

Revista de la
**FACULTAD de
CIENCIAS**

Revista de la Facultad de Ciencias
ISSN: 2357-5549
revistafc_med@unal.edu.co
Universidad Nacional de Colombia
Colombia

CALERO, ALEXANDER; CASTILLO, YOANDER;
QUINTERO, ELIENI; PÉREZ, YANERY; OLIVERA, DILIER
EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
RENDIMIENTO AGRÍCOLA DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.)
Revista de la Facultad de Ciencias, vol. 7, núm. 1, 2018, Enero-Junio 2019, pp. 88-100
Universidad Nacional de Colombia
Colombia

- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



EFFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* *L.*)^a

EFFECT OF FOUR PLANTING DENSITY IN THE AGRICULTURAL YIELDS ON COMMON BEANS (*Phaseolus vulgaris L.*)

ALEXANDER CALERO^b, YOANDER CASTILLO^c, ELIENI QUINTERO^d, YANERY PÉREZ^e, DILIER
OLIVERA^f

Recibido 00-00-2017, aceptado 00-00-2017, versión final 00-00-2017.
Artículo Investigación

RESUMEN: La densidad de siembra consiste en mejorar la distribución de las semillas en el espacio, para incrementar los rendimientos. La mayoría de los productores de frijol utilizan densidades inadecuadas y por debajo de las recomendadas. Para comprobar esto, se ejecutó un experimento en la Empresa Agroindustrial de Granos de Sancti Spíritus “Valle Caonao”, de noviembre de 2016 a febrero de 2017, sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado. La siembra del cultivar “Buenaventura”, se realizó de forma mecanizada, para ajustar las cuatro densidades de siembra siguientes: 160000, 180000, 200000 y 220000 plantas ha⁻¹. Los indicadores morfofisiológicos determinados fueron: el promedio de hojas, altura promedio de las plantas, masa fresca (g plantas⁻¹), promedio de vainas por plantas, promedio de granos por vainas, masa de 100 granos (g 100 semillas⁻¹) y rendimiento (t ha⁻¹). Los resultados indicaron el efecto positivo de las densidades de siembra sobre los indicadores morfofisiológicos y de rendimiento del grano de frijol. Los mejores resultados fueron logrados por la densidad de 200000 plantas por hectáreas e incrementó la productividad en 1.97, 0.38 y 1.29 t ha⁻¹, con respecto a las demás densidades evaluadas y superó la producción media nacional en 1.89 t ha⁻¹.

PALABRAS CLAVE: Cultivar; densidades poblacionales; época de siembra; producción de frijol.

ABSTRACT: The sowing density consist in achieve the seed distribution in the space, for to increase the yields. Most bean producers use inadequate densities and below the recommended. For prove this, was developed performed in the Agro-industrial Grain Enterprise of Sancti Spiritus “Valle Caonao”, from November 2016 to February 2017, on a Red

^aCalero, A.; Castillo, Y.; Quintero, E.; Pérez, Y. & Olivera, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). *Rev. Fac. Cienc.*, 7(1), 88–100. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.67773>

^bDoctorante Universidad Estatal Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil. alexcalero34@gmail.com

^cEmpresa Agroindustrial de Granos de Sancti Spíritus “Valle Caonao”. Yaguajay, Sancti Spiritus, Cuba.

^dEmpresa Agropecuaria Agroindustrial “Melanio Hernández”. Taguasco, Sancti Spiritus, Cuba.

^eCentro Universitario Municipal de Taguasco, Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”. Taguasco, Sancti Spiritus, Cuba.

^fDoctorante Universidad Estatal Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil.

lixiviante Ferralitic soil. The sowing of cultivar “Buenaventura” was carried out of machine forms for to regulate the four sowing densities following: 160000, 180000, 200000 and 220000 plants ha⁻¹. The morph-physiologic indicators determinated were: average number of leaf per planta, average high, dry matter (g plantas⁻¹), average legumes, average grain per legume, mass of 100 seeds (g 100 seeds⁻¹) and yield (ton/ha). The results showed the increases of sowing densities on morph-physiologies indicators and yields of the bean grains. The best results were achieving by the density of 200000 plants per hectare and overcome the national media production in ton/ha.

KEYWORDS: Bean production; cultivar; planting densities; sowing season.

1. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es una de las legumbres comestibles de mayor consumo a nivel mundial, que proporciona una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta de las poblaciones en América, sobre todo en los países en vías de desarrollo (Ulloa *et al.*, 2011).

El frijol es, entre las leguminosas de grano alimenticias, la especie más importante para el consumo humano. Su producción abarca áreas diversas, pudiéndose decir con propiedad que prácticamente se cultiva en todo el mundo. América Latina es, en particular la zona de mayor producción y consumo, estimándose que más del 45% de la producción mundial total, proviene de esta zona. La cooperación internacional, informal u organizada, ha sido importante en el desarrollo de variedades en America Latina. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ha realizado unos de los mayores esfuerzos, en el mejoramiento genético del frijol a través del programa CIAT (Voyssest, 2000).

En Cuba, el rendimiento de este cultivo es de 900 y 1100 kg ha⁻¹ para el sector agrícola estatal y no estatal, respectivamente y una producción total de 68.1 miles de toneladas, lo cual no satisface la demanda de este importante grano (ONEI, 2013).

La principal importancia de esta leguminosa está dada por el valor alimenticio, tanto para el hombre como para los animales. Además, sirve como abono o mejorador de las condiciones del suelo. Como forraje verde es un excelente cultivo muy apetecido por el ganado, siendo preferible cultivarlo asociado a otras plantas como la soya y el sorgo; pues se obtiene un mayor rendimiento y un forraje más equilibrado en nutrientes, pudiendo utilizarse la paja seca y ensilada con otros forrajes para esos fines (Blaco *et al.*, 2016).

En frijol, las densidades de siembra y la distribución de las plantas en el terreno, dependen de las características de desarrollo de la variedad (altura y ramificación de la planta) y con los factores ambientales (suelo, precipitación y temperatura, etc.), lo que hace que una densidad y distribución de plantas óptima para una variedad, no sea la mejor para otra, sobre todo si estas difieren en su hábito de crecimiento y precocidad (Padilla *et al.*, 2003).

En la medida en que se reduce la distancia entre surcos y se mantiene la distancia entre plantas se incrementa la densidad de población y es posible incrementar la cobertura vegetal aérea del cultivo y, consecuentemente, se reducen las pérdidas directas de agua por evaporación al cubrir más rápidamente el suelo. Lo anterior es posible al incorporar al sistema de producción métodos de siembra con altas densidades de plantas y genotipos compactos de maduración temprana (Alves *et al.*, 2008).

La densidad de siembra, depende de varios factores. Entre los más importantes están los siguientes: fertilidad del suelo, humedad disponible, porcentaje de germinación y características agronómicas de la variedad. En zonas donde los suelos son fértiles y la lluvia es abundante, deberá sembrarse una mayor cantidad de semilla que en los suelos medianamente pobres y con lluvias escasas y erráticas. Las variedades mejoradas soportan mayor densidad de población en comparación con las variedades criollas. Además, el grano debe quedar a una profundidad de cinco centímetros para que tenga la suficiente humedad para germinar (Esqueda *et al.*, 2016; Faure *et al.*, 2013).

La distancia entre plantas es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz. La cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas. Las bajas densidades afectan significativamente la captura de luz y, en consecuencia, el crecimiento del cultivo (Olivera *et al.*, 2016; Blaco *et al.*, 2016).

La distancia de siembra o densidad de siembra depende de la variedad a sembrar, el tipo de suelo, las condiciones agroclimáticas de la zona como luminosidad, pluviosidad, vientos y la pendiente del terreno. Para establecer la distancia a la cual se debe sembrar es necesario conocer la pendiente del terreno. En general, se recomienda sembrar las plantas en terrenos planos, con distancias de 1 m entre surcos; para terrenos con pendientes elevadas, la distancia entre surcos es entre 1.10 y 1.50 m. Con cualquiera de las distancias de siembra mencionadas, se debe tratar de tener una densidad de población entre 40000 y 50000 plantas ha^{-1} (Ríos & Quiros, 2002).

La producción nacional, alcanza solo el tres por ciento de las necesidades del consumo, según estadísticas de venta al estado, por lo que es necesario, importar alrededor de 110000 t por año (85 % del consumo nacional). Basados en estos principios, actualmente en las principales regiones productoras de frijol en Cuba, las distancias de siembras, cada vez más juntas en un surco convencional (0.45 a 0.50 m) y otras distancias inadecuadas, que promueven bajos rendimientos del grano, porque causan una mayor competencia de las plantas por los nutrientes, la humedad y la luz. Por las premisas anteriores analizadas el objetivo del presente estudio fue comparar cuatro densidades de siembra el rendimiento del cultivo del frijol común.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del experimento

El experimento se desarrolló en la finca “Los Rellez” (22°13'49.134"N; 79°15'29.841"E) perteneciente a la Empresa Agroindustrial de Granos de Sancti Spíritus “Valle Caonao”, Municipio de Yaguajay, Sancti Spiritus, Cuba, de noviembre de 2016 a febrero de 2017, correspondiente al periodo de siembra óptima del cultivo. La siembra de las semillas se realizó con una máquina Gaspardo Neumática modelo (ST250) de alta precisión, que proporcionó las densidades a empleadas. Las labores agrotécnicas realizadas como: la fertilización, el riego, control fitosanitario, entre otras, se desarrollaron según los diseños tecnológicos propiciados para el cultivo (Linares *et al.*, 2000).

2.2. Características del cultivar

El cultivar empleado fue la Buenaventura, obtenida de la Empresa de semilla de Sancti Spíritus con un 97% de germinación, presenta granos de color rojo, un potencial de rendimiento de 2.7 t ha⁻¹, hábito de crecimiento tipo II y un ciclo de cosecha corto de 77 a 82 días. Por sus características, es una variedad preferente por productores y consumidores.

2.3. Características del suelo

El tipo de suelo donde se ubicó el experimento, fue clasificado como Ferralítico Rojo Lixiviado, sobre esquistos, por Hernández *et al.* (2015), Nitisol Ródico Éutrico WRB (2014). Estos suelos, son muy evolucionados, de perfil ABtC, profundos con horizonte Bt argílico de color rojo a rojo amarillento que se caracteriza por tener propiedades nítricas, con predominio de arcillas del tipo 1:1 y óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio. La pendiente promedio de todas las parcelas evaluadas no superó el 3%, considerada como poco ondulada. Esto es una característica importante que se consideró en el diseño, pues en función de la pendiente podría ser mayor o menor el grado de absorción de agua en los diferentes tratamientos.

2.4. Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, las parcelas fueron de 15 metros cuadrados y el área total del experimento de 0.45 ha. Se utilizaron cuatro densidades de siembra 160000 (0.50×0.12 m) (Control), 180000 (0.45×0.12 m), 200000 (0.70×0.07 m) y 220000 (0.45×0.10 m) plantas ha⁻¹.

2.5. Variables observadas

Las observaciones de las variables evaluadas correspondieron a los criterios establecidos, por los descriptores recomendados, en las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo (Fernández *et al.*, 1986). Los muestreos se realizaron en las plantas correspondientes a un metro cuadrado y los indicadores

morfofisiológicos determinados fueron: el promedio de hojas de por plantas, altura promedio de las plantas, masa fresca (g plantas^{-1}), promedio de vainas por plantas, promedio de granos por vainas, masa de 100 granos ($\text{g 100 semillas}^{-1}$) y rendimiento (t ha^{-1}).

2.6. Análisis estadísticos

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de estadística descriptiva de variables continuas, para distribución normal, al test de Kolmogorov-Smirnov (Allen, 1976) y sometidos a un análisis de regresión por polinomios, la significancia de la variancia se determinó por la prueba F y las medias fueron comparadas a través de la prueba de Rangos Múltiples de Tukey con un 5 % de probabilidad, los datos fueron procesados en el paquete estadístico AgroEstat versión 1.1.0.712 (Barbosa & Maldonado, 2014) para el Microsoft Windows.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observa cómo las densidades de siembras, estimularon la producción de hojas promedios en las plantas, en las dos etapas de crecimiento y desarrollo evaluadas vegetativa (V4) y floración (R6), en ambas fases los mayores valores obtenidos fueron en las distancias de 180000 y 200000 plantas ha^{-1} , con diferencias significativas con las densidades de 160000 y 220000 plantas ha^{-1} . El incremento como promedio fue de 12 hojas por plantas, lo que significó un aumento de este indicador superior 61.63 % en ambas fases.

Estos resultados fueron similares a los obtenido por Morales *et al.* (2016), quienes expresaron que cuando se incrementa el número de hojas por plantas, la respuesta de la planta es superior, porque una mayor cantidad de hojas debe representar una superficie foliar superior y, por tanto, una posible capacidad fotosintética más alta, lo que se traduce en más materia seca acumulada y un incremento del rendimiento en granos.

Resultados similares fueron logrados por Ricaurte *et al.* (2016), quienes evaluaron diferentes distancias de siembras y plantearon que, cuando existe un balance entre la distancia entre hileras y plantas no se afecta el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol, modificando el ambiente y no se centra la competencia por agua y nutrientes.

En cuanto, a la altura de las plantas, hubo efecto significativo, en las densidades de siembras evaluadas (Figura 2), en las dos fases de desarrollo del cultivo V4 y R6, los mayores valores promedio de altura de las plantas fueron alcanzados por la densidad de 200000 y 220000 plantas ha^{-1} , en ambas evaluaciones. Los incrementos respecto a la menor densidad, fueron de 14.80 y 7.60 cm, lo que significó un incremento del 93.31 y 84.37 % respectivamente.

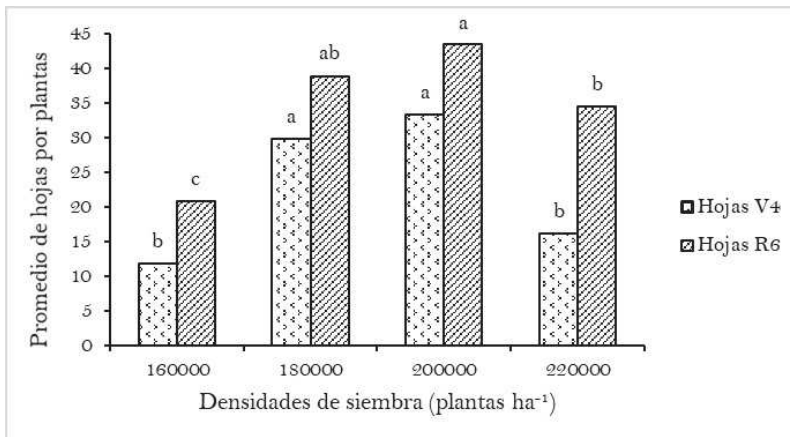


Figura 1: Comportamiento de las densidades de siembras en el promedio de hojas por plantas en las dos fases evaluadas, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). Altura V4 (CV=9.62%; ES (\pm)=1.26). Altura R6 (CV=5.84%; ES (\pm)=1.16). Fuente: Elaboración propia.

Esta respuesta contradice lo expresado por Santacruz & Salas (2008) quienes determinaron que la competencia establecidas entre las plantas puede tener efecto en la altura alcanzada por el cultivo, así como en otras variables, existiendo una relación inversa entre la densidad y estas variables anteriores.

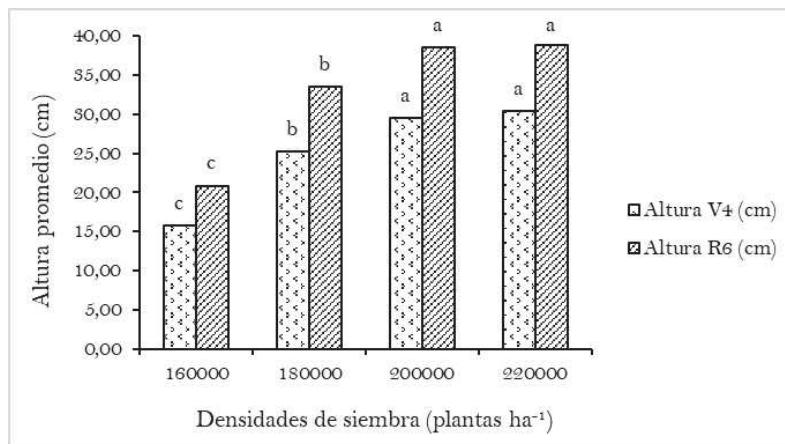


Figura 2: Comportamiento de las densidades de siembras en la altura promedio de las plantas en las dos fases evaluadas, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). Altura V4 (CV=7.15%; ES (\pm)=0.91). Altura R6 (CV=3.14%; ES (\pm)=0.53). Fuente: Elaboración propia.

Las densidades de siembra, influenciaron la producción materia seca de la parte área, se verificó un efecto cuadrático en ambas etapas de crecimiento, de acuerdo con los modelos de regresión por polinomios propuestos en la Figura 3, donde muestra que hubo diferencias significativas entre las densidades de siembra y los mayores incrementos de masa seca (g plantas^{-1}) se obtuvieron para densidades de 191105 (V4) y 188494 plantas ha^{-1} para R6. Los incrementos respecto a la densidad de 160000 plantas ha^{-1} , fueron de

16.14 y 14.15 cm respectivamente.

Esto coincide con lo reportado por Garduño *et al.* (2009) quienes señalaron que, en el frijol sembrado asociado o densidades altas, la producción de biomasa y rendimiento de grano se ve afectada por la competencia ejercida por las otras plantas o especies.

Respuestas similares fueron observadas por Rodríguez *et al.* (2017), quienes compararon cinco distancias de siembra en este cultivo y obtuvieron un incremento significativo de la masa seca de las plantas de frijol, con el aumento de las distancias de siembras.

Por su parte, Alves *et al.* (2008) encontraron que al reducir la distancia entre surcos e incrementando la densidad de siembra, las variedades con menor cobertura son menos afectadas en su rendimiento que las de crecimiento más agresivo, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo.

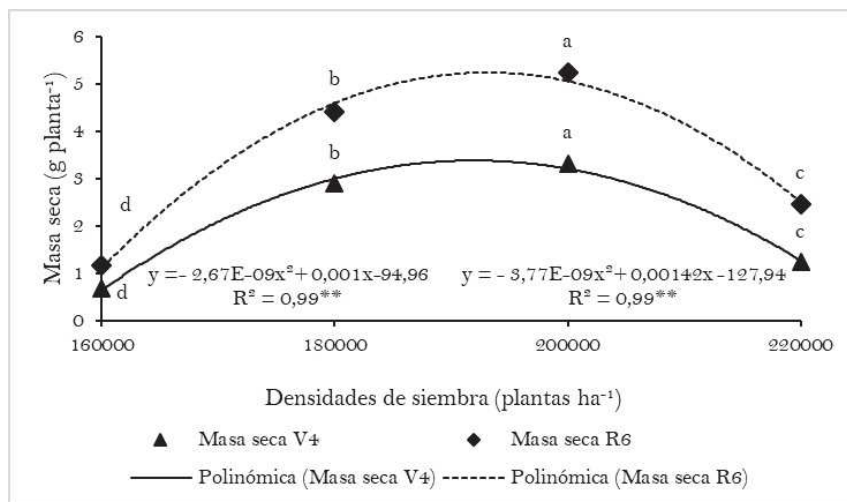


Figura 3: Comportamiento de las densidades de siembras en la masa seca de las plantas en las dos fases evaluadas, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). Masa seca V4 (CV=4.89%; ES (\pm)=0.06). Masa seca R6 (CV=5.53%; ES (\pm)=0.11). **significativo al 99% de confiabilidad, de acuerdo con el modelo de regresión propuesto. Fuente: Elaboración propia.

La producción de legumbres promedios por plantas (Figura 4), hubo diferencias significativas en las densidades de siembras evaluadas. Se verificó el modelo cuadrático y mostraron un efecto alto y positivo para este indicador. El punto máximo de este indicador se logró a la densidad de 191667 plantas ha⁻¹. La densidad de 200000 plantas ha⁻¹, mostró diferencias significativas con las demás densidades de 160000, 180000 y 220000 plantas ha⁻¹. Los incrementos respecto a estas densidades fueron de 4.07, 6.20 y 1.67 cm, lo que significó un incremento del 28.78, 86.19 y 72.84 % respectivamente.

Esta respuesta fue similar a lo reportado por Osuna *et al.* (2013) quienes con el incremento de la densidad de plantas en el intervalo de 90 a 260 mil plantas·ha⁻¹, afectó significativamente algunos componentes del rendimiento y observó mayor reducción del número de vainas por planta en los tratamientos de tres y seis hileras, respecto al tratamiento control (una hilera).

También se corroboran los resultados obtenidos por Zaldiva *et al.* (2017) quienes obtuvieron que las variedades de frijol común que más legumbres produjeron, fueron las que mayor rendimiento lograron.

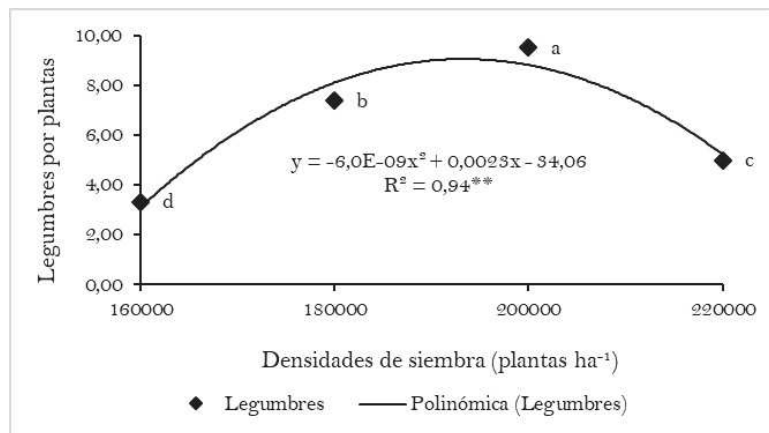


Figura 4: Comportamiento de las densidades de siembras en el promedio de granos por vainas, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). CV=4.75%; ES (\pm)=0.52. **significativo al 99 % de confiabilidad, de acuerdo con el modelo de regresión propuesto. Fuente: Elaboración propia.

Se verificó el efecto significativo de las densidades de siembra en la producción de granos por legumbres (Figura 5), los resultados alcanzados mostraron un efecto fuerte y positivo, ajustándose a un modelo cuadrático, la mayor media de este indicador se logró a la densidad de 193674 plantas ha⁻¹. Los incrementos respecto a la densidad de 160000 plantas ha⁻¹, fue de 9.69 granos por legumbres; para un aumento promedio del 15.00%.

Los resultados corroboran lo obtenido por Zaldiva *et al.* (2017) quienes lograron que las variedades que mayores promedios de granos por legumbres alcanzaron, fueron las que alcanzaron mayores rendimientos.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2017) quienes evaluaron cinco distancias de siembra y obtuvieron que el rendimiento promedio de los granos por legumbres se incrementó con el aumento de las distancias de siembras.

Se verificó el efecto significativo ($p \leq 0.05$) para el indicador, masa promedio de 100 semillas de frijol, los resultados mostraron un efecto cuadrático y manifestaron un resultado fuerte y positivo, la densidad de 200000 plantas ha⁻¹ presentó el mayor valor (29.67 g 100 semillas⁻¹), difiriendo de las demás densidades

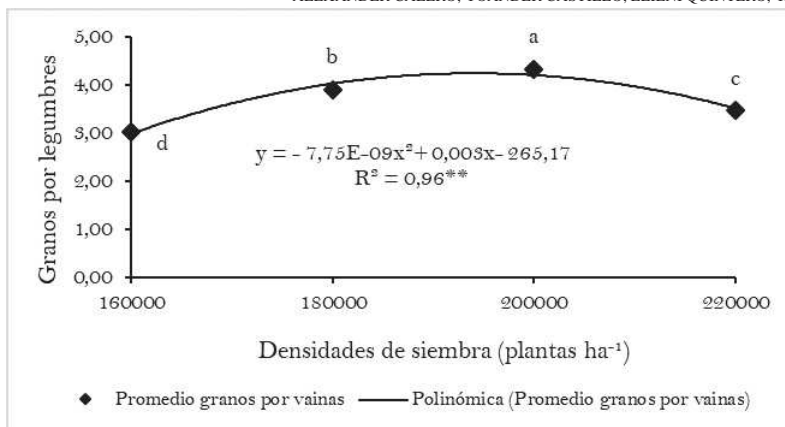


Figura 5: Comportamiento de las densidades de siembras en el promedio de granos por vainas, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). CV=2.89%; ES (\pm)=0.06. **significativo al 99% de confiabilidad, de acuerdo con el modelo de regresión propuesto. Fuente: Elaboración propia.

160000, 180000 y 220000 plantas ha^{-1} . La mayor masa de 100 semillas, fue alcanzada, a la densidad de 194819 plantas ha^{-1} . Los incrementos respecto a la menor densidad fueron de 34.40, 50.31 y 20.68 g 100 semillas⁻¹, respectivamente, para un aumento promedio de este indicador en 34.40, 50.31 y 20.68 %.

Esta respuesta fue similar a lo reportado por Osuna *et al.* (2013) quienes con el incremento de la densidad de plantas en el intervalo de 90 a 260 mil plantas ha^{-1} afectó significativamente algunos componentes del rendimiento. Se observó una mayor reducción de la masa de 100 semillas en los tratamientos de tres y seis hileras, respecto al tratamiento control (una hilera).

Estos resultados coinciden con lo alcanzado por Quevedo *et al.* (2015) quienes obtuvieron resultados que demuestran que el contenido de clorofila, altura de mazorca, número de hileras, peso de 1000 granos y rendimiento no se ven afectados a nivel significativo ($p \leq 0.05$) por las altas densidades poblacionales.

Hubo efecto significativo entre las distancias de siembras sobre el rendimiento del grano de frijol (Figura 6), los efectos se ajustaron a un modelo cuadrático y mostraron un efecto fuerte y positivo. El punto máximo de producción se logró, a la densidad de 193342 plantas ha^{-1} . Los incrementos con respecto a la menor densidad evaluada fueron 1.59, 1.97 y 0.68 t ha^{-1} , respectivamente.

Estos resultados coincidieron con lo reportado por Kultur *et al.* (2001), Nerson (2002) y Resenda & Costa (2003), quienes describieron un incremento en la biomasa de los frutos como resultado del incremento en la separación entre plantas; estos autores relacionaron este comportamiento, con una disminución en la competencia entre plantas, lo cual, produjo plantas vigorosas que por ende produjeron frutos de mayor tamaño y biomasa.

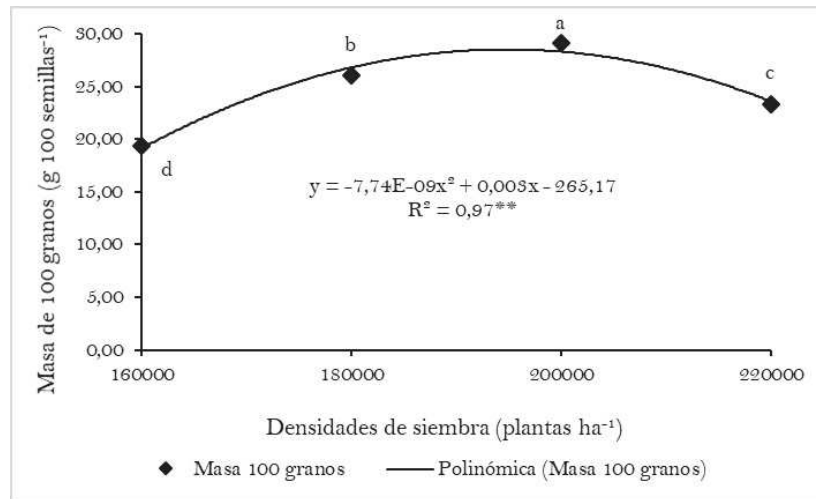


Figura 6: Comportamiento de las densidades de siembras utilizadas en el promedio de la masa de 100 granos, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). CV=2.91%; ES (\pm)=0,41. **significativo al 99% de confiabilidad, de acuerdo con el modelo de regresión propuesto. Fuente: Elaboración propia.

Esta respuesta fue similar a lo reportado por Alves *et al.* (2008), quienes sugirieron que el acrecentado rendimiento que se observa en altas densidades de plantas se debe al mayor desarrollo del área foliar, conservación de humedad y mayor número de plantas·m⁻², lo cual repercute en un incremento del rendimiento de grano.

Por su parte, Osuna *et al.* (2012) comprobaron que, a una menor distancia entre hileras e incremento en la densidad de planta, se logra cubrir el suelo y capturar más energía desde etapas tempranas del cultivo, lo cual es reflejado en el aumento del rendimiento.

También Osuna *et al.* (2013) obtuvieron al comparar diferentes variedades y densidades de siembra sobre el rendimiento de grano, un efecto positivo y se debió a los mayores índices de cobertura y área foliar, lo que favoreció que en los tratamientos con altas densidades de planta se conserve mejor la humedad del suelo, haya un menor crecimiento de malezas y se intercepte mayor energía solar.

Estos resultados corroboran lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2017) quienes evaluaron cinco distancias de siembra y obtuvieron que el rendimiento (t ha⁻¹) del grano de frijol se incrementó significativamente ($p < 0.05$) con el aumento de las distancias de siembras.

4. CONCLUSIONES

Los resultados indicaron el efecto positivo de las densidades de siembra sobre los indicadores morfofisiológicos y de rendimiento del grano de frijol. Los mejores resultados fueron logrados por la densidad de

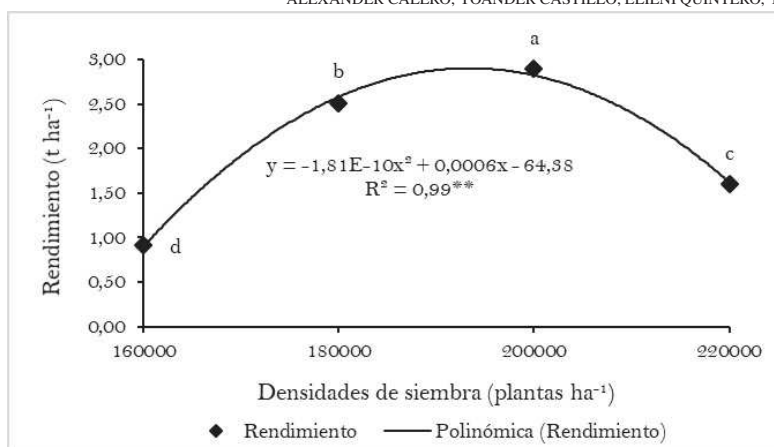


Figura 7: Comportamiento de las densidades de siembras utilizadas en el rendimiento, variedad Buenaventura. Letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$). CV=3.87%; ES (\pm)=0.04. **significativo al 99% de confiabilidad, de acuerdo con el modelo de regresión propuesto. Fuente: Elaboración propia.

200000 plantas por hectáreas, la cual incrementó la productividad en 1.97, 0.38 y 1.29 t ha⁻¹, con respecto a las demás densidades evaluadas y superó la producción media nacional en 1.89 t ha⁻¹.

Referencias

- Allen, M. E. Kolmogorov-Smirnov test for discrete distributions [en línea] Doctoral dissertation, Master Thesis, Naval Postgraduate School, marzo de 1976, Monterey, California, 93 p., [Consultado: 18 de noviembre de 2017], Disponible en: <http://calhoun.nps.edu/handle/10945/17830>
- Alves, A. F.; Andrade, M.; Vieira, N.; & Rezende, P. M. (2008). Grain yield of four new cultivars based on plant density. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 51, 242-243. ISSN: 0084-7747.
- Barbosa, J. C. & Maldonado Jr, W. (2014). AgroEstat - Sistema de análisis estadísticas para Ensayos Agronómicos. Versión 1.1.0.712. *Jaboticabal, Sao Paulo, Brazil*.
- Blaco, M.; Corrales, C.; Chevez, O. & Campos, A. (2016). The growth and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as an intercalated crop with coffee (*Coffea arabica* L.). *Mesoamerican Agronomy*, 6, 134-139. ISSN: 1021-7444.
- Esqueda, V.; Durán, A. & López, E. (2016). Effect of the time and type of weeding on residual moisture growing beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Mesoamerican Agronomy*, 8(1), 59-64. ISSN: 1021-7444.
- Faure, B.; Benítez, R.; León, N.; Chaveco, O. & Rodríguez, O. (2013). *Guía técnica para el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Editora Agroecológica, Artemisa, Cuba, 35 p. ISBN 978-959-7210-67-2.

- Fernández, F.; Gepts, P. & López, M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) (2a ed.). Cali: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 34 p. ISBN: 84-89206-54-6.
- Guarduño, G.; Morales, E.; Guadarrama, S. & Escalante, E. (2009). Biomasa y rendimiento de frijol con potencial ejotero en unicultivo y asociado con girasol. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 15(1), 33-39. ISSN: 1027-152X.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. *Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA*. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Kultur, F.; Harrison, H.C.; & Straub, J.E. (2001). Spacing and genotype affect fruit sugar concentration, yield and fruit size of muskmelon. *Horticulture Science*, 36(2), 274-278. ISSN: 0862-867X.
- Linares, C.; Avilés, R.; Chailloux, M.; Faure, B.; Giraldo, E.; González, M.; Gúzman, J.; Hernández, G.; Mateo, A.; Pérez, E.; Polanco, A.; Sampedro, J. & Reyes, S. (2000). *Guía técnica para el cultivo del frijol*. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas. Ministerio de la Agricultura, 40 p.
- Morales, D.; Dell, J.; Jerez, E.; Hernández, Y. & Martín, R. (2016). Efecto del QuitoMax[®] en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Cultivos Tropicales*, 37(1), 142-147. ISSN: 1819-4087
- Nerson, H. (2002). Relationship between plant density and fruit and seed production in muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(5), 855-859. ISSN: 0862-867X.
- Olivera, A. V.; Morales, A. G.; Batista, F. S.; Alfonso, A. I.; Rodríguez, J. M. & Montero, M. (2016). Comportamiento agroproductivo de diferentes variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*) en la finca "Las María" del municipio primero de enero. *Universidad & Ciencia*, 5(2), 52-78. ISSN: 0186-2979.
- ONEI. (2013). Rendimiento agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura no cañera. Sector no estatal [en línea]. [Consultado: 14 de marzo de 2013], Recuperado de http://www.one.cu/aec2011/esp/09_tabla_cuadro.htm.
- Osuna, E. S.; Reyes, L.; Padilla, J. S. & Martínez, M. A. (2012). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1389-1400. ISSN: 2007-0934.
- Osuna, E. S.; Reyes, L.; Padilla, J. S.; Rosales, R.; Martínez, M. A.; Acosta, J. A. & Figueroa, B. (2013). Rendimiento de genotipos de frijol con diferentes métodos de siembra y riego-sequía en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(8), 1209-1221. ISSN: 2007-0934.
- Quevedo, Y.; Barragán, E. & Beltrán, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays L.*) Impacto. *Revista Scientia Agroalimentaria*, 2, 18-24. ISSN: 2339-4684.

- Padilla, J. S.; Ochoa, R.; Acosta, E.; Acosta, J. A.; Mayek, N. & Kelly, J. D. (2003). Grain yield of early and late dry bean genotypes under rainfed conditions in Aguascalientes, México. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 46, 89-90. ISSN: 0084-7747
- Resenda, G.M. & Costa, N.D. (2003). Produção e qualidade do melão em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, 21(4), 690-694. ISSN: 1806-9991.
- Ricaurte, J.; Clavijo, J.A.; Sinclair, R.; Rao, I. & Beebe, S. (2016). Sowing density effect on common bean leaf area development. *Crop Science*, 56, 1-9. ISSN: 0011-183X.
- Ríos, B. & Quiros, D. (2002). El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*): cultivo, beneficio y variedades. *Convenio Fenalce. Medellín*, 193 p.
- Rodríguez, A.; Rodríguez, J.; Díaz, L. & Delgado, D. (2017). Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). *Agronomía Mesoamericana*, 28(1): 207-211. ISSN: 1021-7444.
- Santacruz E.R. & Salas, P.P. (2008). Efecto de la competencia de malezas y la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*) var. Coodetec 405. *Investigación Agraria*, 11(2), 40-47. ISSN: 2305-0683.
- Ulloa, J.; Ulloa, P.; Ramírez, R. & Ulloa, R. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5-9. ISSN 2007-0713.
- Voysest, O. (2000). *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999*. Publicación CIAT N°. 321. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 195 p. ISBN: 985-694-032-2
- WRB (World reference base for soil resources). (2014). International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports N°. 106. Rome: FAO.
- Zaldiva, J.; Aguilar, A. T.; Santiesteban, A. B. & Álvarez, G. (2017). Evaluación agroproductiva de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la CCS Reytel Jorge del municipio Jesús Menéndez. *Ojeando la Agenda*, 45, 36-53. ISSN: 1989-6794.