

Arreglos topológicos y densidades de siembra en el cultivo de frijol de riego en Zacatecas

M.C. José Ángel Cid Ríos
Ing. Manuel Reveles Hernández
Dra. Nadiezhda Yakovleva Zitz Ramírez Cabral
Dr. Rodolfo Velásquez Valle
M.C. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez



Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V.R., Zacatecas
Folleto Técnico Núm. 110
Diciembre 2021

ISBN: 978-607-37-1343-6

Número de registro de derechos de autor: 03-2021-120713245000-01



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

ini+ap
Instituto Nacional de Innovación y
Formación Agraria y Pesquera

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
DR. VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA
Secretario

ING. VÍCTOR SUÁREZ CARRERA
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria
M.V.Z. ARTURO MACOSAY CÓRDOVA
Coordinador General de Ganadería

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador General de Desarrollo Rural

ING. SANTIAGO JOSÉ ARGUELLO CAMPOS
Encargado del Despacho de la Coordinación de
Agricultura

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE
Encargado del Despacho de los Asuntos
Correspondientes a la Dirección General del
INIFAP

DR. ALFREDO ZAMARRIPA COLMENERO
Coordinador de Investigación, Innovación y
Vinculación

DR. LUIS ORTEGA REYES
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO
DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS
Director de Administración

DR. LUIS ROBERTO REVELES TORRES
Director de Coordinación y Vinculación

Arreglos topológicos y densidades de siembra
en el cultivo de frijol de riego en
Zacatecas

M.C. José Ángel Cid Ríos
Investigador del Programa de Frijol y
Garbanzo
Campo Experimental Zacatecas

Ing. Manuel Reveles Hernández
Investigador del Programa de Hortalizas
Campo Experimental Zacatecas

Dra. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral
Investigador del Programa de
Agrometeorología
Campo Experimental Zacatecas

Dr. Rodolfo Velásquez Valle
Investigador del Programa de Sanidad
Forestal y Agrícola
Campo Experimental Pabellón

M.C. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez
Investigador del Programa de Pastizales y
Cultivos Forrajeros Campo Experimental
Zacatecas

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Norte
Centro

Campo Experimental Zacatecas
Ciudad, Estado, México

Diciembre 2021

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Alcaldía Coyoacán, C. P. 04010 Ciudad de
México
Teléfono (55) 3871-8700
Folleto Técnico Núm. 110

Arreglos topológicos y densidades de siembra
en el cultivo de frijol de riego en
Zacatecas

ISBN: 978-607-37-1343-6

Primera Edición 2021

No está permitida la reproducción total o
parcial de esta publicación, ni la
transmisión de ninguna forma o por cualquier
medio, ya sea electrónico, mecánico,
fotocopia o por registro u otros métodos,
sin el permiso previo y por escrito a la
institución.

Hecho en México

CONTENIDO

1. Introducción.....	1
1.1. Importancia del cultivo en la alimentación humana.....	1
1.2. Problemática del cultivo en Zacatecas.....	3
2. Requerimientos del cultivo.....	7
2.1. Suelo.....	7
2.2. El cultivo de frijol y cambio de clima..	7
3. Sistemas de siembra de frijol.....	10
3.1. Surcos.....	10
3.2. Doble hilera.....	10
3.3. Triple hilera.....	11
3.4. Cuatro hileras.....	12
4. Manejo del cultivo.....	13
4.1. Siembra.....	13
4.2. Fertilización.....	15
4.3. Labores Culturales.....	16
4.4. Riego.....	18
4.5. Cosecha.....	20
5. Bibliografía.....	21

1. Introducción

1.1. Importancia del cultivo en la alimentación humana

La canasta básica alimentaria es diferente en cada país, sin embargo, el frijol tiene un papel importante en el desarrollo económico, social, y además ayuda a satisfacer las principales necesidades de la sociedad. En México, los cultivos básicos son: maíz, frijol, arroz, trigo, entre otros. De estos, destaca por su importancia económica y social el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) (Yúnez-Naude y Barceinas, 2000).

El grano de esta leguminosa es un producto con alto contenido de proteínas, para la alimentación de varios países en desarrollo, dentro de ellos destaca México y algunos países africanos. En México, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia después del maíz (Sangerman *et al.*, 2010). Por su valor nutritivo, el frijol es altamente demandado para su alimentación en muchos países en vías de desarrollo, con una amplia población de bajos ingresos es primordial garantizar una fuente de proteína de bajo costo económico y ambiental, que contribuya a disminuir la

desnutrición tanto de zonas urbanas como rurales. Por ejemplo, el uso de variedades mejoradas de frijol como negro Jamapa pueden aportar hasta el 46% de la cantidad necesarias de proteínas en niños (Sangerman *et al.*, 2010).

Aunado a lo anterior, estudios recientes han reportado beneficios en la salud por el consumo de frijol tales como reducción en colesterol, prevención de ciertos tipos de cáncer, prevención en diabetes, obesidad, enfermedades crónicas degenerativas, problemas del corazón entre otros. Estos beneficios se deben en parte a compuestos llamados funcionales o nutracéuticos reconocidos por sus propiedades antioxidantes (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2002; Ríos-Ugalde *et al.*, 2007; Figueroa *et al.*, 2010).

Lamentablemente, a pesar de todos los beneficios del frijol, desde hace años existe una disminución del consumo per cápita de frijol en México, por lo cual, recientemente, se han estado elaborando diferentes productos a base de harina de frijol para promover el

consumo de esta leguminosa; entre ellos se encuentran pastas, barras nutritivas, totopos, botanas, panques y galletas que ofrecen mayor calidad nutricional con más proteínas, fibra, capacidad antioxidante y menos contenido de grasas comparados con los que no están elaborados con frijol (Cruz-Bravo *et al.*, 2015).

La siembra de frijol es una alternativa para garantizar la seguridad alimentaria en la población por ser un cultivo de autoconsumo y que además genera ingresos para el agricultor que logra obtener un excedente de su cosecha (Sánchez *et al.*, 2001). De lo anterior es fácil advertir que el cultivo de frijol es de gran importancia económica y social en México, y en especial en el estado de Zacatecas.

1.2. Problemática del cultivo en Zacatecas

A pesar de existir una disminución en el consumo per cápita de frijol, México presenta un déficit de grano que tiene que ser cubierto con importaciones (Ayala *et al.*, 2008). Este déficit se debe a una amplia problemática que

presenta el cultivo de frijol en el país y particularmente, en el estado de Zacatecas, dentro de las cuales destacan la escasa y lenta adopción de tecnología que permita eficientizar los recursos y obtener mayores rendimientos, el cambio de clima representado por las sequías recurrentes, suelos poco fértiles, erosionados, la presencia de plagas y enfermedades entre otros (Pérez y Galindo, 2003; Ramírez-Cabral *et al.*, 2015). Se recomienda utilizar variedades con mayor tolerancia a enfermedades locales, así como, genotipos de mayor tolerancia a virosis. Además de conocer la severidad o susceptibilidad a pudrición de raíz (Pedroza *et al.*, 2010).

Zacatecas, es el estado productor de frijol con mayor importancia a nivel nacional por la superficie sembrada, donde existe una reducida implementación de tecnologías disponibles para el cultivo. En el estado las siembras bajo condiciones de temporal utilizan variedades tardías, lo cual incrementa el riesgo de pérdidas en la producción por la posibilidad de heladas tempranas, por lo que

se requiere utilizar variedades adaptadas de ciclos corto (Padilla *et al.*, 2009). En la superficie agrícola del estado de Zacatecas se cuenta con 167,743 ha para siembras de frijol catalogadas con potencial alto, 450,157 ha con potencial medio y 1,028,364 ha en potencial bajo, en condiciones de temporal. Más del 80% de la producción en el estado se obtiene de los municipios de Sombrerete, Miguel Auza, Juan Aldama, Saín Alto y Francisco R. Murguía, estas zonas se consideran de alto a bajo potencial productivo, lo que incrementa el costo ambiental y económico al existir un desbalance entre los requerimientos de la leguminosa y las condiciones de la región, siendo zonas de temporal (Medina *et al.*, 2003).

Para condiciones de riego, el principal problema es la escasez de agua para la producción de frijol, esto es preocupante ya que el 75% de uso del agua disponible es utilizada para uso humano (Molden *et al.*, 2001). Por lo que se debe buscar la tecnificación y modernización de los sistemas de riego que, a su vez incrementen la

rentabilidad del cultivo bajo condiciones de riego por goteo.

Entre 2015 y 2019, en Zacatecas, el 96% de la superficie cosechada de frijol fue realizada en condiciones de temporal, que fue alrededor de 555 000 ha, con sólo un 4% bajo riego, cerca de 24,000 ha. Sin embargo, un hecho interesante es que la superficie de riego (4% del total estatal) contribuyó con el 14% de la producción de este grano a nivel nacional y los rendimientos promedio por hectárea bajo riego fueron de 2 t/ha, comparado con 0.5 t/ha, en condiciones de temporal (SIAP, 2019). Por lo que es conveniente establecer estrategias y alternativas que ayuden a incrementar el rendimiento por unidad de superficie para poder garantizar la rentabilidad del cultivo en condiciones de riego.

Para contribuir a resolver la problemática, el INIFAP ha evaluado diversas tecnologías para lograr mejores rendimientos, así como, mejorar la calidad de vida de los productores de frijol, mediante la utilización de siembra en camas donde se ha comprobado que se obtienen

mejores rendimientos comparados con la siembra en hilera sencilla.

2. Requerimientos del cultivo

2.1. Suelo

Los suelos más adecuados para la siembra del frijol son los francos arcillosos pero los suelos con texturas ligeras como los francos arenosos son óptimos. Además, el frijol requiere de suelos con buen drenaje y buena aireación. No tolera suelos alcalinos ni ácidos; prospera en un rango de pH de 5.5 a 7.5, con un óptimo de 6.0. Requiere suelos libres de sales. Se puede cultivar en suelos delgados con un mínimo de 60 cm, sin embargo, en suelos profundos se obtienen mejores rendimientos (Medina *et al.*, 2007).

2.2. El cultivo de frijol y cambio de clima

El frijol al ser un organismo sensible a los cambios de temperatura constante, se ve influenciado en su desarrollo y crecimiento, principalmente, por la temperatura, además de otros factores como el fotoperiodo, la disponibilidad de humedad y así como sus interacciones con el ambiente.

Esta leguminosa es una especie que puede ser afectada por la cantidad de horas luz que recibe durante el día; en fechas tempranas de siembra (marzo-abril) en el estado de Zacatecas, cuando los días son largos, la fisiología de las plantas de algunas variedades como Pinto Saltillo es afectada, por lo que la floración y madurez fisiológica se retrasan, aunque existen variedades que son neutrales a esta afectación fisiológica, como Flor de Junio León y Flor de Mayo Eugenia. Existen algunas variedades de crecimiento determinado tipo mata o arbustivo que son menos sensibles al fotoperiodo que las variedades tardías y de hábito indeterminado. Crecen entre los 0 y 2400 msnm y necesitan por lo menos de 350 a 400 mm de agua durante el ciclo. Los períodos críticos de abastecimiento de agua son 15 días antes de floración y 18 a 22 días antes de maduración (Medina *et al.*, 2007).

El rango de crecimiento de la planta de frijol oscila entre 10 y 30°C, con una temperatura óptima de 16 a 24°C. Es muy sensible a

temperaturas extremas favoreciéndole noches relativamente frescas. Las temperaturas extremas, tanto bajas (5°C) como altas (40°C) reducen el rendimiento al provocar pérdidas de floración y problemas de esterilidad. Este cultivo no tolera las heladas ni temperaturas altas. Las bajas temperaturas retardan el crecimiento y las altas lo aceleran (Medina *et al.*, 2007; Padilla *et al.*, 2009).

La humedad ambiental debe ser moderada ya que ambientes cálidos y muy secos afectan el cultivo. La humedad relativa óptima es del 60 al 75%. Se debe tener atención en altas humedades relativas ya que favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas como la antracnosis (Padilla *et al.*, 2009).

En la actualidad, la mayoría de los productores de frijol, de riego y temporal, siguen utilizando materiales criollos, los cuales frecuentemente tienen bajo potencial productivo, alta susceptibilidad a plagas y enfermedades y carecen de las características

de calidad comercial que demanda el mercado nacional (Cid *et al.*, 2014).

3. Sistemas de siembra de frijol

3.1. Surcos

La siembra tradicional en una hilera se realiza mediante sembradoras mecánicas de semi-precisión y de precisión donde se recomienda establecer a la siembra 131 mil plantas por hectárea, con separación de 0.76 m entre surcos y 10 cm entre plantas (Medina *et al.*, 2016).

3.2. Doble hilera

La siembra en doble hilera permite ser eficiente en el uso de agua, suelo y fertilizante, además de que permite incrementar la densidad de población. Es importante señalar que el único costo que se eleva es la semilla ya que en comparación con hilera sencilla se utiliza el doble de semilla. En hilera sencilla se recomienda de 30 a 40 kg por hectárea, en doble hileras se recomiendan de 70 a 80 kg por hectárea con distanciamiento entre plantas de 10 cm y 25 cm entre hileras en cada cama. La alta densidad

logra incrementar la producción en un 40 por ciento o una tonelada más, en comparación que la hilera sencilla, sin elevar considerablemente el costo de producción por hectárea. También es importante mencionar que la fertilidad de suelo influye en el rendimiento de la variedad en este sistema de siembra (Luna, 2005).

3.3. Triple hilera

La siembra de frijol en cama con tres hileras de plantación se recomienda para genotipos de amplia área foliar. Por lo que pueden ser utilizados bajo condiciones de campo las variedades de habito de crecimiento tipo III determinado prostrado e indeterminado IV. Las variedades con alto índice de área foliar como; Flor de Mayo Eugenia, Flor de Junio León, Negro San Luis, cubren el surco al aumentar la captación de energía logrando reducir las pérdidas de humedad por evaporación. Se recomienda establecer en camas de 1.52 cm con un distanciamiento entre hileras de 40 cm y entre plantas de 14 cm logrando una densidad de plantas de 140,000 plantas por hectárea. Aunque esta tecnología

generada para el cultivo de frijol no se recomienda utilizar bajo condiciones de riego por goteo, ya que se deberán establecer dos cintillas regantes lo cual no hace eficiente el uso de cintilla por hectárea y complica realizar las labores culturales (Osuna *et al.*, 2013). La distancia optima entre surcos es de 40 cm, donde se recomiendan 10 semillas en un metro lineal, y una densidad de población de 195,000 plantas por hectárea (Lardizabal *et al.*, 2013).

3.4. Cuatro hileras

El sistema de siembra en camas con cuatro hileras bajo condiciones de riego por goteo (Figura 1) incrementa la productividad de la variedad de frijol Pinto Saltillo. Se ha comparado el rendimiento de esta variedad en dos sistemas de siembra: en una y en cuatro hileras bajo condiciones de riego por goteo y se obtuvieron los siguientes rendimientos; en hilera sencilla el rendimiento fue de 3,477 kg/ha, mientras que en camas el rendimiento fue de 5,494 kg/ha, lo que representa un incremento del rendimiento de 63.28 % en cuatro hileras comparado con el sistema de

hilera sencilla, lo cual constituye una alternativa de producción para los productores de frijol bajo condiciones de riego en el estado (Cid *et al.*, 2015). La distancia optima evaluada para frijol pinto Saltillo entre surcos es 30 cm, donde se recomiendan 10 semillas en metro lineal y una densidad de población de 260,000 plantas por hectárea.

4. Manejo del cultivo

4.1. Siembra

Se recomienda establecer la variedad de frijol Pinto Saltillo en siembra en camas donde se establezca la densidad de 260 mil plantas por ha (Osuna- Ceja *et al.*, 2012). Una de las limitantes a las que se enfrentan los productores de frijol para el establecimiento de cuatro hileras es la sembradora, dado que aún no son muy comunes en el país. También es importante señalar que para este sistema de siembra se recomienda utilizar variedades de frijol de porte erecto y de guía corta (Serrano y Mondragón, 2010).

Para realizar la siembra en camas se requiere utilizar una adecuación de maquinaria, donde se establezcan camas con cuatro hileras de

siembra con distancia entre hilos de 0.30 cm y 10 cm entre plantas, logrando establecer una densidad de 260 mil plantas a la siembra (Osuna-Ceja *et al.*, 2012; Serrano y Mondragón, 2010).



Figura 1. Siembra de la variedad Pinto Saltillo, en camas de cuatro hileras con dos cintas regantes por cama.

Debe alcanzarse la densidad de siembra recomendada ya que cuando esta es menor, no se logra la cobertura total del suelo por el cultivo y existe un desperdicio de energía

solar y de agua por evaporación (Osuna-Ceja *et al.*, 2013).

4.2. Fertilización

La fertilización inorgánica en el cultivo de frijol para condiciones de riego es 50-60-30 Nitrógeno, Fosforo y Potasio respectivamente, el cual es recomendable aplicar la totalidad de la formula en el momento de la siembra o en la primera escarda (Medina *et al.*, 2016). Martínez-Gamiño *et al.*, (2012) señalan que con el uso de fertirriego, se logran obtener mayores rendimientos de grano, los cuales superan hasta en un 100% comparado con el obtenido bajo condiciones de riego por gravedad, encontrando que con la fórmula 100 - 100 - 50 (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) respectivamente, se obtienen mayores rendimientos.

Con el uso de riego por goteo y fertilización soluble se reduce hasta un 85 % el consumo de agua, donde se debe aplicar la formula inorgánica 60N-60P-60K, la cual debe ser fraccionada durante el ciclo del cultivo, donde el rendimiento se incrementa hasta un 145 % comparado con el riego por gravedad, y

en goteo 110 % (Ugalde-Acosta *et al.*, 2011). Estudios realizados por Martínez-Gamiño *et al.*, (2006) señalan que la fórmula inorgánica tradicional 40-60-00 N, P, K, aplicada bajo goteo es la apropiada ya que incrementa la productividad en un 98 % resultando con mayor rentabilidad que cuando se incrementa el nitrógeno. Al incrementar el nitrógeno se incrementa la productividad, sin embargo, resulta incosteable por el incremento de costos.

4.3. Labores Culturales

La infestación de maleza en el cultivo de frijol puede ocasionar reducción de rendimiento hasta un 80 %. El control de maleza en el centro del país comúnmente se realiza mediante escardas. Sin embargo, se recomienda la aplicación de alguno de estos herbicidas post emergentes: Flex, Basagran y Dual, los cuales permiten mantener limpio el cultivo. Se recomienda realizar la aplicación del producto cuando el suelo cuente con humedad, así como, realizar la aplicación preferentemente por la mañana, fuera de periodos de lluvia para tener un buen efecto

del producto. Las bajas densidades de población favorecen la presencia de malezas como en la siembra tradicional de hilera sencilla donde el espacio entre surcos es muy amplio y permite la presencia de maleza (Mondragón y Serrano 2018); por el contrario, la alta densidad de población de frijol en siembra de camas impide el desarrollo de maleza y mantiene el cultivo con mayor contenido de humedad (Osuna Ceja et al., 2012).



Figura 2. Escarda de Pinto Saltillo en camas de cuatro hileras de siembra.

Para el control de maleza es recomendable realizar por lo menos dos escardas (Figura 2),

la primera se debe aplicar entre los 15 y 25 días después de la siembra, y la segunda entre los 20 y 25 días, después de la primera, esto para mantener libre de maleza el cultivo (Medina et al., 2016).

4.4. Riego

Para ser eficiente el uso de agua de riego se recomienda utilizar variedades de bajo requerimiento hídrico o de ciclo precoz. Sin embargo, bajo condiciones de riego se pueden aplicar de uno a doce riegos los cuales no deben ser mayor a dos horas de auxilio para incrementar la productividad de la variedad que se está utilizando (Rosales y Flores, 2017).

El riego por goteo permite aplicar de manera homogénea el agua y nutrientes (Figura 3), los cuales pueden ser depositados lo más cercano posible al sistema radicular y permite la aplicación de productos químicos para controlar problemas de enfermedades (Ghidiu et al., 2012). Para determinar el tiempo de riego por goteo en el cultivo de frijol, es indispensable establecer sensores de humedad

o tensiómetros watermark en el hilo de siembra, los cuales se pueden establecer a 15, 30 y 45 cm de profundidad; se debe de aplicar el riego, cuando la lectura indique entre 15 y 25 kPa, con duración de 1.5 a 2 h, esto hasta que el cultivo termine su ciclo (Jasso y Martínez 2012). La duración de riego es de 2 h, horas por semana para ambos sistemas de siembra durante el ciclo del cultivo, y si el cultivo se establece en el mes de junio los riegos pueden disminuir por la presencia de precipitaciones (Medina et al., 2016).



Figura 3. Aplicación de riego por goteo en los dos sistemas de siembra. A la derecha el

sistema de altas densidades y a la izquierda el sistema tradicional de una hilera.

4.5. Cosecha



Figura 4. Fotografía que ilustra el término de la madurez fisiológica de Pinto Saltillo en altas densidades.

Para la cosecha se recomienda realizarla cuando la planta esté en madurez fisiológica (Figura 4); es decir cuando el 50 % de las plantas presenten una tonalidad de verde a

verde limón. Esta práctica puede realizarse mecánicamente con una cuchilla plana para poder realizar el corte del sistema radicular de cada una de las plantas y, evitar el daño de la cintilla. Para evitar el desgrane de vainas secas, se debe realizar el corte lo más temprano posible para aprovechar la humedad.

5. Bibliografía

- Ayala G. A. V., Schwentesius R. R., Gómez C. M. A. y Almaguer V. G. 2008. Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberación comercial. *Región y Sociedad*. 20: 37-62.
- Cid R. J. A., Reveles H., M. y Figueroa G. J. J. 2015. Calidad y rendimiento de Pinto Saltillo en dos sistemas de siembra con goteo en Zacatecas. II Congreso Internacional y XI Congreso Nacional de Recursos Bióticos de Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo., México. 313-332.
- Cid R, J. A., Reveles H, M., Velásquez V, R. y Mena C, J. 2014. Producción de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 63. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera Zacatecas, México. 69 p.
- Cruz-Bravo, R. K., Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera, M. D., Cid-Ríos, J. A. y Juárez-García, M. 2015. Galletas con harina de frijol de alta calidad nutricional y nutracéutica. Folleto técnico. Núm. 66.

- Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 21 p.
- Figueroa, G. J. J., Guzmán, M. S. H., Herrera, H. M. G., Rumayor, R. A. F., Alvarado, N. M. D. y Sánchez, T. B. I. 2010. Botana a base de frijol con alto valor nutricional y nutracéutico. Folleto Técnico No. 28. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 27p.
- Ghidu G., Kuhar T., Pallumbo J. and Schuster D. 2012. Drip chemigation of insecticides as a pest management tool in vegetable production. Journal of Pest Management. 3:1-5.
- Guzmán-Maldonado, S. H., Acosta-Gallegos, J. A., Álvarez-Muñoz, M. A., García-Delgado, S., y Loarca-Piña, G. 2002. Calidad alimentaria y potencial nutracéutico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica en México. 28:159-173.
- Jasso C. C. y Martínez G. M. A. 2012. Guía para producir semilla mejorada de frijol con fertirriego en San Luis Potosí. Publicación Especial Núm. MX-0310305-15-03-17-14-12. Campo Experimental San Luis Potosí. CIRNOR-INIFAP. 39 p.
- Lardizábal R., Arias S. y Segura R. 2013. Manual de producción de frijol. USAID-ACCESO. 24 p.
- Luna V., J. 2005. El cultivo de frijol de riego a doble hilera en el Altiplano Potosino. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental San Luis Potosí. Folleto para productores Núm. 40. San Luis Potosí, México. 13 p.
- Martínez-Gamiño M. A., Jasso-Chaverría C. y Huerta-Díaz J. 2012. Efecto de dosis de fertilización con fertirriego y labranza de conservación en el rendimiento de frijol y propiedades del suelo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3:1551-1564.

- Martínez-Gamiño M. A., Jasso-Chavería C. y Huerta-Díaz J. 2006. Fertirriego y labranza de conservación en la producción de frijol. *Terra Latinoamericana*. 24: 367-374.
- Medina G. G., Zegbe D. J. A., Cabañas C. B., Mena C. J., Ruiz C. A., Bravo L. A., Amador R. M. D., Zandate H. R., Reveles H. M., Gutiérrez S. R., Díaz P. G., Madero T. J. y Rubio D. S. 2007. Potencial productivo de especies agrícolas en el distrito de desarrollo rural Río Grande, Zacatecas. Libro Técnico No. 6. CIRNOC-CEZAC. 187p.
- Medina G. G., Cabañas C. B., Ruiz C. A. J., Rubio D. S., Rumayor R. A., Luna F. M., Gallegos V. C., Gutiérrez S. R. y Bravo L. A. G. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Libro técnico No. 2. INIFAP. CIRNOC- CEZAC. 152p.
- Medina-García G., Ruiz-Corral J. A., Rodríguez-Moreno V. M., Soria-Ruiz J., Díaz-Padilla G. y Zarazúa Villaseñor P. 2016. Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13: 2465-2474. <https://doi.org/10.29312/remexcav0i13.461>.
- Medina G. G., Mena C. J., Gutiérrez L. R., Cid R., J. A., Echavarría C. F. G. y Sánchez G. R. 2016. Tecnología para la producción de cultivos en el área de influencia del Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico Núm. 16. Capítulo 1 cultivos básicos. 31- 40 p.
- Molden, D., Upali, A. and Intizar, H. 2001. Water for rural development: Background paper on water for rural development prepared for the World Bank. Working paper 32. Colombo: International Water Management Institute.

- Mondragon P. G. y Serrano C. L. M. 2018. Manejo de malezas en el cultivo de frijol en el centro de México. *Agroproductividad*. 27-30.
- Osuna-Ceja E. S., Reyes-Muro L., Padilla-Ramírez S. y Martínez-Gamiño M. A. 2012. Rendimiento de frijol pinto saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 1389-1400.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v3i7.1345>.
- Osuna-Ceja E. S., Padilla-Ramírez J. S., Reyes M. L. and Martínez-Gamiño M. A. 2013. Effect of sowing system on grain yield of two dry bean varieties in Aguascalientes. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*. 56:149- 150.
- Osuna C., E. S., Reyes M., L., Martinez G., M. A., Acosta G., J. A. y Arellano A., S. 2013. Siembra de frijol en camas a tres, cuatro y seis hileras en Aguascalientes. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Desplegable para productores Núm. 46.
- Padilla V. I., Castillo T. N., Ramírez A. J. A., Armenta C. I., Cabrera C. F., Madrid M. C. y Ortiz E. J. E. 2009. Manual para la producción de frijol en el sur de Sonora. Folleto Técnico No. 69. Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP. 122 p.
- Pérez, H. P. 1999. Proyecto. Diagnóstico de la calidad del grano de frijol para consumo directo e industrial para el Estado de México. CEVAMEX-INIFAP.
- Pérez T. H. y Galindo G. G. 2003. Situación socioeconómica de los productores de frijol de temporal en Zacatecas. *Terra Latinoamericana*. 21: 137-147.
- Pedroza S., A., Samaniego G., J. A. y Chávez R., J.A 2010. Fitosanidad en tres variedades

- de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones favorables y desfavorables de humedad edáfica. Revista Chapingo Series Zonas Áridas. 9: 53-59.
- Ramírez-Cabral N. Y. Z., Sánchez G. R. A., Cabral E. M., Cruz B. R. K. y Rosales S. R. 2015. Selección de materiales promesa de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 65. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 40p.
- Ríos-Ugalde, C., Reynoso, R., Torres-Pacheco, I., Acosta-Gallegos, J. A., Palomino-Salinas, Ramos-Gómez, M., González-Jasso E. y Guzmán-Maldonado, S. H. 2007. Efecto del consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el cáncer de colon en ratas Sprague-Dawley. Agricultura Técnica en México 33:43-52.
- Rosales S. R. y Flores G. H. 2017. Importancia del agua de riego para la producción sostenible de frijol en Durango. Folleto técnico. Núm. 91 Campo Experimental Valle del Guadiana. CIRNOC-INIFAP. Durango, México. 28 p.
- Sánchez R.G., Martínez M. F. A. y López I. L. A. 2001. El frijol en México competitividad y oportunidades de desarrollo. FIRA. Boletín informativo. 316.
- Sangerman-Jarquín D. M., Acosta-Gallegos J. A., Shwenstesius-de-Rinderman R., Damián-Huato M. A. y Larqué-Saavedra B. S. 2010. Consideraciones de importancia social entorno al cultivo del frijol en el centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1: 363-380.
- Serrano C. L. M. y Mondragón P. G. 2010. Los sistemas de siembra del frijol en México. Agroproductividad. 3:1-5.

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola.
<http://www.siap.gob.mx>.
- Ugalde-Acosta F. J., Tosquy-Valle O. H., López-Salinas E. y Francisco-Nicolás N. 2011. Productividad y rentabilidad del cultivo de frijol con fertirriego en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*. 22: 29-36.
- Yúnez-Naude A. y Barceinas F. 2000. Efectos de la desaparición de la CONASUPO en el comercio y en el precio de los cultivos básicos. *Estudios Económicos*. Año/vol. 15, número 002. Distrito Federal.

Cita correcta:

Cid-Ríos J. A.; Reveles-Hernández M.; Ramírez-Cabral N. Y. Z.; Velásquez-Valle R. y Sánchez-Gutiérrez R. A. 2021. Arreglos topológicos y densidades de siembra en el cultivo de frijol de riego en Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 110. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC - INIFAP, 24 p.

Comité Editorial del CIRNOC

M.C. Yasmin Ileana Chew Madinaveitia
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja
Dr. Julio César Ríos Saucedo
Dr. Pedro Jurado Guerra
Dra. Blanca I. Sánchez Toledano
Dr. Luis Antonio Díaz García
M.C. María Gabriela Ramírez Valadez

Comité Editorial del C.E. Zacatecas

Presidente: Blanca I. Sánchez Toledano
Secretario: Dr. Luis R. Reveles Torres
Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez
Vocal: M.C. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez
Vocal: M.C. Mayra Denisse Herrera

Edición

Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez
Dr. Luis Manuel Serrano Covarrubias

Diseño y fotografía
M.C. José Ángel Cid Ríos

Código INIFAP

MX-0-310305-15-02-11-09-110

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en diciembre de 2021 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500,
Calera de V. R., Zacatecas, México.
Tel. 55-38-71-87-00 ext 82328

Publicación Electrónica disponible en la biblioteca digital del INIFAP:

[https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/ Content](https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/Content)

www.gob.mx/inifap



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria,
Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Director de Coordinación y Vinculación

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dra	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Ing	José Israel Casas Flores*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
MC.	José Ángel Cid Ríos	Fríjol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González*	Fríjol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Fríjol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC.	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC.	Miguel Servin Palestina*	Ingeniería de Riego
Dra	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC.	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
MC.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Francisco G. Echavarría Cháirez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

* Becarios



www.gob.mx/inifap

En la actualidad se requiere utilizar tecnologías, y densidades de siembra adecuadas para incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo de frijol bajo condiciones de riego por goteo. Se ha comprobado que, mediante la siembra de frijol en camas de cuatro hileras bajo riego por goteo, se evita el desarrollo de malezas y se incrementa la producción en un 40 por ciento más comparado con la siembra en hilera sencilla.

