COMPETITIVIDAD Y EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN CONDICIONES DE TEMPORAL CON TECNOLOGÍA TRADICIONAL Y RECOMENDADA

COMPETITIVENESS AND EFFICIENCY IN THE PRODUCTION OF COMMON BEANS UNDER RAINFED CONDITIONS WITH TRADITIONAL AND RECOMMENDED TECHNOLOGY

Mercedes Borja-Bravo[1]*, Esteban S. Osuna-Ceja[1], Sergio Arellano-Arciniega[2], Raúl V. García-Hernández[1] y Miguel A. Martínez-Gamiño[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. [2]Universidad Autónoma de Aguascalientes, Jesús María, Aguascalientes, México. [3]INIFAP, Campo Experimental San Luis, Ejido Palma de la Cruz Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

**Autor para correspondencia* (borja.mercedes@inifap.gob.mx)

RESUMEN

El altiplano semiárido de México destaca por producir el 65.5 % del frijol (*Phaseolus vulgaris*) a nivel nacional; sin embargo, el cultivo presenta baja productividad en la región. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha desarrollado un paquete tecnológico que incrementa el rendimiento del frijol de temporal. El objetivo del presente estudio fue determinar la rentabilidad, competitividad y eficiencia del paquete tecnológico de INIFAP en una zona representativa del altiplano semiárido de México, comparado con la tecnología que usan los productores, además de medir el impacto de la política económica sobre los sistemas evaluados. Se utilizó como método de estudio la matriz de análisis de política (MAP), integrada con información obtenida de parcelas experimentales y parcelas de productores durante el periodo de 2012 a 2015. El costo del paquete tecnológico de INIFAP fue 65 % más alto en comparación con la tecnología del productor, por el uso más intensivo de insumos comerciables y mano de obra. Los productores con su tecnología tuvieron pérdidas de 7.3 % debido a un bajo rendimiento promedio (370 kg ha^{-1}), y no fueron competitivos (Relación de costo privado, RCP, de 1.10). Con el paquete tecnológico de INIFAP se obtuvo un rendimiento medio de 1000 kg ha^{-1}, se cubrieron los costos, se obtuvo una ganancia de 25 %, y se mejoró la competitividad (RCP de 0.73). Ambos sistemas fueron eficientes con una relación de costos de los recursos internos (RCRI) entre 0 y 1; además, el paquete tecnológico de INIFAP mejoró la eficiencia porque el ahorro para el país por la importación de frijol fue de 75 % y con la tecnología tradicional de 52 %. La tecnología del INIFAP implicó un mayor uso de insumos comerciables, pero el gasto del productor se compensa debido a que estos insumos son subsidiados.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris,* rentabilidad, competitividad, matriz de análisis de política, subsidio, eficiencia.

SUMMARY

Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP) has developed a technological package that increases grain yield of dry beans under rainfed conditions. The objective of this study was to determine the profitability, competitiveness, and efficiency of INIFAP´s technological package in a representative zone of the semi-arid highlands of Mexico, compared to the technology used by farmers, as well as measuring the impact of the economic policy on the evaluated systems. The policy analysis matrix (PAM) was used as the study method, integrated with information obtained from experimental plots and farmers plots during the period from 2012 to 2015. The cost of the INIFAP technological package was 65 % higher compared to the farmers technology due to more intensive use of commercial inputs and labor. Farmers, with their technology, had losses of 7.3 % due to low average yield (370 kg ha^{-1}), and were not competitive (Private cost ratio, PCR, of 1.10). With the technological package of INIFAP, an average yield of 1000 kg ha^{-1} was obtained, the costs were covered, a profit of 25 % was obtained, and the competitiveness was improved (PCR 0.73). Both systems were efficient with a cost ratio of internal resources (RCRI) between 0 and 1; in addition, the technological package of INIFAP improved efficiency because savings for the country due to the import of dry beans were 75 %, while with traditional technology they were 52 %. The INIFAP technology implied a greater use of commercial inputs, but the farmer expense is compensated because these inputs are subsidized.

Index words: *Phaseolus vulgaris*, profitability, competitiveness, matrix of policy analysis, subsidy, efficiency.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es un alimento básico para la población mexicana, y por ende, un cultivo de importancia social y económica. Este cultivo también es importante por la extensión de tierra que se ocupa para la producción y por el consumo *per capita*. Durante el periodo de 2014 a 2017, la superficie agrícola de frijol en el país fue de 1.69 millones de hectáreas que representaron 11.1 % del total nacional. En este mismo periodo, la producción anual promedio fue de 1.13 millones de toneladas, con un valor monetario de 12,552 millones de pesos (SIAP, 2018).

El altiplano semiárido del centro-norte de México es una región que abarca parte de las entidades de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato y Querétaro, y se caracteriza por su clima semidesértico. Esta región es la más importante en el cultivo de frijol en México, en 2016 se sembraron 1.18 millones de hectáreas y se obtuvo 65.5 % de la producción nacional. La leguminosa se cultiva en condiciones de secano; en 2016 sólo 4.2 % de la superficie se estableció en parcelas de riego (SIAP, 2017). Las condiciones agroclimáticas del altiplano mexicano repercuten en la producción de frijol, ya que en la región el cultivo se produce en suelos delgados con bajo contenido de materia

Recibido: 29 de agosto de 2017
Aceptado: 15 de octubre de 2018

orgánica y capacidad limitada para la retención de humedad, donde la sequía intermitente causa bajos rendimientos de grano (Acosta-Díaz *et al*., 2011).

Existen otros factores que también afectan la productividad del cultivo como la descapitalización del sector y maquinaria insuficiente y en mal estado (De los Santos-Ramos *et al*., 2017); para Ayala *et al.* (2008) también influyen las plagas y enfermedades, heladas tempranas y el poco uso de las variedades mejoradas; además, los productores carecen de un programa de transferencia de tecnología, capacitación, asistencia técnica y de apoyos integrales para recuperar los suelos degradados de baja fertilidad y mejorar su calidad físico-química, que les permita darle sustentabilidad ecológica al cultivo.

Durante varias décadas, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha realizado investigación y generado tecnología en torno al cultivo de frijol para el altiplano semiárido de México con la finalidad de mejorar la productividad. Algunos estudios se han centrado en la generación de variedades de frijol con resistencia a sequía, plagas y enfermedades (Rosales *et al*., 2011; Sánchez *et al*., 2001). También se han realizado evaluaciones de productividad que han probado la respuesta del cultivo a densidades de plantas (Jiménez y Acosta, 2013; Osuna-Ceja *et al*., 2013), y a tipos de fertilización (Arellano-Arciniega *et al*., 2015). Otros estudios versan sobre la incidencia de enfermedades (Acosta *et al*., 2010) y algunos más sobre componentes tecnológicos individuales y fórmulas integrales para mejorar el rendimiento de frijol de temporal (Martínez *et al*., 2008; Osuna-Ceja *et al*., 2012).

Las aportaciones de las investigaciones realizadas se tomaron como referencia por Osuna-Ceja *et al.* (2012) para proponer un paquete tecnológico sobre el manejo integral del cultivo de frijol, quien considera varios componentes: 1) preparación de suelo con labranza vertical y horizontal con el uso del multiarado; 2) cosecha de agua que implica el uso de implementos agrícolas como el rodillo Aqueel® y la pileteadora; 3) siembra de variedades mejoradas precoces, resistentes a sequía, plagas y enfermedades, como Pinto Saltillo con ciclo vegetativo de 90 d y grano de tamaño medio; 4) métodos de siembra con alta densidad de plantas a tres hileras en surcos estrechos sobre camas de 1.52 m de ancho; 5) fertilización biológica (uso de biofertilizantes) y fertilización foliar; y 6) control oportuno de malezas y plagas.

Según evaluaciones desarrolladas por Osuna-Ceja *et al.* (2012), el paquete tecnológico propuesto por INIFAP permitió incrementar el rendimiento en 31 % en condiciones de secano y 20 % en parcelas de riego. Los autores señalan que el rendimiento en temporal puede variar de acuerdo con la cantidad y distribución de la lluvia, y que tiende a ser mayor al sembrar a altas densidades porque propicia un mayor desarrollo del área foliar por superficie, la conservación de humedad y mayor número de plantas cosechadas por metro cuadrado. Así mismo, esta tecnología ha demostrado ser eficiente en el incremento de la productividad del cultivo de frijol de manera sustentable; sin embargo, existen otros elementos que los productores deben considerar para convencerse y adoptar el paquete tecnológico, tal es el caso de la información económica relacionada con preguntas como ¿Es rentable la producción de frijol cultivado con el paquete tecnológico propuesto por INIFAP? ¿La aplicación del paquete tecnológico incrementa la competitividad de los sistemas de producción? ¿El paquete tecnológico propicia la eficiencia de los sistemas de producción? Las respuestas obtenidas aportarían elementos para sustentar la factibilidad económica de la tecnología.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar la rentabilidad, competitividad y eficiencia del paquete tecnológico propuesto por INIFAP para el cultivo de frijol en temporal en una región del altiplano semiárido de México, comparado con la tecnología tradicional que utilizan los productores de la región de estudio, además de medir el impacto de la política económica sobre los sistemas evaluados, con la finalidad de brindar información sobre las ventajas que los productores de frijol obtendrían con la adopción de dicha tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada en la investigación fue la Matriz de Análisis de Política (MAP) desarrollada por Monke y Pearson (1989). La MAP consta de dos entidades contables, la primera aporta información sobre rentabilidad y es estimada a precios privados o de mercado; la segunda mide los efectos de las divergencias (políticas y fallas de mercado) y se calcula como la diferencia entre los parámetros observados y los parámetros que existirían si se eliminaran las divergencias. La MAP considera j (j = 1, 2…J) actividades, i (i = 1, 2…I) insumos comerciables y f (f = 1, 2…F) factores de producción. La ganancia privada (D_j) y económica (H_j) se calcularon de la siguiente manera:

$$D_j = A_j - B_j - C_j = [x_j p_j^p] - \sum_{i=1}^{I} x_{ij} p_{ij}^p - \sum_{f=1}^{F} x_{fj} p_{fj}^p \qquad \text{Ec. 1}$$

$$H_j = E_j - F_j - G_j = [x_j p_j^e] - \sum_{i=1}^{I} x_{ij} p_{ij}^e - \sum_{f=1}^{F} x_{fj} p_{fj}^e \qquad \text{Ec. 2}$$

donde: x_j es el nivel de rendimiento; p^p_j y p^e_j es el precio privado y económico que recibe el productor; x_{ij} es el requerimiento del insumo i por la actividad j; p^p_{ij} y p^e_{ij} son los

precios de los insumos comerciables *i* en términos privados y económicos; x_{fj} es el requerimiento del factor de producción *f* por la actividad *j*; p^p_{fj} y p^e_{fj} son los precios de los factores de producción *f* en términos privados y económicos. A_j y E_j es el ingreso bruto en términos privados y económicos, se estiman al multiplicar el rendimiento por el precio del producto; B_j y F_j son los costos totales de los insumos comerciables en términos privados y económicos, para obtenerlos se suman los costos de todos los requerimientos comerciales por sus respectivos precios; C_j y G_j son los costos totales de los factores de producción en términos privados y económicos, que es la suma de todos los requerimientos de los factores de la producción por actividad realizada multiplicado por el precio del factor. D_j y H_j es la rentabilidad en términos privados y económicos y se calculan restando a los ingresos, los costos totales de los insumos comerciales y los costos totales de los factores de producción.

Con MAP se midió el impacto de políticas gubernamentales a través del producto (I_j), de los insumos comerciables (J_j) y de los factores de producción (K_j), esto es:

$$I_j = A_j - E_j = [xj\,p_j^p] - [xj\,p_j^e] \quad \text{Ec. 3}$$

$$J_j = B_j - F_j = \sum_{i=1}^{I} x_{ij} p_{ij}^{\,p} - \sum_{i=1}^{I} x_{ij} p_{ij}^{\,e} \quad \text{Ec. 4}$$

$$K_j = C_j - G_j = \sum_{f=1}^{F} x_{fj} p_{fj}^{\,p} - \sum_{f=1}^{F} x_{fj} p_{fj}^{\,e} \quad \text{Ec. 5}$$

$$L_j = D_j - H_j = [x_j p_j^p - \sum_{i=1}^{I} x_{ij} p_{ij}^{\,p} - \sum_{f=1}^{F} x_{fj} p_{fj}^{\,p}] - [x_j p_j^e - \sum_{i=1}^{I} x_{ij} p_{ij}^{\,e} - \sum_{f=1}^{F} x_{fj} p_{fj}^{\,e}] \quad \text{Ec. 6}$$

donde: I_j, J_j y K_j miden las distorsiones (subsidios o impuestos) a través del precio del producto, del precio de los insumos comerciables y del precio de los factores de producción, respectivamente; L_j mide la totalidad de transferencias.

A partir de los resultados del análisis de la MAP se calcularon tres indicadores de Rentabilidad Privada (RP_j) que mide la rentabilidad y es el cociente entre el ingreso bruto y la suma de los costos de los insumos comerciables y los factores de la producción. La Relación de Rentabilidad Privada (RRP_j) mide la proporción del ingreso adicional que se obtiene por cada peso invertido; se calcula como el cociente de las ganancias privadas entre el costo privado de la producción. El Valor Agregado (VA_j) se utilizó como indicador de eficiencia, y es la diferencia entre el ingreso bruto y los costos de los insumos comerciables.

Como indicador de competitividad se utilizó la Relación de Costo Privado (RCP_j), que mide la eficiencia del sistema productivo en relación con el uso eficiente de los recursos disponibles, este indicador resultó de dividir el costo de los factores de producción entre VA; para la interpretación del RCP se consideró que si RCP < 1 significa que el sistema es eficiente, ya que después de cubrir el costo de los factores de la producción, propios y contratados, queda un residuo en el valor agregado; si RCP = 1 no se generan ganancias y si RCP > 1, no habrá eficiencia privada (González y Alferes, 2010). Las expresiones matemáticas de los indicadores son las siguientes:

$$RP_j = \frac{A_j}{B_j + C_j} \quad \text{Ec. 7}$$

$$RRP_j = \frac{D_j}{B_j + C_j} \quad \text{Ec. 8}$$

$$VA_j = A_j - B_j \quad \text{Ec. 9}$$

$$RCP_j = \frac{C_j}{A_j - B_j} \quad \text{Ec. 10}$$

Para determinar el efecto de las políticas económicas en los dos sistemas de producción se utilizaron cinco indicadores: 1) La Relación de Costos de los Recursos Internos ($RCRI_j$) como medida de eficiencia o nivel de ventaja comparativa lograda por los sistemas; este indicador es el cociente resultante de dividir el costo de los factores internos (G_j) valuados a precios de eficiencia (sin distorsiones) y el valor agregado económico. Si RCRI < 1 indica que el valor de los recursos internos usados en la producción es menor al valor de las divisas ahorradas, por lo que el país es eficiente económicamente en la producción de frijol, caso contrario si RCRI > 1 (González y Alferes, 2010). 2) El Coeficiente de Protección Nominal del Producto ($CPNP_j$) establece el grado de protección que tiene la producción debido a las políticas, y se calculó como el cociente de la relación entre el ingreso del producto a precios privados entre el ingreso estimado a precios económicos. 3) El Coeficiente de Protección Nominal de los Insumos ($CPNI_j$) muestra el grado de transferencia en los insumos comerciables y se calcula mediante el cociente de los insumos comerciables a precios privados y su correspondiente evaluados a precios económicos. Si $CPNI_j$ > 1 existe un subsidio y si $CPNI_j$ < 1 existe un impuesto implícito al precio interno de los insumos. 4) El Coeficiente de Protección Efectiva (CPE_j) se utilizó para medir el grado de transferencia al producto e insumos derivados de políticas comerciales y tipo de cambio y se calculó como la relación entre el valor agregado a precios privados y precios económicos. 5) El equivalente de Subsidio al Productor (ESP_j) es la transferencia neta de

política como una proporción del ingreso bruto total a precios privados y se calculó mediante el cociente del total de las transferencias y el ingreso del productor a precios privados. Las expresiones matemáticas de los indicadores son las siguientes:

$$RCRI_j = \frac{G_j}{E_j - F_j} \quad \text{Ec. 11}$$

$$CPNP_j = \frac{A_j}{E_j} \quad \text{Ec. 12}$$

$$CPNI_j = \frac{B_j}{F_j} \quad \text{Ec. 13}$$

$$CPE_j = \frac{(A_j - B_j)}{(E_j - F_j)} \quad \text{Ec. 14}$$

$$ESP_j = \frac{L_j}{A_j} \quad \text{Ec. 15}$$

La información utilizada en el análisis fue recopilada mediante el registro de datos económicos de experimentos de frijol durante los ciclos primavera-verano de 2012, 2013, 2014 y 2015. En cada experimento se establecieron dos parcelas en el sitio experimental Sandovales del INIFAP, ubicado en el municipio de Palo Alto, Aguascalientes, México, a 22º 54' 16 Ne y 102º 20' O, a 2040 msnm. El suelo del área experimental es de tipo planosol, de textura franco arenosa, con pH ligeramente ácido de 6.4 y con menos de 1 % de materia orgánica. El clima predominante es semidesértico con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 16.2 ºC (Medina *et al.*, 2006). Las parcelas se establecieron en condiciones de temporal, donde se manejó de forma agronómica con base en la tecnología de los productores de frijol de la región y en la otra conforme al paquete tecnológico propuesto por INIFAP, el cual es similar al que se recomienda para otros estados productores de frijol del altiplano semiárido. Las actividades realizadas en cada parcela se especifican en el Cuadro 1.

El análisis de la información consistió en estructurar las matrices de coeficientes técnicos, precios de mercado y económicos, la unidad de análisis fue 1.0 ha de frijol para cada sistema. Los coeficientes técnicos provinieron de los registros de parcelas experimentales y se complementaron con información derivada del seguimiento a 11 parcelas comerciales de productores de los municipios de Villa García, Zacatecas; Palo Alto, Asientos y Cosío, Aguascalientes, y Villa de Arriaga, San Luis Potosí. Los precios de mercado de los bienes comerciables fueron consultados con empresas comercializadoras de insumos agrícolas localizadas en la región en 2016. El precio del jornal fue proporcionado por los productores de frijol y el precio al productor fue obtenido de SIAP (2017).

Los precios económicos se calcularon con la metodología propuesta por Salcedo (2007). Los precios de paridad para la semilla, plaguicida, herbicidas y precio del grano se estimaron considerando los precios FOB (Free On Board) reportados por la Comisión Internacional de Comercio de Estados Unidos (USITC, 2015), se sumaron los impuestos de importación e impuesto al valor agregado (IVA) de los productos, reportados por el Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI) (SE, 2017); se agregó el costo de transporte marítimo y ferroviario. Para la conversión a moneda nacional se utilizó el tipo de cambio de equilibrio (TCE) calculado para el periodo 2010 a 2015; el TCE se estimó mediante el método de la paridad del poder de compra (PPP), con información sobre el tipo de cambio nominal (BANXICO, 2015) y el Índice de Precios al Consumidor de México y Estados Unidos (INEGI, 2016). El TCE fue de 13.16 $/UDS, con un margen de sobrevaluación de 3.77 % de enero de 2010 a diciembre de 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El costo total del sistema tradicional de frijol a precios privados fue de 5203 $ ha^{-1}, de los cuales el 18 % fue para el pago de insumos comerciables y el 82 % para factores de la producción (Cuadro 2). En el sistema tradicional que utilizan los productores del altiplano semiárido de México no se requiere hacer un gasto mayor en insumos comerciables, ya que la semilla es de la cosecha obtenida en el ciclo de producción anterior o se compra con otro productor; así mismo, la aplicación de plaguicida sólo se realiza cuando se presentan severos problemas de plaga. En los costos de los factores internos el 60 % de los mismos se atribuyó al pago de mano de obra y el resto al uso de maquinaria agrícola.

Con el paquete tecnológico propuesto por INIFAP, los costos de producción fueron 65 % más altos con respecto a la tecnología tradicional. En el paquete, los insumos comerciables incrementaron el costo, ya que se utilizó semilla certificada, que comparada con la del productor, tiene un precio más alto y la cantidad fue de 40 kg ha^{-1}, mientras que en hileras sencillas se utilizaron 30 kg ha^{-1}. La tecnología del INIFAP consideró otros insumos como inoculantes para semilla, insecticidas, herbicidas postemergentes y fertilización foliar. También los costos de los factores internos incrementaron 34 % por el mayor uso de mano de obra para la aplicación de agroquímicos y cosecha del grano, que para el caso de la zona de estudio se realizó de forma manual.

Cuadro 1. Paquetes tecnológicos utilizados en el establecimiento de las parcelas experimentales.

Sistema de producción	Prácticas del cultivo
Tecnología tradicional	1) Barbecho; 2) rastreo; 3) semilla no certificada de Pinto Saltillo; 4) siembra a una hilera en surcos separados a 76 cm de distancia; 5) densidad de 90 mil plantas por ha; 6) escarda; 7) deshierbe manual; 8) aplicación de plaguicidas; 9) corte; y 10) trilla.
Paquete tecnológico INIFAP	1) Rompimiento del suelo con multiarado; 2) rastreo; 3) semilla certificada de Pinto Saltillo; 4) inoculación de la semilla con la cepa INIFAP de *Glomus intraradices* a dosis de 350 g ha^{-1} de sustrato micorrízicos; 5) densidad de 145 mil plantas por ha; 6) siembra en camas de 1.52 m de ancho con tres hileras a 40 cm de distancia entre ellas, establecida con un prototipo de sembradora mecánica diseñada en el Programa de Mecanización del Campo Experimental Pabellón, INIFAP, con un dosificador de materia orgánica integrado y un rodillo Aqueel® formado por dos brazos y eje principal ensamblados, compuesto por ruedas dentadas con la finalidad de crear pequeñas cavidades sobre la superficie del suelo que actúan como depósitos para almacenar el agua de lluvia (Rojas *et al.*, 2013); 7) escarda + pileteo en un mismo paso; 8) fertilización foliar durante el llenado de grano (urea al 2 % + ácido fosfórico al 1 %); 9) aplicación de plaguicida y herbicida post emergente; 10) corte; y 11) trilla.

Fuente: Osuna-Ceja *et al.*, 2012

Cuadro 2. MAP de dos tecnologías para la producción de frijol en temporal en la región del altiplano semiárido de México ($ ha^{-1}).

Concepto	Ingreso ($)	Costos ($)		Ganancia ($)
		Bienes comerciables	Factores internos	
Tecnología del Productor				
Precios privados	4825	943	4260	-379
Precios sociales	8093	1028	3397	3668
Divergencias	-3269	-85	863	-4046
Tecnología del INIFAP				
Precios privados	10,693	2883	5700	2109
Precios sociales	21,740	2020	4837	14,884
Divergencias	-11,048	863	863	-12,774

Fuente: elaborado con datos obtenidos de la MAP.

Los costos de la maquinaria no cambiaron, ya que aun cuando se incorporó el uso de implementos especiales como el rodillo Aqueel® y pileteadoras, éstos se utilizan como complemento de la siembra y escarda.

El rendimiento del sistema con tecnología tradicional y tecnología del INIFAP fue de 370 kg ha^{-1} y 1000 kg ha^{-1}, respectivamente. El precio de venta del frijol Pinto Saltillo fue de 9,100 $ t^{-1} en promedio durante el periodo de 2012 a 2016, y fue el utilizado en este estudio. El precio de venta local fue bajo comparado con el de otros estados como Zacatecas y Durango, la diferencia la establece el Programa de Apoyo a la Comercialización de Frijol que otorga ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria), donde se apoya a los productores con 2 $ kg^{-1} para garantizar un precio base mínimo de 10 $ kg^{-1}. Debido a que los productores de los municipios donde se realizó el seguimiento no reciben este beneficio, no se consideró en la evaluación.

Se encontró que a precios de mercado la tecnología tradicional no generó ganancias privadas, y que aun cuando existen subvenciones para los productores como PROAGRO Productivo del Programa de Fomento a la Agricultura de la SAGARPA, el cual consta de 1,300 $ ha^{-1} (SAGARPA, 2016), no compensa las pérdidas en las que incurren. Estos resultados son similares a los reportados por Padilla-Bernal *et al.* (2012), quienes determinaron que los productores de las áreas de temporal con precipitación escasa en Zacatecas obtienen ganancias negativas y que sin apoyos como el Programa de Apoyos Directo al Campo (PROCAMPO, actualmente PROAGRO Productivo) sería muy difícil explicar su participación como agentes productivos, ya que para algunas regiones el ingreso derivado del programa cubre las pérdidas financieras; sin embargo, existen otras en las que el subsidio no logra cubrirlas. Al respecto, Schwentesius-Rindermann *et al.* (2011) señalaron que a pesar de que los productores de frijol obtienen

una rentabilidad negativa, ellos continúan sembrando porque no consideran el costo de oportunidad de la mano de obra, la tierra y la depreciación de la maquinaria; además, los agricultores siembran frijol porque con ello garantizan el abasto de alimento para sus familias durante un periodo de tiempo, aun cuando esta actividad no sea redituable.

Con el sistema tradicional se pierde el 7.3 % de la inversión realizada, por lo que no es ni rentable ni competitivo (Cuadro 3); mientras que, con el paquete tecnológico de INIFAP se observó un incremento en la producción e ingreso, que sumado a las subvenciones genera una rentabilidad de 25 %. El sistema tradicional del productor generó 80.5 % del valor agregado neto contra 73.0 % que se obtuvo en el sistema propuesto por INIFAP; estos porcentajes representaron la contribución de la producción de frijol al ingreso propio del sector y están compuestos por los factores de la producción más la remuneración del trabajo del productor y la ganancia neta (Barrera-Rodríguez *et al.*, 2011).

La competitividad del sistema de los productores se estimó con la relación de costo privado (RCP), la cual fue mayor que 1.0 (1.10) para la tecnología del productor (Cuadro 3) y significa que el sistema no generó ninguna remuneración a los factores internos, no cubrió el 10 % del consumo intermedio que es la derrama económica de la actividad a otros sectores y que se representa por el pago de los insumos comerciables (Barrera-Rodríguez *et al.* 2011). Por lo anterior, este sistema incurrió en pérdidas y no es redituable para los productores a los precios existentes en el mercado; es decir, no tiene ventajas competitivas. Caso contrario ocurre con el paquete tecnológico de INIFAP, donde el RCP fue de 0.73; los costos internos abarcaron el 73 % del valor agregado, fue rentable porque cubrió los costos y existe un remanente de 25 % que es la ganancia, con respecto al valor agregado.

Los resultados revelan que hubo una mejora en la rentabilidad y competitividad en la zona de estudio bajo esta forma de cultivar frijol; además, confirman lo expresado por Padilla-Bernal *et al.* (2012) quienes sugirieron que una de las maneras de evitar y reducir el deterioro de la competitividad y eficiencia de los sistemas de producción de frijol es a partir de la adopción de prácticas que permitan un mayor rendimiento al aprovechar el agua de lluvia y la conservación del suelo.

En ambos sistemas de producción la relación de costos de los recursos internos (RCRI) se ubicó en un valor entre 0 y 1 e indica que las dos tecnologías son económicamente eficientes y por consiguiente cuentan con ventaja comparativa; sin embargo, fue mejor la tecnología de INIFAP. Con la tecnología tradicional se gastaron 48 centavos para producir un peso de valor agregado, y el país ahorra 52 % de las divisas invertidas en la importación del grano, pero la eficiencia mejora al utilizar la tecnología del INIFAP, ya que por cada peso generado del valor agregado la inversión sería de 25 centavos y el ahorro del país por la importación de frijol sería de 75 %. La mejora en la rentabilidad, competitividad y eficiencia está asociada a los mayores rendimientos y aumento de la productividad que se obtienen con el paquete tecnológico de INIFAP. Con lo anterior, se demuestra que es eficiente económicamente promover la competitividad de la agricultura mediante la sustentabilidad de los factores de la producción y el cambio técnico (González y Alferes, 2010).

La diferencia entre el presupuesto privado y económico obtenido reflejó que se obtiene un ingreso mayor en el mercado internacional que en el nacional, y ésto es consecuencia de los efectos que tiene la política económica en los sistemas de producción de frijol (Cuadro 4). El Coeficiente de Protección Nominal de los Insumos (CPN) del frijol indicó que el precio nacional fue menor al internacional ya que durante el año promedio, comprendido de 2012 a 2016, los productores sólo recibieron 60 % del equivalente para el frijol importado; por lo tanto, el cultivo está desprotegido. Según De los Santos *et al.* (2017), los precios pagados a los productores de frijol han mostrado una

Cuadro 3. Indicadores de rentabilidad y competitividad privada de la producción de frijol de temporal con dos tipos de tecnología.

Indicador	Tecnología del productor	Tecnología de INIFAP
Rentabilidad	0.93	1.25
Relación de Rentabilidad Privada (%)	-7.3	24.6
Valor agregado neto ($ ha^{-1})	3881	7809
Relación de Costo Privado	1.10	0.73
Relación de Costos de los Recursos Internos	0.48	0.25

Fuente: elaborado con datos obtenidos de la MAP.

tendencia negativa, debido a que los precios pagados a los productores crecieron menos, y a la depreciación del peso con respecto al dólar. Los autores mencionados señalan que el precio real del frijol cayó a una tasa promedio anual de 0.95 % en el periodo de 1995 a 2014, aun tras considerar el apoyo de PROCAMPO; lo anterior significó pérdida en el poder adquisitivo de los productores, descapitalización del campo y el aumento de la pobreza rural, el desempleo y la migración. Estos problemas pueden agravarse porque aun cuando existen programas para beneficiar la comercialización del grano, no todos los productores del altiplano semiárido cumplen con las características para obtener el subsidio.

Cuadro 4. Indicadores de protección de los sistemas de producción de frijol de temporal.

Indicador	Tecnología del productor	Tecnología INIFAP
Coeficiente de protección nominal del frijol	0.60	0.49
Coeficiente de protección nominal de los insumos (CPNI)	0.92	1.43
Coeficiente de protección efectiva (CPE)	0.55	0.40
Equivalente de subsidio al productor (ESP)	-0.84	-1.19

Fuente: elaborado con datos obtenidos de la Matriz de Análisis de Política.

El CPNI en el sistema de producción con tecnología tradicional fue menor a la unidad; es decir, los insumos comerciables reflejaron un impuesto implícito y éste se presenta en la semilla de frijol. En el sistema de producción con la tecnología de INIFAP el CPNI fue mayor a la unidad, lo que significa la existencia de subsidios en el rubro de insecticidas y productos químicos utilizados en la producción, mismo que puede considerarse como un incentivo que facilite la adopción del sistema propuesto. Con respecto al CPE en ambos sistemas fue menor a la unidad; por lo tanto, existe una desprotección de las políticas económicas que provoca obtener una menor remuneración a capital y mano de obra, mismo que se solucionaría si se enfrentara un mercado sin distorsiones económicas y con acceso a precios internacionales.

En suma, en el sistema tradicional se obtuvo 45 % más de valor agregado y 60 % más al aplicar el paquete tecnológico de INIFAP. Por último, el equivalente al subsidio del productor (ESP) fue menor que la unidad en los dos sistemas (-0.84 y -1.19) e indica que las políticas económicas vigentes y las condiciones desfavorables del mercado gravaron el ingreso del productor; por lo tanto, si se eliminaran las políticas que presionan la caída del precio del grano y se evitaran los excesos de oferta temporal, los productores podrían recibir al menos 84 % más de ingreso, pero si adoptaran la tecnología de INIFAP, el ingreso sería mayor en 119 %.

CONCLUSIONES

Con la aplicación del paquete tecnológico propuesto por INIFAP el cultivo de frijol de temporal en una zona de la región del altiplano semiárido de México incrementó en 630 kg ha^{-1}. Con esta tecnología los productores pueden obtener un margen de ganancia por la venta de frijol de 25 % con respecto a la inversión. La tecnología implica un mayor uso de insumos comerciables, pero a su vez estos productos se ven beneficiados por subsidios que pueden compensar el gasto del productor. La propuesta tecnológica para el cultivo de frijol evaluada en este estudio demostró que, de adoptarse por el productor, mejorarían las condiciones de rentabilidad, competitividad y eficiencia de los sistemas de producción tradicionales, y que, por los componentes del paquete, a la par se estaría realizando un mejor aprovechamiento y conservación de los recursos disponibles como agua y suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Díaz E., I. Hernández-Torres, R. Rodríguez-Guerra, J. A. Acosta-Gallegos, J. Pedroza-Flores, M. D. Amador-Ramírez y J. S. Padilla-Ramírez (2011) Efectos de la sequía en la producción de biomasa y grano de frijol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:249-263.

Acosta G. J. A., B. M. Sánchez G., F. M. Mendoza H., Y. Jiménez H., R. Salinas P., R. Rosales S., R. Navarrete M., R. Zandate H., S. Alvarado M. y J. S. Padilla R. (2010) Rendimiento y reacción a enfermedades en frijol tipo Flor de Mayo en riego y temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1:65-75.

Arellano-Arciniega S., E. S. Osuna-Ceja, M. A. Martínez–Gamiño y L. Reyes-Muro (2015) Rendimiento de frijol fertilizado con estiércol bovino en condiciones de secano. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38:313-318.

Ayala G. A. V., R. E. Schwentesius R. y G. Almaguer V. (2008) La competitividad del frijol en México. *El cotidiano* 147:81-89.

BANXICO, Banco de México (2015) Sistema de Información Económica: Tasa y Precios de Referencia. Tasas de Interés en los Mercados Internacionales. Banco de México. Cd. de México. http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CI34&locale=es (Febrero 2017).

Barrera-Rodríguez A. I., J. L. Jaramillo-Villanueva, J. S. Escobedo-Garrido y B. E. Herrera-Cabrera (2011) Rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* J.) en la región del Totonacapan, México. *Agrociencia* 45:625-638.

De los Santos-Ramos. M., T. Romero-Rosales y E. E. Bobadilla-Soto (2017) Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana* 28:439-453, https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23608

González E. A. y M. Alferes V. (2010) Competitividad y ventajas comparativas de la producción de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1:381-396.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016) Banco de Información Económica (BIE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes. http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/ (Marzo 2017).

Jiménez G. J. C. y J. A. Acosta G. (2013) Efecto de la densidad de cosecha en rendimiento de frijol Pinto Saltillo de riego en Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4:243-257.

Martínez G. M. A., E. S. Osuna C., J. S. Padilla R., J. A. Acosta G. y C. Loredo O. (2008) Tecnología para la Producción de Frijol en el Norte Centro de México. Libro Técnico No. 4. Campo Experimental San Luis, Centro de Investigación Regional del Noreste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D. F. 206 p.

Medina G. G., L. H. Maciel P., J. A. Ruiz C., V. Serrano A. y M. M. Silva S. (2006) Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Aguascalientes (Período 1961-2003). Libro Técnico No. 2. Campo Experimental Pabellón, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. 162 p.

Monke E. A. and S. R. Pearson (1989) The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA. 196 p.

Osuna-Ceja E. S., L. Reyes-Muro, J. S. Padilla-Ramírez y M. A. Martínez-Gamiño (2012) Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:1389-1400.

Osuna-Ceja E. S., J. S. Padilla R., L. Reyes M., R. Rosales S. y J. A. Acosta G. (2013) Efecto del sistema de siembra sobre el rendimiento de 10 variedades de frijol de temporal en Aguascalientes. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 12:51-56, doi: 10.5154/r.rchszа.2012.06.010

Padilla-Bernal L. E., E. Reyes-Rivas, A. Lara-Herrera y O. Pérez-Veyna (2012) Competitividad, eficiencia e impacto ambiental de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:1187-1201.

Rojas S. C., E. S. Osuna C. y N. Y. Z. R. Cabral (2013) Sembradora Mecánica de Precisión, Versátil para Agricultura de Conservación. Folleto Técnico No. 51. Campo Experimental Pabellón, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. 19 p.

Rosales S. R., J. A. Acosta G., F. J. Ibarra P. y E. I. Cuéllar R. (2011) Pinto Bravo: nueva variedad de frijol para el altiplano semiárido de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:985-991.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2016) Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación para el ejercicio 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México. https://www.gob.mx/sagarpa/documentos/reglas-de-operacion-2017-89037 (Agosto 2017).

Salcedo B. S. (2007) Competitividad de la Agricultura en América Latina y el Caribe. Matriz de Análisis de Política: Ejercicios de Cómputo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile. 98 p.

Sánchez V. I., F. J. Ibarra P., R. Rosales S., S. P. Singh y J. A. Acosta G. (2001) Pinto Saltillo: nueva variedad de frijol para el Altiplano de México. *Agricultura Técnica en México* 27:73-75.

Schwentesius-Rindermann R., A. V. Ayala-Garay y M. A. Gómez-Cruz (2011) Liberalización comercial del sector agropecuario de México: competitividad del frijol. *Revista Globalización, Competitividad y Gobernabilidad* 5:94-111, doi: 10.3232/GCG.2011.V5.N1.06

SE, Secretaría de Economía (2017) Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI). Secretaría de Economía. Ciudad de México. http://www.economia-snci.gob.mx/ (Febrero 2017).

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017) Cierre de la Producción Agrícola 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. Cd. de México: https://www.gob.mx/siap/articulos/cierre-estadistico-de-la-produccion-agricola-2017?idiom=es (Julio 2017).

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. (Octubre 2018).

USITC, United States International Trade Commission (2015) DataWeb (U.S. Imports/Exports Data). United States International Trade Commission. Washington, D. C., USA. https://www.usitc.gov/ (February 2017).