Efecto de densidad de siembra en la producción de frijoles nativos

Effect of planting density in common bean landraces production

Monge-Pérez, José E.; Oreamuno-Fonseca, Patricia; Loría-Coto, Michelle

José E. Monge-Pérez
jose.mongeperez@ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica, Costa Rica
Patricia Oreamuno-Fonseca
Universidad Estatal a Distancia,, Costa Rica
Michelle Loría-Coto
Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica

Revista de I+D Tecnológico
Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá
ISSN: 1680-8894
ISSN-e: 2219-6714
Periodicidad: Semestral
vol. 19, núm. 2, 2023
orlando.aguilar@utp.ac.pa

Recepción: 21 Abril 2023
Corregido: 05 Julio 2023
Aprobación: 07 Julio 2023

URL: http://portal.amelica.org/ameli/journal/339/3394675002/

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: Objetivos: se evaluó el efecto de dos densidades de siembra (125,000 y 714,000 semillas/ha), sobre el rendimiento de seis variedades nativas de frijol (Phaseolus vulgaris L.): Mantequilla, Nica, Revuelto, Sesenteno, Turrialba y Vaina Blanca. Metodología: la siembra se realizó en Matambuguito, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica, en un suelo con pendiente, y con bajo uso de insumos. Resultados: la densidad de siembra no tuvo un efecto significativo sobre la producción de grano, pero sí se presentaron diferencias significativas entre los frijoles nativos; Sesenteno obtuvo un mayor rendimiento (329.38kg/ha), en comparación con Turrialba y Vaina Blanca (137.19kg/ha). Conclusiones: este es el primer informe publicado sobre el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento, en variedades nativas de frijol de Costa Rica.

Palabras clave: Densidad de plantación, frijol, Phaseolus vulgaris, variedades criollas, variedades nativas.

Abstract: Objectives: to evaluate for yield, two planting densities (125,000 and 714,000 seeds/ha) and six bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces: Mantequilla, Nica, Revuelto, Sesenteno, Turrialba and Vaina Blanca. Methodology: planting was carried out in Matambuguito, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica, on sloping soil, and with low input use. Results: planting density did not have a significant effect on grain production, but there were significant differences among bean landraces: Sesenteno showed a higher yield (329.38kg/ha) compared to Turrialba and Vaina Blanca (137.19kg/ha). Conclusions: This is the first report about the effect of planting density on yield of common bean landraces from Costa Rica.

Keywords: Planting density, bean, Phaseolus vulgaris, creole varieties, landraces.

1. Introducción

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es una especie que constituye un importante aporte nutricional para la población, por su rico contenido de proteínas, carbohidratos, minerales, fibra, y vitaminas como el ácido fólico y la tiamina, así como su bajo costo [1] [2]

[3][4]. Es una especie originaria de América, y sus poblaciones silvestres se encuentran desde Chihuahua, México, hasta el norte de Argentina [5] [6]; es la leguminosa principal para el consumo humano directo, especialmente para las poblaciones más pobres de África y América Latina [7].

Las variedades nativas de frijol común pueden ser importantes para los programas de fitomejoramiento de esta especie, pues ayudan a ampliar la base genética a partir de la cual se pueden generar nuevas variedades mejoradas, y pueden aportar genes de precocidad, o tolerancia a la sequía, el calor o enfermedades [4]. Generalmente, las variedades nativas y criollas de frijol son apreciadas únicamente en mercados locales; ellas están expuestas a factores ambientales adversos, como frío, sequía, calor, enfermedades y plagas, por lo que muchas veces constituyen fuente de genes de tolerancia a dichos factores [6]. Mientras las variedades modernas de frijol han tenido éxito en ambientes con lluvia y manejo favorable, en zonas marginales algunas variedades mejoradas muestran una respuesta pobre, por lo que en esos sitios se siguen prefiriendo las variedades criollas [6].

La densidad de siembra es un factor que puede usarse para aumentar el rendimiento de un cultivo, dado que afecta la intercepción de la luz y la eficiencia del uso de la radiación solar por parte de las plantas [8] [9] [10] [11]

[12] [13]; al utilizar una mayor densidad de siembra, existe también una mayor competencia por luz entre las plantas [14]. Este factor influye de forma importante en la utilización de la radiación solar interceptada, debido al índice de área foliar (IAF); a mayor densidad, la intercepción de la radiación aumenta debido al incremento en el IAF, lo cual favorece el crecimiento y el rendimiento [15] [14]. Generalmente, el rendimiento aumenta conforme se incrementa la densidad de siembra

[16] [17] [18], hasta un cierto nivel en que el rendimiento se estabiliza y luego se reduce [11], pero en algunas ocasiones la densidad de siembra no afecta significativamente el rendimiento del cultivo [19] [20] [14]. Por lo tanto, la densidad de siembra óptima asegura un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que resulta en un rendimiento máximo del cultivo [14].

En el caso del frijol, la densidad de siembra depende de factores como la altura y ramificación de la planta, tipo de suelo, precipitación, y temperatura, entre otros [11]. En comparación con las variedades criollas, las variedades mejoradas de frijol generalmente soportan una mayor densidad de siembra [11]. En Cuba, en terrenos planos se recomienda sembrar las plantas con una distancia de 1 m entre surcos, mientras que, para terrenos con pendiente elevada, la distancia recomendada entre surcos es entre 1.1 y 1.5m; y con cualquiera de las distancias mencionadas, se debe conseguir una densidad entre 40,000 y 50,000 plantas/ha [11]. Otros autores recomiendan densidades más altas; por ejemplo, unos autores evaluaron densidades de siembra entre 100,000 y 500,000 plantas/ha en Brasil, y encontraron que una densidad recomendable es de 240,000 plantas/ha [10]. Otros investigadores ensayaron en México con densidades de siembra entre 90,000 y 260,000 plantas/ha

[15] [9]. Otro de los efectos benéficos del uso de una alta densidad de siembra en frijol, es que se obtiene un menor crecimiento de malezas [15]. En Brasil, se ha ensayado para frijol común con densidades entre 100,000 y 1,000,000 plantas/ha, aunque tradicionalmente se utilizan unas 200,000 plantas/ha [21].

En el caso del frijol, además de la densidad de plantas totales por hectárea, el rendimiento se ve afectado de manera especial por el distanciamiento entre hileras, y el distanciamiento de las plantas dentro de cada hilera; en un ensayo se halló que el mayor rendimiento se obtuvo con una densidad de 266,700 plantas/ha, con el uso específicamente de una distancia entre hileras de 30cm, y una distancia entre plantas de 12,5cm dentro de cada hilera [21]. El rendimiento obtenido bajo diferentes densidades de siembra en frijol, también se ve afectado por la fecha de siembra en un mismo año [22], o por el año de siembra [4].

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos densidades de siembra sobre el rendimiento de seis frijoles nativos de Costa Rica.

2. Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la localidad de Matambuguito (Latitud 10° 6' 22.558" N, Longitud 85° 24' 38.420" Oeste, y altitud de 245msnm), ubicada en el cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica. Se utilizaron seis variedades nativas de frijol (Phaseolus vulgaris L.): Mantequilla, Nica, Revuelto, Sesenteno, Turrialba, y Vaina Blanca; la semilla fue suplida por los agricultores de la localidad.

Se evaluaron dos densidades de siembra, la utilizada por los agricultores de la zona, de 125,000 semillas/ha (60cm entre hileras, 40cm entre puntos de siembra, y 3 semillas por punto de siembra), y la recomendada por la Universidad de Costa Rica, de 714,000 semillas/ha (60cm entre hileras, 7cm entre puntos de siembra, y 3 semillas por punto de siembra).

Se utilizó el manejo tradicional de los agricultores en esta zona, con un nivel muy bajo de aplicación de insumos agrícolas. La parcela consistió en un terreno con pendiente, el cual se chapeó previo a la siembra para eliminar las malezas. La siembra se realizó el 31 de agosto de 2013, mediante el uso de "espeque" (figura 1), y la cosecha se hizo el 9 de noviembre de ese mismo año (figura 2).

FIGURA 1
Lote recién chapeado, e inicio de la siembra de frijol, con el uso del espeque.

FIGURA 2.
Cosecha manual de las plantas de frijoles nativos.

a única aplicación de agroquímicos correspondió a una fertilización al voleo con la fórmula química 10-30- 10, a una dosis de 100kg/ha, aplicada 8 días después de la siembra. Las plantas se cosecharon cuando alcanzaron la etapa de maduración fisiológica, y luego fueron colgadas durante cinco días para que se secaran completamente (figuras 3 y 4), y luego se extrajo las semillas mediante el aporreo (desgrane) manual, para evaluar el rendimiento de grano seco (12-14% de humedad del grano). Para la evaluación del peso de los granos secos de frijol se utilizó una balanza electrónica marca Ocony, modelo TH-I-EK, con una capacidad de 5,000.0 ± 0.1g.

FIGURA 3.
Manojos de plantas de frijol nativo, las cuales se colgaron de un mecate para que se secaran al sol, previo a la extracción de los granos.

FIGURA 4.
Plantas de frijol recién cosechadas, colgadas para que se sequen adecuadamente.

Además, se obtuvieron los datos de las variables climáticas de la zona (precipitación pluvial, temperatura, humedad relativa, radiación global, y velocidad del viento), durante el período de ejecución de la investigación, a través del Instituto Meteorológico Nacional. Asimismo, se realizó el análisis físico y químico del suelo de la parcela; el muestreo se hizo al azar en la parcela, con un total de 20 submuestras, y una profundidad de 0-20cm, en los días previos a la siembra.

Cada unidad experimental constó de una parcela de 2 x 2m, y se dejó un borde entre parcelas de 1m. Se usó un diseño experimental al azar, con un arreglo factorial (6 variedades x 2 densidades de siembra), para un total de 12 tratamientos y 4 repeticiones.

Para la variable de rendimiento, se realizó un análisis de varianza y la prueba de LSD Fisher ($p \leq 0.05$) para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

3. Resultados y discusión

En las figuras 5 a 9 se presentan los datos de las variables climáticas en la zona del ensayo, durante el periodo de ejecución de la investigación. La precipitación pluvial durante el período del ensayo (1,027.2mm), al igual que las demás variables climáticas, fueron propicias para lograr el desarrollo del cultivo. Según otros autores, el cultivo de frijol requiere al menos entre 300 a 400mm de precipitación durante el ciclo de cultivo, para obtener una buena cosecha [23].

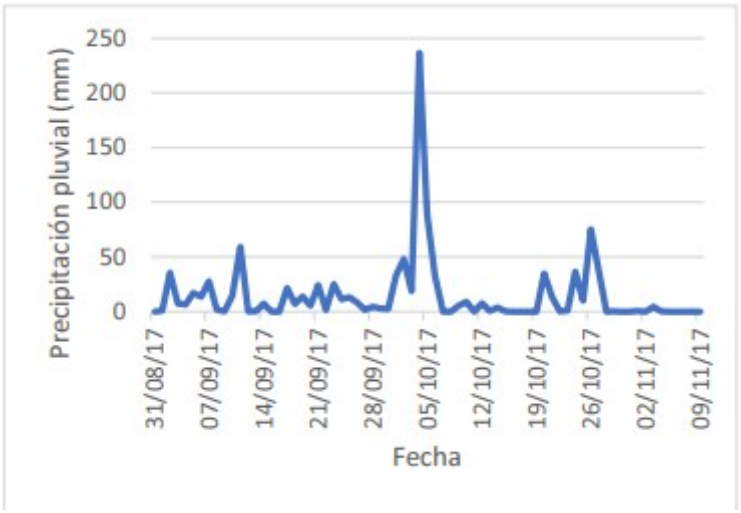

FIGURA 5.
Precipitación pluvial (mm) en Nicoya (31 agosto a 9 noviembre 2013).

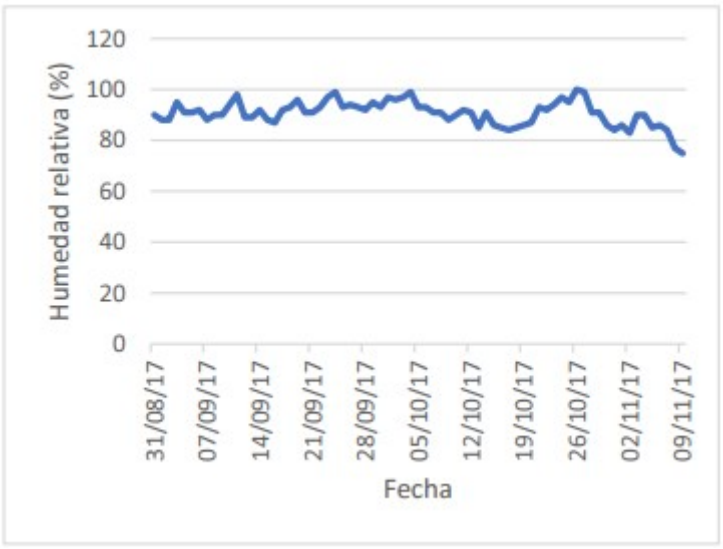

FIGURA 6.
Humedad relativa (%) en Nicoya (31 agosto a 9 noviembre 2013).

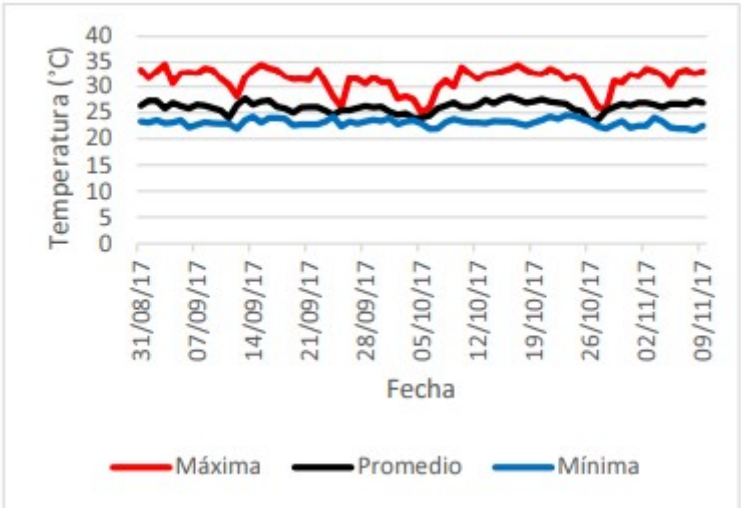

FIGURA 7.
Temperatura (máxima, promedio y mínima, °C) en Nicoya (31 agosto a 9 noviembre 2013).

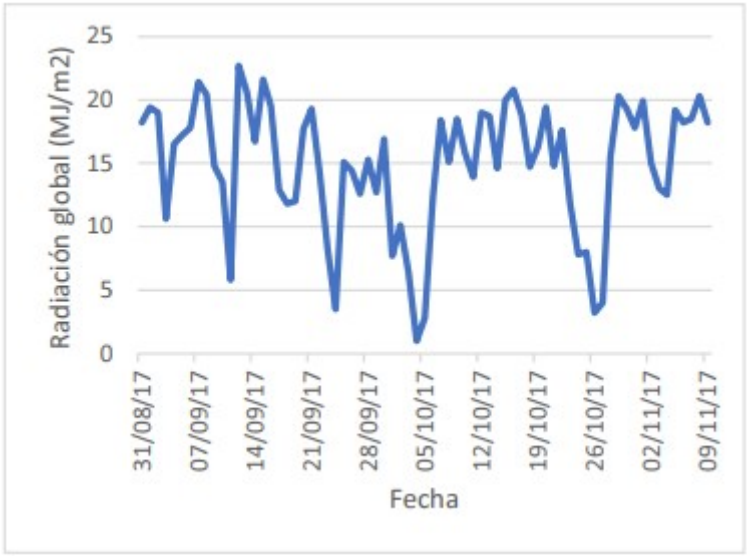

FIGURA 8.
Radiación global (MJ/m2) en Nicoya (31 agosto a 9 noviembre 2013).

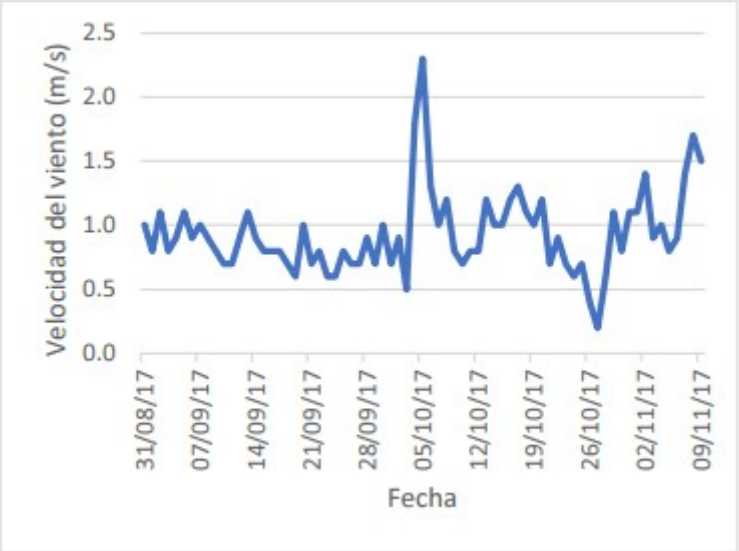

FIGURA 9.
Velocidad del viento (m/s) en Nicoya (31 agosto a 9 noviembre 2013).

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis físico y químico del suelo de la parcela en que se realizó el ensayo. Según estos resultados, el suelo presenta altos contenidos de calcio y magnesio, pero es deficiente en potasio, fósforo y zinc, y presenta una alta capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) [24]. Con la fertilización efectuada, se contrarrestó en alguna medida la poca disponibilidad de potasio y fósforo del suelo, pero no se aportó nada de zinc; esta circunstancia pudo haber afectado el rendimiento, y contribuyó a obtener una baja producción de frijol, lo que refleja la realidad del sistema de producción utilizado por los agricultores en esta zona de Matambuguito.

TABLA 1.
Características del suelo en Matambuguito.

Características	Valor obtenido	Valor de referencia
Físicas		
Arena (%)	40	nd
Limo (%)	23	nd
Arcilla (%)	37	nd
Clase textural	Franco	nd
Químicas		
pH (H_2O)	6.4	5.5
Acidez (cmol(+)/L)	0.13	0.50
Ca (cmol(+)/L)	27.36	4.00
Mg (cmol(+)/L)	9.00	1.00
K (cmol(+)/L)	0.10	0.20
CICE (cmol(+)/L)	36.59	5.00
SA (%)	0.4	nd
P (mg/L)	2	10
Zn (mg/L)	0.5	3
Cu (mg/L)	3	1
Fe (mg/L)	66	10
Mn (mg/L)	21	5

CICE: capacidad de intercambio de cationes efectiva = Acidez+Ca+Mg+K; SA: porcentaje de saturación de acidez = (Acidez/CICE)*100; nd: no dato; valor de referencia: dato considerado como deseable en un suelo para cada característica, según el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, por encima o por debajo del cual podrían presentarse consecuencias perjudiciales para los cultivos.

En la figura 10 se muestra el rendimiento obtenido por cada densidad de siembra; no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Otros autores han obtenido también un resultado similar, al no encontrar diferencias significativas en el rendimiento del frijol común al evaluar diferentes densidades de siembra [8] [10] [25] [26] [27]. Por otra parte, otros autores hallaron que el rendimiento del frijol común es mayor conforme aumenta la densidad de siembra [28] [29] [30] [31] [15] [9] [32] [33]; pero otros investigadores obtuvieron un mayor rendimiento al usar una densidad más baja [34] [35] [36].

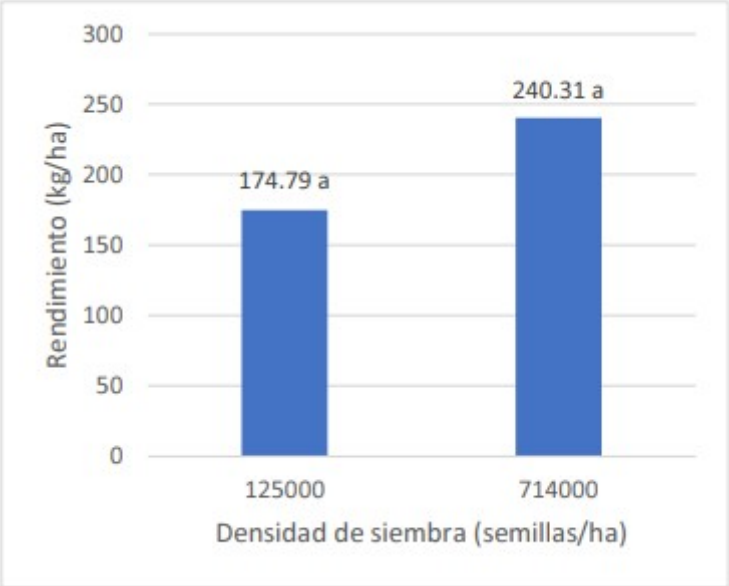

FIGURA 10.
Rendimiento promedio de frijol (kg/ha), según la densidad de siembra. Medias que comparten una misma letra no son significativamente diferentes, según la prueba de LSD Fisher (p≤0.05).

Otros investigadores evaluaron cuatro densidades de siembra (160,000; 180,000; 200,000 y 220,000 plantas/ha) en el cultivo de frijol común, y hallaron que el mayor rendimiento (2,800kg/ha) se obtuvo con 200,000 plantas/ha [11].

En México, se obtuvo un rendimiento de 710kg/ha con una densidad de siembra de 90,000 plantas/ha, pero al aumentar la densidad a 260,000 plantas/ha, el rendimiento fue significativamente superior, con 1,140 kg/ha; esto se justificó debido a que se cubre el suelo y se captura mayor energía solar desde etapas tempranas del cultivo, y se conserva mejor la humedad en el suelo, pues el rápido sombreado del suelo por el follaje reduce la pérdida de agua por evaporación directa, asegurando así una mayor eficiencia en su uso, comparado con una baja densidad de siembra [9].

En otro ensayo, el rendimiento varió mucho de un año al otro, para una variedad de frijol; en un primer año, varió entre 383.1 y 845.0kg/ha, según la densidad de siembra, pero en el segundo año, con las mismas densidades, osciló entre 1,531.0 y 1,903.0kg/ha; esto se debió a las diferencias en la cantidad y distribución de las

lluvias que se presentaron entre un año y otro; en ambos casos, la mayor producción se obtuvo con una densidad entre 145,000 y 260,000 plantas/ha [15].

En Brasil, unos investigadores evaluaron en frijol, densidades de siembra de 200,000; 300,000; 400,000 y 500,000 plantas/ha, y no hallaron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento [8].

En Bolivia, un investigador halló entre 314.00 y 390.18kg/ha de frijol con una densidad de siembra de 120,000 semillas/ha, pero con 250,000 semillas/ha obtuvo entre 610.65 y 816.24kg/ha, dependiendo de la variedad [30].

En México, unos investigadores registraron un rendimiento de 1,350kg/ha con una densidad de 166,000 plantas/ha, el cual fue significativamente superior al obtenido con una densidad de 83,000 plantas/ha, de 950kg/ha [29].

En México, en frijol bajo riego, no se hallaron diferencias significativas en el rendimiento entre las densidades de 87,500; 137,500 y 200,000 plantas/ha, pero dicho rendimiento sí fue significativamente superior al obtenido con densidades menores (entre 12,500 y 50,000 plantas/ha) [37].

Para la producción de frijol sin riego, tampoco se encontraron diferencias significativas en el rendimiento entre las densidades de 150,000; 200,000; 250,000 y

325,000 plantas/ha [22].

En la figura 11 se muestra el rendimiento obtenido por cada variedad nativa de frijol. Dado que no hubo diferencias significativas entre las densidades, y que la interacción entre los factores (densidad y variedad) tampoco fue significativa, los valores corresponden a los promedios de rendimiento por variedad, independientemente de la densidad de siembra. La variedad Sesenteno obtuvo un rendimiento significativamente superior, en comparación con las variedades Turrialba y Vaina Blanca, pero dicho rendimiento fue estadísticamente similar al obtenido por las variedades Mantequilla, Nica y Revuelto.

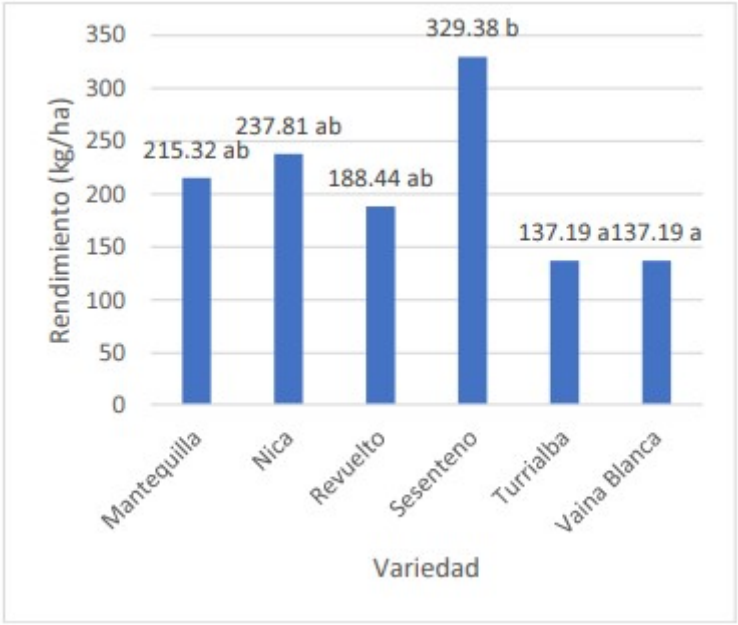

FIGURA 11.
Rendimiento promedio (kg/ha), según la variedad nativa de frijol. Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes, según la prueba de LSD Fisher ($p \leq 0.05$).

Es necesario resaltar que los rendimientos obtenidos fueron bastante bajos en general, debido, entre otros factores, a que el ensayo se llevó a cabo en un lote con una pendiente importante, con un nivel de fertilidad bajo, en el cual se presentó una fuerte competencia por las malezas, y además a que se utilizó un nivel bajo de insumos (únicamente una aplicación del fertilizante 10- 30-10). Otros autores indican que, en América Latina, buena parte de la producción de frijol común está ubicada en tierras de baja fertilidad, generalmente en pendientes de montañas [5]; este es el caso también de la zona de Matambuguito.

En México, en 2012 la productividad promedio de frijol era de 520kg/ha [37], y en 2013 era de 667kg/ha [29]; el rendimiento hallado en la presente investigación se ubicó por debajo de esos promedios.

En forma similar a los resultados obtenidos en el presente ensayo, en Chihuahua, México, se obtuvo un rendimiento de frijol de 172.2kg/ha con una densidad de siembra de 87,500 plantas/ha, en una parcela sin riego, y con fertilización de 15-37-0, y en la cual la precipitación pluvial durante el ciclo del cultivo fue de 241.15mm, considerada como muy escasa [28]; en ese caso, el principal factor limitante fue la precipitación pluvial, mientras que en el presente ensayo probablemente el factor limitante principal fue el bajo contenido de fósforo, potasio y zinc del suelo, los cuales no lograron ser contrarrestados con el nivel de fertilización aportado, así como la importante competencia ejercida por las

malezas en la parcela, dado que no se realizó ningún tipo de combate de ellas luego de la siembra.

En otro ensayo en México, en una evaluación de 10 variedades criollas de frijol común sin riego, en un año el rendimiento promedio estuvo entre 983 y 1,599kg/ha, pero al año siguiente esa variable osciló entre 89 y 376kg/ha; esta diferencia se debió a la menor precipitación pluvial registrada durante el segundo año [4]; esto enfatiza la gran importancia de los factores ambientales sobre la expresión de la variable rendimiento en este cultivo.

En Tabasco, México, se informó que el rendimiento de frijol común varió entre 402 y 647kg/ha, en sistemas agrícolas tradicionales, con muy bajo uso de insumos externos, y donde la presencia de plagas y enfermedades es un problema importante [38]; esos datos son superiores a los registrados en el presente trabajo.

En Brasil, la productividad promedio para el cultivo de frijol común era de 1,011kg/ha en el año 2007, pero con variedades mejoradas (y además con riego y fertilización adecuados) se obtuvo entre 1,962 y 3,410kg/ha, según la variedad y la localidad [10]; sin embargo, en los sistemas tradicionales de cultivo de frijol, se usan variedades nativas, generalmente no se cuenta con riego, y la fertilización es mínima, tal y como se constató en esta investigación, lo que justifica el bajo rendimiento obtenido.

4. Conclusiones

En las variedades nativas de frijol, las densidades de siembra evaluadas no tuvieron un efecto significativo sobre la producción de grano.

Se presentaron diferencias significativas en la producción de grano entre los frijoles nativos; Sesenteno obtuvo un mayor rendimiento (329.38kg/ha), en comparación con Turrialba y Vaina Blanca (137.19kg/ha).

Este es el primer informe publicado sobre el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento, en variedades nativas de frijol de Costa Rica.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN Y APROBACIÓN DE LOS AUTORES

J.E.M.P. colaboró en el trabajo de campo, en la recolección y análisis de datos, y en la redacción del documento.

P.O.F. colaboró en el trabajo de campo, en la recolección y análisis de datos, y en la redacción del documento.

M.L.C. colaboró en el análisis de datos.

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento recibido por parte de CSUCA/PRESANCAII, así como de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo. Asimismo, agradecen la colaboración de Mario Monge en la revisión de la traducción del resumen al idioma inglés, y de Edwin Hernández en la realización del ensayo.

REFERENCIAS

[1] D. M. Sangerman-Jarquín, J. A. Acosta-Gallegos, R. Shwenstesius y M. Á. L. B. S. Damián, "Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 1, nº 3, pp. 363-380, 2010.

2] J. C. Raya-Pérez, G. M. Gutiérrez-Benicio, J. G. Ramírez, J. Covarrubias-Prieto y C. L. Aguirre-Mancilla, "Caracterización de proteínas y contenido mineral de dos variedades nativas de frijol de México," Agronomía Mesoamericana, vol. 25, nº 1, pp. 1-11, 2014.

[3] A. R. Ramírez-Pérez, R. Díaz-Ruiz, C. Jacinto-Hernández, J. A. Paredes-Sánchez y R. Garza, "Diversidad de frijoles nativos de diferentes regiones del estado de Puebla," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, nº 3, pp. 467-480, 2012.

[4] J. C. Jiménez y J. A. Acosta, "Caracterización de genotipos criollos de frijol Tepari (Phaseolus acutifolius A. Gray) y común (Phaseolus vulgaris L.) bajo temporal," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, nº 8, pp. 1565-1577, 2012.

[5] M. Gutiérrez, D. M. Pérez, A. Márques, V. Segovia y C. Marín, "Prospección y recolección de materiales nativos del género Phaseolus en la zona nororiental y andina de Venezuela," Plant Genetic Resources Newsletter, nº 140, pp. 32-41, 2004.

[6] M. R. Bellón, A. F. Barrientos-Priego, P. Colunga- GarcíaMarín, H. Perales, J. A. Reyes, R. Rosales y D. Zizumbo-Villarreal, "Diversidad y conservación de recursos fitogenéticos en plantas cultivadas," en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio, México D.F., CONABIO, 2009, pp. 355-382.

[7] G. I. León-Rojas, C. Rodríguez-Soto y S. Padilla-Loredo, "La conservación in situ del frijol criollo: construyendo soberanía alimentaria en el sureste del Estado de México," Revista CoPaLa, vol. 5, nº 9, pp. 125-141, 2020.

[8] A. Jauer, L. M. C. Dutra, O. A. L. Filho, A. L. Santi, L. Zabot, D. Uhry, R. Bonadimam, G. L. Bellé y A. D. Lúcio, "Rendimentos de grãos, seus componentes e características morfológicas do fejoeiro comum cultivado em quatro densidades de semeadura na safrinha," Ciência Rural, vol. 33, nº 1, pp. 21-26, 2003.

[9] E. S. Osuna-Ceja, L. Reyes-Muro, J. S. Padilla-Ramírez, R. Rosales-Serna, M. Á. Martínez-Gamiño, J. A. Acosta-Gallegos y B. Figueroa-Sandoval, "Rendimiento de genotipos de frijol con diferentes métodos de siembra y riego-sequía en Aguascalientes," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 4, nº 8, pp. 1209-1221, 2013.

[10] A. F. Alves, M. J. B. Andrade, J. R. M. Rodrigues y N. M. B. Vieira, "Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais," Ciência e Agrotecnologia, vol. 33, nº 6, pp. 1495-1502, 2009.

[11] A. Calero, Y. Castillo, E. Quintero, Y. Pérez y D. Olivera, "Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)," Revista de la Facultad de Ciencias, vol. 7, nº 1, pp. 88-100, 2018.

[12] J. E. Monge-Pérez, "Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (Capsicum annuum L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica," Tecnología en Marcha, vol. 29, nº 2, pp. 125-136, 2016.

[13] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, "Producción de chile dulce (Capsicum annuum) en invernadero: efecto de densidad de siembra y poda," Revista Posgrado y Sociedad, vol. 16, nº 2, pp. 19- 38, 2018.

[14] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, "Relaciones entre densidad de siembra y variables de rendimiento en pimiento (Capsicum annuum)," Tecnología en Marcha, vol. 35, nº 4, pp. 162- 174, 2022.

[15] E. S. Osuna-Ceja, L. Reyes-Muro, J. S. Padilla-Ramírez y M. Á. Martínez-Gamiño, "Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, nº 7, pp. 1389-1400, 2012.

[16] J. M. Díaz-Alvarado y J. E. Monge-Pérez, "Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de melón Cantaloupe (Cucumis melo L.) cultivado bajo invernadero," Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, vol. 11, nº 1, pp. 21-29, 2017.

[17] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, "Producción de chile dulce en invernadero: correlación entre densidad de siembra y variables de rendimiento," Tecnología en Marcha, vol. 34, nº 2, pp. 161-177, 2021.

[18] J. M. Díaz-Alvarado, J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, "Producción de melón (Cucumis melo L.) Cantaloupe en invernadero: correlación entre densidad de siembra y variables de rendimiento," Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible, vol. 9, pp. 27-46, 2020.

[19] J. M. Díaz-Alvarado y J. E. Monge-Pérez, "Efecto de poda y densidad de siembra sobre melón cultivado en invernadero," Revista Pensamiento Actual, vol. 17, nº 29, pp. 105-115, 2017.

[20] J. M. Díaz-Alvarado, J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, "Melón (Cucumis melo L.) Honey Dew cultivado bajo invernadero: correlación entre densidad de siembra y variables de rendimiento," Tecnología en Marcha, vol. 34, nº 3, pp. 34-50, 2021.

[21] M. M. Shimada, O. Arf y M. E. d. Sá, "Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais," Bragantia, vol. 59, nº 2, pp. 181-187, 2000.

[22] J. C. Jiménez y J. A. Acosta, "Efecto y correlación de fechas de siembra, fertilización y densidad en el rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en Chihuahua," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 4, nº 1, pp. 115-127, 2013.

[23] H. G. Ramírez, J. A. Escobar y J. L. Alvarado, "Caracterización morfológica de cuatro cultivares nativos de frijol (Phaseolus vulgaris) y una variedad mejorada como factores que inciden en la preferencia en agricultores de Cabañas y San Vicente," Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador, San Vicente, El Salvador, 2010.

[24] F. Bertsch, Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica, San José, Costa Rica: Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, 1986, p. 82.

[25] K. A. Segura, "Evaluación de dosis de NPK vs densidad de siembra en el cultivo de frejol "cuarentón" (Phaseolus vulgaris L.) durante época lluviosa," Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, 2021.

[26] G. L. Fonseca, "Producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades de siembra (Phaseolus vulgaris L.) en el cantón Eloy Alfaro," Unidad de Estudios a Distancia, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, 2015.

[27] L. R. Sumoza, "Evaluación de tres densidades de siembra en los genotipos de frijol JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9; La Gomera, Escuintla," Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Escuintla, Guatemala, 2014.

[28] J. C. Jiménez y J. A. Acosta, "Efecto de la densidad a simple y doble hilera en el rendimiento de frijol de temporal en Chihuahua, México," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 4, nº 3, pp. 393-407, 2013.

[29] J. A. Escalante-Estrada, M. T. Rodríguez-González y Y. I. Escalante-Estrada, "Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares de frijol," Bioagro, vol. 27, nº 2, pp. 75-82, 2015.

[30] R. Arismendi, "Comportamiento de cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) sometidos a dos densidades de siembra en la Estación Experimental Sapecho - Alto Beni," Apthapi, vol. 4, nº 1, pp. 978-992, 2018.

[31] F. R. Garcés-Fiallos y Á. M. Vera-Alcívar, "Enfermedades y componentes de rendimiento en líneas de fréjol bajo tres densidades de siembra," Agronomía Mesoamericana, vol. 25, nº 1, pp. 169-180, 2014.

[32] S. G. Hidalgo y J. F. Leiva, "Efecto de densidades de siembra en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) ICTA Chortí en Huehuetenango, Guatemala," Programa de Consorcios de Investigación Agropecuaria, Huehuetenango, Guatemala, 2018.

[33] R. I. Gonzales, "Respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta de frejol (Phaseolus vulgaris L.) en función a la densidad de siembra," Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Tarapoto, Perú, 2012.

[34] J. Cabrera, "Efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad 'Chaucha' en un suelo ácido de Tingo María," Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú, 2004.

[35] D. J. Pérez y J. L. Pimentel, "Efecto de cuatro densidades poblacionales y tres espaciamientos entre hileras en el rendimiento del frijol Amadeus 77," Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, 2014.

[36] J. C. Barragán, "Evaluación de tres tecnologías de preparación del suelo con tres densidades de siembra del cultivo de frejol (Phaseolus vulgaris L.)," Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2021.

[37] J. C. Jiménez y J. A. Acosta, "Efecto de la densidad de cosecha en rendimiento de frijol Pinto Saltillo de riego en Chihuahua, México," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 4, nº 2, pp. 243-257, 2013.

[38] L. d. C. Lagunes-Espinoza, F. Gallardo-López, H. Becerril- Hernández y E. D. Bolaños-Aguilar, "Diversidad cultivada y sistema de manejo de Phaseolus vulgaris y Vigna unguiculata en la región de la Chontalpa, Tabasco," Revista Chapingo Serie Horticultura, vol. 14, nº 1, pp. 13-21, 2008.