

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Siembra a doble surco y surco sencillo y su efecto en el rendimiento de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Double furrow and single furrow planting and its effect on seed yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Johnry Junior Hawkins Martínez¹, Alba Noelia Ortiz Aragón², Roberto Carlos Larios González³

¹ Graduado de la carrera de Ingeniería Agronómica, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5089-4247> / johnryhawkins97@gmail.com

² Ingeniera agrónomo, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8772-3484> / noely981@hotmail.com

³ MSc. Agroecología y Desarrollo Sostenible, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-2216> / roberto.larios@ci.una.edu.ni

Universidad Nacional Agraria, Nicaragua



RESUMEN

Los sistemas de siembra influyen en la respuesta de los cultivos en el producto final. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del sistema de siembra a doble surco y la siembra en surco sencillo en el rendimiento de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). La investigación se realizó en la época seca en el período de febrero a abril del 2019 en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, ubicado San Marcos, Carazo, Nicaragua. La Compañía se encuentra a una altura de 470 metros sobre el nivel del mar con temperatura media de 24 °C y precipitación anual entre 1 200 y 1 500 mm. Se utilizó un diseño de parcelas pareadas, comparando la parcela A (doble surco) con la parcela B (surco sencillo). El análisis estadístico fue una prueba de t de Student. El cultivar utilizado fue INTA Rojo Extrema Sequía, generado por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Los tratamientos fueron dos sistemas de siembra, el primero a doble surco con 80 cm entre calle y 40 cm entre surco, el segundo con surco sencillo a 60 cm entre surco; ambos con 12 semillas por metro lineal. Las variables evaluadas fueron número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento en kg ha⁻¹. No se registran diferencias estadísticas en el rendimiento y sus componentes, por lo que se concluye que los componentes del rendimiento y el rendimiento resultan similares indistintamente del sistema de siembra.

Palabras clave: distancias de siembra, parcelas pareadas, producción de semilla.

ABSTRACT

Planting systems influence crop response in the final product. The objective of this research was to determine the influence of the double furrow planting system and single furrow planting on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed yield. The research was carried out during the dry season in the period from February to April 2019 at the bean experimental and development center La Compañía of the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology, located in San Marcos, Carazo, Nicaragua. La Compañía is located at an altitude of 470 meters above sea level with an average temperature of 24 °C and annual rainfall between 1 200 and 1 500 mm. A paired plot design was used, comparing plot A (double furrow) with plot B (single furrow). The statistical analysis was a Student's t-test. The cultivar used was INTA Rojo Extrema Sequía, generated by the Nicaraguan Institute of Agricultural Technology. The treatments were two planting systems, the first with a double furrow with 80 cm between rows and 40 cm between rows, the second with a single furrow at 60 cm between rows; both with 12 seeds per linear meter. The variables evaluated were number of pods per plant, number of grains per pod and yield in kg ha⁻¹. There are no statistical differences in yield and its components, so it is concluded that yield and yield components are similar regardless of the planting system.

Key words: Planting distances, paired plots, seed production.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Según el tipo de cultivo se establecen las distancias de siembra, considerando el hábito de crecimiento, tipo de suelo y los instrumentos de trabajo, de esta manera se originan los sistemas de siembra (Padilla *et al.*, 2003). En el cultivo de frijol la separación espacial tradicionalmente utilizada es a surco sencillo. En la siembra a doble surco, la separación se considera entre surcos e hileras y las distancias permiten mayor aprovechamiento de humedad y espacio, facilitando labores de manejo y culturalmente el manejo de enfermedades.

Los sistemas de siembra se constituyen en una práctica que permite mejorar la distribución de las semillas en el espacio (Calero *et al.*, 2018); esta distribución influye en el crecimiento y desarrollo del grano, alterando el ambiente, la captación de luz, y la competencia entre plantas por agua y nutrientes (Ricaurte *et al.*, 2016), factores que inciden en el rendimiento.

El Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía, subsecuentemente llamado La Compañía, pertenece al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), es un centro dedicado a la validación y reproducción de semilla de granos básicos, principalmente frijol. Como parte de los procesos de innovación tecnológica, establecen parcelas experimentales con distintas distancias de siembra para valorar el desarrollo vegetativo y reproductivo de semilla de frijol.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015) señala que la semilla es el insumo de mayor importancia en la agricultura y la alimentación.

En Nicaragua las áreas de producción de semilla gestionan la generación y reproducción de cultivares con potencial genético en determinados cultivos, entre ellos granos básicos como el frijol (Ortiz y Larios, 2020).

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Red de Innovación Agrícola y Cooperación Suiza en América Central (IICA *et al.*, 2009) enfatizan en la distribución, importancia y aporte nutricional del frijol en la alimentación y su participación en la seguridad alimentaria y nutricional; refieren que en Nicaragua es una de las fuentes de proteína más importante y accesible en la dieta humana.

Definir distancias de siembra es una estrategia que integra las primeras gestiones del manejo del sistema de producción. La distancia de siembra ejerce influencia en los procesos fisiológicos y tiene un efecto en la expresión del área foliar, cantidad de plantas por unidad de área y el rendimiento (Soltani *et al.*, 2006). Carvalho *et al.* (2001) mencionan que un mayor rendimiento en leguminosas está relacionado con una alta densidad poblacional y valoran el aprovechamiento de las áreas de siembra a través de sistemas que reduzcan distancia entre plantas y aumenten el número de planta por superficie, sin afectar los valores productivos.

En Nicaragua, el efecto de los sistemas de siembra en la producción de semilla de frijol, no han sido particularmente estudiado; esta investigación ha sido desarrollada con la premisa de definir que distancia de siembra permite una mejor expresión del rendimiento y sus componentes, en la producción de semilla de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía, propiedad del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), en el período del 15 de febrero al 24 de abril del 2019.

La Compañía está localizada en el kilómetro 45 de la carretera San Marcos-Masatepe, departamento de Carazo, en las coordenadas 11°54'30" LN y 86°10'50" LO (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER], 2018).

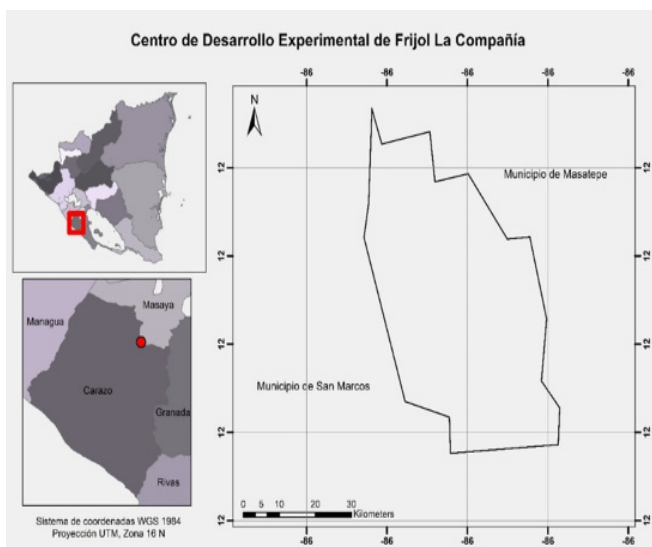


Figura 1. Ubicación geográfica del Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía. Fuente: Ortiz-Aragón (2022)¹.

Características edafoclimáticas de la estación experimental La Compañía. El clima de esta zona se caracteriza por presentar estación seca de noviembre a abril y estación lluviosa de mayo a octubre (INETER, 2005); la temperatura promedio anual es de 24 °C, y precipitación anual entre 1 200 y 1 500 mm con humedad relativa de 85 % (INETER, 2018) y a una altura de 470 metros sobre el nivel del mar.

Se ubica en la zona de vida de Bosque Sub-Tropical Húmedo (bh-ST) según el sistema de clasificación de Holdridge (Agencia para el Desarrollo Internacional, 1962).

El suelo se clasifica en el orden Andisol sub orden Ustands con régimen de humedad ústico (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2014). La génesis de los andisoles hace referencia a suelos derivados de ceniza volcánica (Sánchez y Rubiano, 2015).

¹ Ortiz-Aragón, A. N. (2022). Investigadora independiente.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Las principales características del suelo son los contenidos moderados o altos de materia orgánica, alta capacidad de intercambio catiónico y concentración de bases, con valores deficientes de fósforo por la presencia de alófanos (Pavón *et al.*, 2010).

Descripción del trabajo experimental. Se utilizó un diseño de parcelas pareadas para muestras independientes; se usó la relación matemática $A = B$, esto permitió comparar la parcela A, correspondiente a la siembra usando surco sencillo, con la parcela B, correspondiente a la siembra de surco doble.

Cada unidad experimental fue de 40 m X 40 m (1 600 m²), separadas por 20 metros entre sí. Para el muestreo se seleccionaron al azar 10 sitios por parcela, en cada sitio se muestrearon 10 plantas para una muestra total de 100 plantas por parcela.

Descripción de los tratamientos. Se evaluaron dos tratamientos, el primero a surco sencillo, con una distancia de 0.60 metros entre surco, y el segundo a doble surco, con distancias de 0.80 m entre calle y 0.40 m entre surco. En ambos sistemas se utilizaron 12 semillas por metro lineal, para una densidad poblacional de 200 000 plantas ha⁻¹ en el primer caso, y de 240 000 plantas ha⁻¹ en el segundo.

Descripción del material vegetativo. El cultivar utilizado fue INTA Rojo Extrema Sequía, semilla generada y reproducida por el INTA a través del proyecto de investigación y desarrollo “Fomento de la productividad de semillas de frijol rojo en Nicaragua”. Este material se caracteriza por ser biofortificado, resistente a la sequía y altas temperaturas, con sistema radicular profundo, porte de planta erecto, madurez temprana, color de grano rojo claro -similar a las variedades criollas- y tolerante a la pre germinación dentro de la vaina (Guzmán, 2019).

Manejo agronómico. La preparación del suelo y la siembra se realizó con labranza mínima mecanizada. El manejo agronómico (fertilización, manejo de plagas, enfermedades y arvenses), se realizó de acuerdo con el itinerario técnico para la producción de semilla de frijol establecido por el Centro Experimental de Desarrollo de Frijol La Compañía.

Se utilizó una lámina de riego de 489 mm con dos horas de duración y un día como intervalo de aplicación; el sistema de riego es por aspersión estructurado por una tubería principal y tuberías secundarias separadas 12 metros entre sí. Según Ortiz-Aragón (2020, p. 9), este sistema de riego “utiliza aspersores modelo 5035 SD con rendimiento de 5.0 bares (b)

de presión, y caudal (Q) de 1.040 m (NDJ, 2013)”. La lámina de riego y el diseño del sistema corresponden al utilizado en La Compañía.

Variables evaluadas. Se evaluaron variables del rendimiento y sus componentes. Estas fueron registradas al momento de la cosecha en 10 puntos al azar en cada parcela útil; las plantas consideradas por cada sitio fueron aquellas ubicadas en un metro lineal.

Número de vainas por planta. El registro de esta variable se realizó en 10 plantas por cada sitio de muestreo al momento de la cosecha (72 dds), contabilizando la cantidad de vainas en cada planta seleccionada.

Número de granos por vaina. Se registró el número de granos en cinco vainas, considerando las vainas ubicadas en la parte alta, media y baja de cada planta. Este registro se realizó en paralelo al número de vainas por planta.

Rendimiento (kg ha⁻¹). El rendimiento se registró considerando la cosecha dentro de cada parcela útil; dato que fue expresado en kg ha⁻¹ y ajustado a 14 % de humedad de acuerdo con la ecuación de Aguirre y Peske (1988).

$$Pf: \frac{Pi(100-Hi)}{(100-Hf)}$$

Donde: Pf: Peso final (kg), Pi: Peso inicial (kg), Hi: Contenido de humedad inicial (%), Hf: Contenido de humedad final (14%). La humedad se registró utilizando un probador de humedad digital para grano John Deere PLUSTM SW08120.

Análisis estadístico. Se realizó la prueba estadística de t de Student para inferencias basada en dos muestras con el programa estadístico InfoStat profesional. El nivel de confiabilidad fue 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de vainas por planta. El número de vainas por planta es un carácter cuantitativo, influenciado por la genética de cada cultivar y por el ambiente, principalmente por la temperatura, el viento y el agua durante la floración (White, 1985). Moraga y López (1993), señalan que el número de vainas por planta es condicionado por el nivel de nutrición en la fase de formación de vainas y granos, aspecto relacionado con el rendimiento.

El análisis estadístico indica que no hay diferencias en el número de vainas por planta por la influencia de la siembra a doble surco y a surco sencillo (Figura 2).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

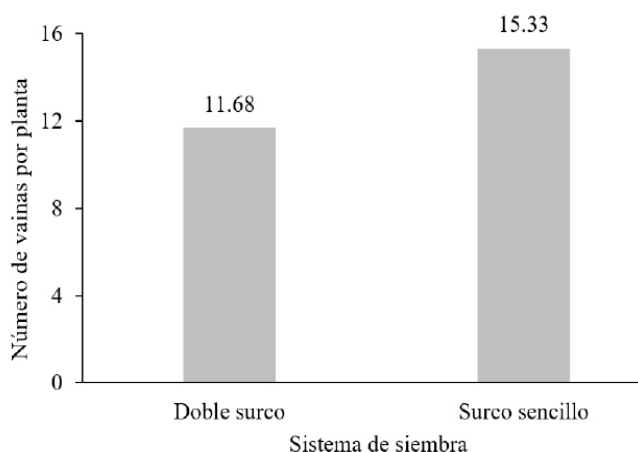


Figura 2. Número de vainas por planta por influencia de los sistemas de siembra.

Hernández y Barquero (2003) señalan “que el número de vainas por planta es un componente del rendimiento” y que una cantidad mayor de vainas no necesariamente significa un rendimiento mayor. Estos autores registraron un máximo de 12 vainas por plantas, ubicándose en el rango contabilizado en este estudio.

Estos resultados están en correspondencia con los reportados por Moya (2019), quienes registraron valores entre 14 y 18 vainas por planta a doble surco y con los de Valle (2013) quien registra plantas que poseían entre 11 y 14 vainas sembradas a surco sencillo.

Aunque nuestros resultados no difieren estadísticamente, autores como Hakansson (1983) y Díaz y Aguilar (1984) señalan que en la medida que la densidad de plantas es mayor, la cantidad de vainas por plantas es menor.

Número de granos por vaina. La cantidad de granos por vaina en el cultivo de frijol es un carácter asociado al rendimiento. Según Artola (1990) es una característica determinada por el genotipo, lo cual es heredable y está afectada por las condiciones del ambiente.

Joya y Leiva (2006) señalan que la cantidad de granos por vaina se relaciona con la radiación solar, el área foliar, la capacidad fotosintética y el estado nutricional.

Los resultados en esta investigación con el sistema de doble surco no difieren estadísticamente respecto a la siembra a surco sencillo (Figura 3). Al aumentar el número de plantas se esperaría obtener un mayor número de vainas, aprovechar mejor el área de cultivo y obtener mayor cantidad de plantas.

El número de granos puede variar según la longitud de las vainas. En la mayoría de los casos, a mayor longitud de la vaina mayor será el número de granos.

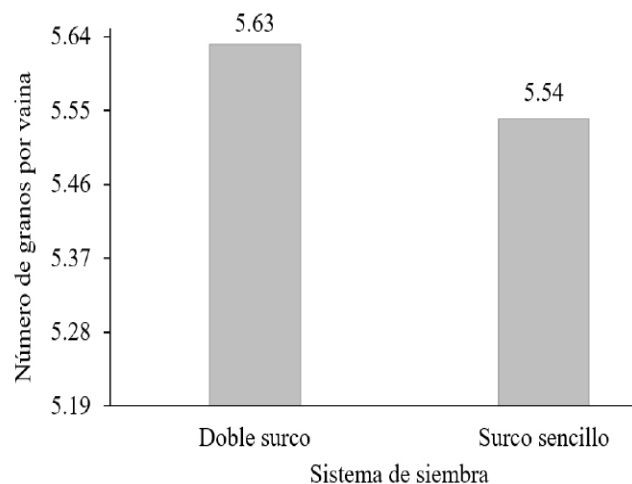


Figura 3. Número de granos por vaina por influencia de los sistemas de siembra.

El comportamiento estadístico en este estudio es igual al reportado por Escalante-Estrada (2015), quienes no registraron diferencias estadísticas al comparar dos distancias de siembra, sin embargo, sus datos son inferiores a los registrados en este estudio.

Según Bonilla (1990), al ser citado por Aguilar (2015), la cantidad de granos por vaina se relacionan con la genética particular de cada variedad y es influenciada por las condiciones ambientales propias de cada región, siendo un indicador del efecto que ejerce el ambiente.

Los datos obtenidos son similares a los registrados por Smith y Zelaya (2005), quienes obtuvieron entre cinco y siete granos por vaina evaluando sistemas a doble surco, sin reportar diferencia estadística.

Rendimiento (kg ha⁻¹). Matías (1996) definió que la manipulación del número de plantas por unidad de área produce altos rendimientos de semillas, mejorando el manejo y facilitando la cosecha. Por lo que definir métodos de siembra y espacios adecuados entre surco y planta, se considera una práctica primordial.

Para Thung (1991) el rendimiento de un cultivo resulta de la interacción entre el ambiente y la administración del manejo agronómico del cultivo, y cuando ocurre de manera adecuada, permite que se exprese el potencial genético de producción.

Según Peralta (2000) el rendimiento es influenciado por diversas variables, entre ellas el número de flores, el número de vainas por planta y el número de granos por vaina, más el efecto que ejercen los factores ambientales. En un sistema de producción el rendimiento es un indicador que permite al productor evaluar su eficiencia productiva. Así

CIENCIA DE LAS PLANTAS

lo describe White (1985) al plantear que cuando existe un aumento en la cantidad de plantas cosechada, el rendimiento es mayor.

En la Figura 4 se observa que el rendimiento no difiere estadísticamente en relación con los dos sistemas de siembra.

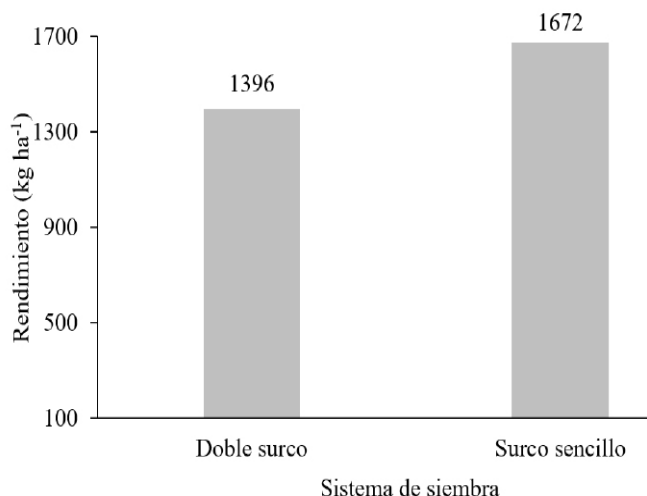


Figura 4. Rendimiento en kg ha⁻¹ por la influencia de los sistemas de siembra.

Los resultados en esta investigación no son diferentes a los reportados por Jiménez y Acosta (2013), quienes no registraron significancia estadística al comparar la siembra a surco sencillo (746 kg ha⁻¹) con la siembra a doble surco (758.7 kg ha⁻¹); rendimientos que son inferiores a los registrados en este estudio.

Se debe considerar algunas ventajas del sistema a doble surco, González *et al.* (2003) y Alves *et al.* (2008)

planean que cuando la distancia entre surcos es menor con igual distancia entre planta, se aumenta la cobertura vegetal, lo que permite una menor pérdida del agua por evaporación.

White e Izquierdo (1991) y Grafton *et al.* (1988) afirman que, para lograr un aumento en el rendimiento del cultivo de frijol, se deben implementar prácticas agrícolas adecuadas. En este caso, la reducción de las distancias entre surco o la siembra a doble surco.

El sistema de doble surco en la producción de semilla de frijol debe considerarse como una buena práctica agronómica, por las ventajas que ofrece, así lo plantea Luna (2005) al señalar que este sistema es una estrategia en la producción de semilla de frijol bajo sistema de riego, ya que permite hacer un uso más provechoso del agua, de los fertilizantes y otros insumos, debido a que se utiliza igual cantidad de éstos en un sistema con mayor densidad poblacional.

CONCLUSIONES

El comportamiento de los componentes del rendimiento y el rendimiento es estadísticamente igual en ambos sistemas de siembra, sin embargo se recomienda utilizar el sistema a doble surco en la producción de semilla de frijol bajo riego, como una estrategia para la obtención de excelentes rendimientos y por facilitar las labores de manejo agronómico.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) que hizo posible la realización de la investigación en el Centro de Desarrollo Experimental de Frijol La Compañía, facilitando los insumos, herramientas y el personal de campo encargado del manejo agronómico del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia para el Desarrollo Internacional. (1962). *Mapa ecológico de Nicaragua, A.C. con la clave de clasificación de vegetales del mundo preparado por el Dr. L.R. Holdridge*. Gobierno de los Estados Unidos de América.
- Aguirre, R. y Peske, S. (1988). *Manual para el beneficio de semillas*. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnabe086.pdf
- Alves, A. F., Andrade, M., Vieira, N. y Rezende, P. M. (2008). Grain yield of four new cultivars based on plant density. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 51, 242-243. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/115/115589012/html/>
- Artola Espinoza, A. (1990). *Efecto de espaciamiento entre surco, densidad y control de malezas en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) Var; Revolución 81*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1521/>
- Bonilla, J. A. (1990). *Efecto de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus Vulgaris L.)*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/2512/>
- Calero, A., Castillo, Y., Quintero, E., Pérez, Y. y Olivera, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (Phaseolus vulgaris L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7(1), 88-100. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.67773>
- Carvalho, R. N., Peluzio, J. M., Barros, H. B., Fidelis, R. R. y Pereira, H. (2001). Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas, em Gurupi, Tocantins. *Revista Ceres* 48(279), 529-537.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2014). *Claves para la taxonomía de suelos (Décima segunda edición)*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales.
- Díaz, M. y Aguilar, F. (1984). *Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol (Phaseolus Vulgaris L.)*. Turrialba, Costa Rica.
- Escalante-Estrada, J. E., Rodríguez-González, M. T. y Escalante-Estrada, Y. (2015). Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivares de frijol. *Bioagro*, 27(2), 75-82. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612015000200003
- Grafton, K. Y., Schneiter, A. A. y Nagle, B. L. (1988). Row spacing, plant population and genotype x row spacing interaction effects on yield and yield components of dry bean. *Agron. J*(80), 631-634.
- González, S. E., Braud, I., Thony, J. L., Vauclin, M., Bessmoulin, P. y Calvet, J, C. A. (2003). *Evidencia experimental de la reducción de la evaporación del suelo por la presencia de un lecho natural de residuos vegetales*. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. XVIII (4):34-42
- Guzmán Gómez, M. (2019). *Rojo Extrema Sequía. Una variedad de frijol como respuesta al cambio climático en Nicaragua, año 2014-2018*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. <http://apps.iica.int/pcmca/docs/MT%20Leguminosas/Martes%2030%20abril/19-Rojo%20Extrema%20Sequia,%20Variedad%20Frijol.pdf>
- Hakansson, S. (1983). *Competition and production in short-lived cropweed stans*. Density effects. Swed. University of Agriculture Science Report 127. Uppsala Sweden.
- Hernández Avendaño, L. G. y Barquero Narváez, E. I. (2003). *Evaluación de 16 variedades de frijol común negro (Phaseolus vulgaris L.) en época de primera en La Compañía, Carazo*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1862/1/tnf30b267.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Red de Innovación Agrícola y Cooperación Suiza en América Central. (2009). *Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua*. IICA-RED SICTA-COSUDE. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2005). *Clasificación climática según Koppen*. Dirección general de meteorología. <https://www.enatrel.gob.ni/wp-content/uploads/2015/03/Mapas.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2018). *Departamento de estadística y meteorología*. INETER.
- Jiménez Galindo, J. C. y Acosta Gallegos, J. A. (2013). Efecto de la densidad simple y doble hilera en el rendimiento de frijol de temporal en Chihuahua, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 393-407. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342013000300005&lng=es&tlng=es
- Joya, E. y Leiva, Z. (2006). *Evaluación preliminar de 36 genotipos de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en la época de postrera en la comunidad de Mancico, Somoto*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1995/>
- Luna Vázquez, J. (2005). *El cultivo de frijol de riego a doble hilera en el Altiplano Potosino*. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewi85q36wqT7AhWgwAIHHU_kDiwQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.compucampo.com%2Ftecnicos%2Ffrijolriego-altiplanopotosino.pdf&usg=AOvVaw1zwV-nDMYgIHRsJUDS943S
- Matías, C. (1996). Determinación del marco de siembra óptimo para la producción de semillas de Canavalia ensiformis. *Pastos y Forrajes*, 19(3). <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1006>
- Moraga, P. y López, J. (1993). *Efecto de sistemas de labranza, métodos de control de malezas y rotación de cultivos sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol común (Phaseolus Vulgaris L.) y soya (Glycine max L. Merr)*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1538/>
- Moya, C., Elena-Mesa, M., Vizcaino, M., León, M. y Guevara, S. (2019). Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 40(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362019000400001
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas*. FAO.
- Ortiz Aragón, A. N. y Larios González, R. C. (2020). Uso eficiente del agua en la producción de semilla de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) con sistema de riego por aspersión. *La Calera*, 20(35), 81-87. <https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10302>
- Ortiz Aragón, A. N. (2020) *Láminas de riego y su efecto en la producción de semilla de frijol común en la estación experimental La Compañía, San Marcos, Carazo*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4103/>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Padilla, J. S., Ochoa, R., Acosta, E., Acosta, J. A., Mayek, N. y 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. <https://naldc.nal.usda.gov/catalog/IND43757200>
- Pavón T, J. C., Madero M, E. y Amézquita, E. (2010). Susceptibilidad del suelo a la degradación en parcelas con manejo agroforestal Quesungual en Nicaragua. *Acta agronómica*, 59(1), 46-55.
- Peralta Jarquín, M. A. (2000). *Influencia de periodos de control de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) var. DOR-364*. [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1752/>
- Ricaurte Oyola, J., Clavijo Michelangeli, J. A., Sinclair, T. R., Rao, I. M. y Beebe, S. E. (2016). Sowing Density Effect on Common Bean Leaf Area Development. *Crop Science*, 56. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.01.0056>
- Sánchez Espinoza, J. A. y Rubiano Sanabria, Y. (2015). Procesos específicos de formación en andisoles, alfisoles y ultisoles en Colombia. *Revista EIA*, 7(12), 85-97. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372015000300008#:text=Los%20procesos%20espec%C3%ADficos%20de%20formaci%C3%B3n,el%20Instituto%20Geogr%C3%A1fico%20Agust%C3%ADn%20Codazzi
- Smith Morales, D. Y. y Zelaya Carrero, J. A. (2005). *Evaluación agronómica de quince genotipos promisorios de frijol común de testa negra (Phaseolus vulgaris L.) en la estación experimental La Compañía, Carazo*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1979/>
- Soltani, A., Robertson, M. J., Mohammad-Nejad, Y. y Rahemi Karizaki, A. (2006). Modeling chickpea growth and development: Leaf production and senescence. *Field Crops Research*. 99(1), 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.02.005>
- Thung, M. (1991). *Bean Agronomy in Monoculture*. En *Common Beans: Research for crop improvement*. CIAT.
- Valle Hernández, O. A. (2013). *Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento de grano de tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*, *El Rincón, Dario-Matagalpa, primera, 2010*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04v181.pdf>
- White, J. (1985). Conceptos básicos de la fisiología del frijol. En: F. Fernández. y A. Schoonhoven (eds.). *Frijol: Investigación y Producción*. CIAT.
- White, J. e Izquierdo. (1991). Physiology of yield potential and stress tolerance. En Schoonhoven y Voyset. (eds.). *Common Beans: Research for crop improvement*. Redwood Press.