debido a que era en secano y no hubo precipitaciones durante un periodo largo de días y se perdieron muchas plantas.

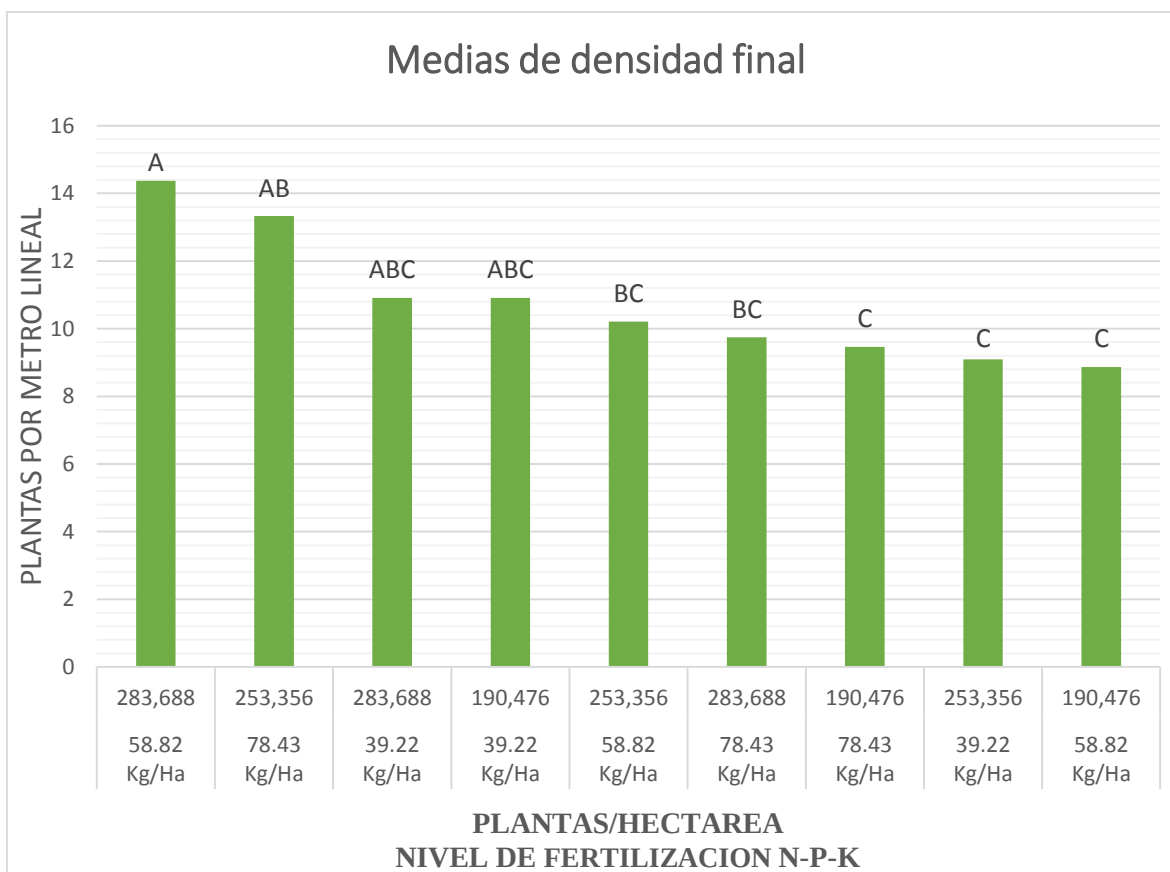


Figura 3. Medias de los tratamientos para la variable densidad final, con la prueba de Fisher al 5%.

5.5 Altura de la primer vaina

De acuerdo al análisis de varianza hay efectos altamente significativos en la variable altura de la primera vaina que presentan las diferentes densidades de siembra (Anexo 5), según la prueba de media (Figura 4) Fisher al 5% la densidad de siembra que tiene mayor altura de

vaina es la de 21 plantas por metro lineal con una media de 14.42 cm seguido de 19 plantas por metro lineal con una media de 12.50 cm y la más baja fue la media de 11.67 cm correspondiente a 14 plantas por metro lineal.

Esto concuerda con Ramírez y Chin, 1978 que demostraron: La alta densidad aumenta significativamente la altura de la primera vaina. Y también con FHIA 2005 que para esta variedad se alcanzan alturas de primera vaina de 13 y 14 cm en densidad de siembra de 20 plantas por metro lineal pero un espaciamiento entre hileras de 0.52 metros este es menor que el utilizado en el experimento que fue de 0.75 m.

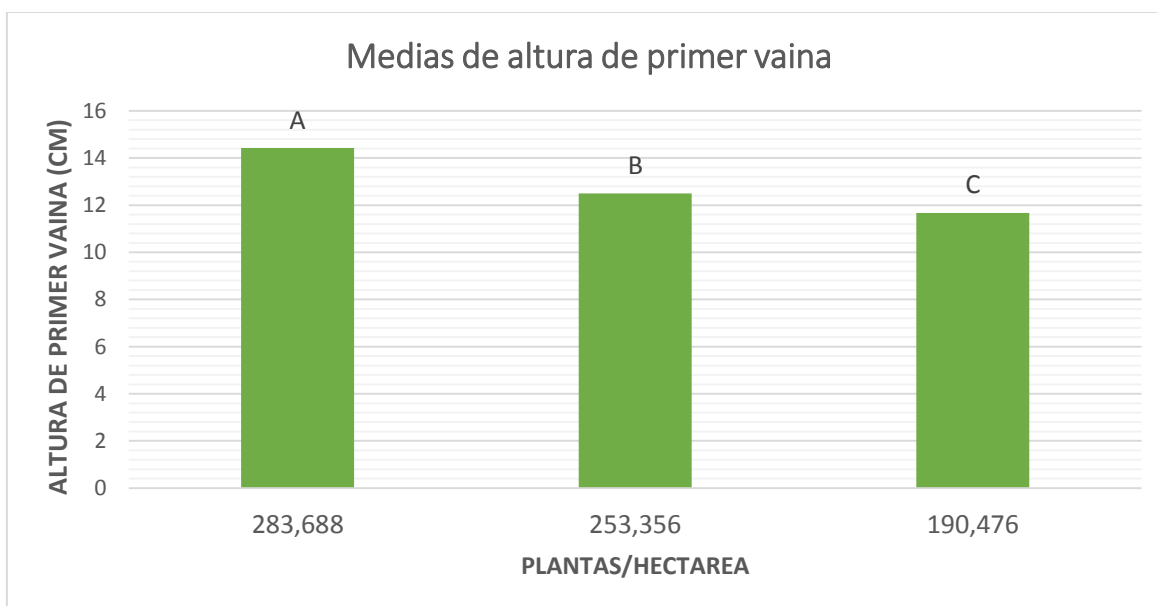


Figura 4. Medias de los tratamientos para la variable altura de la primera vaina, con la prueba de Fisher al 5%.

5.6 Rendimiento

Según el análisis de varianza no hubo diferencia estadística para la interacción niveles de fertilización por densidades de siembra en la variable rendimiento. Tampoco hay diferencias estadísticas significativas para los niveles de fertilización sobre el rendimiento de soja. Se

encontró diferencias estadísticas significativa en las diferentes densidades de siembra para el rendimiento (Anexo 6), el análisis de media de Fisher LSD al 5% (Figura 5) muestra que la densidad de siembra 19 plantas por metro lineal presento el mayor rendimiento con 2674.66 kg/ha casi igual que la densidad de 14 plantas por metro lineal con 2481.06 kg/Ha. Y la densidad de menor rendimiento fue la de 21 plantas por metro lineal con 1936.03 Kg/Ha. Cabe destacar que el tratamiento que mejor presento rendimiento corresponde al testigo relativo que es una densidad de siembra de 19 plantas por metro lineal.

En comparación con FHIA (2005) que utilizo 20 plantas por metro lineal pero un menor espaciamientos entre hileras para tener una mayor densidad que las utilizadas en este experimento. Obtuvo 48 qq/ha mientras que en este ensayo se muestra un mayor rendimiento de 58.84 qq/ha con una menor densidad de plantas

Los factores ambientales también incidieron en el rendimiento de soya por la fecha de siembra se hizo en días cortos y se tuvo una mejor floración por lo tanto un mayor número de nudos y más vainas por planta.

Otro factor que incurrió fue el suelo adecuado para este cultivo y con una buena fertilidad por eso no se encuentran diferencias significativas en los niveles de fertilización.

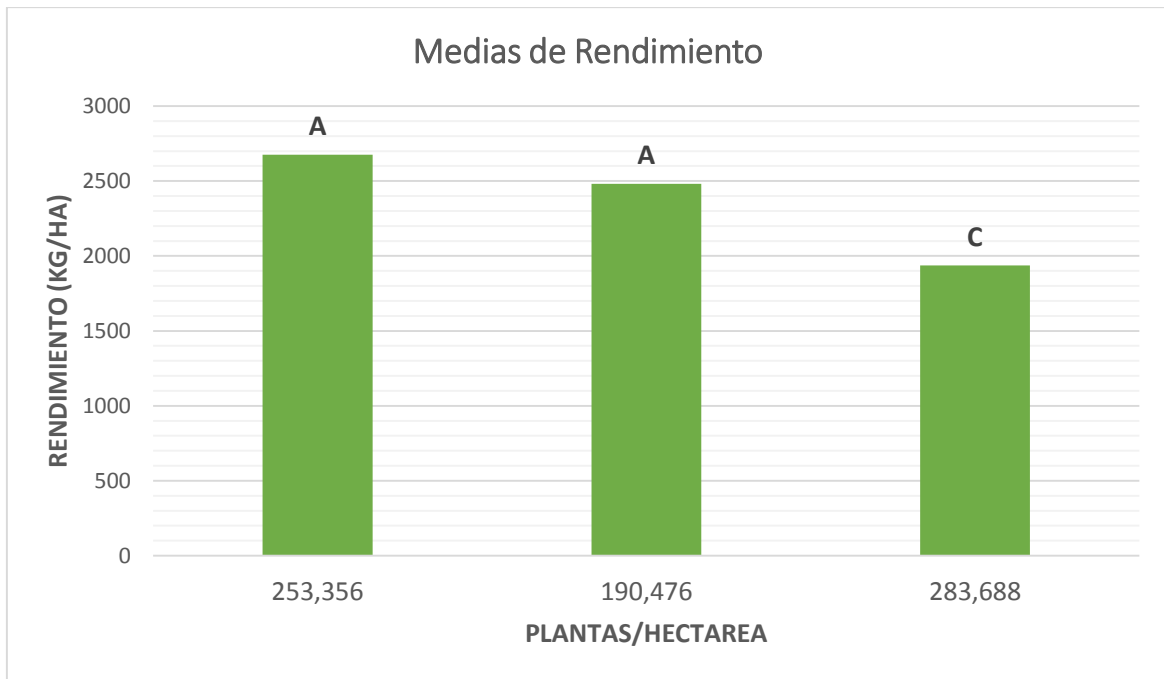


Figura 5. Medias de los tratamientos para la variable rendimiento, con la prueba de Fisher LSD al 5%.

VI. CONCLUSIONES

- Los tratamientos que presentaron mayor altura de planta fueron el nueve (78.43 Kg/Ha de N-P-K, 283,688 plantas/Ha) y el tres (39.22 Kg/Ha de N-P-K, 283,688 plantas/Ha) con promedios de 94.80 cm y 92.40 cm respectivamente. Y los tratamientos que mostraron menores alturas fueron el cuatro (58.82 Kg/Ha de N-P-K, 190,476 plantas/Ha) con medias entre 73 cm y 75 cm.
- Se obtuvo un bajo o cero acame en los tratamientos que tenían bajas densidades (190,476 y 253,356 plantas/Ha) y acame de 25-50% en el tratamiento que la tenía más alta densidad (283,688 plantas/Ha). Cabe destacar que esto fue independientemente del nivel de fertilización que se trató.
- El tratamiento que presento mejor rendimiento fue el de la densidad de siembra de 253,356 plantas/Ha con 2674.66 Kg/Ha correspondiente al testigo relativo que se tenía. La densidad de 190,476 plantas/Ha obtuvo un rendimiento de 2481.06 kg/Ha. Y la que menor rendimiento mostro fue la densidad de 283,688 plantas/Ha con 1936.03 Kg/Ha. Los diferentes niveles de fertilización ni la interacción de estos mismos con las densidades de siembra tuvieron influencia sobre el rendimiento.
- En general todos los tratamientos mostraron un buen comportamiento agronómico. Plantas de buen porte, excelente altura, poca susceptibilidad a plagas y enfermedades y un bajo porcentaje al acame

VII. RECOMENDACIONES

- Seguir utilizando la densidad de siembra de 253,356 plantas/Ha porque fue la que presento mejor rendimiento y seguir buscando un mejor nivel de fertilización o mantener cualquiera de estos que se adecuen a la capacidad del productor.
- Hacer esta investigación con condiciones ambientales más controladas como el factor agua, fecha de siembra y un respectivo análisis de suelos.
- Replicar el ensayo en más localidades de la zona y monitorear futuros experimentos para comparar la consistencia de los resultados.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Baigorri, H. E. J. 1997. Eco fisiología del cultivo, cap. 2, pag 30-50 En: Giorda, L.M y Baigorri H.E.J. (Eds.) El cultivo de soja en la Argentina. INTA, Argentina.

Cáceres, J. R. 1974 Prueba de adaptación de 16 variedades de 4 variedades de soja. Tesis, Instituto Tecnológico de Monterrey, México.

Cadwell, B. E. 1972 Planting patterns soybeans improvement product on and uses P. 211-237.

EEA INTA Marcos Juárez, 2007. RECSO información para extensión n 113. Ed: Fuentes et al., INTA Marco Juárez.

FAO 2010. Estadísticas. AgroStat. <http://faostat.fao.org/default.aspx> consultado el 19 de julio de 2015

FHIA, 2005. Carta informativa trimestral de la dirección general. La FHIA continúa ofreciendo excelentes variedades de soja. Págs. 9-10. (en línea) consultado el 2 de junio de 2016. Disponible en http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/cinformativamarzo2005.pdf

Garces Fiallos Felipe Rafael;. Simón Antonio Ampuño-Muñoz; Gregorio Humberto Vasconez-Montufar, Agronomía, producción y calidad de grano de variedades de soja durante dos épocas de cultivo, Ecuador 2003.

Gillen, Anne M; Shelton. Gary W. 2012 Uniform soybean tests southern states. USDA-Agricultural Research Service Crop Genetics Research Unit. USA. 202 page. (En línea). Consulted el 16 de Agosto de 2015. Disponible en:

<https://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/60661000/UniformSoybeanTests/2012SoyBook.pdf>

Goldflus, F., M. Ceccantini y W. Santos. 2006. Amino Acid Content of Soybean Samples Collected in Different Brazilian States-Harvest 2003/2004. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 8(2):105-111

Herrera, Jorge; Mina, Carlos. 2013. Evaluación agronómica de adaptabilidad y rendimiento de veinte líneas promisoras de soya (*Glycine max*) en el Canton Caluma, provincia Bolívar. Ingeniero Agronomo. Guaranda, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. 118 pág.

Carlos Galarza, V. G., & Vallone, P. Fertilización del Cultivo de Soja. (septiembre 2001.).

Illinois Soybean Association, 2011. Producing results, Research report, Bloomington, Illinois.

Juarez, M. 2004 El ambiente cumple un rol fundamental en la expresión de la cantidad y calidad del aceite y proteína de la soya. Estudios comparativos regionales. Editorial Trillas. Mx p.35

Kantolic, A; Gimenez, P.; de la Fuente 2006 soja. En: cultivos industriales 1era Edición. Ed. E. de la Fuente et al., Buenos Aires. Pp 95-141

Kantolic, A, y E. Satorre, 2004b. Elementos centrales de ecofisiología del cultivo de soja. En: Manual práctico para la producción de soja. 1ra edición. Ed: M. Díaz Zorita y G. Duarte, Buenos Aires. pp 19-37

Ludwig MP, Dutra LMC, Zabot L, Jauer A, Uhry D, Farias JR, Losekann ME, Stefanelo C, Lucca Filho OA (2007). Efeito da densidade de semeadura e genótipos no rendimento de

grãos e seus componentes na soja semeada após a época indicada. Revista da FZVA, 14:13-22.

Pérez. J. Disponible en <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2014/marzo-2014/70-millones-se-invertiran-en-cultivo-de-soya-en-olancha/>. Consultado el 01 de agosto de 2015

Piper, E, K. Boote, J. Jones y S. Grimm. 1996. Comparison of two phenology models for predicting flower and maturity date of soybean. Crop Science. Vol. 36: 1606-1614. (en línea) consultado el 15 de julio de 2015. Disponible en: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/36/6/CS0360061606?access=0&view=pdf>

Rambo L, Costa JA, Pires JLF, Parciannelo G & Ferreira FG (2003). Rendimiento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. Ciência Rural, 33:405-411.

Ramirez, J. W.; Chin, W. CH. 1978, Fechas de siembra y densidades de siembra en el cultivo de soya. Comayagua, Honduras.

Rubin, SAL (1997). Comportamento do cultivar "FEPAGRO-RS 10" en seis densidades de semeadura no planalto médio riograndense. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 25, Passo Fundo. Anais... EMBRAPA: Passo Fundo, Brasil. CD-ROM.

Santos Diego 2010 Fenología en el cultivo de soja: una “hoja de ruta”. Segunda edición, INTA, Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Argentina (2010) (en línea) consultado el 02 de agosto de 2015: http://inta.gob.ar/documentos/fenologia-en-el-cultivo-de-soja-una-hoja-de-ruta.-segunda-edicion-2010/at_multi_download/file/INTA-Fenologia-en-el-Cultivo-de-Soja-una-hoja-de-ruta-segunda-edicion-2010.pdf

Toledo Ruben E. (2006), Catedra de cereales y Oleaginosas Facultad de Cs. Agrs. UNC.
Oleszczuk Jose D. et al, fases fenológicas del cultivo de soja, Catedra de Conservación y Manejo de suelos- Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE. Sargento Cabral N 2131-(3400) Corrientes Argentina 2000.

Tourino MCC, Rezende PM & Salvador N (2002). Espaciamiento, la densidad y siembra uniformidad en la productividad y las características agronómicas de la soja. Investigación Agrícola Brasileño. Brasilia, v. 32, no. 8, p. 1071-177.

Vega, C. 2006. Ecofisiología del cultivo de soja. (en línea) En: <http://www.planetasoja.com.ar/trabajos/trabajos800.php?id1=12539&idSec=7&publi=> consultado el 18 de julio de 2015

Villar, Luis. S.F. Cultivo de soja. Ministro de Agricultura. Agricultura II (compilación). (En línea) consultado el 3 de junio de 2016. Disponible en: <http://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/cultivo+de+soja.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
altura de planta (cm)	27	0.95	0.92	2.55	%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1489.18	10	148.92	32.75	<0.0001
bloque	27.45	2	13.72	3.02	0.0773
nivel de fertilizacion	286.17	2	143.08	31.47	<0.0001
densidad de planta	1005.80	2	502.90	110.60	<0.0001
nivel de fertilizacion*den..	169.77	4	42.44	9.33	0.0004
Error	72.75	16	4.55		
Total	1561.94	26			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.69098

Error: 4.5472 gl: 16

nivel de fertilizacion	densidad de planta	Medias	n	E.E.	
3	21	94.80	3	1.23	A
1	21	94.27	3	1.23	A
3	19	90.03	3	1.23	B
2	21	84.30	3	1.23	C
2	19	83.07	3	1.23	C
3	14	79.37	3	1.23	D
1	19	78.93	3	1.23	D
1	14	75.97	3	1.23	D E
2	14	73.20	3	1.23	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 2. Análisis de varianza para % de acame

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de acame	27	0.88	0.81	18.18 %

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.17	10	1.52	12.13	<0.0001
bloque	1.17	2	0.58	4.67	0.0253
nivel de fertilizacion	0.39	2	0.19	1.56	0.2414
densidad de planta	13.39	2	6.69	53.56	<0.0001
nivel de fertilizacion*den..	0.22	4	0.06	0.44	0.7748
Error	2.00	16	0.13		
Total	17.17	26			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.35332

Error: 0.1250 gl: 16

densidad de planta	Medias	n	E.E.	
21	2.78	9	0.12	A
19	2.00	9	0.12	B
14	1.06	9	0.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 3. Análisis de varianza para vainas por planta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
vainas por planta	27	0.43	0.07	17.06 %

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1453.50	10	145.35	1.20	0.3581
bloque	33.15	2	16.57	0.14	0.8729
nivel de fertilizacion	190.52	2	95.26	0.79	0.4716
densidad de planta	87.00	2	43.50	0.36	0.7033
nivel de fertilizacion*den..	1142.83	4	285.71	2.36	0.0968
Error	1934.07	16	120.88		
Total	3387.57	26			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=19.03033

Error: 120.8791 gl: 16

nivel de fertilizacion	densidad de planta	Medias	n	E.E.
2	19	79.47	3	6.35 A
1	21	73.83	3	6.35 A B
2	14	65.80	3	6.35 A B
3	21	63.17	3	6.35 A B
1	14	62.63	3	6.35 A B
3	19	61.80	3	6.35 A B
1	19	58.00	3	6.35 B
3	14	57.70	3	6.35 B
2	21	56.77	3	6.35 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 4. Análisis de varianza para densidad final.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
plantas x metro lineal	27	0.57	0.30	19.82	%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	96.99	10	9.70	2.13	0.0859
bloque	9.76	2	4.88	1.07	0.3661
nivel de fertilizacion	3.29	2	1.64	0.36	0.7026
densidad de planta	16.92	2	8.46	1.86	0.1882
nivel de fertilizacion*den..	67.02	4	16.75	3.68	0.0262
Error	72.90	16	4.56		
Total	169.89	26			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.69468

Error: 4.5563 gl: 16

nivel de fertilizacion	densidad de planta	Medias	n	E.E.
2	21	14.37	3	1.23 A
3	19	13.33	3	1.23 A B
1	14	10.91	3	1.23 A B C
1	21	10.91	3	1.23 A B C
2	19	10.21	3	1.23 B C
3	21	9.75	3	1.23 B C
3	14	9.46	3	1.23 C
1	19	9.09	3	1.23 C
2	14	8.87	3	1.23 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 5. Análisis de varianza para altura de la primer vaina

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
altura primer vaina	27	0.84	0.74	5.57	%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42.41	10	4.24	8.27	0.0001
bloque	0.94	2	0.47	0.92	0.4194
nivel de fertilizacion	0.96	2	0.48	0.93	0.4136
densidad de planta	35.92	2	17.96	35.03	<0.0001
nivel de fertilizacion*den..	4.59	4	1.15	2.24	0.1104
Error	8.20	16	0.51		
Total	50.62	26			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.71558

Error: 0.5127 gl: 16

densidad de planta	Medias	n	E.E.	
21	14.42	9	0.24	A
19	12.50	9	0.24	B
14	11.67	9	0.24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 6. Análisis de varianza para rendimiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
rendimiento (kg/ha)	27	0.64	0.41	18.25	%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5250792.86	10	525079.29	2.82	0.0313
bloque	380807.23	2	190403.62	1.02	0.3818
nivel de fertilizacion	113216.55	2	56608.28	0.30	0.7419
densidad de planta	2640382.15	2	1320191.07	7.10	0.0062
nivel de fertilizacion*den..	2116386.93	4	529096.73	2.84	0.0589
Error	2977109.05	16	186069.32		
Total	8227901.92	26			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=431.06968

Error: 186069.3159 gl: 16

densidad de planta	Medias	n	E.E.	
19	2674.66	9	143.79	A
14	2481.06	9	143.79	A
21	1936.03	9	143.79	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

Anexo 7. Medias de rendimiento de los tratamientos evaluados.

Nivel de Fertilización (N-P-K)	Densidad de siembra (Plantas/ha)	Rendimiento (kg/ha)
58.82 Kg/Ha	253,356	2784.09
58.82 Kg/Ha	190,476	2771.46
39.22 Kg/Ha	253,356	2702.02
78.43 Kg/Ha	253,356	2537.88
39.22 Kg/Ha	190,476	2367.14
78.43 Kg/Ha	190,476	2304.29
39.22 Kg/Ha	283,688	2272.73
78.43 Kg/Ha	283,688	2222.22
58.82 Kg/Ha	283,688	1313.13