



1 de febrero de 2015 | Vol. 16 | Núm. 2 | ISSN 1607 - 6079

ARTÍCULO

EL CULTIVO DEL FRIJOL EN MÉXICO

Miguel Lara Flores (Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM)

EL CULTIVO DEL FRIJOL EN MÉXICO

Resumen

El presente trabajo refiere las características biológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su importancia alimentaria en México, y evalúa los aspectos de su producción agrícola considerando la distribución geográfica de sus variedades, la frontera agrícola nacional y por entidad federativa. Se presentan datos referentes a la superficie sembrada y cosechada de frijol, así como los volúmenes de producción en el periodo de 2002 al 2012. El análisis muestra que el 74% de la superficie sembrada de frijol se da en sólo siete estados de la República. Por otro lado, se muestra que el área de siembra de frijol en el país se ha reducido en un 22% en un periodo de 10 años (2002-2012). De manera significativa, se indica que el rendimiento promedio (ton/ha) de la producción de frijol es de 0.8 ton/ha y sólo siete estados presentan rendimientos por arriba de una tonelada por hectárea. Estas cifras contrastan con las 1.8 ton/ha de rendimiento que se tienen en los Estados Unidos de América.

Palabras clave: *Phaseolus*, frontera agrícola, fijación de nitrógeno, variedades, producción, rendimiento

BEAN CULTURE IN MEXICO

Abstract

*This paper relates the biological characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris*) and its food significance in Mexico. Also it evaluates important aspects of agricultural production considering the geographical distribution of its varieties and the national and regional agricultural frontier. We analyzed the sown and harvested area of bean and the production volumes in the period 2002 to 2012. The analysis shows that 74% of the planted area with beans occurs in only seven states of the Republic. Furthermore we show that the bean planting area in the country has been reduced by 22% over a period of 10 years (2002-2012). Significantly, we show that the average yield (ton / ha) of bean production is 0.8 t / ha and only seven states have income above one ton per hectare. These data contrast with 1.8 ton / ha yield taken into the United States of America.*

Keywords: *Phaseolus*, agricultural frontier, nitrogen fixation, varieties, production performance.

EL CULTIVO DEL FRIJOL EN MÉXICO

Frijol, características generales

El frijol se originó y domesticó en América Latina con dos orígenes geográficos (Mesoamérica y los Andes) genéticamente diferenciables que derivan de un ancestro común de 100,000 años de antigüedad. En México y América del Sur, el frijol se domesticó de manera independiente hace aproximadamente 8,000 años. (BITOCCHI, *et al.* 2013). Se tienen registros de semillas cultivadas de *Phaseolus vulgaris* de 3,000 años de antigüedad (BROWN, 2006).

El frijol pertenece a la familia Fabacea, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseolae, y especie *Phaseolus vulgaris* L. Por su alto contenido proteico (20-25%) es, entre las leguminosas, el tercer cultivo más importante en el mundo, después de la soya y el cacahuate (SINGH *et al.*, 1999). Como la mayoría de las leguminosas, sus proteínas son deficientes en aminoácidos azufrados como la metionina y la cisteína, sin embargo, una ingesta regular de frijol favorece en la disminución de los niveles de colesterol y reduce los riesgos de padecer cáncer (ANDERSON and GUSTAFSON, 1989). Particularmente en México, el frijol es la leguminosa de mayor consumo humano y representa el 36% de la ingesta diaria de proteínas.

Fijación biológica de nitrógeno

Como todas las leguminosas, el frijol tiene la capacidad de asociarse a bacterias del suelo llamadas *rhizobia* (singular *rhizobium*). Dicha asociación entre leguminosas y *rhizobium*, comprende a la mayoría de las 18,000 especies de leguminosas y resulta en una simbiosis fijadora de nitrógeno de importancia ecológica que aporta, anualmente, una cuarta parte del nitrógeno fijado en la biósfera (CATHERINE *et al.*, 2009). En las raíces de la planta, la bacteria induce la formación de un órgano denominado nódulo, dentro del cual ésta se establece de forma intracelular. En estas condiciones, la bacteria es capaz de convertir el N_2 atmosférico en amonio NH_4^+ , el cual constituye la fuente de nitrógeno que permite el crecimiento de la planta. Estas asociaciones simbióticas fijadoras de nitrógeno entre



Figura 1. Planta de frijol en simbiosis fijadora de nitrógeno con *rhizobium*.

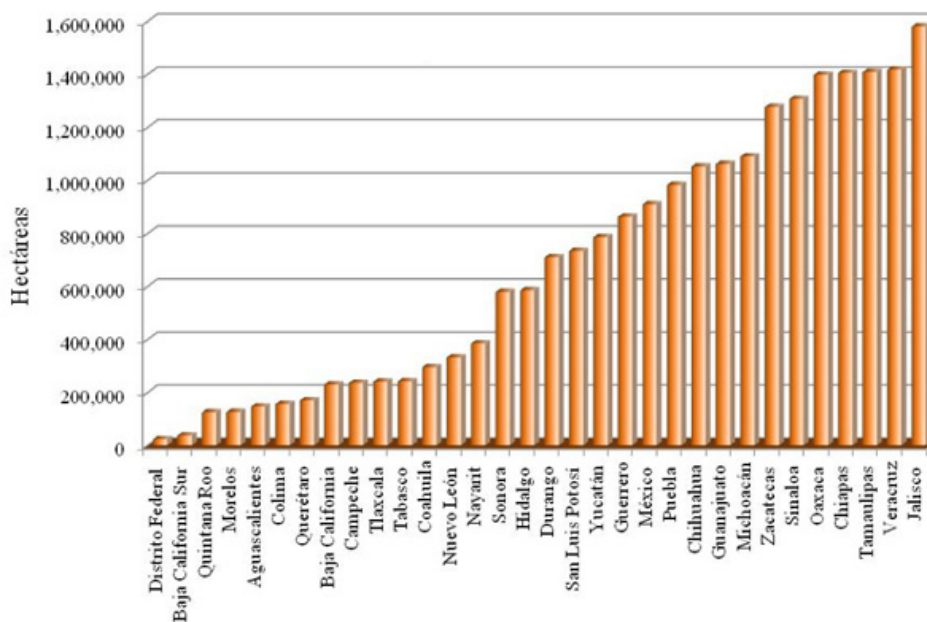
leguminosas y *rhizobium*, fertilizan el suelo y se calcula que incorporan de 60 a 120 kg de nitrógeno por hectárea. Tradicionalmente y desde hace cientos de años, el agricultor mexicano ha sembrado en sus chinampas y milpas, de forma combinada, frijol y maíz. El tallo del maíz sirve de sostén a la enredadera del frijol y éste, a su vez, fertiliza el suelo favoreciendo una mayor producción del cereal. Este ecosistema (la milpa), en donde tradicionalmente se siembra maíz, frijol y calabaza, además de chile y tomate, constituye un modelo de agricultura ecológica el cual favorece un control biológico de insectos además de la ya referida fijación biológica de nitrógeno. Las características nutricionales de cada uno de estos cultivos, sumados, producen una dieta equilibrada.

Cabe destacar que el vínculo cereal-leguminosa ha sido la base de la alimentación de las grandes culturas del mundo: en las mesoamericanas, el maíz y el frijol; para las del occidente de Asia y Europa, el trigo con el garbanzo o la lenteja y para las culturas asiáticas, el arroz con la soya.

La agricultura en México

México cuenta con una frontera agrícola de alrededor de 25 millones de hectáreas (mha), sin embargo, el promedio del territorio cosechado en el periodo 2000-2012 es de 18.9 mha. Los diez estados de la República con mayor extensión cultivada en el 2012 son: Jalisco, Veracruz, Tamaulipas, Chiapas, Oaxaca, Sinaloa, Zacatecas, Michoacán, Guanajuato y Chihuahua; todos ellos con más de un millón de hectáreas. En contraste, Baja California Sur y el Distrito Federal siembran menos de 100,000 hectáreas (Grafica 1).

Grafica 1: Área sembrada por estado (2012). Total= 21,855,443 hectáreas.



La superficie agrícola de México se divide en zonas de riego y zonas de temporal. En este sentido, la superficie de riego representa solamente el 27% del área cultivada y el 28% del área cosechada (Tabla 1).

Producción de frijol en México

Como el frijol y el maíz son la base de la alimentación en México, su cultivo es de suma importancia socioeconómica, tanto por la extensión de tierra que se ocupa para su producción así como por el consumo *per cápita*.

Tabla 1. Superficie sembrada y cosechada, años agrícolas 2010-2012

año	Superficie sembrada (miles de ha)			Superficie cosechada (miles de ha)		
	total	riego	temporal	total	riego	temporal
2010	21,953	5,677	16,276	20,168	5,502	14,666
2011	22,137	6,226	15,911	18,094	5,446	12,647
2012	21,902	5,721	16,180	20,511	5,556	14,955
Porcentaje	100	27	73	100	28	72

Fuente: SAGARPA. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1980-2012 (SIACON). México, DF, 2013.

Si consideramos la preparación del terreno, la siembra, la fertilización, la labor del cultivo, el riego, el control de plagas y enfermedades y la cosecha; la producción de frijol tiene un costo directo aproximado a \$15,000.00 pesos por hectárea (SAGARPA, 2011-2012).

En los últimos diez años en México, como se puede observar en la Gráfica 2, el área de siembra de frijol no sólo no ha incrementado, sino que su tendencia es a la baja como se puede apreciar en el periodo 2002-2012 (Gráfica 2). En este lapso, el promedio del área sembrada fue de 1.8 millones de hectáreas en el país. Si se multiplica el área sembrada de frijol en México por el costo de producción por hectárea, se observa que dicha producción tiene un costo de aproximadamente 27,000 millones de pesos. En el mismo periodo, el área cosechada de frijol fue, en promedio, de 1.5 millones de hectáreas. Cabe destacar que durante los años 2005 y 2011 el área cosechada se redujo en un 28% y en un 41.7% respectivamente, con relación al promedio en el periodo 2002-2012.

Gráfica 2. Superficie sembrada, cosechada, y volumen de producción de frijol en México. (2002-2012). SAGARPA. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1980-2012 (SIACON). México: 2013.

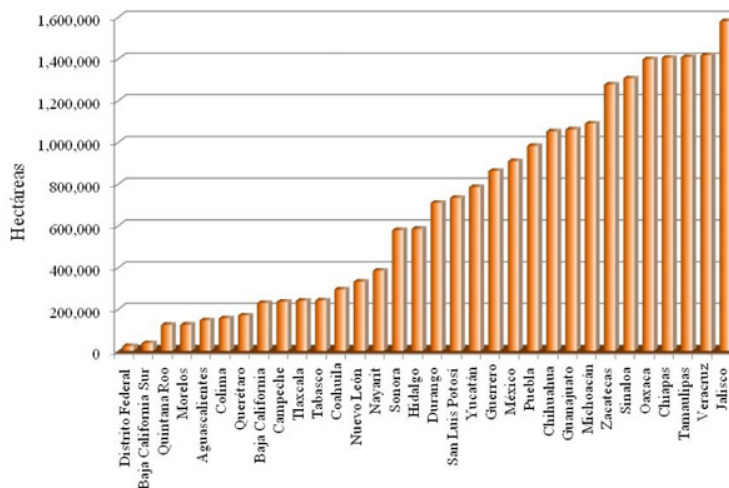


Tabla 2. Variedades de frijol más cultivadas.

La línea inferior del gráfico (verde), muestra la producción de frijol (miles de toneladas), la cual, en promedio, fue de 1.1 millones de toneladas. En concordancia con el área de siembra y cosecha, la producción muestra una tendencia a la baja en este periodo. De igual forma, la producción en los años 2005 y 2011 se redujo en 26% y 49% respectivamente.

Una de las posibles causas que explicarían esta reducción en el área de siembra del frijol en México, es el hecho de que actualmente su precio está sujeto al libre mercado y las fronteras están abiertas a la importación. En este marco, a pesar de que México es deficitario, el mercado se satura con el producto importado y el cultivo se vuelve poco rentable.

Debido a su alta disponibilidad, su bajo costo y su tradición cultural tanto a nivel nacional como regional, en México se cultivan cerca de 70 variedades de frijol que se distribuyen en siete grupos:

negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados. Las variedades de mayor consumo son: azufrado, mayocoba, negro jamapa, peruano, flor de mayo y junio. Las de consumo intermedio son: garbancillo, manzano, negro san luis, negro querétaro y pinto, y las de menor preferencia son: alubia blanca, bayo blanco, negro zacatecas, ojo de cabra y bayo berrendo. Las variedades azufrada y mayocoba tienen un mayor consumo en la zona norte de México, principalmente en Sinaloa. El frijol negro tiene una demanda concentrada en las zonas centro y sur del país y se produce principalmente en Nayarit y Zacatecas. Por su origen y demanda, el costo del frijol en la Central de Abasto del Distrito Federal, tiene un rango que va de nueve hasta veintidós pesos por kilogramo, como se muestra en la Tabla 2.

Variedad	Origen	Precio/kg
Bayo	Zacatecas	10
Bayo Berrendo	Jalisco	21
Azufrado	Zacatecas	10
Cacahuate	Guerrero	17
Canario	Zacatecas	9
Flor de mayo	Zacatecas	12
Flor de junio	Zacatecas	11.5
Garbancillo	Zacatecas	12.5
Negro importado	Importación	22
Negro Nayarit	Zacatecas	11
Negro Veracruz	Veracruz	14
Negro	Nayarit	12
Mayocoba	Sinaloa	12.5
Peruano	Sinaloa	15.5
Pinto	Chihuahua	12

Producción de frijol por entidad

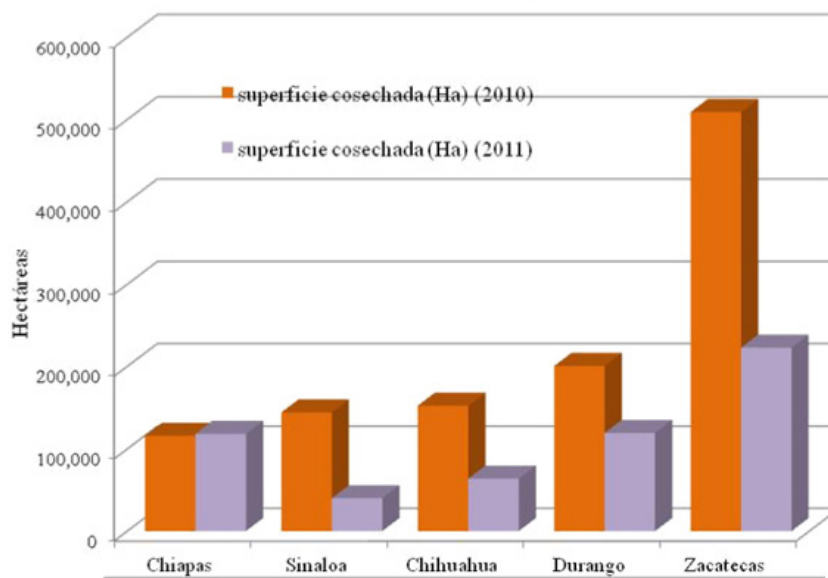
Si se analiza la producción de frijol por estado, se observa que los estados en los que se sembraron más de 100,000 hectáreas de frijol en el 2010 fueron: Zacatecas, Durango, Chiapas, Chihuahua, Sinaloa y San Luis Potosí. La suma de la superficie sembrada de estos seis estados representa el 74% de la siembra total de frijol en el país.

En la Gráfica 3 se muestra la superficie cosechada por estado en los años agrícolas 2010 y 2011. En el 2010, los estados que tienen una superficie cosechada mayor a 100,000 hectáreas son: Chiapas, Sinaloa, Chihuahua, Durango, y Zacatecas, por su parte,

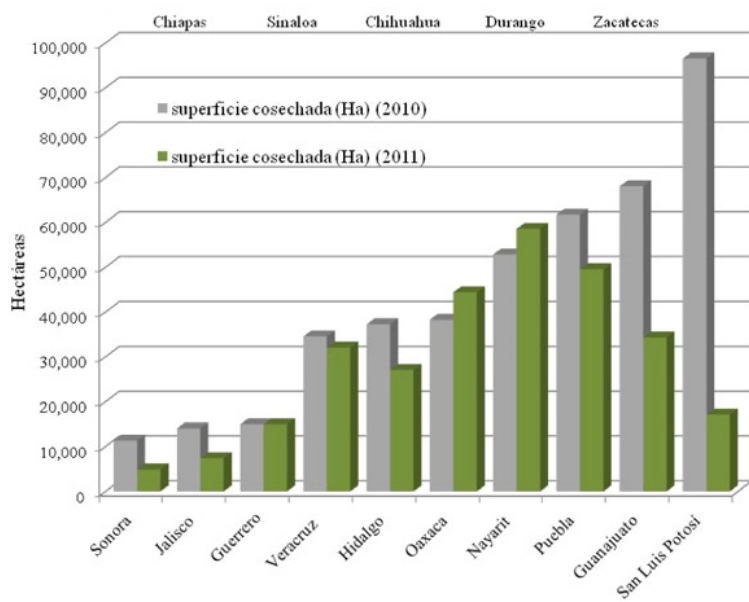
en el 2011, solamente Chiapas, Durango y Zacatecas consiguieron llegar a esta cifra. Los datos indican que mientras en el 2010 el 69% de la cosecha de frijol en el país se dio en cinco estados, en el 2011, sólo tres obtuvieron el 51%. El resto de los estados (27) tienen una aportación marginal en la producción de frijol.

Asimismo se muestran tres gráficos donde se representan, por estado, las superficies de cosecha de frijol en los años 2010 y 2011. El gráfico superior señala los cinco estados con mayor territorio cosechado que, en términos de producción de frijol, representan el 67% en el 2010 y el 48% en el 2011. El intermedio muestra a los estados que tienen una superficie cosechada mayor a 10,000 y menor a 100,00 hectáreas. Este grupo comprende diez estados de la República donde, la suma de su territorio cosechado y de la producción total durante los años 2010 y 2011, representa, respectivamente, el 26% y el 32% del área y el 27% y 46%. El gráfico inferior muestra los 17 estados que tienen una superficie cosechada menor a 10,000 ha. En este grupo, a pesar de ser más del 50% de las entidades del país, se cosecha y produce únicamente el 4-5% del frijol en México.

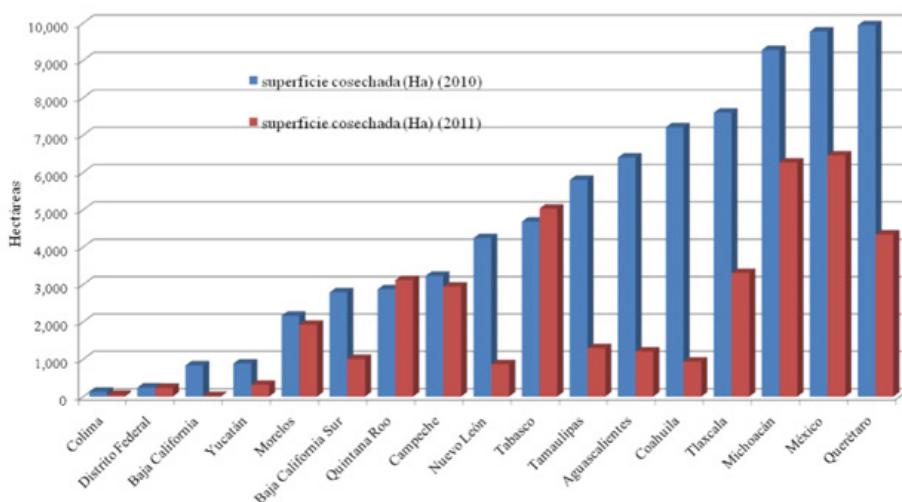
Grafica 3A.



Grafica3B.



Grafica3C. Gráficas 3A, 3B y 3C representan la superficie de frijol por estado (2010-2011).

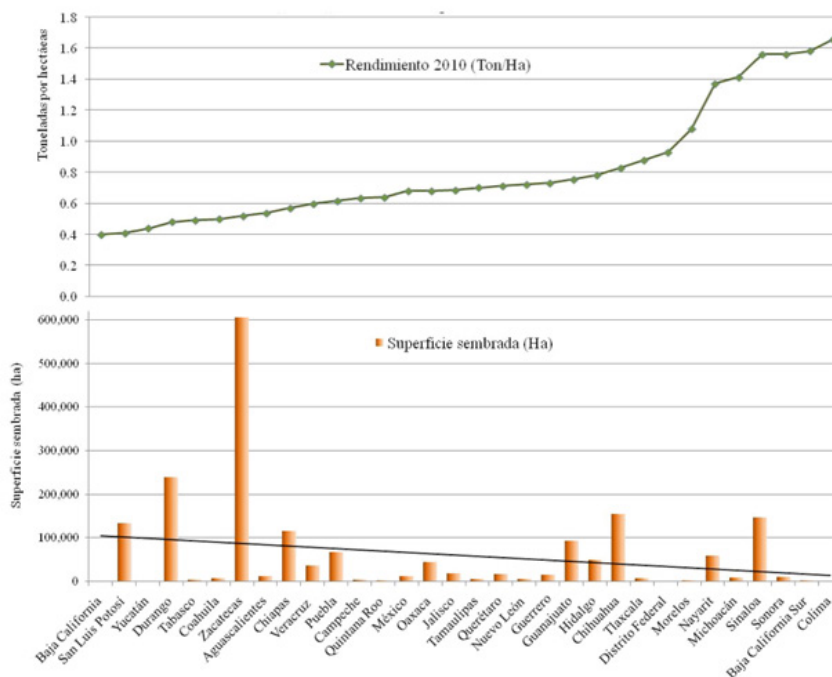


Rendimiento en la producción de frijol

El promedio mundial de productividad de frijol en el periodo 2000-2010 fue de 1.27 ton/ha, mientras que en los Estados Unidos, en el mismo periodo, fue de 1.86 ton/ha. Si consideramos la productividad (2000-2010) de los diez principales países productores, el promedio es de 0.89 ton/ha (Secretaría de Economía, 2012). Trabajos del grupo de Fageria en Brasil han demostrado que, con un manejo apropiado del cultivo, se pueden lograr hasta tres toneladas por hectárea (FAGERIA y STONE, 2004). Esto representa un incremento mayor al 100% en la producción de frijol, considerando el promedio mundial.

En México, el rendimiento promedio de frijol (Gráfica 4 superior) es de 0.8 ton/ha y sólo siete estados tienen un rendimiento mayor a una ton/ha (1.5 ton/ha promedio). Estos son: Morelos, Nayarit, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Colima. Cabe señalar que de estos siete estados, en cuatro la superficie cosechada no es mayor a 10,000 ha (Gráfica 3 inferior). Además, La línea de tendencia en la Gráfica 4 muestra con claridad una relación inversa entre superficie sembrada y rendimiento, es decir, a menor superficie sembrada, mayor es el rendimiento. Bajo este escenario, cabe preguntar ¿qué condiciones de cultivo emplean los estados que logran casi duplicar el promedio de rendimiento?

Gráfica 4. Relación entre superficie sembrada y rendimiento de frijol por estado (2010). Rendimiento promedio: 0.8 ton/ha.



Conclusiones y perspectivas

El cultivo de frijol, además de ser un factor primordial de la alimentación, representa un pilar en la cultura gastronómica de México. La conservación y producción de sus diferentes variantes garantiza la perpetuación de nuestra identidad alimentaria y la ingesta primaria de proteínas de un alto porcentaje de la población.

Los datos referidos en el presente trabajo reflejan diferentes aspectos que impactan en los esquemas agrícolas de producción de frijol, los cuales pueden referirse en cinco ejes: superficie agrícola, recurso humano, agua, semillas y fertilidad del suelo.

1. La superficie sembrada muestra una tendencia a la baja que, de continuar así, el área de siembra y cosecha para el 2025 se reducirá en un 45% aproximadamente y la

producción estará en el rango de 300,000 toneladas, es decir, de tres a cuatro veces menos que en la actualidad. Esto, en el contexto del crecimiento de la población, implica que para ese mismo año, en el que habrá 130 millones de habitantes, el déficit en la producción de frijol será del 50% con lo cual acrecentará la dependencia alimentaria.

2. El bajo porcentaje de superficie de riego agrícola muestra un retraso significativo en el proceso de tecnificación del campo en el país. La siembra de temporal es altamente aleatoria, por lo que la aplicación de insumos de alto costo representa una inversión riesgosa que la mayoría de los campesinos, en particular los productores pequeños y los agricultores de bajos recursos, no está en posibilidades de hacer. Estas condiciones, aunadas a la falta de precios de garantía y a la apertura de las fronteras a la importación, inhiben la inversión y, consecuentemente, la reducción en la superficie de siembra y producción de frijol. Además se observa una incertidumbre en los procesos agrícolas que ponen en riesgo el abastecimiento de este alimento a la población y nos hace dependientes de las importaciones de esta leguminosa. Si bien esto se aplica al cultivo del frijol, también es aplicable a todos los demás cultivos, razón por la que el campo en México ha sido abandonado. Actualmente (2011), la población en México es de 114, 793,000 de personas, en donde el 21% es rural y el 79% habita en ciudades.
3. La siembra de frijol en su esquema tradicional inicia con el uso de semillas de la cosecha previa. En los modelos más desarrollados, se compra semilla en las distribuidoras de insumos agrícolas lo cual, en general, representa entre el 10 y 20% del costo de producción. La semilla de frijol para siembra tiene un costo de 24 pesos por kg y para sembrar una hectárea se calculan 100 kg de semilla, con lo cual se tiene un costo total de \$2,400.00 pesos por hectárea. Si consideramos que el costo de producción de frijol por hectárea es de \$14,500.00 pesos, el costo de la semilla representa el 16.5%.
4. A pesar de lo anterior, en el país no existe un sistema de producción de semillas certificadas de frijol que garantice un rendimiento mayor a una tonelada por hectárea. Es importante, desde una visión legislativa, considerar la producción de semillas de siembra como un factor de seguridad nacional. Así, se garantiza la autosuficiencia del insumo agrícola básico, como es la semilla, y se preserva la diversidad genética de nuestros cultivos.
5. El frijol es un cultivo que ha sido recalcitrante a la transformación y regeneración. Esto ha detenido el avance en el conocimiento de los elementos genéticos que definen mejores características agrícolas que inciden en resistencia a estreses abióticos (frío, sequía, metales pesados, salinidad, entre otros) y bióticos como infecciones por hongos, bacterias, virus y ataque de insectos. Es importante fomentar una estrategia regional o nacional que impulse el desarrollo de esquemas experimentales que permitan la transformación y regeneración de frijol. Cabe señalar que los transgénicos de frijol no conllevan riesgos de propagación presentes en otros cultivos como el maíz. La razón es que el frijol es una planta de autopolinización y, cuando se establece la floración, ésta ya está polinizada. Por ello no es factible una fecundación por polen externo ni que éste se libere al medio como polen transgénico.
6. La ventaja que tienen las leguminosas como el frijol, es su capacidad de desarrollar simbiosis fijadoras de nitrógeno con bacterias del suelo. Esto, además de reducir de manera significativa la aplicación de fertilizantes nitrogenados, favorece la recupera-

ción de la fertilidad del suelo y establece sistemas más productivos y sustentables. En este aspecto, desarrollar un mapa que identifique las diferentes cepas de *rhizobium* y su localización geográfica, permitirá el desarrollo de biofertilizantes específicos para las diferentes regiones en las que se cultive el frijol con el fin de fortalecer la fijación biológica de nitrógeno, la fertilidad del suelo y reducir la fertilización nitrogenada. ❁

Bibliografía

- [1] ANDERSON and Gustafson, “Hypocholesterolemic effects of oat and bean products”, *Michigan Dry Bean Digest*, 1989, 13, pp. 2–5.
- [2] BITOCCHI, E. et al., “Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes”, *New Phytol*, 2013, 197, pp. 300–313.
- [3] BROWN C. H., “Prehistoric Cronology of the Common Bean and the New World: The Linguistic Evidence”, *American Anthropologist*, 2006, 108(3), pp. 507-516.
- [4] (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria)
- [5] FAGERIA, N. K. and L. F. Stone, “Yield of common bean in no-tillage system with application of lime and zinc”, *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 2004, 39, pp. 73–78.
- [6] MASSON-BOIVIN, Catherine, Eric Giraud, Xavier Perret and Jacques Batut. “Establishing nitrogen-fixing symbiosis with legumes: how many *rhizobium* recipes?”, *Trends in Microbiology*, 2009 , 17(10), pp.458-466.
- [7] SAGARPA, “Ciclo agrícola otoño-invierno” 2011-2012, Valle del Fuerte, Sinaloa.
- [8] SECRETARÍA DE ECONOMÍA, “Análisis de la Cadena de Valore del Frijol”, *Dirección General de Industrias Básicas*, 2012.
- [9] SINGH, S. P., H. Teran, C. G. Munoz and J. C. Takegami, “Two cycles of recurrent selection for seed yield in common bean”, *Crop Science*, 1999, 39, pp. 391–397.