

Recomendaciones para el empleo de BactoCROP-DUAL y MicoCROP en plantaciones de Frijol (*Phaseolus vulgaris*)



Los frijoles (*Phaseolus* sp.) pertenecen a la familia de las leguminosas (Leguminosae o Fabaceae), junto con los chícharos, habas, soya, mezquites, huizaches, y alrededor de 19,400 especies. En el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijoles, de las cuales 50 se encuentran en México con gran variedad de tamaños, colores y requerimientos ecológicos. Se conocen con los nombres de frijol,



poroto, alubia, caraota y judía. En náhuatl se les llamaba etl o etle. Constituyen uno de los alimentos principales en la dieta de la población mexicana. Se distribuyen desde México hasta Argentina. Fueron domesticados en Mesoamérica hace alrededor de 8,000 años.

Las plantas de frijol son hierbas rastreras y trepadoras con folíolos de tres hojas. El color de sus flores tiene tonalidades rosas, lilas y violetas. Sus semillas, lo que conocemos como frijol propiamente, tiene forma de riñón y crecen en una vaina comestible como legumbre (ejotes, del náhuatl exotl). Como otras leguminosas, estas plantas en sus raíces tienen nódulos con bacterias fijadoras de nitrógeno. El frijol contiene carbohidratos, alto contenido de proteínas, fibra, grasa y minerales (calcio y hierro) y vitaminas del complejo B como la niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina.

El cultivo del frijol ocupa un lugar importante en la economía agrícola de nuestro país, tanto por la superficie que se le destina, como por la derrama económica que genera. En conjunto con el maíz constituyen la dieta básica del pueblo mexicano y en consecuencia son los productos de mayor importancia socioeconómica tanto por la superficie de siembra como por la cantidad consumida *per cápita*.

CARACTERISTICAS DESCRIPTIVAS

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L.

Nombres comunes: Frijol, habichuela, judía, caraota, poroto, alubia, frixos, ñuña, vainita, feijo, frisol, chuwi, habilla.

Familia: Fabaceae (Leguminosae).

Origen: América, siendo el principal centro de diversificación primaria el área de México y Guatemala (Miranda, 1991).

Distribución: 50° LN a 45° LS (Benacchio, 1982).

Adaptación: Regiones tropicales y subtropicales semiáridas frescas (González, 1984), así como zonas subhúmedas.

Ciclo de crecimiento: 70 a 300 días, dependiendo del hábito de crecimiento y de la región y época de cultivo (Voystest, 1985).

Tipo fotosintético: C3

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS.

Altitud: 0-2400 m (Lépiz, 1983).

Fotoperiodo: Existen cultivares indiferentes a la duración del día, pero hay otros que se comportan como plantas de día corto (Doorenbos y Kassam, 1979).

Radiación (luz): Prefiere días despejados (Benacchio, 1982). Con baja intensidad de luz y sombra, aumenta la altura de la planta, área foliar, número de nodos y entrenudos (Vyas et al., 1996).

Temperatura: El rango térmico para desarrollo es de 10 a 27°C, con un óptimo de 15 a 20°C (Doorenbos y Kassam, 1979).

Precipitación: Requiere de 350 a 400 mm durante el ciclo de cultivo y prospera en regiones con precipitación anual entre 600 y 2000 mm. Las épocas más críticas por la necesidad de agua son 15 días antes de la floración y 18-22 días antes de la maduración de las primeras vainas. Los 15 días previos a la cosecha deberían ser secos (Benacchio, 1982).

Humedad relativa: Esta especie requiere una atmósfera moderadamente húmeda y es afectada por una atmósfera excesivamente seca y cálida (Benacchio, 1982).

Profundidad de suelo: Requiere de un mínimo de 60 cm de suelo; aunque son mejores los suelos profundos para la obtención de máximos rendimientos (Benacchio, 1982).

Textura: Los suelos óptimos son los de texturas ligeras como los franco-arcillosos y franco-arenosos; en tanto que los suelos pesados, que se anegan fácilmente, son un poco menos productivos (Navarro, 1983).

Drenaje: Requiere suelos aireados y con buen drenaje (Duke, 1983).

pH: Puede desarrollarse en el rango de 5.3 a 7.5, con un óptimo de 5.5 a 6.5; no tolera alcalinidad (Benacchio, 1982).

Salinidad/Sodicidad: Se considera un cultivo sensible a la salinidad. El frijol tolera un porcentaje máximo de saturación de sodio de 8-10 % y una conductividad eléctrica hasta de 1 dS m⁻¹; por encima de estos niveles, los rendimientos disminuyen significativamente (Schwartz y Gálvez, 1980).

Fertilidad y química del suelo: En esta leguminosa, la fijación biológica de N atmosférico es relativamente eficiente (Danilo, 2011) ya que satisface parte de sus requerimientos de N en asociación con *Rhizobium* (Maia *et al.*, 2012). Es sensible a toxicidad de Al y Mn, así como a toxicidad o deficiencias de Zn, B, Mo y Mg (Wichmann, 1992). Responde a aplicaciones de Ca, Mg, S y B (Danilo, 2011).

MANEJO AGRONÓMICO Y SANITARIO

Preparación del terreno. Comprende de un barbecho de 25 cm de profundidad, uno o dos pasos de rastra y la nivelación para un buen manejo del agua de riego.

Época de siembra. Cualquiera de las variedades se debe sembrar en el mes de Febrero y Abril.

Método y densidad de siembra. La siembra se puede realizar en surcos de 70 a 80 cm con una sola hilera de plantas o en surcos de 110 cm de ancho con doble hilera; se sugiere sembrar en tierra venida depositando la semilla a una profundidad de 6 a 8 cm.

Fertilización. En suelos de textura media 60 kg de nitrógeno/ha y 90 kg/ha para suelos arenosos; la aplicación puede ser antes o durante la siembra cuidando que el fertilizante no quede en contacto con la semilla.

Riegos. En suelos de textura arenosa se sugieren cuatro riegos, el de pre-siembra con una lámina de 20 cm y tres de auxilio de 10 cm cada uno, aplicados en las etapas de inicio de floración, formación de vainas y llenado de grano. En suelos de textura media y arcillosa se sugieren tres riegos, el de pre-siembra con una lámina de 20 cm y dos de auxilio de 10

cm cada uno; el primero en la etapa de inicio de floración y el segundo en llenado de grano.

Cultivos. Se sugieren dos cultivos, el primero a los 15 o 20 días después de la emergencia de plantas y el segundo 20 días después del primero.

Plagas

- *Diabrotica*. La larva se desarrolla en el suelo alimentándose de las raíces. Es el adulto el que se alimenta del follaje, flores y vainas del frijol causando una reducción de la actividad fotosintética de la planta. El daño consiste en pequeñas perforaciones circulares a ovaladas en hojas y vainas del frijol.
- *Mosquita blanca*. Las ninfas y adultos sobreviven alimentándose en el envés de las hojas donde succionan la savia. El follaje se torna color amarillo moteado, seguido de defoliación y muerte de las plantas. Además, ninfas y adultos de la mosquita blanca secretan una sustancia azucarada (mielecilla) que permite el desarrollo de un hongo llamado fumagina reduciendo la actividad fotosintética de las plantas dañadas. El aspecto de la fumagina es carbonoso y está compuesto de las estructuras fúngicas epifíticas de *Capnodium* sp. Otros géneros de hongos como por ejemplo *Cladosporium*, *Alternaria* y *Torula* también producen estructuras negras pero la distribución en la planta y las condiciones predisponentes suelen ser diferentes. Los adultos de mosquita blanca son considerados como transmisores de enfermedades producidas por virus (p.e. virus mosaico dorado del frijol).
- *Mosca de la semilla*. El daño es causado por la larva al alimentarse dentro de la semilla o plántulas durante la germinación o emergencia.
- *Pulgones*. Causan daños directos succionando la savia de las plantas y provocando una alteración fisiológica que trae como consecuencia bajos rendimientos. Además los pulgones son transmisores de virus.
- *Chicharritas*. Los daños causados por la alimentación de estos insectos se observan como pequeños puntos amarillentos y posteriormente viene un encarrujamiento y clorosis completa de hojas manifestándose en un crecimiento raquítico de las plantas.
- *Conchuela (Epilachna spp)*. Las hembras adultas llegan a los cultivos de frijol donde depositan los huevecillos en grupos de 40 a 60 sobre las hojas. Una o dos semanas después emergen las larvas (borreguitos) las cuales, al igual que los insectos adultos, se alimentan del tejido foliar dejando únicamente nervaduras; en poblaciones muy elevadas llegan a alimentarse tanto de vainas como tallos de las plantas.
- *Minador (Xenochalepus signaticollis)*. El daño es causado por las larvas que al alimentarse perforan y minan las hojas.
- *Trips*. El daño lo causan ninfas y adultos al alimentarse del follaje que se torna a un color plateado para posteriormente causar la muerte del tejido afectado. También

son considerados como transmisores de enfermedades virales en frijol y otros cultivos hortícolas.

- *Otras plagas del frijol.* Gusano falso medidor, araña roja, frailecillo y picudo del ejote. Estas plagas son consideradas de menor importancia debido a que se han presentado de forma esporádica atacando al cultivo de frijol en zonas muy localizadas sin llegar a causar graves pérdidas.

Enfermedades

- *Pudrición de la raíz.* Esta enfermedad es causada por un complejo de hongos habitantes del suelo (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani*). Los períodos largos de sequía y suelos saturados de agua favorecen el ataque del hongo. El daño es más severo durante etapas tempranas de desarrollo del cultivo; tanto en la base del tallo como en raíz se observan lesiones hundidas de color café rojizas que provocan un debilitamiento general, amarillamiento, caída del follaje y finalmente la muerte de las plantas.
- *Roya.* Enfermedad causada por el hongo *Uromyces phaseoli* var. *typica* o *Uromyces appendiculatus*. Al inicio de la infección se observan puntos pequeños, amarillentos y ligeramente levantados. Después de unos días, estos puntos crecen y rompen el tejido de la hoja (epidermis) donde se forman pústulas circulares café rojizas y de aspecto polvoso.
- *Moho blanco.* El moho blanco del frijol es causado por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. Los síntomas iniciales son visibles durante la etapa de formación de vainas y puede atacar toda la parte aérea de la planta, pero principalmente se observa sobre tallos y ramas donde se observa el crecimiento de un moho blanco o “algodoncillo”. Posteriormente el tejido infectado toma una coloración grisácea a café y finalmente se seca y muere.
- *Tizón bacteriano.* Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas phaseoli*. Causa daños en tallos, vainas y semillas. pero principalmente en hojas, donde se observan manchas irregulares de aspecto húmedo que aumentan su tamaño y se unen rodeándose por un anillo amarillento. Días después el tejido dañado se necrosa (muere) y finalmente se desprende de la planta.
- *Mancha angular.* Esta enfermedad es causada por un hongo que generalmente se presenta atacando el follaje del frijol. Las hojas dañadas son las hojas maduras o viejas y cuando la infección es fuerte también puede atacar hojas jóvenes. Al inicio de la infección las lesiones son de color gris o café y pueden estar rodeadas por un anillo amarillento de márgenes definidos. Posteriormente las lesiones se necrosan (tejido muerto) y toman la forma angular típica. Tiempo después dichas lesiones se juntan y se presenta una caída de las hojas. En tallos, ramas y peciolos de la planta se pueden presentar lesiones alargadas de color café. El hongo puede sobrevivir en la semilla.
- *Antracnosis.* Enfermedad producida por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*.

Los síntomas pueden aparecer en cualquier parte de la planta, pero el daño más importante se observa en las vainas en formación o recién formadas donde se presentan lesiones amarillo rojizo, semicirculares y rodeadas por un anillo café oscuro o amarillento; posteriormente se observan hundimientos color café oscuro a negro en el centro de las lesiones.

- *Mildiu vellosa*. Enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora phaseoli* y ha sido clasificada como una enfermedad esporádica en frijol. La enfermedad se caracteriza por atacar brotes tiernos, flores y pecíolos, causando la muerte y retorcimiento del tejido vegetal que se torna color café y posteriormente se cubre de un vello blanquecino algodonoso que generalmente se queda adherido al tallo dando una apariencia de látigo.

Cosecha. La cosecha se debe hacer cuando la mayoría de las vainas estén maduras y antes de que la planta se seque totalmente. Las plantas se cortan con máquina y se forman "chorizos" de cuatro a seis surcos. Cuando la planta se seca se efectúa la trilla y posteriormente la limpieza de la semilla.

IMPORTANCIA ECONOMICA

El frijol es el segundo cultivo básico de mayor importancia en México después del maíz. Es de gran importancia en la economía rural y es definido en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable como un producto básico y estratégico para el desarrollo rural del país, ya que se siembra en todas las regiones agrícolas. El frijol ocupa el segundo lugar en superficie a nivel nacional, con una producción de 1.3 millones de toneladas y con un valor de 7.5 mil millones de pesos. Este cultivo tiene gran importancia social porque existen 570 mil productores a nivel nacional, además de que genera un total de 78 millones de jornales que equivalen a 382 mil empleos permanentes. El frijol sigue siendo fundamental en lo económico, porque presenta para la economía campesina una fuente importante de ocupación e ingreso, así como una garantía de seguridad alimentaria, vía autoconsumo. En la dieta representa la principal y única fuente de proteínas para amplios sectores de la población mexicana. La mayor parte de la producción (entre 60 y 70%) se ubica en la zona noroeste del país, en donde se cultivan variedades azufradas, negras, pintas, etc. Las azufradas son consumidas en la zona norte, en cambio, todo el negro que se produce en Nayarit y Zacatecas, es enviado a la zona centro y sur del país, donde se encuentran sus mayores consumidores.

Biofertilizantes

También conocidos como bioinoculantes, inoculantes microbianos o inoculantes del suelo, son productos agrobiotecnológicos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias u hongos, solos o combinados) y que son formulados bajo condiciones controladas de laboratorio para utilizarlos en los cultivos agrícolas para estimular su crecimiento y productividad mediante la optimización de su estatus nutricional.



BactoCROP-Dual

Biofertilizante compuesto por un consorcio de bacterias benéficas de los géneros *Bacillus* y *Azospirillum* que contribuye al aumento de la productividad de los cultivos a través de distintos mecanismos como la producción de hormonas que favorecen el desarrollo vegetal, la solubilización de nutrimentos inactivados del suelo, incremento del volumen de raíz y la protección contra enfermedades radiculares, foliares y del fruto causadas por hongos y microorganismos fitopatógenos tales como *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros.



Biofertilizante compuesto por hongos formadores de micorrizas arbusculares con un mínimo de 25 propágulos de la especie de micorriza *Glomus intraradices* por gramo de sustrato elaborado a base de suelo esterilizado y raíces molidas de gramíneas infectadas con micorriza. La colonización de hongos micorrizicos arbusculares en las células corticales de la raíz, promueven el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas. Las micorrizas establecen una asociación simbiótica con las plantas, mejorando su desarrollo y logrando una mayor absorción de agua y nutrientes, particularmente fósforo.

BactoCROP y MicoCROP pueden emplearse en cualquier etapa del cultivo en el tratamiento de semillas, tubérculos, rizomas, plántulas en charola, semilleros y almácigos, y puede ser aplicado mediante los sistemas de riego, mochilas de aspersión o en la base de las plantas en 'drench' y el follaje durante las etapas fenológicas críticas del cultivo, preferentemente desde su establecimiento. Mediante el uso combinado de estos microorganismos benéficos se promueve el crecimiento de la raíz, se mejora el aspecto y la sanidad de las plantas, se fomenta la floración y la accesibilidad a nutrientes inmovilizados en el suelo y, consecuentemente se obtienen incrementos de hasta un 20-35% en el rendimiento de los cultivos y un aumento de hasta un 20% en los productos agrícolas.

Recomendaciones de manejo biológico con BactoCROP-DUAL y MicoCROP en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

1. Saque las dos dosis de biofertilizante incluidas en la bolsa de BactoCROP e identifique cada una de ellas. La bolsa etiquetada como tratamiento a la semilla será empleada inmediatamente y la bolsa etiquetada como tratamiento foliar deberá ser conservada en un lugar fresco (10 a 25°C) y a la sombra para ser utilizada de un mes a mes y medio después de la siembra en el campo.



2. Para inocular la semilla, empleé la dosis de BactoCROP rotulada como tratamiento a la semilla,
3. Vacíe el contenido de la dosis de BactoCROP rotulada como 'tratamiento a la semilla' en el contenedor y posteriormente el adherente.
4. Agregue el contenido de la bolsa de la micorriza MicoCROP y mezcle en seco.
5. Agregue de 2.4 a 2.5 litros de agua y mezcle perfectamente el biofertilizante BactoCROP y la micorriza.
6. Agregue la semilla y mezcle perfectamente.
7. Vacíe y extienda la mezcla obtenida de los dos biofertilizantes y la semilla sobre un cartón o superficie limpia y manténgala ventilada por dos a tres horas hasta que la semilla seque perfectamente

8. De un mes a un mes y medio después de la siembra en campo debe utilizarse la segunda bolsa de BactoCROP etiquetada como 'tratamiento foliar'.
9. Esta bolsa debe mezclarse con la cantidad de agua requerida para regar abundantemente una hectárea del cultivo (300 a 600 litros de agua) y aplicarse con mochila o con tractor.




Aunque también se puede aplicar en el agua de riego, se obtienen mejores resultados cuando el producto se asperja abundantemente sobre el follaje de las plantas, permitiendo que escurra en el suelo para que también se incorpore en el sistema radical de las plantas donde ayudará al control de patógenos.

Notas importantes

- Utilizando este paquete es posible reducir de manera confiable un 25 a un 50% las dosis de fertilización química recomendadas para los cultivos, sin pérdidas en los rendimientos potenciales de los cultivos. Además ayude a controlar la incidencia de algunas enfermedades foliares como roya.
- Todo el proceso de inoculación de la semilla con los biofertilizantes deberá ser realizado en un lugar fresco y a la sombra y se recomienda que la semilla se inocule con los biofertilizantes el mismo día que será sembrada.
- **NO DISUELVA EL CONTENIDO TOTAL DE ESTA BOLSA EN UNA CANTIDAD DE AGUA MENOR A 100 LITROS. SI VA A DOSIFICAR EL PRODUCTO, MANTENGA SIEMPRE UNA PROPORCIÓN DE 100 g DE PRODUCTO POR CADA 30 A 40 LITROS DE AGUA.**
- **SI EMPLEA FILTROS O BOQUILLAS MUY CERRADAS EN SUS SISTEMAS DE RIEGO, ANTES DE AGREGAR EL BIOFERTILIZANTE A LOS TANQUES DE IRRIGACIÓN SE RECOMIENDA CRIBAR EL PRODUCTO PREVIAMENTE DILUIDO CON AGUA (CONSIDERANDO LAS PROPORCIONES REFERIDAS EN LA NOTA ANTERIOR, AGREGANDO POCO A POCO EL PRODUCTO AL AGUA Y MEZCLANDO CONTINUAMENTE Y DE MANERA VIGOROSA CON UNA VARA) CON UN TAMIZ ADECUADO O TELA POROSA Y DELGADA (POR EJEMPLO, MANTA DE CIELO).**
- **LA CANTIDAD DE AGUA EN LA QUE SE DILUYEN LOS PRODUCTOS PUEDE VARIAR DE ACUERDO AL TAMAÑO DEL FOLLAJE Y A LA DENSIDAD DE PLANTAS.**

Análisis de rentabilidad para el cultivo de frijol de temporal comparando los rendimientos esperados utilizando el programa de manejo convencional de los productores y el paquete biotecnológico BactoCROP-DUAL y MicoCROP

		Manejo tradicional sin biofertilizantes		Paquete tecnológico con BactoCROP (\$700 ^{oo}) Y MicoCROP (\$200 ^{oo}) 1 aplicación				
		Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción bruto (\$/ha)	Costo Paquete Tecnológico BactoCROP/MicoCROP (\$/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Aumento neto del valor de la producción con el paquete tecnológico
Año	Precio medio rural (\$/ton)							
2009	\$12,341.2	0.60	\$7,404.7	0.75	\$9,255.9	\$900.00	\$8,355.9	\$951.2
2010	\$14,082.3	0.59	\$8,308.5	0.71	\$9,970.2	\$900.00	\$9,070.2	\$761.7
2011	\$14,356.4	0.59	\$8,470.3	0.74	\$10,587.9	\$900.00	\$9,687.9	\$1,217.6
2012	\$16,079.3	0.64	\$10,290.8	0.83	\$13,378.0	\$900.00	\$12,478.0	\$2,187.2
2013	\$14,134.0	0.65	\$9,187.0	0.85	\$11,943.2	\$900.00	\$11,043.2	\$1,856.1
Promedio	\$14,198.6	0.61	\$8,718.0	0.77	\$11,027.0	\$900.00	\$10,127.0	\$1,394.7


Nota: Los resultados no incluyen los ahorros relacionados con la disminución de la aplicación de pesticidas y fertilizantes químicos para el control de enfermedades, ni tampoco las ganancias obtenidas por el aumento en la calidad de las cosechas. Estos análisis tampoco incluyen los costos de producción ya que éstos varían de acuerdo al grado de tecnificación del cultivo.

CONCLUSIONES

Del cuadro anterior se puede concluir que es posible aumentar las ganancias netas obtenidas por hectárea de frijol de temporal en al menos \$1,394.7^{oo} mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y MicoCROP.



Análisis de rentabilidad para el cultivo de frijol de riego comparando los rendimientos esperados utilizando el programa de manejo convencional de los productores y el paquete biotecnológico BactoCROP-DUAL y MicoCROP

		Manejo tradicional sin biofertilizantes		Paquete tecnológico con BactoCROP (\$700 ^{oo}) Y MicoCROP (\$200 ^{oo})				
		Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Valor de producción bruto (\$/ha)	Costo Paquete Tecnológico BactoCROP/MicoCROP (\$/ha)	Valor de producción neto (\$/ha)	Aumento neto del valor de la producción (\$/ha)
Año	Precio medio rural (\$/ton)							
2009	\$13,631.8	0.99	\$13,495.5	1.2375	\$16,869.4	\$900.00	\$15,969.4	\$2,473.9
2010	\$13,657.0	0.97	\$13,247.3	1.164	\$15,896.8	\$900.00	\$14,996.8	\$1,749.5
2011	\$14,320.8	1.01	\$14,464.0	1.2625	\$18,080.0	\$900.00	\$17,180.0	\$2,716.0
2012	\$14,705.3	1.14	\$16,764.1	1.482	\$21,793.3	\$900.00	\$20,893.3	\$4,129.2
2013	\$12,458.5	1.11	\$13,829.0	1.443	\$17,977.7	\$900.00	\$17,077.7	\$3,248.7
Promedio	\$13,754.7	1.044	\$14,359.9	1.3178	\$18,123.4	\$900.00	\$17,223.4	\$2,863.5

Nota: Los resultados no incluyen los ahorros relacionados con la disminución de la aplicación de pesticidas y fertilizantes químicos para el control de enfermedades, ni tampoco las ganancias obtenidas por el aumento en la calidad de las cosechas. Estos análisis tampoco incluyen los costos de producción ya que éstos varían de acuerdo al grado de tecnificación del cultivo.

CONCLUSIONES

Del cuadro anterior se puede concluir que es posible aumentar las ganancias netas obtenidas por hectárea de frijol de riego en al menos \$2,863.5^{oo} mediante el paquete tecnológico de BactoCROP y MicoCROP.



Bibliografía

- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Danilo, N.E. 2011. El cultivo del frijol, SAG. DICTA. Honduras, Centro América. pp. 8.
- Doorenbos, J. y Kassam, A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 33. FAO. Roma. 212 p.
- Duke, J.A. 1983. *Phaseolus vulgaris* L. Handbook of energy crops. Horticulture and Landscape Architecture. Purdue University. Unpublished. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/dukeenergy/phaseolusvulgaris> (19 mayo 2012).
- González de C., M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México, 305 p.
- Lépiz, I.R. 1983. Origen y descripción botánica. In: Frijol en el Noroeste de México. Tecnologías de producción. SARH-INIA-CIPAC-CAEVACU. C PIEAS. Culiacán, Sin., México. pp. 29
- Maia, S.C.M., Soratto P.R., Nastaro, L.B., de Freitas, B. 2012. The nitrogen sufficiency index underlying estimates of nitrogen fertilization requirements of common bean. Rev. Bras. Ciênc. Solo 36:183-192.
- Miranda, C.S. 1991. Evolución de *P. vulgaris* y *P. coccineus*. In: E. M. Engleman (Ed.). Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México, México. pp. 83-99.
- Navarro, F.S. 1983. Marco de referencia del área. In: Frijol en el Noroeste de México. Tecnologías de producción. SARH-INIA-CIPAC. CAEVACU. C PIEAS. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 1-28.
- Ruiz, C.J.A., Medina, G.G., González, A.I.J., Flores, L.H.E., Ramírez, O.G., Ortiz, T.C., Byerly, M.K.F y Martínez, P.R.A. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- Schwartz F., H. y Gálvez, E.G. 1980. Problemas de producción del frijol: Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 344.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2014. SIAP, SAGARPA, México.
- Voysest, O. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección. In: M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven (editores). Frijol, investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. pp. 89-107.
- Vyas, S.P., Kathju, S., Garg, B.K. and Lahiri, A.N. 1996. Response of Cluster-bean genotypes to shade. Indian J. Plant Physiol. 1:234-238.
- Wichmann, W. 1992. World Fertilizer Use Manual. BASF AG, Germany. <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Our-selection2/World-Fertilizer-UseManual/bytype-of-crops>.