

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE SOYA
(*Glycine max*) VARIEDAD FHIA 15 EN FOTOPERIODO LARGO.**

POR

CINTHIA PAMELA MARTÍNEZ SALGADO

TESIS

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



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

MAYO 2016

**EVALUACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE SOYA
(*Glycine max*) VARIEDAD FHIA 15 EN FOTOPERIODO LARGO.**

POR

CINTHIA PAMELA MARTÍNEZ SALGADO

ESMELYM OBED PADILLA, M.Sc.

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

ENERO 2016

DEDICATORIA

Al **Padre celestial** de los cielos por darme fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el sendero y darme sabiduría en las situaciones difíciles, por concederme el privilegio de la vida y ofrecerme lo necesario para lograr mis metas. Padre porque en ti todas las cosas son posibles.

A **Karla Argentina Coello y Edwin Alexander Navarro**, por su apoyo incondicional, sus esfuerzos y sacrificios al apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria, por hacerme ver que una caída no es una derrota si no el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxito. Y porque lo que ustedes han hecho por mí no tiene precio, este triunfo también es de ustedes.

A mis dos madres; **Nuxzley Verónica Salgado y Guadalupe Raudales Solis**, quienes siempre han creído en mí, por su amor incondicional, sus consejos que siempre han sido los mejores y me han servido para llegar hasta aquí y por su alegría ante mis triunfos, son cosas que me han impulsado a seguir adelante.

A mis hermanos (as) y demás familiares y amigos por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** porque su amor y bondad no tienen fin, que me permite sonreír ante todos mis logros que son el resultado de su ayuda

A mi *Alma Mater* la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**, por darme la oportunidad de ingresar a ella y ahora culminar mi carrera llevando en alto su nombre.

A mi asesor principal **M. Sc. Esmelym Obed Padilla**, por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación bajo su asesoramiento, por haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme por todo el desarrollo de la tesis y haber compartido sus valiosos conocimientos conmigo.

A mis asesores secundarios el **Ph D. Elio Duron** e **Ing. Porfirio Hernández**, por apoyarme en mi trabajo de investigación, y compartir sus valiosos conocimientos conmigo.

A mis compañeras de cuarto, compañeros de tesis, y algunos compañeros de clases, gracias por brindarme su amistad y apoyo siempre que lo necesite.

A mi mejor amiga **Aurora Aviléz**, porque a pesar de la distancia siempre me brindó su apoyo y amistad incondicional.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Usos de la soya.....	3
3.2 El cultivo de soya en Honduras	4
3.3 Facies de desarrollo del cultivo de soya.....	5
3.3.1 Etapa vegetativa.....	5
3.3.2 Etapa reproductiva	6
3.4 Efecto del fotoperiodo en el cultivo de soya.....	7
3.5 Densidad de siembra	8
3.4.2 Distancia y progreso	9
3.4.3 Distribución de plantas y espaciamiento entre hileras.	10
3.4.4 Densidad y distancia de siembra en variedades de soya de temporal	11
3.5 Inoculación.....	13
3.6 Fertilización	13

3.7 Variedades de soya.....	14
3.7.1 Soya variedad FHIA 15	14
IV. MATERIALES Y MÉTODO	15
4.1 Localización del experimento	15
4.2 Materiales y equipo	15
4.3 Manejo del experimento.....	15
4.3.1 Preparación de suelo	15
4.3.2 Inoculación	16
4.3.3 Siembra	16
4.3.4 Raleo	16
4.3.5 Fertilización.....	16
4.3.6 Control de malezas	17
4.3.7 Manejo de plagas y enfermedades.....	17
4.3.8 Cosecha.....	17
4.4 Diseño experimental	17
4.5 Modelo estadístico	18
4.6.1 Número total de nódulos	19
4.6.2 Número total de nódulos activos	19
4.6.3 Biomasa foliar fresca	19
4.6.4 Biomasa radicular fresca	19
4.6.5 Altura de planta	20
4.6.6 Número de ramas.....	20
4.6.7 Número de vainas por planta	20
4.6.8 Número de granos por vaina.....	20
4.6.9 Peso de 100 granos	20
4.6.10 Rendimiento (Kg ha ⁻¹).....	21
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22

5.1 Características agronómicas.....	22
5.1.1. Biomasa foliar fresca (kg)	24
5.1.2. Biomasa radicular fresca (kg).....	25
5.1.3. Altura de planta	26
5.1.4. Número de ramas.....	27
5.2. Componentes de rendimiento	28
5.2.1. Número de vainas por planta	29
5.2.2. Peso de 100 granos (g)	30
5.2.3. Rendimiento (kg ha^{-1}).....	31
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	34
IX. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Efecto del espaciamiento entre hileras y la densidad de plantas	10
Cuadro 2. Efecto de la acción conjunta variedad x densidad.	12
Cuadro 3. Efecto de la distancia entre surcos y densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento de la soya.	12
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.	18
Cuadro 5. Promedios de las variables en estudio para las diferentes densidades de siembra.....	23
Cuadro 6. Promedios de las variables en estudio para las diferentes densidades de siembra.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Comportamiento del cultivo de soya para biomasa foliar (Kg) según la densidad utilizada.	24
Figura 2. Comportamiento del cultivo de soya para biomasa radicular (Kg) según la densidad utilizada.	25
Figura 3. Comportamiento del cultivo de soya para la variable altura (cm) según la densidad utilizada.	26
Figura 4. Comportamiento del cultivo de soya en el número de ramas según la densidad utilizada.	27
Figura 5. Comportamiento del cultivo de soya en el número de vainas por planta según la densidad utilizada.	29
Figura 6. Comportamiento del cultivo de soya en el peso de 100 granos según la densidad utilizada.....	30
Figura 7. Comportamiento del cultivo de soya en el rendimiento (Kg/Ha) según la densidad utilizada.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número total de nódulos.....	37
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número total de nódulos activos	37
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable biomasa foliar fresca.	37
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable biomasa radicular fresca.	37
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de plantas.	37
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable número de ramas por planta.	38
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.	38
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina.....	38
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos.....	39
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable rendimiento.	39
Anexo 11. Croquis de campo	40
Anexo 12. Ensayo del cultivo de soya 45 días después de la siembra	41
Anexo 13. Primeros primordios florales del cultivo de soya	41

Martínez Salgado, CP.2016. Evaluación de densidades de siembra del cultivo de soya (glycine max) variedad FHIA 15 en fotoperiodo largo. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. Pagina 41

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar diferentes densidades de siembra en el cultivo de soya variedad FHIA 15 sembrada en fotoperiodo largo, en el departamento de Olancho. El estudio se inició el mes de junio finalizando en octubre de 2015, en la sección de cultivos industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, Barrio el espino, ciudad de Catacamas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, que presentaba 7 tratamientos y 4 repeticiones para un total de 28 parcelas experimentales. Los tratamientos fueron 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 plantas por metro lineal equivalentes a 56,630, 75,507, 94,384, 113,260, 132,137, 151,014 y 169,891 plantas/ha⁻¹ respectivamente. Las variables evaluadas fueron número total de nódulos, nódulos activos, biomasa foliar y radicular, altura de planta, número de ramas por planta, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para ninguna variable, sin embargo las densidades con los mejores promedios fueron las de 10 y 14 plantas donde se obtuvo mayor valor de rendimiento, de peso de 100 granos así como un mayor número de ramas, el número total de nódulos se mantuvo constante entre 20 y 25 en todos los tratamientos ya que la semilla fue inoculada antes de ser sembrada, la biomasa foliar y radicular fue mayor para las bajas densidades debido a la poca competencia intraespecífica entre las plantas, el número de vainas por planta fue mayor en las bajas densidades con un promedio de 160 y 170, en el número de granos los mejores promedios se obtuvieron para las altas densidades.

I. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max L*) es una leguminosa de gran importancia a nivel mundial, por sus múltiples usos y su alto valor nutritivo. Su contenido de proteína oscila entre 35-45%, el de aceite entre 18 a 21%, y contiene además vitaminas esenciales en la dieta del ser humano como son las vitaminas A, B1, B2 y C (Romero 1993).

En Honduras existe un déficit en la producción de este grano, razón por la cual el país se ve obligada a importar un promedio de 14 mil toneladas métricas por año para satisfacer la demanda interna, creando con esto una fuga de divisas para el país (Romero 1991). Para satisfacer la demanda interna y para mejorar la dieta de las familias de escasos recursos, especialmente de las zonas rurales, la Secretaria de Recursos naturales y otras instituciones han trabajado en la introducción del cultivo de la soya en Honduras a nivel de grande, mediano y pequeño agricultor. Sin embargo, los resultados logrados no han sido satisfactorios (Romero 1993). Por eso es de mucha importancia la realización de estudios en cuanto al comportamiento del cultivo

El fotoperiodo es uno de los factores que en mayor medida determinan el desarrollo del cultivo de soya, siendo este cultivo una especie de días cortos con respuesta cuantitativa. Esto significa que cada cultivar tiene un fotoperiodo crítico, por debajo del cual el período emergencia-floración no ve incrementada su duración por efecto fotoperiódico. Fotoperiodos más largos que el crítico retrasan la floración., el control fotoperiódico en soya ocurre hasta prácticamente la madurez (Bustamante 2001).

El objetivo del estudio es evaluar las diferentes densidades de siembra en cuanto, al comportamiento agronómico y la producción del cultivo de soya en fotoperiodo largo. Por lo que se estableció una parcela experimental con 7 tratamientos a diferentes densidades de siembra lo cual nos sirvió como base para identificar la mejor densidad de adaptación a la época.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el efecto de 7 densidades de siembra sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) variedad FHIA 15 en fotoperiodo largo.

2.2 Específicos

Describir las variables agronómicas como ser: Biomasa, nódulos, altura de planta, número de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento en las plantas de soya por efecto de las densidades de siembra.

Identificar la densidad de siembra que presente un mayor rendimiento en dicho periodo.

Determinar la tendencia del rendimiento y sus componentes en el cultivo de soya según la densidad de siembra utilizada en fotoperiodo largo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Usos de la soya

La especie fríjol soya es un cultivo transitorio, cuya evolución ha estado marcada por los requerimientos que la agro industria tiene de ella como materia prima. Sin embargo, su utilización no se limita a este aspecto sino que abarca otros tipos de uso como forraje y alimento humano (en estado verde y en estado seco), que explican el por qué en toda la literatura sobre soya se la menciona como "el fríjol milagroso" o "el grano o cereal maravilloso" (Meta 2006).

En general, los usos de la soya se pueden dividir en dos grandes grupos: el primero, que utiliza la semilla o el grano completo y el segundo, como grano procesado cuyos derivados más importantes son el aceite y la harina. El aceite se utiliza para consumo directo o para incorporarlo en el proceso de producción de margarinas y otros productos y por medio de una segunda transformación se obtiene la torta de soya (Meta 2006).

Actualmente y como resultado de investigaciones científicas desarrollados en los últimos 25 años, el consumo de soya se asocia también con una dieta sana y con el tratamiento de varias enfermedades crónicas como es el caso de la osteoporosis, la enfermedad coronaria y las enfermedades renales; en estas últimas, el efecto hipocolesterolémico de la proteína de soya en combinación con el efecto favorable que tiene la soya sobre la función del riñón, puede jugar 1m papel decisivo (Meta 2006).

Otro caso importante lo constituyen los recientes resultados sobre la relación entre el consumo de soya y el riesgo de cáncer, en los cuales se concluye que una ración de alimentos de soya al día puede reducir sustancialmente el riesgo de padecerlo, especialmente en los casos de cáncer de pulmón, seno, colon y estómago. Estos usos de la soya si bien no son una fuente importante de demanda, sirven para vislumbrar las múltiples facetas de esta oleaginosa y algunas de las posibles perspectivas sobre el futuro (Meta 2006).

3.2 El cultivo de soya en Honduras

Datos estadísticos indican que el cultivo de soya (*Glycine max* L.) se inició en Honduras a principios de la década de los años 70, cuando se introdujeron los primeros materiales genéticos procedentes de México, Brasil y Estados Unidos. A finales de la misma década ya se registra la liberación de las primeras variedades por parte de la Secretaría de Recursos Naturales (ahora Secretaría de Agricultura y Ganadería). Desde que la FHIA inició sus actividades en el año de 1985 incorporó en su agenda de trabajo el cultivo de soya, que en esa época estaba expandiéndose a nivel nacional (FHIA. 2005).

El trabajo de la Fundación se orientó hacia la investigación en aspectos agronómicos del cultivo y también en la selección de materiales genéticos adecuados para las condiciones agroecológicas del país. Como resultado del trabajo realizado, a principios de la década de los años 90 la FHIA liberó y registró las variedades FHIA-11, FHIA-15 y FHIA-24-1 (FHIA. 2005).

En los últimos años la producción de soya se ha reducido en el país, en 1995 se registraban 10,000 hectáreas cultivadas, sin embargo en el 2002 solo se cultivaban 2900 hectáreas y esa cantidad ha disminuido en el presente, aun cuando el país importa elevadas cantidades de grano y de pasta de soya para utilización en la industria de alimentos balanceados para animales (FHIA 2005).

Honduras posee excelentes condiciones agroecológicas para producir soya en diferentes regiones del país. Además, poco a poco el pueblo hondureño conoce más respecto a las grandes ventajas nutricionales que tiene este grano para alimentación humana. Estas razones han hecho que la FHIA mantenga disponible la producción de semilla de soya, especialmente las variedades FHIA-15 y FHIA- 24-1, para los productores interesados en reactivar este cultivo (FHIA 2005).

3.3 Faces de desarrollo del cultivo de soya

3.3.1 Etapa vegetativa

Según (Toledo 2003). Los 2 primeros estados vegetativos se los identifican con letras.

VE: es cuando se produce la emergencia de la plántula (se observa el hipocótilo en forma de arco, arrastrando al pequeño epicótilo y a los cotiledones), además los cotiledones están sobre la superficie del suelo.

VC: es cuando el hipocótilo se endereza y los cotiledones están totalmente desplegados (las células de la cara superior del hipocótilo cesan su crecimiento, las células de la cara inferior siguen creciendo y provocan dicho enderezamiento), además deberá observarse que en el nudo inmediatamente superior los bordes de las hojas unifoliadas no se tocan.

A partir de aquí el resto de los estados vegetativos se los identifican con el número de nudos.

V1: (1er nudo), cuando el par de hojas opuestas unifoliadas están totalmente expandidas y en el nudo inmediato superior se observa a la 1er hoja trifoliada, en donde el borde de cada uno de sus folíolos no se tocan.

V2: (2do nudo), la 1er hoja trifoliada está totalmente expandida y en el nudo inmediato superior los bordes de los folíolos de la 2da hoja trifoliada no se están tocando (Román sf).

V3: (3er nudo), La 2da hoja trifoliada está completamente desarrollada y la 3er hoja trifoliada presenta el borde de sus folíolos sin tocarse, así para cada uno de los nudos siguientes. **V_n:** (n: número de nudos), la hoja trifoliada del nudo (n) está desarrollada y en el nudo inmediato superior el borde de c/u de los folíolos no se tocan. (Toledo 2003).

3.3.2 Etapa reproductiva

R1- Inicio de Floración: Presenta una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal. Las flores miden entre 6 y 7 mm de largo y su color puede ser blanca o con distintos tonos de púrpura. La floración comienza en la parte media del tallo principal. La aparición de nuevas flores alcanza su máximo entre R2.5 - R3 y culmina en R5.

R2- Floración completa: Se observa una flor abierta en uno de los nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas. Esta etapa indica el comienzo de un período de acumulación diaria y constante de materia seca y nutriente que continuará hasta poco después de R6 (Román sf.).

R3- Inicio de formación de vainas: Una vaina en uno de los cuatros nudos superiores del tallo principal mide 5 mm de largo y presenta hojas totalmente desplegadas. En este momento no es raro encontrar vainas formándose, flores marchitas, flores abiertas y pimpollos en la misma planta. La formación de vainas se inicia en los nudos inferiores.

R4- Vainas completamente desarrolladas: Una vaina de 2 cm en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas. Alguna de las vainas de los nudos inferiores del tallo principal han alcanzado su máximo tamaño, pero en general la mayoría lo logra en R5 (Toledo 2003).

R5- Inicio de formación de semillas: Una vaina, ubicada en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal contiene una semilla de 3 mm de largo. Entre las etapas R5 -R6 ocurren eventos importantes: • La planta logra la máxima altura, número de nudos y área foliar. • Se registra incremento del ritmo de fijación de Nitrógeno llegando al máximo en este período, comenzando luego a caer abruptamente. • Las semillas inician un período rápido de acumulación de materia seca y nutriente. 100% de pérdida de área foliar (granizo) entre R5 y R6, puede provocar disminución del rendimiento en general del 75 % (Toledo 2003).

R6- Semilla completamente desarrollada: 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 (Román sf).

R7- Inicio de maduración: Una vaina normal en cualquier nudo del tallo principal ha alcanzado su color de madurez. La semilla alcanza la madurez fisiológica cuando ésta finaliza la acumulación de peso seco y generalmente junto con la vaina van perdiendo su coloración verde. La semilla en este momento contiene un 60 % de humedad.

R8- Maduración completa: El 95 % de las vainas de la planta han alcanzado el color de madurez. Se necesitan luego de R8 cinco a diez días de tiempo seco (baja humedad relativa ambiente), para que las semillas reduzcan su humedad a menos del 15 % (Toledo 2003).

3.4 Efecto del fotoperiodo en el cultivo de soya

El fotoperiodo es uno de los factores que en mayor medida determinan el desarrollo del cultivo de soya. Las hojas son los órganos de la planta en los que el estímulo fotoperiódico que inicia la transformación de los meristemos vegetativos en reproductivos. En general, los cultivares comerciales de soya pueden recibir el estímulo fotoperiódico cuando las hojas unifoliadas se encuentran totalmente expandidas y están desplegando la primer hoja trifoliolada, debido a que en ese estado la planta posee una área foliar suficiente para percibir dicho estímulo (Bustamante 2001).

La soya es una especie de días cortos con respuesta cuantitativa. Esto significa que cada cultivar tiene un fotoperiodo crítico, por debajo del cual el período emergencia-floración no ve incrementada su duración por efecto fotoperiódico. Fotoperiodos más largos que el crítico retrasan la floración., el control fotoperiódico en soya ocurre hasta prácticamente la madurez (Bustamante 2001).

3.5 Densidad de siembra

La densidad del terreno plantas, lo vegetativo, fotoperiodo de población para obtener una completa cobertura antes de la etapa R.I dependerá del tamaño de las que, a su vez, depende de la variedad, hábito fertilidad del suelo, humedad del terreno, y otros factores de acción recíproca. Espacios entre hileras de 50 a 60 cm, dejando 20 a 25 plantas por metro de surco, han demostrado dar resultados de rendimientos altos. Sin embargo, cada productor podrá diseñar su propio sistema de acuerdo con las facilidades y métodos de control de malezas y plagas que tenga a su disposición (Rosas y Young 1996).

Inclusive se puede usar el doble surco a 18 cm con espaciamientos de 53 cm entre dobles hileras, de modo que quede el mismo número de plantas por metro lineal. Este sistema puede ser útil donde haya riesgos de erosión y se quiera recurrir al laboreo mecánico.

El desarrollo vegetativo en los trópicos de la mayoría de variedades de soya, es reducido a consecuencia de una floración rápida. En este caso el rendimiento puede aumentarse mediante un incremento en la población de plantas (Rosas y Young 1996).

No se ha encontrado diferencias entre sembrar a 36, 54 o 72 cm entre hileras con densidades de 200,000 a 400,000 plantas/ha, correspondientes a un rango entre 8 a 30 plantas por metro lineal en un suelo con fertilidad adecuada. Entretanto en un suelo con baja fertilidad, falta de humedad, o en el cual ha fallado la inoculación, las distancias más cortas (36 cm) y densidades altas, compensan la deficiencia de producción por planta. En suelos fértiles se recomienda distancias entre surcos desde 50 hasta 70 cm y 20-25 plantas/m lineal; en suelo de baja fertilidad reducir las distancias a 40-50 cm entre surcos manteniendo entre 20-25 plantas/m lineal nula (Rosas y Young 1996).

3.4.1. Respuesta de la planta a cambios de la densidad.

Donald (1963) sugirió que el mayor peso de semillas y número de semillas por inflorescencia a una densidad intermedia intermedia son debidos a la competencia inter e intraplanta. Cuando el espacio entre plantas es amplio (baja densidad), ambos tipos de competencia están ausentes durante las primeras etapas de crecimiento. Los primordios

florales son formados en gran cantidad. A medida que el crecimiento continua, hay poca competencia interplanta y menos aún competencia intraplanta hasta después de la floración y comienzo de la fijación de los granos (Gardner et al 1985).

La gran carga de la inflorescencia lleva a una competencia por asimilados entre inflorescencias y semillas dentro de la misma planta, siendo esta la competencia intraplanta. Esta pérdida de eficiencia bajo gran espaciamiento entre plantas refleja una gran competencia intraplanta, que podría provocar un menor número de semillas por inflorescencia y un menor peso de semillas comparado con densidades mayores (Gardner et al 1985).

3.4.2 Distancia y progreso

En la región sojera núcleo se generalizó el uso de cultivares semiprecoces, pertenecientes a los grupos de madurez (GM) III y IV, acompañado por la utilización de un espaciamiento entre hileras cada vez menor, hasta 0,26 m, aún en soja de primera época de siembra. Es un dato positivo la decisión del productor de achicar distancias? Tenemos que tener en cuenta que, al reducir el distanciamiento, logramos una mejor equidistancia entre las plantas, por lo tanto tenemos una menor competencia intraespecífica, ya sea por luz, agua o nutrientes, y además se disminuye el IAF (índice de área foliar) necesario, para alcanzar el IAF crítico (95% de intercepción de la radiación), y el mismo se alcanza antes (ABC rural sf).

Esto nos permite incrementar la tasa de crecimiento del cultivo y asegurar una plena intercepción en su periodo crítico, lo que llevará a obtener mejores rendimientos. También observamos que al acercar hileras, el cultivo es más competitivo frente a las malezas, y que si logramos la densidad de siembra correcta, las plantas tendrán menor altura y por ende menos problema de vuelco (ABC rural sf).

3.4.3 Distribución de plantas y espaciamiento entre hileras.

Shibles y Weber (1966) realizaron un ensayo en donde una variedad de soja de ciclo largo (Hawkeye) era sembrada a diferentes densidades y espaciamiento entre hileras. Sus resultados demuestran que una combinación particular de un desarrollo de área foliar más precoz, máxima intercepción de energía solar, condiciones que desfavorecen el vuelco y una eficiente translocación de materia seca a las semillas son necesarias para alcanzar altos niveles de rendimiento. (cuadro 1) Ellos logran un incremento de 33% en el rendimiento al reducir los espacios entre líneas de 102 a 25 cm a una densidad de 247000 plantas por hectárea (Gardner et al 1985).

Cuadro 1. Efecto del espaciamiento entre hileras y la densidad de plantas

Factor de siembra	Plantas por metro lineal	IAF ₉₅	Tiempo a IAF ₉₅	Ramas por planta	Rendimiento ^b	IC
Densidad ^a			Días		%	
61750	3	3.3	69	9	108	31
123500	6	3.1	61	4	123	27
247000	13	3.6	57	0.5	115	27
494000	25	4	52	0.1	100	21
Espaciamiento						
12.7	3	3.6	53	1.2	126	
25.4	6	3.6	55	1.1	133	
51	13	3.6	57	0.5	115	
102	25	4.2	66	0.6	100	

^aEn pl/ha para una distancia entre hileras de 51 cm

^bDiferencia (en porcentaje) sobre el rendimiento de soja sembrada a una densidad de 247000 pl/ha y surcos distanciados a 102 cm.

Fuente: Gardner (1985)

La altura de las plantas afecta la densidad óptima. La soja sembrada tardíamente reduce su altura debido a una inducción a floración temprana por causa del fotoperiodo. Si la comparamos con una soja de altura normal, para alcanzar altos potenciales de rendimiento, la densidad de plantas en este caso tiene que ser incrementada y la distancia entre filas reducirse. Bajo condiciones ambientales desfavorables, la reducción de la

distancia entre hileras para la mayoría de los cultivos no representa un incremento en los rendimientos (Gardner et al 1985).

3.4.4 Densidad y distancia de siembra en variedades de soya de temporal

Según (Luciano. 2010) la combinación de tres distanciamientos entre surcos (40, 60 y 75 cm), tres densidades de población (200 000, 300 000 y 400 000 plantas/ha) y dos variedades: Huasteca 100 y Huasteca 200 muestran características diferentes. (cuadro (2)

La interacción variedad x densidad mostró que al establecer Huasteca 200 a 200 000 plantas/ha, las plantas tuvieron una altura significativamente mayor, formaron más entrenudos y produjeron en promedio más vainas por planta que en el resto de las combinaciones de estos factores. Con esta combinación también se obtuvo la mayor altura de vaina baja, la cual fue estadísticamente semejante a la obtenida con la misma variedad sembrada a 300 000 y 400 000 plantas/ha, y superior a la de Huasteca 100 en cualquiera de las densidades (Luciano 2010).

El mayor rendimiento de semilla de la combinación variedad x densidad se obtuvo con Huasteca 100 a 300 000 plantas/ha, el cual fue estadísticamente similar al obtenido con la misma variedad a 400 000 plantas/ha⁻¹ y superior al de las otras combinaciones. La diferente respuesta de las variedades a las densidades de población, se debe a que estos materiales son genotípica y fenotípicamente diferentes, lo que las hace interaccionar de manera distinta con el ambiente (Maldonado 1994). En este sentido, por ser un genotipo de porte más bajo, Huasteca 100 puede establecerse a una mayor densidad de población que Huasteca 200, la cual tiene mejor desarrollo y comportamiento agronómico a baja densidad (Luciano 2010).

Cuadro 2. Efecto de la acción conjunta variedad x densidad.

Variedad	Densidad (plantas/ha)	Altura de planta (cm)	Altura de vaina baja (cm)	# de entrenudos por planta	# de vainas por planta	Rendimiento de semilla (kg/ha)
Huasteca 100	200000	95,08 c*	12,83 c	13,67 c	101,92 b	2925 d
Huasteca 100	300000	98,83 bc	14,00 bc	15,25 b	96,33 bc	3454 a
Huasteca 100	400000	95,50 c	14,08 bc	14,67 bc	90,00 d	3301 ab
Huasteca 200	200000	111,17 a	17,00 a	18,08 a	109,75 a	3228 ba
Huasteca 200	300000	105,00 b	15,41 ab	15,42 b	95,08 cd	2961 d
Huasteca 200	400000	105,50 b	15,58 ab	14,67 bc	89,33 d	3026 cd
DMS		5,593	2,104	1,495	6,163	212,2

*Medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes (tukey 0.05)

Fuente: Luciano (2010)

En el cuadro 3 se muestran los valores obtenidos por Sosa (1989), con el propósito de encontrar relaciones de dependencia positiva o negativa entre variables morfofisiológicas de la planta de soya, su rendimiento en grano y algunas prácticas del cultivo tales como densidad y distancia de siembra se sometió al cultivar 7804 o regional -4 a diferentes presiones de competencia variando las poblaciones de planta, en la Universidad Nacional de Agricultura.

Cuadro 3. Efecto de la distancia entre surcos y densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento de la soya.

TRATAMIENTOS kg/ha/cm-1	PLANTA/ ha	ALTURA DE PLANTAS (cm)	ALTURA DE INSERCIÓN 1a. VAINA (cm)	VAINAS/ PLANTAS	GRANOS /VAINA	PESO SECO (g) 100 granos	RENDIMIENTO ESTIMADO (kg/ha)
A: 75/40	168000	125.18	15.87	68.81	2.31	169.6	4,529
B: 65/30	182347	133.43	15.07	68.54	2.32	169.5	4914.7

Fuente: Sosa (1989).

3.5 Inoculación

Según MAG (sf), La soja, siendo una leguminosa, tiene la gran ventaja de asociarse en simbiosis. La inoculación es el proceso en que el hombre pone en contacto con el sistema radicular de la soja una bacteria, el (*Rhizobium japonicum*), promoviendo una infección, penetrando en las raíces a través de los pelos radiculares u otras células epidérmicas formando nódulos, donde se procesa la asimilación del N₂ atmosférico

Una inoculación eficiente tiene las características siguientes:

- 1- Debe ser específico para el cultivo. En el caso particular de la soja, la cepa debe ser del *Rhizobium japonicum*.
- 2- Debe inocularse según las indicaciones que se especifican en el envase.
- 3- Nunca se debe inocular más semilla de la que puede sembrarse en un día.
- 4- La semilla inoculada o el inoculante no deben exponerse al sol.
- 5- El producto debe ser conservado en condiciones de baja temperatura antes de usarlo (MAG sf)

3.6 Fertilización

4.6.1 Fertilización Nitrogenada.

La soja necesita una gran cantidad de nitrógeno (N); se estima que para producir mil kilogramos de grano, se necesitan 80 Kg. de nitrógeno. La cantidad necesaria se obtiene a través de la fijación simbiótica con bacterias. De ahí la importancia de la inoculación de semillas (MAG sf)

3.6.2 Fertilización con Fósforo (P) y Potasio (K).

Existen muchas formulaciones con mezclas físicas: fósforo, potasio y micro nutrientes en un mismo grano, etc., en consecuencia, la recomendación de estos elementos se hará de

acuerdo a los resultados del análisis de suelo y hojas. Para el potasio, cada tonelada de granos de soja necesita 20 Kg. de K₂O por hectárea; de esta manera, para producir 3000 Kg./ha de soja se necesitan por lo menos 60 Kg./ha de K₂O (MAG)

3.7 Variedades de soja

Las variedades comerciales disponibles para la siembra de soja en Honduras son Regional 4 y Darco 1, promocionadas por la SRN, Siatsa 194, por la EAP, FHIA 11 y FHIA 15, por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), y Cristalina, por la empresa Bonampak de Guatemala (FHIA. 2005).

3.7.1 Soja variedad FHIA 15

La variedad FHIA-15 se caracteriza por tener un hábito de crecimiento semi-determinado, con 2 a 3 ramas pequeñas, la vaina es larga con pubescencia amarilla y contiene 2 a 3 semillas de color crema brillante. Alcanza una altura de 74 cm cuando se siembra en el ciclo de Primera (Junio-Julio) y unos 67 cm de altura cuando se siembra en la temporada de Postrera (Septiembre-Diciembre) (FHIA. 2005).

La altura de la vaina es de 13 a 14 cm del nivel del suelo, lo cual es una ventaja al momento de la cosecha mecanizada. Alcanza su punto de cosecha a los 104 a 108 días después de sembrada. Es una variedad para altos rendimientos cuando se le da el manejo agronómico adecuado, con un promedio de 76 qq/ha en época de Primera y 48 qq/ha en época de Postrera (FHIA. 2005).

Al momento de la siembra se utilizan unos 80 kg/ha, se adapta hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar y debido a su alto potencial de rendimiento necesita suelos fértiles, profundos, bien drenados pero con adecuado suministro de agua (FHIA. 2005).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Localización del experimento

El trabajo se realizó en la Sección de Cultivos Industriales, Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada a seis kilómetros al sureste de la ciudad de Catacamas en el departamento de Olancho, con una altura de 350 msnm, temperatura anual promedio de 25°C, humedad relativa de 74% y una precipitación promedio anual de 1311mm (Departamento de Ingeniería Agrícola, 2014).

4.2 Materiales y equipo

Los materiales utilizados en el ensayo fueron: libreta de campo, lápiz, cinta métrica, cuerda, estacas, machete, azadón, fertilizante, fungicida e insecticida, semillas de soya variedad FHIA 15. El equipo que se utilizó está conformado por: tractor, arado, bomba de mochila, balanza, computadora y programa estadístico.

4.3 Manejo del experimento

En el manejo del experimento se realizaron diferentes actividades para la obtención de máximos rendimientos del cultivo, estas actividades incluyeron desde la preparación de suelo hasta el manejo de postcosecha.

4.3.1 Preparación de suelo

La preparación del terreno se realizó un mes antes la siembra, esta consistió en un pase de romplow, dos pases de rastra en forma cruzada, uno de rotavator y el encamado. Posteriormente se procedió a marcar el terreno.

4.3.2 Inoculación

La inoculación se hizo debido a que la mayoría de los suelos donde no se ha cultivado soya son deficientes en *Bradyrhizobium japonicum*; esta se realizó en la sombra momentos antes de la siembra mezclándolo a mano utilizando la bacteria *Rhizobium japonicum* (68.75 g), zinc (8.25g), azúcar (12g) para 11 lb de soya, se agregó 5 a 8 ml de agua por kg de semilla garantizando una fina película de agua sobre la semilla una vez mezclados todos los ingredientes se procedió a la siembra.

4.3.3 Siembra

Se realizó manualmente depositando dos semillas por postura, de la variedad FHIA 15 a una distancia de (0.70 m) entre surco, siendo el distanciamiento entre planta; 16.66cm, 12.5cm, 10 cm, 8.33cm, 7.14cm, 6.25cm y 5.55cm según la densidad evaluada.

4.3.4 Raleo

Se realizó 8 días después que las plantas emergieron, se hizo de forma manual eliminando las plantas con menor desarrollo y dejando una sola planta en cada punto para alcanzar la densidad deseada.

4.3.5 Fertilización

La fertilización se realizó de forma manual aplicando fertilizante de inicio (34.8g en 5 metro lineales) cuando las plantas se encontraban en la etapa vegetativa V1, posteriormente se hizo una segunda aplicación de fertilizante refuerzo (17.4g en 5 metros lineales) 30 días después cuando la plantación estuvo en su etapa vegetativa V5. A los 33 días después de la siembra se realizó una aplicación de foliar (fertifrijol) a una dosis de 100 cc por bomba (20 Lt).

4.3.6 Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual 8 días después de la siembra y el día 30 después de la siembra. Posteriormente se realizó limpieza de forma mecánica (azadón) 14 días después.

4.3.7 Manejo de plagas y enfermedades

Para el manejo de plagas y enfermedades se utilizó método químico, utilizando karate (Lambda-Cyhalothrin) para controlar Gusano de la hoja (*Anticarsia gemmatalis*), tortuguilla (*Diabrotica sp*), Pulgones o Afidos (*Aphis spp*) que son las plagas que más se presentaron en el ensayo de soya. Se aplicó amistar xtra (Azoxistrobin + Cyproconazol) a dosis de 30 cc por 20 Lt de agua y duett (Epoxiconazole+Carbendazim) con dosis de 30 cc por 20 Lt de agua, como preventivos de enfermedades, estas aplicaciones se hicieron después de muestreos que permitieron tomar la decisión de aplicación.

4.3.8 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente cuando las plantas alcanzaron su madurez completa, lo que sucedió cuando la planta se tornó de color café y empezaron a caer sus hojas. Una vez dada las características anteriores se procedió a cortar la planta desde la raíz para evitar pérdidas de grano por el golpe al momento de cortar. Las plantas cortadas se colocarán en grupos para evitar la caída de grano y facilitar el secado y apertura de las vainas

4.4 Diseño experimental

El diseño utilizado para realizar la investigación fue bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones, y 7 tratamientos para un total de 28 unidades experimentales (Cuadro 4). Los bloques estaban separados a una distancia de un metro (anexo 11). Cada unidad experimental estaba compuesta de 4 surcos los cuales tenían 5 m de largo, estos

se sembraron a doble hilera en las camas con una separación de 0.70 m entre hilera. El área total del ensayo fue de 1368 m², cada unidad experimental midió 40 m² (8x5 m), El área útil consistió en multiplicar el largo de la parcela por el número de camas sembradas por la separación entre hileras (5mx4mx0.70), al resultado se le resto la separación de las plantas laterales por surco de cada tratamiento según la densidad utilizada para obtener el área útil de cada parcela.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.

Tratamiento	Descripción (plantas por m/lineal)	Densidad (plantas por ha ⁻¹)
T1	6	56,630
T2	8	75,507
T3	10	94,384
T4	12	113,260
T5	14	132,137
T6	16	151,014
T7	18	169,891

4.5 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto de i...ésimo tratamiento (densidad de siembra)

B_j = Efecto de los bloques

E_{ij} = Error experimental

4.6 Variables evaluadas

4.6.1 Número total de nódulos

Para determinar el número total de nódulos se tomaron 3 muestras al azar del área útil de cada unidad experimental, se lavaron las raíces con agua hasta que los nódulos quedaron visibles luego se procedió a contabilizarlos. Esto se realizó una vez que las plantas alcanzaron el 100% de su floración.

4.6.2 Número total de nódulos activos

Esta variable se determinó al momento de contabilizar el número total de nódulos, se obtuvo mediante la observación de los nódulos, si presentaban una coloración blanca o rojiza significaba que existía fijación biológica de nitrógeno y por lo tanto se encontraban activos, por el contrario si presentaban coloración negra estaban inactivos. Posteriormente se contabilizó el número de nódulos activos.

4.6.3 Biomasa foliar fresca

Para la estimación de biomasa foliar se tomaron 3 muestras al azar del área útil de cada unidad experimental, al momento de la extracción se procedió a pesarlas para obtener el peso de la materia fresca, Este procedimiento se realizó cuando las plantas alcanzaron el 100% de la floración.

4.6.4 Biomasa radicular fresca

Para la estimación de biomasa radicular se tomaron 3 muestras al azar del área útil de cada unidad experimental, una vez que las plantas alcanzaron el 100% de la floración, al momento de la extracción se procedió a lavar la raíz para quitar el suelo adherido a ella esto con el objetivo de no afectar nuestro peso, posteriormente se procedió a separar la raíz del área foliar, para obtener el peso de la materia fresca

4.6.5 Altura de planta

Se obtuvo tomando 10 plantas al azar del área útil de cada unidad experimental midiendo la altura en (cm) desde la base del suelo hasta el meristemo apical de la planta, se utilizó un metro como instrumento de medición, una vez que las plantas alcanzaron su madurez fisiológica.

4.6.6 Número de ramas

El número de ramas se determinó al momento que las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, que fue cuando la planta dejó de crecer. Esta variable se estimó tomando 3 plantas del área útil de cada unidad experimental, luego se procedió a contabilizar el número de ramas a lo largo del tallo principal.

4.6.7 Número de vainas por planta

Esta variable se realizó al momento de la cosecha seleccionando 10 plantas al azar del área útil de cada unidad experimental, las cuales se cosecharon y posteriormente se procedió a contar el número de vainas totales, luego se dividió dicho total entre 10 para obtener el número de vainas por planta.

4.6.8 Número de granos por vaina

Esta variable se obtuvo a partir de las plantas cosechadas para realizar el conteo de número de vainas por planta. Se tomó el número de vainas de 3 plantas, para luego ser contabilizados los granos y posteriormente divididos entre el número de vainas desgranadas. Y así se obtuvo el número de granos por vaina.

4.6.9 Peso de 100 granos

Este dato se obtuvo tomando 100 granos al azar de las vainas cosechadas para la variable número de granos por vaina, la muestra se tomó de cada una de las unidades

experimentales realizando su respectivo peso con una balanza graduada en gramos, para luego obtener un promedio por cada tratamiento.

4.6.10 Rendimiento (Kg ha⁻¹)

Para determinar este dato se tomaron todas las plantas cosechadas del área útil. Se extrajeron las semillas de las vainas con el contenido de humedad que se consiguió en la cosecha, luego se pesaron para determinar el rendimiento en Kg ha⁻¹ utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (Kg ha}^{-1}\text{)} = \left(\frac{\text{Peso de campo Kg X } 10,000 \text{ m}^2}{\text{Area Util m}^2} \right) \times \frac{100 - \%hc}{100 - \%hd}$$

Donde:

Peso de campo: peso total de todas las semillas

Área útil: área de la parcela cosechada

hc: humedad de campo

hd: humedad de almacenamiento

4.6.11 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANAVA) utilizando el programa estadístico InfoStat, para cada una de las variables. También se realizó un análisis de regresión a cada una de las variables para observar la tendencia en el incremento del número de plantas/ha⁻¹.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características agronómicas

En el cuadro 5 se muestran Las medias obtenidas para las variables Número total de nódulos, numero de nódulos activos, biomasa foliar fresca (gr), biomasa radicular fresca (gr), numero de ramas y altura de planta, como podemos observar no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero si hay diferencias agronómicas entre las diferentes densidades de siembra utilizadas. En estas variables no se muestra una determinada densidad como mejor, ya que varían en todas los resultados obtenidos.

En el número total de nódulos y nódulos activos se muestra un promedio entre 20 y 25, para todas las densidades de siembra en estudio mostrándose una similitud entre ellas, esto se debe a que la semilla fue inoculada con la bacteria *Rhizobium Japonium* antes de ser sembrada.

Cuadro 5. Promedios de las variables en estudio para las diferentes densidades de siembra.

Densidad (metro/lineal)	Número total de nódulos	Numero de nódulos activos	Biomasa foliar fresca (gr)	Biomasa radicular fresca (gr)	Numero de ramas	Altura de planta (cm)
6	25.75	24.93	219.05	21.60	7.98	89.48
8	19.33	18.83	191.08	14.75	8.23	93.00
10	33.18	31.33	222.50	11.35	7.50	104.25
12	19.33	18.85	231.35	15.73	8.40	116.63
14	23.58	23.58	195.43	16.75	8.60	118.30
16	21.58	19.85	147.65	12.73	8.78	105.93
18	26.98	26.65	144.18	11.00	6.10	104.80
Media general	24.24	23.43	193.03	14.84	7.94	104.63
ANOVA						
Densidad	ns	ns	ns	ns	ns	ns
R ²	0.144	0.136	0.217	0.214	0.494	0.324
CV	99.24	100.31	52.29	39.50	19.30	12.54

ns= No significativo

CV= Coeficiente de variación

R² = Coeficiente de determinación

5.1.1. Biomasa foliar fresca (kg)

En la figura 1 se presenta el comportamiento de la variable biomasa foliar fresca del cultivo de soya según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el peso mayor de biomasa oscila entre 6-8-10 plantas por metro lineal, alcanzando un promedio de 200 kg de peso

Según ABC rural (sf). Tenemos que tener en cuenta que, al reducir el distanciamiento, logramos una mejor equidistancia entre las plantas, por lo tanto tenemos una menor competencia intraespecífica. Esto explica porque las plantas con las densidades bajas tienen mayor biomasa foliar ya que estas tienen el espacio suficiente para desarrollarse ya sea hacia arriba o hacia los lados.

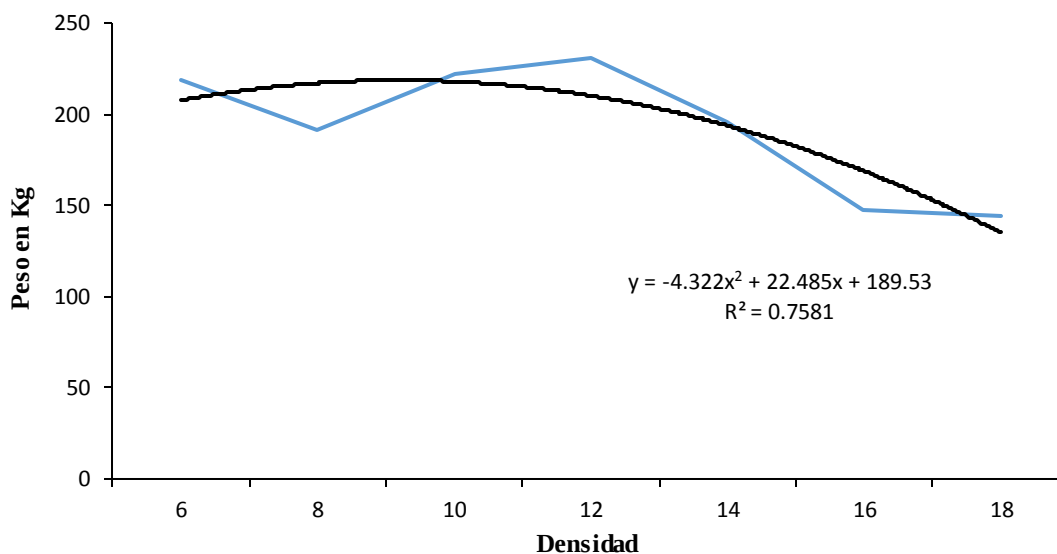


Figura 1. Comportamiento del cultivo de soya para biomasa foliar (kg) según la densidad utilizada.

5.1.2. Biomasa radicular fresca (kg)

En la figura 2 se presenta el comportamiento de la variable biomasa radicular fresca del cultivo de soya según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el peso mayor de biomasa se encuentra en 6- plantas por metro lineal el cual tiene un peso promedio de 20 kg. Observándose un mayor peso de biomasa radicular al disminuir la densidad de siembra.

Esto sucede porque a bajas densidades la planta tiene más espacio para desarrollarse, no existe competencia intraespecífica entre plantas por esta razón la raíz se extiende más en busca de agua y algunos nutrientes que encuentra en el suelo.

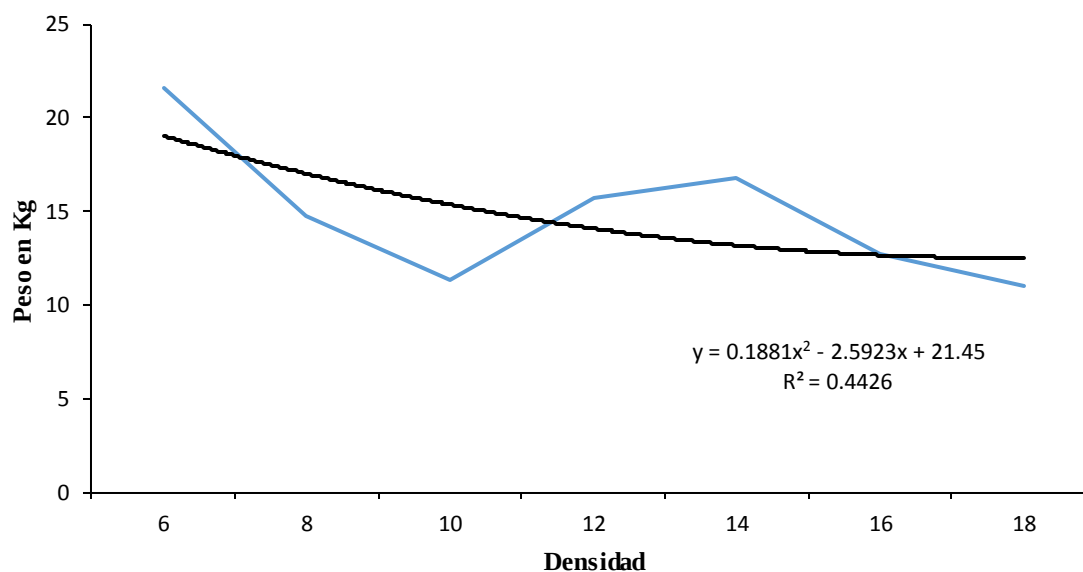


Figura 2. Comportamiento del cultivo de soya para biomasa radicular (kg) según la densidad utilizada.

5.1.3. Altura de planta

En la figura 3 se observa el comportamiento de la variable altura de planta del cultivo de soja según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el punto óptimo oscila entre 14- 16 - 18 plantas por metro lineal, alcanzando una altura máxima entre 100 y 120 cm. Sosa (1989) en su investigación realizada en la Universidad Nacional de Agricultura, con la variedad regional-4, utilizando 168,000 plantas/ha (junio-noviembre). Presento en la variable altura de planta una media de 125.18cm.

Según Gardner (1985). La soja sembrada tardíamente reduce su altura debido a una inducción a floración temprana por causa del fotoperiodo. Esto explica el comportamiento que esta tubo en fotoperiodo largo, el cual a densidades mayores incita a la planta a crecer más en busca de luz, nutrientes etc. ya que existe demasiada competencia. Por esto lo recomendable será utilizar densidades cortas para esta época de siembra

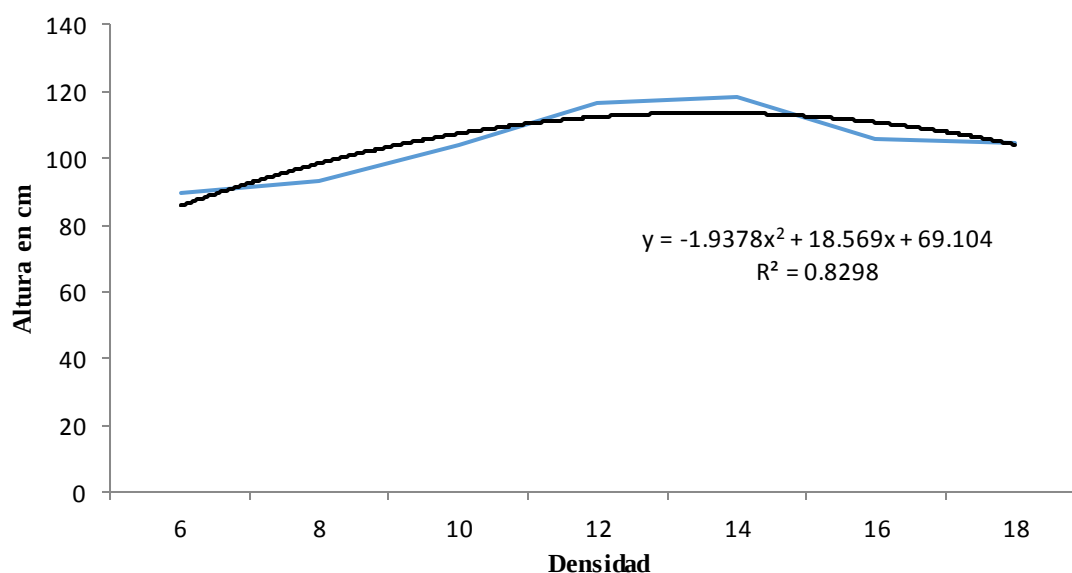


Figura 3. Comportamiento del cultivo de soja para la variable altura (cm) según la densidad utilizada.

5.1.4. Número de ramas

En la figura 4 se observa el comportamiento de la variable número de ramas por planta del cultivo de soya según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el punto óptimo oscila entre 10 - 12 plantas por metro lineal obteniendo entre 8 y 9 ramas por planta. Lo cual indica que a bajas y altas densidades de siembra el número de ramas disminuye.

Shibles y Weber (1966) llevaron adelante un ensayo en donde una variedad de soja de ciclo largo (Hawkeye) era sembrada a diferentes densidades. A una densidad de 6 plantas por metro lineal, en la variable número de ramas obtuvieron una media de 4 ramas por planta, para la densidad de 25 plantas por metro lineal obtuvieron 0.1 ramas por planta.

Lo recomendable será implementar densidades medias, ya que una planta con mayor número de ramas significa que tendrá mayor número de vainas y por ende mayores rendimientos

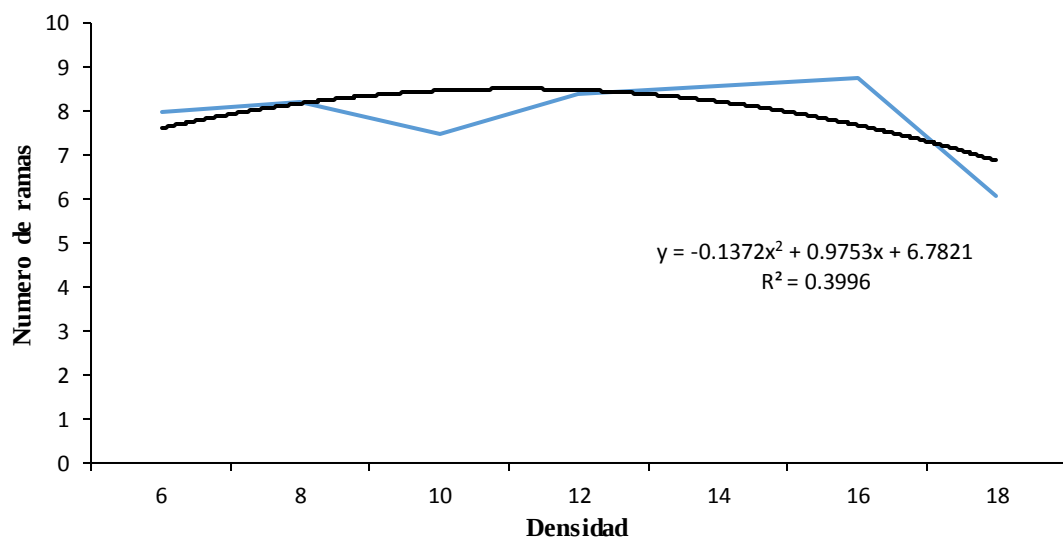


Figura 4. Comportamiento del cultivo de soya en el número de ramas según la densidad utilizada.

5.2. Componentes de rendimiento

En el cuadro 6 se muestran las medias obtenidas para número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos (gr) y rendimiento (kg ha^{-1}). Como podemos observar no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero si hay diferencias agronómicas entre las diferentes densidades de siembra utilizadas, siendo las que mejores resultados presentaron las de 10 a 14 plantas por metro lineal.

Cuadro 6. Promedios de las variables en estudio para las diferentes densidades de siembra.

Densidad (metro/lineal)	Numero de vainas por planta	Numero de granos por vaina	Peso de 100 granos (gr)	Rendimiento (kg ha^{-1})
6	177.75	1.78	15.20	3348.85
8	119.75	1.78	18.05	2700.65
10	132.75	1.85	18.10	3629.25
12	114.25	1.73	18.15	3239.58
14	115.00	1.85	17.28	3740.83
16	93.25	1.80	17.38	2570.33
18	97.25	1.85	17.05	2468.75
Media general	121.43	1.80	17.31	3099.75
ANOVA				
Densidad	ns	ns	ns	ns
R^2	0.489	0.084	0.234	0.054
CV	26.23	8.03	9.50	0.3624

ns= No significativo

CV= Coeficiente de variación

R^2 = Coeficiente de determinación

5.2.1. Número de vainas por planta

En la figura 5 se observa el comportamiento de la variable número de vainas por planta del cultivo de soya según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el punto óptimo de número de vainas oscila entre 6 - 8 plantas por metro lineal, observándose un número máximo de 180 vainas por planta, lo cual indica que a menores densidades se obtiene mayor número de vainas.

Según ABC rural (sf) al reducir el distanciamiento, logramos una mejor equidistancia entre plantas, por lo tanto obtenemos una menor competencia intraespecífica, ya sea por luz, agua o nutrientes. Esto explica el incremento del número de vainas por planta ya que la misma utiliza toda su energía en producción de vaina y llenado de esta.

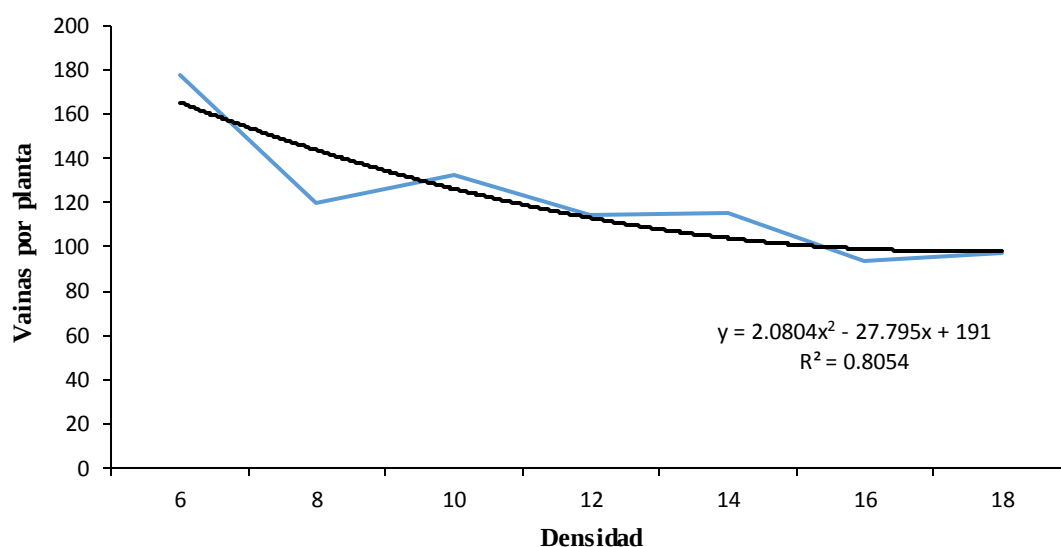


Figura 5. Comportamiento del cultivo de soya en el número de vainas por planta según la densidad utilizada.

5.2.2 Peso de 100 granos (g)

En la figura 6 se presenta el comportamiento de la variable peso de 100 granos del cultivo de soya según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el punto óptimo de peso se alcanza entre 12-14 plantas por metro lineal, alcanzando un peso máximo de 18 gr. Sosa (1989) en su investigación realizada en la Universidad Nacional de Agricultura, con la variedad regional-4, presento en la variable peso de 100 granos una media de 16.96 gr.

Lo cual indica que a densidades muy bajas o muy altas su peso disminuye. Esto es explicado por Donald según Gardner (1985) quien sugirió que el mayor peso de semillas a una densidad intermedia es debido a la competencia inter e intraplanta la cual se da hasta después de la floración. En densidades bajas, la carga de la inflorescencia lleva a una competencia por asimilados entre inflorescencias y semillas dentro de la misma planta siendo esta la competencia intraplanta. En densidades muy altas la competencia interplanta es demasiado intensa en el momento de formación de los primordios florales.

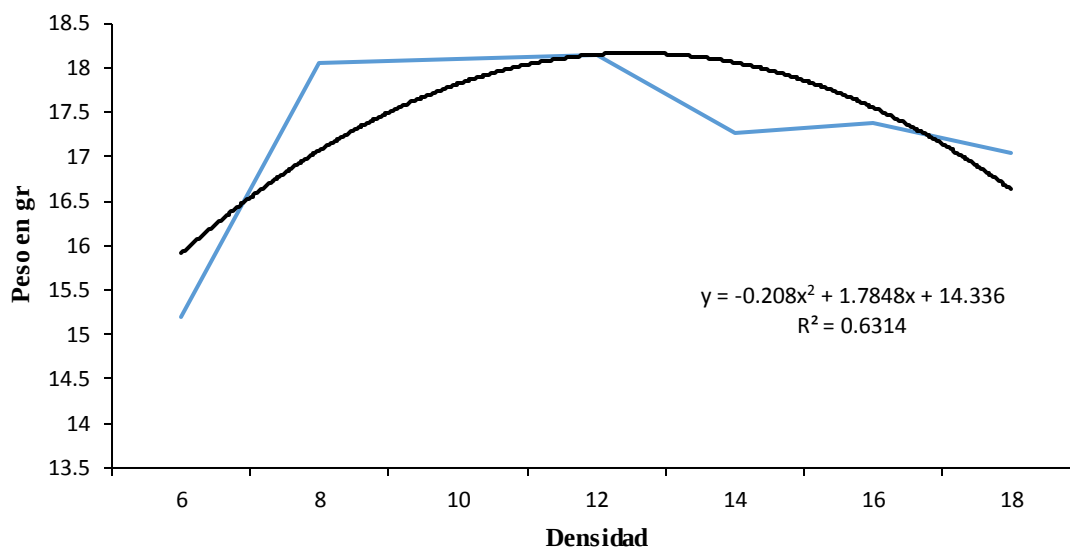


Figura 6. Comportamiento del cultivo de soya en el peso de 100 granos según la densidad utilizada.

5.2.3 Rendimiento (kg ha^{-1})

En la figura 7 se observa el comportamiento de la variable rendimiento del cultivo de soya según la densidad utilizada, observándose una tendencia cuadrática donde el punto óptimo de producción oscila entre 10 - 12 plantas por metro lineal alcanzando un promedio de 3000 y 3500 kg ha^{-1} . Observamos que el rendimiento por planta decrece a medida que el número de plantas aumenta.

Este comportamiento puede ser explicado por Gardner (1985) quien menciona que en fotoperiodo largo el crecimiento de la planta es mayor, por lo que se recomienda mayor distanciamiento entre plantas, esto con el propósito de obtener mayor rendimiento ya que a mayores densidades la planta tiende a crecer demasiado y por lo tanto emplea sus nutrientes en crecimiento de planta y no en la formación de la vaina y grano que es lo que necesitamos para alcanzar mayores rendimientos.

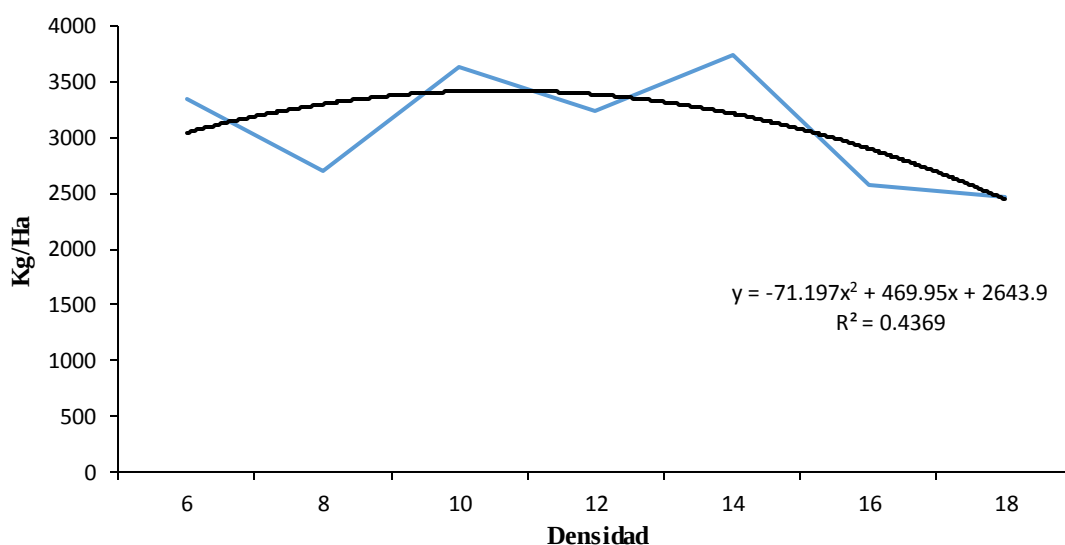


Figura 7. Comportamiento del cultivo de soya en el rendimiento (kg/ha) según la densidad utilizada.

VI. CONCLUSIONES

No se encontró significancia estadística en el comportamiento agronómico ni en el rendimiento y sus componentes, en el cultivo de soya por efecto de la densidad de siembra.

Bajo las condiciones y fotoperiodo de la evaluación las densidades entre 10-12 plantas por metro lineal mostraron los promedios numéricos más altos.

El comportamiento del cultivo de soya se mostró con mejor punto de inflexión superior entre las densidades de 10-14 plantas por metro lineal.

VII. RECOMENDACIONES

Las densidades de siembra de 10, 12 y 14 plantas por metro lineal presentaron los mejores rendimientos por lo que son las densidades de siembra más aptas para ser utilizadas en fotoperiodo largo, bajo las condiciones evaluadas.

Es recomendable reducir las densidades de siembra en fotoperiodo largo, ya que ha conducido a la obtención de mayores rendimientos, sin embargo hay que tomar en cuenta también otras prácticas de manejo, como ser variedades adaptadas a la zona, fertilización, control de plagas eficiente, entre otras.

Se recomienda evaluar estos mismos tratamientos en fotoperiodo corto, para hacer una comparación con los resultados y así tomar la época que de los mejores rendimientos, definiendo así parámetros a usar por los productores.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Bustamante M. 2001. Cultivo de Soya. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. Consultado 28 ene.2016. Disponible en:
<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2450/1/cultivo%20de%20soya%20%20C%20py.pdf>

FINAGRO (Fondo para el Financiamiento del sector Agropecuario). 2010. El Cultivo de la Soya Historia e importancia. Bogotá, Colombia. Pág. 1. Disponible en:
http://fenalce.org/arch_public/soya94.pdf

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2005. Enfoque de Actualidad, Carta informativa trimestral de la dirección general. Pág. N° 9. Disponible en:
http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/cinformativamarzo2005.pdf

Gardner, F.P.; Brent Pearce, R; Mitchel, R.L. (1985) Carbon fixation by crop canopies. In: Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Pp. 31-57. Traducido por: J Chiesa, S.F.Luque y M.G. Cantarero. Cereales y Oleaginosas. (2000). Disponible en:
http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACIN_DE_CARBONO_POR_LOS_CULTIVOS.pdf

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 2013. Cosecha de SOJA 77 - Mayo 2013 con Valor Agregado en Origen. Disponible en:
http://inta.gob.ar/documentos/cosecha-de-soja-con-valor-de-agregado-en-origen/at_multi_download/file/INTA%20Cosecha%20de%20soja.pdf

Luciano G, 2010. densidad Y DISTANCIA DE SIEMBRA en dos VARIEDADES DE SOYA DE TEMPORAL EN VERACRUZ, México. Agronomía mesoamericana. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n01_063.pdf

Nuevo ABC Rural S.A. Sf. Luzuriaga 222/224. Pergamino. Buenos Aires. Disponible en: <http://www.nuevoabcrural.com.ar/vertext.php?id=5125>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería),sf. Cultivo de Soja. Dirección de Educación Agraria. Disponible en: <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Soja.pdf>

Meta V, 2006. SOYA (Glycine max L.) Merrill) ALTERNATIVA PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria «CORPOICA». Pag. 15-16. Disponible en: <file:///C:/Users/Karla%20Coello/Downloads/125.pdf>

Sin autor CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LA SOYA disponible en: <http://www.sancamilo.com.ec/soya.pdf>

Oliveros M, sf Recomendaciones para el cultivo de soya en condiciones de sabana. Investigador. FONAIAP - Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Monagas. Apartado 184. Maturín, Estado Monagas.
Disponible en:
http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20051117103345_Recomendaciones%20para%20el%20cultivo%20de%20soya.pdf

Romero, A 1993. Niveles de competencia de maíz y sorgo sobre el cultivo de la soya en asocio, en el valle del zamorano y en fincas de pequeños agricultores. El Zamorano, Honduras.

Rosas, C y Young, R 1996. El cultivo de la soya. Publicación N°. AG-9603, Departamento de Agronomía Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. Pág. N° 4-5. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2416/3/01.pdf>

Román P, S.f. Fenología de la soya. Disponible en: <http://www.fundacruz.org.bo/web/wp-content/uploads/2014/12/09-Fenologia-de-soya.pdf>

Sosa M, 1989. relaciones entre distancias y densidades de siembra área foliar y producción de soya. Universidad Nacional de Agricultura.

Toledo R, 2003. Fases de desarrollo del cultivo de soja. Sistema de Producción de Cultivos Extensivos. FCA.-UNC Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7031/SOJA.pdf>

http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/feno_soja.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número total de nódulos.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	7261.697	2420.566	4.182	NS
DENSIDAD	6	581.814	96.969	0.168	NS
ERROR	18	10418.598	578.811		
TOTAL	27	18262.109			
CV= 0.9924		R ² = 0.144			

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número total de nódulos activos

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	6803.78	2267.927	4.106	NS
DENSIDAD	6	519.817	86.636	0.157	NS
ERROR	18	9941	552.278		
TOTAL	27	17264.597			
CV= 1.0031		R ² = 0.136			

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable biomasa foliar fresca.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	12867.655	4289.218	0.42	NS
DENSIDAD	6	29878.629	4979.771	0.487	NS
ERROR	18	183939.777	10218.877		
TOTAL	27	226686.061			
CV= 0.5229		R ² = -0.217			

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable biomasa radicular fresca.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	235.8	78.6	2.286	NS
DENSIDAD	6	326.144	54.357	1.581	NS
ERROR	18	618.785	34.377		
TOTAL	27	1180.729			
CV= 0.395		R ² = 0.214			

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de plantas.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	987.121	329.04	1.912	NS
DENSIDAD	6	2790.12	465.02	2.703	NS
ERROR	18	3096.971	172.054		
TOTAL	27	6874.213			
CV= 0.1254		R ² = 0.324			

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable número de ramas por planta.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	63.104	21.035	8.955	NS
DENSIDAD	6	20.024	3.337	1.421	NS
ERROR	18	42.279	2.349		
TOTAL	27	125.407			
CV= 0.193		R ² = 0.494			

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	16224.286	5408.095	5.33	NS
DENSIDAD	6	19098.357	3183.06	3.137	NS
ERROR	18	18264.214	1014.679		
TOTAL	27	53586.857			
CV= 0.2623		R ² = 0.489			

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	0.09	0.03	1.405	NS
DENSIDAD	6	0.057	0.01	0.448	
ERROR	18	0.383	0.021		
TOTAL	27	0.53			
CV= 0.0803		R ² = -0.084			

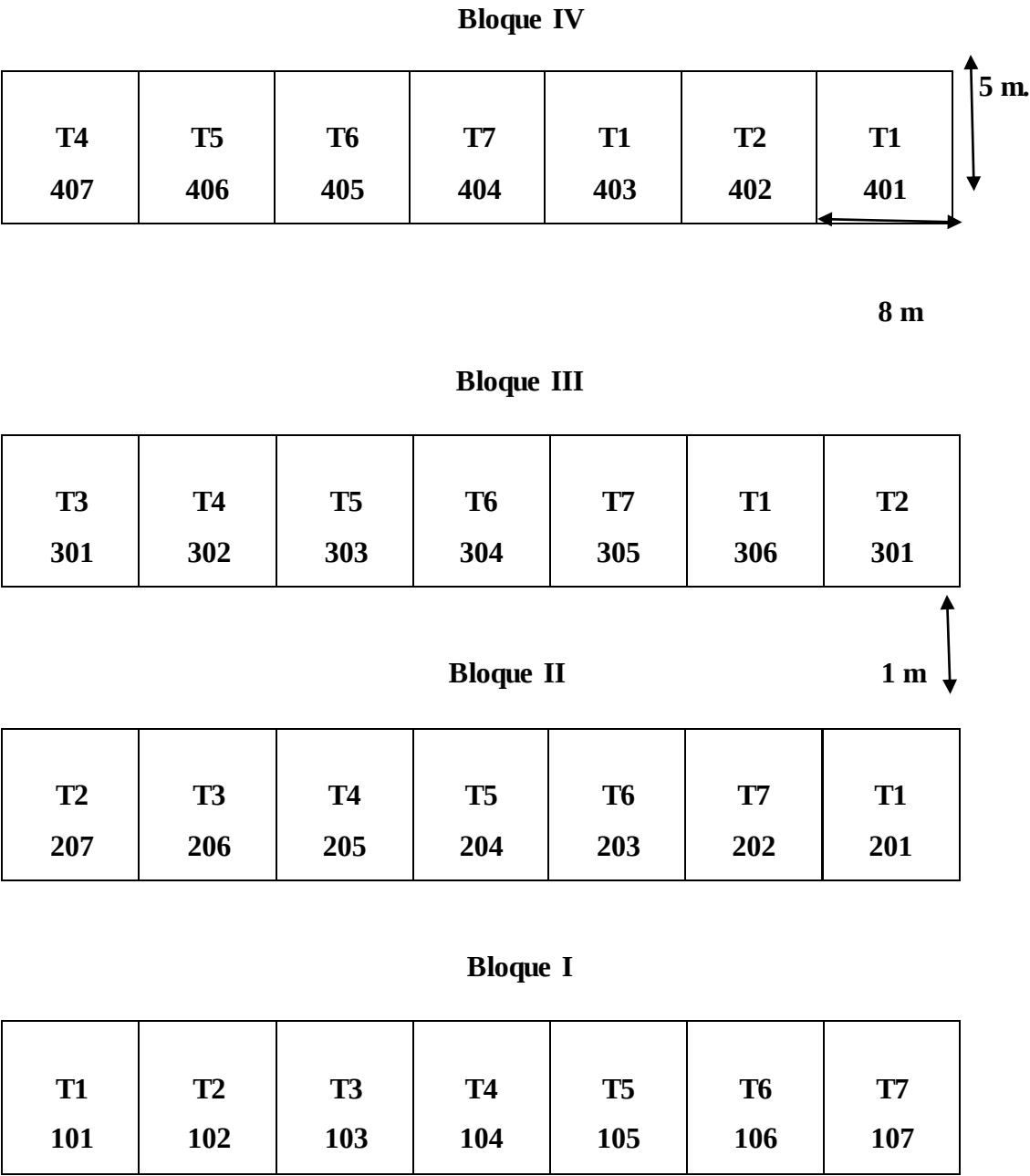
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	20.991	6.997	2.587	NS
DENSIDAD	6	25.609	4.268	1.578	NS
ERROR	18	48.694	2.705		
TOTAL	27	95.294			
CV= 0.095		R ² = 0.234			

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable rendimiento.

FV	GL	SC	CM	F CAL	SIG
REP	3	3164870.1	1054956.7	0.836	NS
DENSIDAD	6	6442727.55	1073787.9	0.851	NS
ERROR	18	22713171.6	1261842.9		
TOTAL	27	32320769.2			
CV= 0.3624		R ² = -0.054			

Anexo 11. Croquis de campo



Anexo 12. Ensayo del cultivo de soya 45 días después de la siembra



Anexo 13. Primeros primordios florales del cultivo de soya

