

**Efecto de la densidad poblacional y distancia  
de siembra en el desarrollo y rendimiento de  
soya [*Glycine max* (L) Merr.] variedad FHIA  
15**

**Hector Jesús Mendoza Lagos  
Ramón Seferino Escobar Lobo**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la densidad poblacional y distancia  
de siembra en el desarrollo y rendimiento de  
soya [*Glycine max* (L) Merr.] variedad FHIA  
15**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para  
optar al título de Ingenieros Agrónomos en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Hector Jesus Mendoza Lagos  
Ramon Seferino Escobar Lobo**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2018

## **Efecto de la densidad poblacional y distancia de siembra en el desarrollo y rendimiento de soya [*Glycine max* (L) Merr.] variedad FHIA 15**

**Hector Jesús Mendoza Lagos, Ramón Seferino Escobar Lobo**

**Resumen.** La producción de soya a nivel mundial es afectada por diferentes factores que influyen en su crecimiento y desarrollo como son, la densidad poblacional y el distanciamiento entre surcos, estos son de gran importancia ya que pueden afectar de manera directa el rendimiento del cultivo. El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto de diferentes densidades poblacionales sembradas a diferentes distancias entre surcos, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la variedad de soya FHIA 15. El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano durante el período de abril a agosto de 2018. El número de plantas por hectárea utilizado fue de 200,000, 240,000, 280,000, 320,000, 360,000, 400 000, que fueron sembradas y separadas a cinco distanciamientos entre surco 30, 40, 50, 60, 70 cm, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial de 6×5, considerando seis densidades poblacionales y cinco distancias entre surcos. Las variables que tuvieron diferencia significativa fueron: altura de la planta, biomasa, peso de las vainas y rendimiento por planta, las que fueron afectadas solamente por la densidad poblacional. Los rendimientos de semillas por hectárea, fueron mayores a medida que aumentaba la densidad, siendo las densidades con 360,000 y 400,000 plantas/hectárea, las que presentaron los valores más altos, sin embargo, los arreglos que tenían la densidad máxima del estudio, fueron afectados por el acame, lo que afecta drásticamente la labor de cosecha.

**Palabras clave:** Biomasa, peso, semilla, vaina por planta.

**Abstract.** The production of soybeans worldwide is affected by different factors that influence their growth and development, such as population density and distance between rows, which are of great importance, because they can directly affect the yield of the crop. The main objective of this study was, to determine the effect of different population densities planted at different distances between rows in the growth, development and yield of the FHIA 15 soybean variety. The experiment was done at the Pan-American Agricultural School Zamorano during the period of April to August 2018. A randomized complete block design (BCA) with a factorial arrangement of 6×5 was used, considering six population densities and five distances between rows. The number of plants per hectare used was 200,000, 240,000, 280,000, 320,000, 360,000, and 400,000, which were sown and separated to five distances between rows, 30, 40, 50, 60, 70 cm, respectively. The variables that had a significant difference were height of the plant, biomass, weight of the pods, and yield per plant, all this factor were influence only by population density. The yields per hectare were greater as the density increased. Being the densities with 360,000 and 400, 000 plants/hectare, those that presented the highest yields. Nevertheless, all the arrangements that had the maximum density of the study were influence by lodging, which is a problem that mainly affects the development and growth of the plant and drastically affects the work of harvesting.

**Key word:** Biomass, pod per plant, seed, weight.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Agroquímicos utilizados para el mantenimiento de la variedad de soya FHIA15, ubicado en Zamorano, Honduras.....	4
2. Resultados del laboratorio de suelos de Zamorano, Honduras.....	5
3. Tratamientos utilizados para evaluar densidad poblacional y distancias de siembra en soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras. ....	6
4. Significancia del efecto de los factores densidad y distancia de siembra en las variables de altura de planta, número de ramas, número de vainas por planta y biomasa de soya Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.....	8
5. Efecto de la densidad en la altura de la planta, número de ramas y número de vainas de soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.....	9
6. Significancia del efecto de los factores densidad y distancia de siembra en las variables peso de las vainas por planta, rendimiento por planta, rendimiento por hectárea y peso específico en 100 semillas de soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras. ....	10
7. Efecto de la densidad en la biomasa y peso de las vainas por planta de soya Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras. ....	11
8. Efecto de la densidad en el rendimiento por planta y peso específico de soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras. ....	12
Figuras	Página
1. Localización espacial del área utilizada para el estudio en el lote 10 de Zona II, Zamorano, Honduras. ....	3
2. Plano general del ensayo de evaluación de los diferentes arreglos para evaluar las interacciones entre densidades poblaciones y distancia de siembra en soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras. ....	6

## 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una disciplina en constante innovación y transformación. Uno de sus fines es lograr una mayor eficiencia y así tener una mayor disponibilidad de alimentos nutritivos y de buena calidad. Este concepto puede definirse como mayor producción en menor área y disminuir los costos de la mejor manera posible (FAO 2016).

La soya (*Glycine max*), es una leguminosa de gran importancia mundial debido a sus múltiples usos y productos derivados, alimentación humana y animal, así como en la producción de aceites y biocombustibles (Caivano 2011). La producción de soya en los últimos 50 años ha crecido de una manera considerable, de 27 millones a 269 millones de toneladas métricas, por lo tanto, las áreas destinadas a la producción de soya son más de un millón de kilómetros cuadrados (Jeffries 2014).

Se prevé que para el año 2050 la población incrementará en un tercio. Por lo cual, se deberá aumentar la producción utilizando la menor cantidad de recursos posibles (FAO 2009). Para lograr este objetivo se deben buscar nuevas soluciones y alternativas que nos ayuden a mejorar la producción del cultivo de la soya. Debido a la demanda actual, para incrementar los rendimientos se han realizado estudios para investigar las interacciones y variables que se pueden manipular como lo son los distanciamientos de siembra del cultivo y diferentes densidades.

En Veracruz, México, se evaluó dos variedades de soya, utilizando distancias de siembra de 40, 60 y 75 centímetros entre surcos y tres densidades de siembra, las cuales fueron 200,000, 300,000, y 400,000 plantas/hectárea. En este estudio se evaluaron días a floración, altura de la planta, altura de la primera vaina, número de entre nudos, número de vainas por planta y rendimiento de la semilla. El uso de distancias entre surcos de 40 a 60 cm resultó en un mayor número de entrenudos comparado con la distancia entre surcos a 75 cm, que dieron el menor número de nudos. En cuanto a densidades, las de mayores rendimientos fueron las densidades de 300,000 y 400,000 plantas/hectárea. De igual manera, se han creado nuevas herramientas tales como: paquetes tecnológicos, variedades mejoradas, programas de apoyo directo (Valle *et al.* 2010).

Las densidad poblacional y distanciamiento entre surcos o hileras, son factores condicionantes del cultivo de la soya, ya que afectan directamente su crecimiento, desarrollo y rendimiento. Por ello, entender el efecto o la relación de ambos factores es esencial para obtener un buen rendimiento. Es común que al momento de planear una siembra no se tome en cuenta la distancia y densidad óptima para lograr que las plantas expresen su máxima capacidad. En el presente estudio se tomaron en consideración los

factores de densidad y distanciamiento para determinar el efecto en las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento de la soya de la variedad FHIA 15.

El objetivo del estudio fue:

- Evaluar el efecto de la densidad poblacional y distancia entre surco en el desarrollo y rendimiento de la variedad de soya FHIA 15.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Localización del estudio.**

El estudio se realizó en el lote 10 de Zona II en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Ubicada en el Valle del Yeguaré, km 30 de la carretera de Tegucigalpa a Danli, Municipio de San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. La altitud en la que se desarrolló el experimento fue de 760 msnm, se tuvo una precipitación acumulada durante el estudio 726.6 mm, durante los meses de abril a agosto de 2018, con una temperatura promedio de 22 °C durante el periodo (Figura 1).



Figura 1. Localización espacial del área utilizada para el estudio en el lote 10 de Zona II, Zamorano, Honduras.

### **Inoculación de la semilla de soya.**

Para la inoculación de la semilla se utilizó *Bradyrhizobium japonicum*, el objetivo principal de establecer este vínculo simbiótico entre las bacterias y la planta de soya es promover la formación de nódulos para lograr la fijación de nitrógeno en la planta supliendo el 100% de los requerimientos del cultivo, los encargados de fijar el nitrógeno son los nódulos que se producen en la raíz de la planta de soya. Para inocular la semilla se utilizaron de 6-8 g/kg de semilla que fueron homogenizados para tener una buena respuesta a la inoculación.



### Trasplante.

El trasplante se hizo el día 25 de abril de 2018, se utilizó el número exacto de plantas correspondientes de cada parcela según la densidad. Se utilizó semilla de soya de la variedad FHIA 15, la cual es una variedad que se está evaluando actualmente en el módulo de Granos y Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

### Sistema de riego.

Durante el ciclo del cultivo la demanda hídrica fue abastecida por riego, utilizando cintas de la marca Azud Sprint con un caudal de 450 L/h regando tres veces por semana, una hora por día, con una aplicación de 2.16 m<sup>3</sup>. El riego al final de ciclo fue de 83 m<sup>3</sup> durante 90 días.

### Control de plagas y enfermedades.

Se utilizaron diferentes agroquímicos para el manejo del cultivo, principalmente para el control de plagas y malezas.

Cuadro 1. Agroquímicos utilizados para el mantenimiento de la variedad de soya FHIA15, ubicado en Zamorano, Honduras.

Tabla de aplicaciones				
Agroquímicos	Dosis	Control	Cantidad	Semanas DT <sup>¥</sup>
Flex	400 mL/ha	herbicida	60.0 mL	1
Fusilade BIW®	750 mL/ha	herbicida	112.5 mL	1
Connect 11,25 SC	500 mL/ha	insecticida	75.0 mL	2
Conquest	250 mL/ha	insecticida	50.0 mL	3
Mancozeb 80 WP	1 kg /ha	fungicida	150.0 g	3
Nativo 75 WG	0.2 kg/ha	fungicida	30.0 g	3
Benomyl	1 kg /ha	fungicida	150.0 g	6

<sup>¥</sup>DT: después de trasplante

### Fertilización del cultivo.

La fertilización se hizo individualmente para cada parcela. El plan de fertilización consistió principalmente en nitrógeno, fósforo y potasio. La fertilización del cultivo se hizo solo al momento del trasplante, debido a que las semillas fueron inoculadas con *Bradryhizobium japonicum* y este inoculante tarda 30 días en activarse. Después de activado este brinda los requerimientos necesarios de nitrógeno.

El Cuadro 2 muestra el resultado de análisis de suelo en el lote experimental, en el cual el potasio y fósforo estuvieron altos, pero nitrógeno bajo.

Cuadro 2. Resultados del laboratorio de suelos de Zamorano, Honduras.

pH (H <sub>2</sub> O)	g/100g		mg/kg (extractable)	
	M.O.	N total	P	K
6.09	2.22	0.11	206	543

### **Humedad.**

La humedad se midió para poder ajustar el peso de las vainas, semillas, y peso específico. La humedad al 12% es considerada la humedad óptima para almacenamiento de granos y medir rendimiento de los mismos (Marquez y Pozzolo 2012). La cosecha en la etapa R8 esta se da cuando la semilla está a madurez de cosecha (Toledo 2004). Las vainas se tomaron de las plantas que se encontraban en los extremos de cada parcela y se consideró tomar muestras de la parte alta media y baja de la planta para tener una muestra homogénea y representativa de toda la parcela.

### **Recolección y análisis de datos.**

La recolección y análisis de datos se realizó de manera individual ya que los datos se tomaron de acuerdo al avance que se tenía en el cultivo. La recolección de muestras en dos etapas, las cuales son: análisis de humedad y análisis de rendimiento.

### **Tamaño de las muestras.**

Para tener un dato representativo se tomó el 10% de la población de las plantas de acuerdo a la densidad de cada parcela (Cochran 1977).

### **Diseño experimental y análisis estadístico.**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar DBCA, con un arreglo factorial de 5×6, en el cual se usaron cinco distancias entre surcos y seis densidades de siembra (Cuadro 3). Se tuvo cinco repeticiones o bloques. Los tratamientos fueron aleatorizados dentro de cada bloque conformando las 30 parcelas, por bloque. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS 9.4<sup>®</sup>, con una separación según el método Duncan al  $P \leq 0.05$ .

Cuadro 3. Tratamientos utilizados para evaluar densidad poblacional y distancias de siembra en soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

Distancia entre Surcos cm	Densidad poblacional (plantas/hectárea)
30	200,000
40	240,000
50	280,000
60	320,000
70	360,000
-	400,000

**Diseño de campo.**

El plano de campo muestra la distribución de las parcelas con la combinación de los tratamientos de densidad y distancias de siembra (Figura 2).

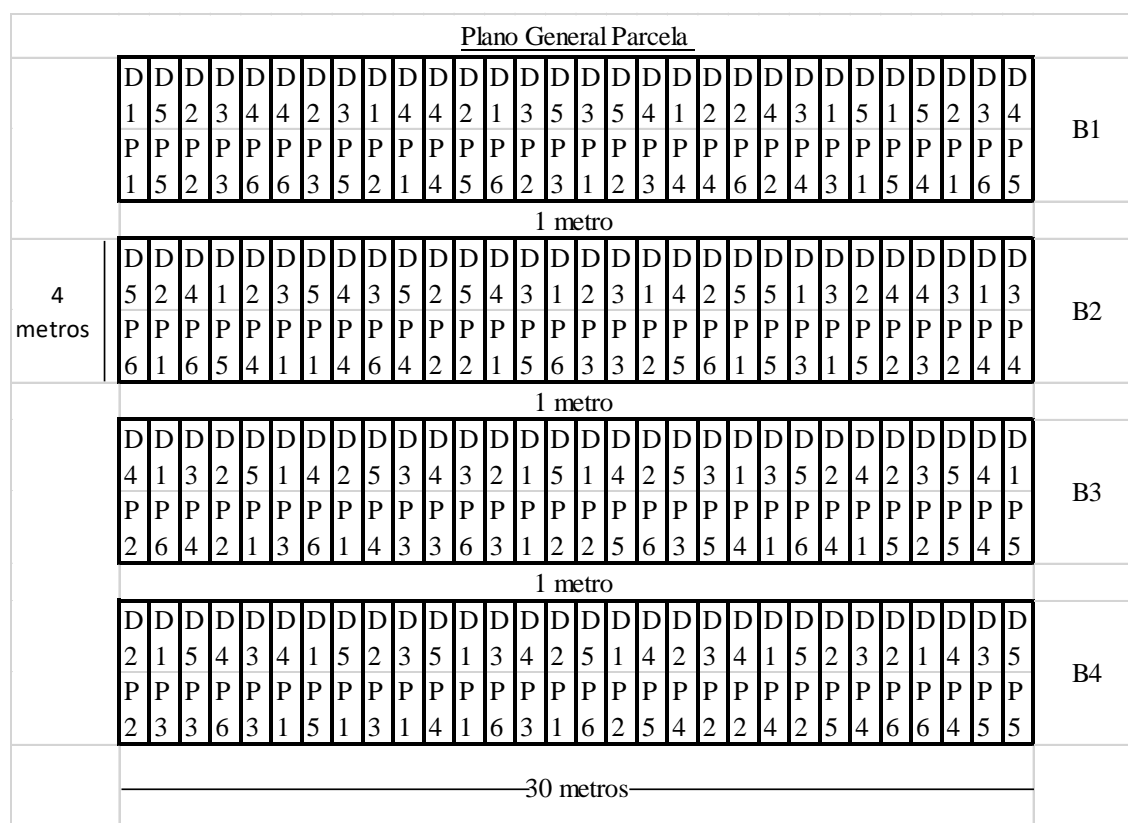


Figura 2. Plano general del ensayo de evaluación de los diferentes arreglos para evaluar las interacciones entre densidades poblacionales y distancia de siembra en soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

## **Variables medidas.**

Para evaluar cada una de las variables se tomó el 10% de la población de cada parcela. Se evaluaron las variables que se describen a continuación:

**Altura de la planta.** Se midió con una cinta métrica desde la base del tallo hasta la última rama de cada planta, luego se procedió a sumar las alturas de las plantas y se dividió entre la muestra que se tomó del 10%.

**Peso de la planta.** Se cortó la planta y se pesó en conjunto con las plantas que correspondían pesar de acuerdo al 10% de cada arreglo que se iba a tomar, seguidamente ese peso se dividió entre el número de plantas que se cortaron.

**Número de ramas.** Las ramas se contaron individualmente, seguidamente se hizo la sumatoria del número de ramas de las plantas que correspondían, se dividió por el número de plantas que se tomó de cada arreglo.

**Número de vainas.** Se registró el número de vainas total por planta para cada planta muestreada de cada parcela y se dividió entre el número de plantas que se tomaron de muestra.

**Peso de vainas.** Se procedió con el arrancado de vainas, luego se pesaron en una balanza analítica y se dividió entre el número de plantas que se tomó como muestra.

**Peso de semilla.** Se desgranaron todas las vainas de las plantas dejando solo el peso de la semilla, el cual se pesó en una balanza analítica, ese peso se dividió entre el número de plantas que se cortó de los arreglos.

**Peso específico.** Al terminar la cosecha y el trillado de las vainas, se procedió a separar 100 semillas de cada tratamiento y repetición, para esta variable no se tomó el promedio, solo se homogenizaron las semillas entre las plantas que se sacaron en el 10% de la muestra.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico muestra que, con excepción de la altura, el número de ramas y el número de vainas no fueron afectadas por la densidad, distancia de siembra o la interacción de ambos factores. La altura de la planta fue afectada por el factor densidad únicamente (Cuadro 4).

La altura de la planta al igual que la biomasa fueron afectadas por la densidad, ya que presenta diferencias estadísticamente significativas en relación a las medias de los arreglos en relación a las diferentes densidades utilizadas como se muestra en el Cuadro 4. Sin embargo, el número de ramas por planta y el número de vainas por planta no se mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 4. Significancia del efecto de los factores densidad y distancia de siembra en las variables de altura de planta, número de ramas, número de vainas por planta y biomasa de soya Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

Factores de interacción	Valores p			
	Altura de la planta	Ramas/planta <sup>ns</sup>	Vainas/planta <sup>ns</sup>	Biomasa
Distancia	0.544ns	0.864	0.910	0.794ns
Densidad	0.013*	0.433	0.687	0.022*
Distancia x densidad	0.405ns	0.158	0.411	0.524ns
CV(%)	10.5	9.9	27	35.4

\*Significativo al  $P \leq 0.05$  <sup>ns</sup> y no significativo. CV%=Coeficiente de variación.

La altura de la planta de soya fue mayor cuando fue sembrada a poblaciones de 320 y 360 mil plantas por hectárea, generando plantas de 119 y 118 cm de altura, respectivamente (Cuadro 5). Sin embargo, plantas de poblaciones con 240 mil plantas por hectárea no fueron estadísticamente diferentes a las poblaciones que generaron plantas más altas y plantas más bajas. En contraste, poblaciones extremas, tanto de la alta densidad (400 mil plantas por hectárea) como también de la baja densidad (200 mil plantas por hectárea) presentaron las menores alturas con un promedio de 108 cm de altura (Cuadro 5). Sin embargo, estas no fueron diferentes a las plantas con densidades de 280 mil plantas por hectárea. Las parcelas con la densidad de 400 mil plantas por hectárea, la cual es la que representa mayor número

de plantas, fue la que presentó los valores más bajos de altura, aun cuando según la literatura nos dice que mayor densidad de plantas, las longitudes del tallo de las plantas aumentan debido a la competencia por luz (Rojas 2005).

Cuadro 5. Efecto de la densidad en la altura de la planta, número de ramas y número de vainas de soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

<b>Densidad plantas/hectárea (miles)</b>	<b>Altura de la planta (cm)</b>	<b>Ramas/planta<sup>ns</sup></b>	<b>Vainas/planta<sup>ns</sup></b>
200	108.7 b	19.2	65.0
240	114.5 ab	18.6	61.3
280	109.9 b	18.8	65.3
320	118.6 a	19.6	65.5
360	117.9 a	19.6	67.0
400	108.5 b	19.2	71.1

Medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

ns=no significativo.

La soya a una densidad mayor si tiene un aumento en la longitud de los tallos, pero a la vez esta es afectada por un fenómeno llamado acame. Durante el monitoreo se vio este fenómeno presente en las parcelas con esta densidad. El acame según el diccionario Sensagent (2018) es el doblez o la inclinación que sufre el tallo de la planta debido a la acción del viento o que ha alcanzado madurez y no se le corta. Según Jiménez (2009) en su investigación sobre el efecto de la densidad poblacional sobre los componentes del rendimiento de soya, sus resultados afirman que a mayor la densidad poblacional el acame aumenta y el rendimiento de las plantas se reduce. Por el mismo factor que las plantas con densidades mayores aumentan la longitud del tallo, incrementando la altura de la planta, se puede exponer que las bajas densidades, debido a que no tiene mucha competencia por luz ya que tienen mayor espacio para desarrollarse, la longitud del tallo es menor en comparación a las altas densidades.

El Cuadro 5 también muestra que el número de ramas o el número vainas por planta no fueron afectadas por la densidad. Para estas variables, se tenía la hipótesis de que podía haber diferencia estadísticamente significativa y que podrían dar una pauta para observar la variabilidad en el resto de variables como el peso de la vaina y las semillas. Se puede inferir que el número de ramas y vainas por plantas no tuvieron diferencia estadística debido a la plasticidad, la cual es la capacidad de compensación vegetativa que tiene la planta, de producir follaje, ramas y frutos cuando las condiciones son adversas (Baigorri 2004). Según Toledo (2009) indica que la soya es una especie con alta plasticidad a la densidad de siembra, de igual manera ante cualquier situación de estrés tiene una alta capacidad de compensación. Esto puede explicar la razón por la cual los arreglos a distintas densidades, no tuvieron diferencia estadística significativa en el número de ramas y vainas.

La significancia estadística del peso de las vainas por planta, rendimiento por planta, rendimiento por hectárea y el peso específico, afectadas por la distancia, la densidad y su interacción se muestran en el Cuadro 6. La densidad tuvo un efecto diferencial significativo de  $P \leq 0.05$ , peso de las vainas por planta, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea. La distancia y la interacción entre distancia y densidad no mostraron ninguna diferencia estadísticamente significativa para estas variables. El peso específico no mostro ninguna diferencia estadística con ninguno de los factores de interacción (Cuadro 6).

Cuadro 6. Significancia del efecto de los factores densidad y distancia de siembra en las variables peso de las vainas por planta, rendimiento por planta, rendimiento por hectárea y peso específico en 100 semillas de soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

Factores de interacción	Valores p			
	Peso de las vainas/planta	Rendimiento/planta	Rendimiento/hectárea	Peso específico 100 semillas <sup>ns</sup>
Distancia	0.539 ns	0.596 ns	0.926 ns	0.833
Densidad	0.018 *	0.025 *	0.0001 *	0.388
Distancia x densidad	0.634 ns	0.937 ns	0.923 ns	0.850
CV(%)	41.2	46	22.6	22.2

\*Significativo al  $P < 0.05$  <sup>ns</sup> y no significativo. CV%=Coeficiente de variación.

El estudio mostró diferencia significativa para las medias de los arreglos para las diferentes densidades, para las variables de biomasa, peso de las vainas por planta y rendimiento por planta, mas no tuvo diferencias para el peso específico. Para la biomasa se observa, que a 240 mil plantas por hectárea resulto en un menor peso por planta, no obstante, este peso no fue estadísticamente diferente a pesos de plantas bajo densidades de 200, 280 y 400 mil plantas por hectárea. Las densidades de 320 y 360 mil plantas por hectárea generaron plantas con pesos mayores que los de 240 mil plantas por hectárea, sin embargo, estos pesos de biomasa no fueron estadísticamente diferentes a los obtenidos con poblaciones de 200, 280, y 400 mil plantas por hectárea. Esto puede ser una indicación de la habilidad de las plantas de soya por compensar el peso de la planta bajo un amplio rango de poblaciones debido a la plasticidad (Toledo 2009) (Cuadro 7). El peso de las vainas por planta, siguieron un patrón de respuesta al efecto de la densidad muy similar a la respuesta del peso por planta. El peso de las vainas fue en términos absolutos, menor a 240 mil plantas por hectárea, sin embargo, este peso no fue estadísticamente diferente al peso de las vainas obtenidas de poblaciones de 200 y 280 mil plantas por hectárea (Cuadro 7). La diferencia que existe entre la biomasa se pudo haber dado por varios factores dentro de los cuales podemos encontrar como principales causantes de los mismos, la plasticidad, el acame y la perdida de las hojas que es una característica natural de la soya, que se da cuando la planta ya está en madurez de cosecha. Durante todo el ciclo del cultivo se vio como las plantas iban cubriendo todos los espacios del suelo gracias a la plasticidad, y se observó que aun las densidades bajas tenían cubierta su área y presentaban mayor follaje que las densidades

altas. A la vez estas mantenían menor altura que las de densidades altas a excepción de 400 mil plantas por hectáreas que es la que tenía la más alta densidad que fue afectada por el acame reduciendo así su desarrollo (Jimenez 2009).

La plasticidad afecta el peso de la planta debido a que la misma se enfoca la producción de biomasa principalmente hojas, y estas cuando la planta está lista para la cosecha botan las mismas. Cuando se da la maduración las hojas comienzan a amarillarse y se van desprendiendo de la planta quedando únicamente las vainas (Infoagro 2013). Al final del ciclo las hojas no influyen en el peso, dando así ventaja las altas densidades que no les afecta el acamado que producen menor biomasa y concentran mayor peso en el tallo y vainas como lo fue en las densidades con 320 mil y 360 mil plantas por hectárea, las cuales obtuvieron los pesos más altos. Unos de los factores que nos ayudan a explicar la diferenciación estadística en el peso de las vainas por planta, fue la variabilidad de vainas que se observaron a la hora de muestro. Si bien, el número de vainas por planta no fue significativo, se observó claramente en campo la variación de las vainas, ya que los tamaños de estas diferían entre sí, al igual el número de semillas. Algunas vainas eran más largas que otras, por lo que pudo afectar directamente el peso.

Cuadro 7. Efecto de la densidad en la biomasa y peso de las vainas por planta de soya Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

<b>Densidad plantas/hectárea (miles)</b>	<b>Biomasa (g)</b>	<b>Peso de las vainas/planta (g)</b>
200	60.7 ab	29.0 abc
240	52.0 b	22.8 c
280	64.5 ab	26.3 bc
320	72.6 a	34.0 ab
360	75.5 a	35.2 a
400	63.8 ab	31.3 ab

Medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

Mientras que el peso específico de la semilla no fue afectado por la densidad, el rendimiento por planta fue mayor a densidades de 320 y 360 mil plantas por hectárea, con rendimientos de 22 y 23 gramos de semilla por planta. No obstante, estos rendimientos no fueron estadísticamente diferentes a los rendimientos logrados por plantas bajo 200 y 400 mil plantas por hectárea (densidades extremas), densidades estas que generaron plantas con rendimientos de 19 g y 20 g por planta, respectivamente (Cuadro 7). Podemos observar que las densidades de, 320 mil y 360 mil plantas por hectárea, tuvieron los valores más altos en peso de semillas. Se sigue marcando una tendencia que nos dice que las plantas que son afectadas por estas densidades tienden a presentar los mejores resultados. Para el rendimiento por hectárea se, observa la diferencia entre rendimientos según aumentan las densidades. Aunque los valores por planta algunos no tienen diferencias, debido a diferencias de poblaciones se pueden observar, grandes diferencias en el rendimiento por hectáreas, ya que si observamos los valores extremos 400 mil plantas por hectáreas tiene el



doble de plantas que 200 mil plantas por hectárea y esto influyo mucho en los pesos finales por hectárea.

Cuadro 8. Efecto de la densidad en el rendimiento por planta y peso específico de soya. Variedad FHIA 15. Zamorano, Honduras.

<b>Densidad plantas/hectárea (miles)</b>	<b>Rendimiento/planta (g)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Peso específico 100 semillas<sup>ns</sup> (g)</b>
200	18.93 ab	3019.7 d	15.01
240	15.02 b	3519.5 cd	14.67
280	15.78 b	4175.6 c	12.91
320	22.00 a	5146.8 b	16.08
360	23.27 a	5989.9 a	16.64
400	20.02 ab	6323.7 a	15.80

Medias con distinta letra en una columna son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

ns=no significativo.

Las parcelas con las densidades de 320 mil y 360 mil plantas por hectárea mostraron ser superiores estadísticamente en cuanto a rendimiento de semillas en comparación con las de 240 mil y 280 mil plantas por hectárea. 200 mil y 400 mil plantas por hectáreas siendo estos los valores extremos no presentaron ninguna diferencia estadística entre sí y en comparación al resto de las densidades. En el rendimiento por hectárea vemos una diferencia bien marcada que nos da la pauta que las densidades mayores tienen los mejores resultados, y podemos inferir que a 360 mil y 400 mil plantas por hectárea se dan los rendimientos en comparación a las demás densidades, sin embargo, estas no presentan diferencia estadística entre sí. Aunque la densidad de 400 mil plantas por hectárea presentó altos rendimientos, no es recomendado el uso ya que, todos los arreglos que contenían estas densidades tenían indicios de acame, lo cual afectaría desarrollo y crecimiento de la planta, afectando principalmente las labores de cosecha. Los rendimientos con 200 mil plantas por hectárea fueron los más bajos, sin embargo, estos no fueron diferentes a los de 240 mil plantas por hectárea. Se puede inferir que los rendimientos vana en aumento debido a la gran diferencia que existe entre la cantidad de plantas de las diferentes densidades utilizadas en el estudio, ya que, del valor extremo inferior, al valor extremo superior la cantidad de plantas se ve duplicada.

#### **4. CONCLUSIONES**

- La densidad poblacional fue el único factor que afectó significativamente la altura de la planta, biomasa, el peso de la vaina y el rendimiento.
- Las densidades de 360,000 y 400,000 plantas/ha, fueron las que presentaron mayor rendimiento/ha, sin embargo, la densidad de 400,000 plantas/ ha presentó acame.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar el estudio en la época seca (noviembre a abril) del año para analizar si las condiciones climáticas influyen en el rendimiento del cultivo.
- Utilizar la densidad de 360,000 plantas/hectárea, ya que los mejores resultados en cuanto a rendimiento se obtuvieron con la misma. La distancia a utilizar es indiferente ya que no mostro una diferencia significativa en el estudio.
- Realizar el estudio que incluya como variables como el número de semillas por vainas, tamaño de vaina, ya que se observa gran variabilidad en las mismas.

## 6. LITERATURA CITADA

- Baigorri H. 2004. Criterios para la elección y el manejo de cultivares de soja. Argentina: INTA; [consultado el 16 de sep. de 2018]. [http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Eleccion\\_cultivares.pdf](http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Eleccion_cultivares.pdf)
- Caivano JP. 2011. Efectos de la distancia entre hileras, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de soja [Tesis]. Universidad Católica Argentina-Argentina. 27 p. [consultado el 21 de sep. de 2018]. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efectos-distancia-entre-hileras-rendimiento.pdf>.
- Cochran WG. 1977. Sampling techniques. 3. ed. New York <etc.>: Wiley. XVI, 428 (Wiley publications in statistics New York <etc.>); [consultado el 24 de sep. de 2018]. ISBN: 0-471-16240-X. eng.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2009. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Italia; [consultado el 24 de sep. de 2018]. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2016. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Italia; [consultado el 24 de sep. de 2018]. ISBN 978-92-5-309374-8
- Infoagro. 2013. El cultivo de la soja. España: Infoagro Systems S.L.; [consultado el 22 de sep. de 2018]. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja2.htm>
- Jeffries B. 2014. El crecimiento de la Soya: impactos y soluciones. Reporte WWF Internacional. Gland, Suiza. Organización Mundial de la Conservación. ISBN: 978-2-940443-79-6
- Jiménez A. 2009. Efecto de la densidad de población sobre los componentes del rendimiento de soja (*Glycine max* L.Merr). México: Universidad Autónoma de Aguascalientes; [consultado el 22 de sep. de 2018]. <https://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista15/Articulo%202.pdf>
- Marquez L, Pozzolo O. 2012. El almacenamiento y conservación de los granos. [internet]. Argentina: INTA; [consultado el 24 de sep. de 2018]. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-almacenam.pdf>

- Rojas CP. 2005. Efecto de la densidad de plantación y la frecuencia de corte en el rendimiento y valor de *Morus multicaulis*, de un año de establecimiento. Chile: Universidad de Chile; [consultado el 1 de oct. de 2018].
- Salvagiotti F, Rotundo JL, DiMauro G, Condorí A, Gallo S, Pozzi R, Boxler M. 2016. Rendimientos potenciales y brechas de rendimiento de soja en la campaña 2014-15. Argentina: INTA: [consultado el 17 de sep. de 2018] <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-14.rendimientos-potenciales-y-brechas-de-rendimiento.pdf>
- Sensagent. 2018. Definición de Acame. France; [consultado el 24 de sep. de 2018] <http://diccionario.sensagent.com/acame/es-es/>.
- Toledo R. 2004. Fases de desarrollo del cultivo de soja. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; [consultado el 18 de sep. de 2018]. [http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/feno\\_soja.pdf](http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/feno_soja.pdf)
- Toledo R. 2009. Cultivo de soja. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; [consultado el 18 de sep. de 2018]. <https://www.buscagro.com/biblioteca/Ruben-Toledo/El-cultivo-de-soja.pdf>
- Valle O, Esqueda V, Zetina R, Luciano G. 2010. Densidad y distancia de siembra en dos variedades de soya de temporal en Veracruz, México. Costa Rica: Agronomía Mesoamericana.; [consultado el 30 de sep. de 2018] <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/4912>