

## Competitividad, eficiencia e impacto ambiental de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Zacatecas, México\*

### Competitiveness, efficiency and environmental impact of the production of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on Zacatecas, Mexico

Luz E. Padilla-Bernal<sup>1§</sup>, Elivier Reyes-Rivas<sup>1</sup>, Alfredo Lara-Herrera<sup>2</sup> y Óscar Pérez-Veyna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Zacatecas. Tel. (492) 923 9407. Ext. 2102. (ereyes21@yahoo.com.mx). <sup>2</sup>Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Tel. (492) 925 6690. Ext. 5001. (alara204@yahoo.com.mx). <sup>3</sup>Unidad Académica de Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas. Comercio y Admón. S/N, Col. Progreso, C. P. 98066, Zacatecas, Zacatecas. Tel. (492) 9256690. Ext.2780. (pveyna@gmail.com). <sup>§</sup>Autora para correspondencia: luz@uaz.edu.mx.

## Resumen

A principios de la década de los noventa en México se iniciaron una serie de programas para coadyuvar a la competitividad de los productores rurales frente al retiro del estado en el apoyo a la producción, comercialización y servicios sectoriales, así como en su incorporación en el proceso de liberalización comercial. Zacatecas es el principal productor de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) nacional. La mayor parte de la producción se cultiva en temporal. Escasa precipitación pluvial, baja eficiencia en riego agrícola y sobreexplotación de los acuíferos provoca daños ambientales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la política agrícola en los sistemas de producción de frijol del estado de Zacatecas a través de la determinación de las tecnologías de producción competitivas y eficientes, considerando las fallas de mercado relacionadas al ambiente. Se determinaron los indicadores de competitividad y eficiencia a través de la aplicación de la matriz de análisis de política ampliada (MAPA). La investigación se desarrolló con información del ciclo agrícola primavera-verano 2009. El marco de análisis fueron los Distritos de Desarrollo Rural de Zacatecas, Fresnillo, Río Grande y Ojocaliente. Con excepción de las tecnologías TCS del DDR de Zacatecas, BCF y TCS de Ojocaliente, todos los sistemas de producción mostraron ser competitivos en la situación actual. Los sistemas de

## Abstract

In the early nineties in Mexico began a series of programs to assist the competitiveness of rural producers face the withdrawal of state support for production, trade and services sector as well as their incorporation in the process of trade liberalization. Zacatecas is the largest producer of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) national. Most of the production is rainfed. Low rainfall, low efficiency in agricultural irrigation and overexploitation of aquifers causes environmental damage. The objective of this study was to evaluate the impact of the agricultural policy in bean production systems in the state of Zacatecas through the determination of competitive production technologies and efficient, considering the market failures related to the environment. Were determined the indicators of competitiveness and efficiency through the implementation of the extended policy analysis matrix (EPAM). The research was conducted with data from spring-summer cycle 2009. The framework of analysis was the rural district of development in Zacatecas, Fresnillo, Río Grande and Ojocaliente. With the exception of TCS technologies from the RDD Zacatecas, Ojocaliente, BCF and TCS, all production systems shown to be competitive in the current situation. Cultivated

\* Recibido: diciembre de 2011  
Aceptado: julio de 2012

producción cultivados con tecnologías competitivas también resultaron eficientes, exceptuando el TCSL de Fresnillo y BMF de Ojocaliente. La adopción de prácticas sostenibles reducirá el deterioro de la competitividad y eficiencia de los sistemas de producción.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* L., sistemas de producción, matriz de análisis de política ampliada.

## Introducción

A principios de la década de los noventa se desarrolló una amplia reforma en el sector agropecuario que buscaba modernizarlo. Esto propició el inicio de una serie de programas tanto para coadyuvar a la competitividad de los productores rurales frente al retiro del Estado en el apoyo a la producción, comercialización y servicios sectoriales, como para su incorporación en el proceso de apertura comercial. De acuerdo a Fox y Haight (2010), el Estado solamente redujo y cambió la naturaleza de su intervención en el campo, al crear nuevos instrumentos de política pública. Los tres programas más relevantes que contiene la política de subsidios hacia el sector agropecuario son: el Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo), el Programa de Apoyos a la Comercialización (PAC), y Alianza para el Campo (AC) (Contigo).

El Procampo inició a finales de 1993 y se fijó una vigencia de 15 años, igual que el plazo pactado en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) para liberalizar los productos agrícolas, incluyendo los más sensibles como el maíz y el frijol (SECOFI, 1994). En 2007 se anunció que Procampo continuaría por 5 años más (SAGARPA, 2007). En el Procampo se hace la entrega de un pago fijo por hectárea en cada ciclo agrícola al productor. Este programa es menos distorsionante que los precios de garantía, ya que se opera siempre en función de la superficie elegible y no del productor o del volumen de la producción. Tanto por el monto recibido como por el número de productores apoyados, el Procampo ha sido el programa más relevante para los productores de frijol.

Por su parte, el PAC, creado en 1991, es dirigido a los productores con excedentes comercializables y se basa en la producción. El programa de AC, fundado en 1996, ofrecía subsidios equivalentes a la inversión realizada por el beneficiario y otros servicios de apoyo directo a la adquisición de insumos (Merino, 2010). Tanto el PAC como el de AC, han otorgado subsidios acoplados, tal es el caso del subsidio al

production systems with competing technologies also showed to be efficient, except TCSL Fresnillo and Ojocaliente BMF. The adoption of sustainable practices will reduce the deterioration in competitiveness and efficiency of production systems.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., analysis matrix of expanded policy, production systems.

## Introduction

In the early nineties developed a broad reform in the agricultural sector which sought to modernize it. This led to the beginning of a series of programs both to contribute to the competitiveness of rural producers face the withdrawal of state support for production, trade and services sectors, as for incorporation in the process of trade liberalization. According to Fox and Haight (2010), the State only reduced and changed the nature of its involvement in the field by creating new instruments of public policy. The three most important programs contained in the policy of subsidies towards the agricultural sector are: the Program of Direct Rural Support (Procampo), Program of Marketing Support (PAC), and for the Countryside Alliance (CA) (With You).

The Procampo began in late 1993 and set a validity of 15 years, as agreed within the North American Free Trade Agreement (NAFTA) to liberalize agricultural products, including the most sensitive such as corn and beans (SECOFI, 1994). In 2007 it was announced that Procampo will continue for 5 more years (SAGARPA, 2007). Procampo delivered a fixed payment per hectare in each crop season to the producer. This program is less distorting than price supports, as it always operates on the basis of the eligible area and not the producer or production volume. Both the amount received and the number of producers supported the Procampo has been the most relevant program for bean producers.

Meanwhile, the PAC, established in 1991, is aimed at farmers with marketable surplus and is based on production. The AC program, founded in 1996, offered subsidies equivalent to the investment made by the beneficiary and other support services directly to the purchase of inputs (Merino, 2010). Both the PAC and AC, coupled subsidies

diesel para uso agrícola (SAGARPA, 2009). De igual forma, hay otro tipo de intervenciones gubernamentales que causan distorsiones de mercado, como la tasa cero del impuesto al valor agregado (IVA) para fertilizantes, plaguicidas y otros agroquímicos y el subsidio a las tarifas eléctricas para el bombeo de agua de riego (CFE, 2007).

Los apoyos que se otorgan y que incrementan el precio que reciben los productores son una distorsión al aumentar el área sembrada del producto por arriba del equilibrio de mercado, e indirectamente se aumenta el uso de agua, agroquímicos y otros insumos. De igual forma, al reducir los precios relativos de los agroquímicos y el diesel se induce a un consumo mayor al determinado bajo las señales de un mercado sin distorsiones. Un precio relativo menor de los agroquímicos o diesel también desacelera la adopción de nuevas tecnologías. La adquisición de tecnologías más eficientes o dar más mantenimiento a los equipos, está en función del precio del insumo que utilizan. Debe señalarse, que el subsidio al diesel está focalizado, no se otorga la reducción del precio para todos los consumidores agrícolas indiscriminadamente, por lo tanto disminuye, más no elimina la distorsión en el uso del combustible.

En lo que se refiere al subsidio en la tarifa eléctrica para la extracción de agua para el riego agrícola es un incentivo que provoca mayor extracción del recurso. Los productores agrícolas pueden solicitar una tarifa eléctrica especial para bombeo (CFE, 2007), lo que provoca una falsa rentabilidad de los cultivos y la no elección de mejores tecnologías (Ávila *et al.*, 2005). De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CNA) (2008) la extracción de agua de los acuíferos es mayor a la recarga natural, lo que disminuye el nivel del manto, implicando el aumento de los costos de bombeo para la agricultura. La sobreexplotación de los acuíferos amenaza la posibilidad de legar a las generaciones futuras la capacidad de satisfacer sus propias necesidades. Se han otorgado concesiones de asignación de agua, por falta de información y por presiones políticas, por volúmenes mucho mayores a los de la recarga (Muñoz, 2004). En México quien recibe una concesión de agua subterránea, puede utilizar sin costo una cantidad determinada de agua del acuífero, existiendo un subsidio implícito al no cobrar el agua.

En el estado de Zacatecas la agricultura es una de las principales actividades económicas, participa con 11% en el PIB estatal, en el año agrícola 2009 el valor de la producción generado fue de 10,167.5 millones de pesos en 1,280.7 miles de hectáreas cultivadas (INEGI, 2010). De esta superficie sólo 13% disponen de agua para riego, el resto (87%) es de temporal. Tanto por el valor de la producción, como por la

have been granted, as in the case of the subsidy on diesel for agricultural use (SAGARPA, 2009). Similarly, there is another type of government interventions that cause market distortions, as the zero rate of value added tax (IVA) for fertilizers, pesticides and other agrochemicals and subsidizing electricity tariffs for pumping irrigation water (CFE, 2007).

The supports given and increasing prices received by producers are a distortion by increasing the planted area of product above the market equilibrium, and indirectly increases the use of water, agrochemicals and other inputs. Similarly, the lower relative prices of agrochemicals and diesel induce a greater consumption than that determined under the sign of a market without distortions. A lower relative price of agrochemicals and diesel also slows the adoption of new technologies. The acquisition of more efficient technologies or to give more maintenance to the equipment depends on the price of the input they use. Note that the diesel subsidy is targeted, not given a price reduction for all agricultural consumers indiscriminately, thus decreasing, but not eliminate the distortion in the use of fuel.

In regard to the subsidy on electricity tariff for the extraction of water for irrigation is an incentive that leads to an increased resource extraction. Agricultural producers may request a special electricity tariff for pumping (CFE, 2007), which causes a false profitability on crops and to the non-election of improved technologies (Ávila *et al.*, 2005). According to the National Water Commission (CNA) (2008) the extraction of water from aquifers is greater than natural recharge, which reduces the level of the aquifer, implying an increase in pumping costs for agriculture. The overexploitation of aquifers threatens the possibility of bequeathing to future generations the ability to meet their own needs. Concessions have been granted for water allocation, by the lack of information and political pressures, per volumes far greater than the recharge (Muñoz, 2004). In Mexico, who receives a concession of groundwater, allows the use of a given volume without cost, implying an implicit subsidy.

In the state of Zacatecas agriculture is a major economic activity, participates with 11% in state GDP in the agricultural year 2009 the production value generated was 10 167.5 million pesos in 1,280.7 thousands of hectares (INEGI, 2010). Of this area only 13% have water for irrigation, the rest (87%) is rainfed. Therefore the value of production, as

superficie cultivada y los empleos generados, el principal cultivo en el estado es el frijol el cual es considerado como un producto cultural y estratégico para el desarrollo rural del estado y del país. El frijol participa con 30% del valor generado en la agricultura y con 41% de la superficie agrícola del estado (INEGI, 2010) además aporta 30% de la producción nacional (264 653 toneladas). No obstante el programa de reconversión de cultivos que ha reducido la producción en años recientes, Zacatecas sigue siendo el principal productor nacional de la leguminosa (SAGARPA-SIAP, 2009). De la superficie cultivada de frijol en el año agrícola en mención (530 236 ha) sólo 5% es de riego y 95% de temporal. La superficie de riego genera 17% del valor total de la producción (INEGI, 2010).

El clima en el estado de Zacatecas es semiseco y árido con una precipitación pluvial promedio anual de 460.8 mm, lo que refleja su escasez natural de agua (CNA, 2008). La principal fuente de agua para el desarrollo de las diferentes actividades de la población son 34 acuíferos, de los cuales más de 44% se encuentran sobreexplotados (CNA, 2011). La agricultura consume 77% del agua subterránea disponible (CNA, 2008). Con el agua de los acuíferos se irrigan más de 150 000 ha (INEGI, 2010) con altos consumos de agua causados por la sobreirrigación y el uso de sistemas de riego obsoletos. De acuerdo a la CNA (2007) en el 2000, los métodos de riego aplicados a la agricultura eran tradicionales en más de 80% de la superficie y la eficiencia promedio en el uso del agua permitía estimar pérdidas de entre 40% y el 60%. Mojarro *et al.* (2010) señalan que a la fecha esta situación no ha presentado grandes mejoras. La agricultura como principal usuario del recurso agua se encuentra bajo presión para mejorar la eficiencia en su uso.

La escasa precipitación pluvial conjuntamente con la baja eficiencia en el riego agrícola y la sobreexplotación de los acuíferos provoca daños ambientales. En el futuro, menos agua y mayor salinización de los suelos disminuye el rendimiento de los cultivos impactando en la baja sustentabilidad de los sistemas de producción. Un sistema de producción es no sostenible si las prácticas agrícolas imponen externalidades negativas o crea degradación del ambiente. Los costos de producción agrícola en los sistemas no sostenibles ignoran los impactos en otras personas de las externalidades negativas o la degradación en el largo plazo de los recursos naturales base, generando fallas de mercado.

Una falla de mercado ocurre cuando el mecanismo de precios no logra una asignación eficiente de recursos. Por su parte, al eliminar estas fallas de mercado se generan sistemas

the cultivated area and the jobs created, the main crop in the state is the bean which is considered as a cultural product and strategic for rural development of state and country. Beans participates with 30% of the value generated in agriculture and 41% of the agricultural area of the state (INEGI, 2010) also provides 30% of national production (264 653 tons). However the conversion program that has reduced crop production in recent years, Zacatecas is still the main producer of the legume (SAGARPA-SIAP, 2009). From bean acreage in the crop year in question (530 236 ha) only 5% is irrigated and 95% rainfed. The irrigated area generates 17% of the total value of production (INEGI, 2010).

The climate in the state of Zacatecas is semi-arid with an annual average rainfall of 460.8 mm, reflecting the natural scarcity of water (CNA, 2008). The main sources of water for development of the different activities of the population are 34 aquifers, of which over 44% are over extracted (CNA, 2011). Agriculture consumes 77% of groundwater (CNA, 2008). With water from the aquifers supplying more than 150 000 ha irrigated (INEGI, 2010) with high water consumption caused by over irrigation and use of obsolete irrigation systems. According to CNA (2007) in 2000, irrigation methods applied in agriculture were traditional in over 80% of the surface and the average efficiency in the use of water allowed estimated losses between 40% and 60%. Mojarro *et al.* (2010) pointed out that to date this situation has not made big improvements. Agriculture as the main user of water resources is under pressure to improve efficiency in their use.

The low rainfall together with the low efficiency in agricultural irrigation and overexploitation of aquifers causes environmental damage. In the future, less water and increased salinization of the soil reduces crop yields impacting the low sustainability of production systems. A production system is not sustainable if agricultural practices impose negative externalities or creates environmental degradation. The costs of agricultural production in unsustainable systems ignore the impacts on other people of negative externalities or in the long term degradation of natural resources, creating market failures.

A market failure occurs when the price mechanism does not achieve an efficient allocation of resources. For its part, by eliminating these market failures are generated sustainable agricultural production systems, or, may also be sustainable if government policies correct the negative

agrícolas de producción sostenible, o en su caso, también pueden ser sostenibles si las políticas gubernamentales corrigen las externalidades negativas y la degradación de los recursos. Los costos de la producción agrícola en los sistemas sostenibles son completos porque incluyen los impactos inmediatos en los otros de las externalidades negativas y los gastos para contrarrestar la degradación a largo plazo de los recursos naturales base.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la política agrícola en los sistemas de producción de frijol del estado de Zacatecas, a través, de la determinación de las tecnologías de producción competitivas y eficientes, considerando las fallas de mercado relacionadas al ambiente. Se proporcionan elementos que coadyuven a la formulación de políticas para el desarrollo rural sostenible.

## Materiales y métodos

### La matriz de análisis de política ampliada (MAPA)

A fin de evaluar el impacto de la política agrícola en los sistemas de producción de frijol en Zacatecas se aplicó la matriz de análisis de política ampliada (MAPA). Ésta se usa para analizar las distorsiones y fallas de mercado ambientales y los efectos de la intervención económica en un sistema de producción y también proporciona datos sobre la competitividad y eficiencia o ventaja comparativa de los productos estudiados en situación actual y considerando los escenarios no sostenible y sostenible (Kydd *et al.*, 1997; Pearson *et al.*, 2003). Dada la importancia que el agua tiene en la agricultura en el estado de Zacatecas, el impacto ambiental de los sistemas de producción de frijol se incorpora en este trabajo a través de la baja en la productividad por la degradación ambiental debido a las condiciones de humedad del suelo.

El trabajo básico en la aplicación de la MAPA es la determinación de los presupuestos de los sistemas agrícolas de producción analizados tanto a precios de mercado como a precios de eficiencia económica, eliminando distorsiones del mercado y ajustando los precios de los bienes comerciables e indirectamente comerciables a sus equivalentes internacionales y los de los factores internos a sus costos de oportunidad. Además, se trabaja con precios sostenibles que consideran la corrección de las fallas de mercado relacionadas al ambiente.

externalities and resource degradation. The costs of agricultural production in sustainable systems are complete because they include the immediate impacts in the other of negative externalities and the costs to counter the long-term degradation of natural resources.

The objective of this study was to evaluate the impact of agricultural policy in bean production systems in the state of Zacatecas, through, the determination of production technologies that are profitable and efficient, considering the market failures related to the environment. Elements are provided that contribute to the formulation of sustainable rural development policies.

## Materials and methods

### The extended policy analysis matrix (EPAM)

In order to assess the impact of agricultural policy in bean production systems in Zacatecas was applied extended policy analysis matrix (EPAM). This is used to analyze the distortions and a market failure related to environmental and economic effects of the intervention in a production system and also provides data on the competitiveness and efficiency or comparative advantage of the products studied in the current situation and considering the unsustainable scenarios and development (Kydd *et al.*, 1997; Pearson *et al.*, 2003). Given the importance of water in agriculture in the state of Zacatecas, the environmental impact of agriculture production systems is incorporated by means of environmental degradation due to low irrigation efficiency.

The basic work on the implementation of EPAM is the determination of the budgets of the agricultural production systems analyzed at market prices as economic efficiency prices, removing market distortions and adjusting the prices of tradable goods and indirectly tradable their international counterparts and internal factors to their opportunity costs. It also works with sustainable prices considering the correction of market failures related to the environment

The first row of EPAM is a budget showing current costs of production and commercialization at market prices. The second row shows the unsustainable scenario at market prices, in which low productivity is associated



El primer renglón de la MAPA es un presupuesto que muestra los costos actuales de producción y comercialización a precios de mercado. El segundo renglón muestra el presupuesto en un escenario no sostenible, también a precios de mercado, se registra la baja de productividad asociada a la degradación ambiental por las condiciones de humedad del suelo. En el tercer renglón presenta el escenario sostenible a precios de mercado o privados, se consideran los costos e inversión requerida en la adopción de sistemas de producción sostenibles. El cuarto renglón de la matriz es un presupuesto de la situación actual valuado a precios de eficiencia económica. Los renglones quinto y sexto muestran los presupuestos en los escenarios no sostenible y sostenible también valuados a precios de eficiencia económica, considerando los costos ambientales y su internalización respectivamente. Los últimos tres renglones de la matriz, denominados divergencias, se determinan por diferencia entre el primer renglón y el cuarto, el segundo y el quinto; y el tercero y sexto (Cuadro 1). Estos muestran el impacto neto de políticas distorsionantes y fallas de mercado. Los signos de las divergencias en ingresos, costos ganancias indican si el efecto neto de política e imperfecciones de mercado implican un subsidio implícito o un impuesto.

with environmental degradation due to water use. The third row presents the sustainable scenario at market prices, considering the costs and investment required to adopt sustainable production systems. The fourth row of the matrix is a budget of the current situation valued at economic efficiency prices. The fifth and sixth rows show the unsustainable and sustainable scenarios also valued at economic efficiency prices, considering environmental costs and their internalization, respectively. The last three rows of the matrix, called divergences, are determined by the difference between the first and fourth rows, between the second and fifth, and between the third and sixth rows (Table 1). These show the net impact of distorting policies and market failures. The signs of divergence in income, profit costs indicate whether the net effect of policy and market imperfections imply an implicit subsidy or a tax.

In the EPAM application, there is competitiveness when, in current market conditions, the individual producer earns profits in a production system. Comparative advantage exists when, eliminating prevailing market distortions, a production system has the capacity to generate profits for the country (Monke and Pearson 1989). If  $\pi_p$  is positive,

### Cuadro 1. Matriz de análisis de política ampliada.

Table 1. Extended policy analysis matrix.

	Ingresos totales ( $R$ )	Costos de producción		Ganancia neta ( $\pi$ )
		Insumos comerciables e indirectamente comerciables ( $TI$ )	Factores internos ( $DF$ )	
Precios privados (actual)	$R_p$	$TI_p$	$DF_p$	$\pi_p$
Precios privados (no sostenible)	$\lambda R_{pn}$	$\lambda TI_{pn}$	$\lambda DF_{pn}$	$\lambda \pi_{pn}$
Precios privados (sostenible)	$\lambda R_{ps}$	$\lambda TI_{ps}$	$\lambda DF_{ps}$	$\lambda \pi_{ps}$
Precios económicos (actual)	$R_e$	$TI_e$	$DF_e$	$\pi_e$
Precios económicos (no sostenible)	$\lambda R_{en}$	$\lambda TI_{en}$	$\lambda DF_{en}$	$\lambda \pi_{en}$
Precios económicos (sostenible)	$\lambda R_{es}$	$\lambda TI_{es}$	$\lambda DF_{es}$	$\lambda \pi_{es}$
Divergencias (actual)	$Rd_i$	$TI d_i$	$DF d_i$	$\pi d_i$
Divergencias (no sostenible)	$\lambda Rd_{in}$	$\lambda TI d_{in}$	$\lambda DF d_{in}$	$\lambda \pi d_{in}$
Divergencias (sostenible)	$\lambda Rd_{is}$	$\lambda TI d_{is}$	$\lambda DF d_{is}$	$\lambda \pi d_{is}$

Fuente: Monke y Pearson, 1989; Kydd *et al.*, 1997; Pearson *et al.*, 2003.

En la aplicación de la MAPA, se cuenta con competitividad cuando en las condiciones actuales del mercado un productor individual obtiene ganancias en un sistema de producción. Se tiene ventaja comparativa o se es eficiente cuando eliminando las distorsiones prevalecientes en el mercado, un sistema de producción tiene la capacidad de generar ganancias para el país que lo produce (Monke y Pearson, 1989). Por lo tanto,

the system generates profit under the current policies and market conditions and, therefore, is said to be competitive. Likewise, if  $\pi_e$  is positive, the system is able to generate profit without subsidies or without restrictions from taxes, and therefore, it is said to have comparative advantage. If a system includes subsidies to inputs or pays labor at prices lower than those determined by an efficient labor market,

si  $\pi_p$  es positiva el sistema genera ganancia bajo las políticas actuales y condiciones del mercado y por lo tanto se dice que es competitivo.

De igual forma, si  $\pi_e$  es positiva el sistema es capaz de generar utilidad sin contar con subsidios o siendo restringido por impuestos, por lo tanto se dice que el sistema es eficiente. Si un sistema cuenta con subsidio en los insumos, o paga en mano de obra precios más bajos de los determinados por un mercado de mano de obra eficiente, el sistema puede ser competitivo, pero no puede ser eficiente o contar con ventaja comparativa. Por su parte  $\lambda\pi_{pu}$  y  $\lambda\pi_{eu}$  registra las ganancias o pérdidas de los sistemas de producción no sostenibles, mientras que  $\lambda\pi_{ps}$  y  $\lambda\pi_{es}$  las de los sistemas sostenibles, valuados tanto a precios de mercado como de eficiencia económica.

A fin de hacer comparaciones entre los sistemas de producción, los cuales pueden ser diferentes en las proporciones relativas en el uso de sus insumos, con los registros obtenidos en la MAPA se obtienen indicadores de competitividad o rentabilidad y de eficiencia o ventaja comparativa. El indicador de rentabilidad privada (incluyendo tierra) es la relación del costo privado (RCP), también denominado relación de competitividad. La RCP mide la proporción del costo de los factores internos con relación al valor agregado y se determina como la relación del valor de los factores internos a la diferencia entre el ingreso menos los insumos comerciables e indirectamente comerciables:

$$RCP = \frac{DF_p}{R_p - TI_p} \quad 1)$$

Donde:  $DF_p$  son los factores internos;  $R_p$  y  $TI_p$  son los ingresos y los insumos comerciables e indirectamente comerciables, todos valuados a precios privados. La diferencia entre  $R_p$  y  $TI_p$  es el valor agregado. Si la relación es mayor a uno ( $RCP > 1$ ), significa que los sistemas estudiados usan más valor de los factores internos que el valor agregado o riqueza creada, por lo tanto el sistema no es rentable. El cultivo no es redituable para el productor, en función de los precios pagados y recibidos. En cambio, si  $RCP < 1$ , el sistema es rentable o competitivo, éste obtiene ganancias extraordinarias; por lo tanto los sistemas de producción más rentables son aquellos que tienen una RCP lo más cercana a cero.

La relación del costo de los recursos internos (CRI) provee una medida de eficiencia o nivel de ventaja comparativa lograda por los sistemas de producción. Ésta es una relación similar a la de competitividad pero calculada a precios de eficiencia económica, la que obtiene de la siguiente forma:

the system can be competitive, but not efficient nor have a comparative advantage. Furthermore,  $\lambda\pi_{pu}$  and  $\lambda\pi_{eu}$  show profits or losses of unsustainable production systems, while  $\lambda\pi_{ps}$  and  $\lambda\pi_{es}$  return those of sustainable systems, valued at both private and economic efficiency prices.

The registers of EPAM also allow comparison of production systems, which can be different in the relative proportions of the inputs they use, using indicators generated with information from the EPAM, competitiveness or profitability and efficiency or comparative advantage indicators are obtained. The private cost ratio (PCR), also denominated competitiveness ratio, is the indicator of private profitability (including land) and, therefore, of internal competitiveness. PCR is determined as the ratio of domestic factors to the difference between revenue minus tradable and indirectly tradable inputs:

$$RCP = \frac{DF_p}{R_p - TI_p} \quad 1)$$

Where:  $DF_p$  are the internal factors;  $R_p$  and  $TI_p$  are incomes and tradable inputs and indirectly tradable, all valued at private prices. The difference between  $R_p$  and  $TI_p$  is the aggregated value. If the ratio is greater than one ( $PCR > 1$ ), then the domestic factor costs is greater than the value added or created wealth, and therefore, the system is not profitable. The crop is not profitable for the producer in function of prices paid and prices received. If  $PCR < 1$ , the system is profitable, earns extraordinary profits. Thus, the most profitable production systems are those with a PCR closest to zero.

The domestic resource cost ratio (DRC) provides a measure of the level of comparative advantage achieved by the production systems studied. A similar relationship is calculated at economic efficiency prices as followed:

$$DRC = \frac{DF_e}{R_e - TI_e} \quad 2)$$

Where:  $R_e$ ,  $TI_e$  and  $DF_e$  are the incomes, tradable inputs and indirectly tradable and the internal factors valued at economic prices. If  $DRC > 1$ , the system does not have comparative advantage; thus if  $DRC < 1$ , the system has comparative advantage and is said to be economically efficient. The empirical analysis of comparative advantage determines whether certain productive activities will be competitive, in the medium term in different regions of the country, with equivalent products on the world market.

$$CRI = \frac{DF_e}{R_e - TI_e} \quad 2)$$

Donde:  $R_e$ ,  $TI_e$  y  $DF_e$  son los ingresos, los insumos comerciables e indirectamente comerciables y los factores internos valuados a precios económicos. Si  $CRI > 1$ , el sistema de producción no es eficiente o no tiene ventaja comparativa. Por lo tanto, si  $CRI < 1$  el sistema tiene ventaja comparativa y se dice que éste es económicamente eficiente. El análisis empírico de la ventaja comparativa determina bajo el supuesto de eliminación de subsidios o impuestos gubernamentales y distorsiones de mercado, si ciertas actividades productivas serán competitivas en el mediano plazo en diferentes regiones del país, con los productos equivalentes comercializados en los mercados internacionales. La principal limitación de la MAPA es su incapacidad para calcular como los sistemas de producción se expanden o contraen ante cambios en los precios. Aunque su estructura permite simular cambios y evaluar otros escenarios.

### **Impacto ambiental: escenarios no sostenible y sostenible**

El escenario no sostenible se planteó considerando el régimen hídrico de los sistemas de producción, para riego se asumió que de continuar con prácticas en el uso del agua y sistemas de riego ineficientes se reducirá la disponibilidad de agua, lo que impactará en su productividad. En los sistemas bajo el régimen hídrico de temporal, se consideró el impacto en la productividad de la disminución de la capacidad del suelo de almacenamiento de agua (Echavarría-Cháirez *et al.*, 2009).

Así, el impacto ambiental de los sistemas de producción de frijol se consideró a través de la degradación ambiental por la pérdida de fertilidad del suelo debido a la falta de humedad, lo que se evalúa tanto a precios de mercado, como de eficiencia económica (Pearson *et al.*, 2003). Se generaron presupuestos multianuales asumiendo un porcentaje anual de disminución en los rendimientos (Pearson *et al.*, 2003) con un horizonte de 15 años y se consideró la inversión adicional en un pozo con 14 m más profundo (CONAGUA-GODEZAC-UAZ, 2008). Por su parte, el escenario sostenible se planteó asumiendo rendimientos de los sistemas de producción constantes en el tiempo, adquisición de sistemas de riego más eficientes y trazo de los surcos acorde a las curvas de nivel para los sistemas de temporal.

Dentro de la estructura de la MAPA, los valores de los escenarios no sostenible y sostenible se determinan descontando a valor presente (VP), tanto a precios privados

The main limitation of EPAM is its inability to calculate how the production systems expand or contract to price changes. Although its structure allows simulating changes and evaluate other scenarios.

### **Environmental impact: unsustainable and sustainable scenarios**

The unsustainable scenario is presented assuming that the same irrigation water use practices, the aquifers will diminish and the capacity to remove salts from the soil will be reduced, generating unsustainable production systems. The systems under rainfed, considered the impact on the productivity of the decreased ability of soil water storage (Echavarría - Cháirez *et al.*, 2009).

So the environmental impact on the bean production systems was considered, through the environmental degradation by the loss of fertility from the soil due to the lack of moisture, which evaluated both, market as the economic efficiency prices (Pearson *et al.*, 2003). Multi-year budgets were generated assuming an annual rate of decline in yields (Pearson *et al.*, 2003) with a horizon of 15 years and considered the additional investment in a pit 14 m deeper (CNA-GODEZAC-UAZ, 2008). This scenario is posed considering the yields of systems under constant production, more efficient irrigation water application, and traces the furrows according to the contour lines for rainfed systems.

Within the structure of EPAM, the values of the unsustainable and sustainable scenarios are determined by considering present value (PV) at both private and economic prices, revenues, costs, and profits, represented by  $\lambda R$ ,  $\lambda TI$ ,  $\lambda DF$  and  $\lambda \pi$ . Where the subscripts  $pn$ ,  $ps$ ,  $en$  and  $es$  refer to the valuation at private and economic prices in unsustainable and sustainable production system, respectively; the prefix  $\lambda$  means that the variable represents discounted revenues, costs or profits over a given period, in this case 15 years.

The divergences attributed to the adoption of sustainable systems are calculated by difference in profits: unsustainable system (without project) minus sustainable system (with project) (Pearson *et al.*, 2003).

These information flows can be evaluated by applying the internal rate of return (IRR) and measuring the benefits of adopting these sustainable production systems (Kydd *et al.*, 1997; Pearson *et al.*, 2003):



como a precios económicos, los ingresos, costos y ganancias, representados por  $\lambda R$ ,  $\lambda TI$ ,  $\lambda DF$  y  $\lambda \pi$ . Donde, los subíndices  $pn$ ,  $ps$ ,  $en$  y  $es$ , refieren a la valuación a precios privados y económicos en sistemas de producción no sostenibles y sostenibles respectivamente; y el prefijo  $\lambda$  significa que la variable representa ingresos, costos o ganancias descontados a un periodo determinado, para este caso 15 años.

Las divergencias atribuidas a la adopción de sistemas sostenibles se calculan por diferencia de ganancias: sistema no sostenible (sin proyecto) menos sistema sostenible (con proyecto) (Pearson *et al.*, 2003). Los flujos de información pueden ser evaluados aplicando la tasa interna de retorno (TIR) y medir los beneficios de adoptar sistemas de producción sostenibles (Kydd *et al.*, 1997; Pearson *et al.*, 2003):

$$\lambda \pi_p = \lambda \pi_{ps} - \lambda \pi_{pn}; \quad 3)$$

$$\lambda \pi_e = \lambda \pi_{es} - \lambda \pi_{en}; \quad 4)$$

Donde:  $\lambda \pi_p$  y  $\lambda \pi_e$  son las divergencias por la adopción de prácticas agrícolas sostenibles valuadas a precios de mercado ( $p$ ) y de eficiencia económica ( $e$ ),  $\lambda \pi_{ps}$  y  $\lambda \pi_{pn}$  y  $\lambda \pi_{en}$  son los beneficios netos por aplicar prácticas agrícolas sostenibles ( $s$ ) y no sostenibles ( $ns$ ), también valuados a precios de mercado ( $p$ ) y de eficiencia económica ( $e$ ).

### Selección de los sistemas de producción y fuentes de información

Los sistemas de producción estudiados son los representativos de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) en donde históricamente se ha reportado la mayor producción de frijol en el estado: Zacatecas, Fresnillo, Río Grande y Ojocaliente. En estos se cultiva 99% del frijol producido en el estado (SIAP-SAGARPA, 2009). Los coeficientes técnicos se obtuvieron a través de un cuestionario aplicado a los técnicos de los DDR de febrero a abril de 2010. La unidad de análisis fue una hectárea del cultivo en el año agrícola 2009. Para validar los coeficientes técnicos, durante agosto y septiembre de 2010, se aplicó un cuestionario a una muestra estratificada de productores, con un nivel de confianza de 0.95. La estratificación se realizó de acuerdo al número de productores, superficie cultivada y el régimen hídrico (Reyes-Orsorio *et al.*, 1979). El tamaño de la muestra fue de 53: Zacatecas (16), Fresnillo (12), Río Grande (16) y Ojocaliente (9).

$$\lambda \pi_p = \lambda \pi_{ps} - \lambda \pi_{pn}; \quad 3)$$

$$\lambda \pi_e = \lambda \pi_{es} - \lambda \pi_{en}; \quad 4)$$

Where:  $\lambda \pi_p$  and  $\lambda \pi_e$  are the divergences by the adoption of sustainable agricultural practices valued at market prices ( $p$ ) and the economic efficiency ( $e$ ),  $\lambda \pi_{ps}$  and  $\lambda \pi_{pn}$  and  $\lambda \pi_{es} - \lambda \pi_{en}$  are the net benefits for applying sustainable agricultural practices ( $s$ ) and unsustainable ( $ns$ ), also valued at market prices ( $p$ ) and economic efficiency ( $e$ ).

### Selection of production systems and sources of information

The production systems studied are the representatives from the Rural District Development (RDD) where historically have been reported the greater bean production on Zacatecas, Fresnillo, Río Grande and Ojocaliente. On this is cultivated 99% of bean production in the state (SIAP-SAGARPA, 2009). The technical coefficients were obtained through a questionnaire applied to technicians of the DDR from February to April of 2010. The unit of analysis was one hectare of the crop in the crop year 2009. To validate the technical coefficients, during August and September 2010, a questionnaire was applied to a stratified sample of producers, with a confidence level of 0.95. Stratification was performed according to the number of producers, acreage and water regime (Reyes-Orsorio *et al.*, 1979). The sample size was 53: Zacatecas (16), Fresnillo (12), Río Grande (16) and Ojocaliente (9).

The private input prices, investment in machinery, irrigation and pumping equipment were obtained through suppliers. The price of beans was determined as the average price reported by producers at the farm level. The amount considered indirectly tradable inputs was determined as the capital recovery cost considering its life, 20% of acquisition cost and recovery value, nominal interest rate of 7.90% per year (rate applied by FIRA for refurbishment credit to producers received in 2009 a net annual income of up to 1 000 times the minimum wage).

The price of beans economic efficiency of tradable inputs was determined as the import parity price at farm level. The international reference for these inputs was the average price paid by producers in the United States of America (USA) in April of 2006, 2007 and

Los precios privados de insumos, inversión en maquinaria, equipo de riego y bombeo se obtuvieron a través de proveedores. El precio de frijol se determinó como el promedio del precio reportado por productores a nivel finca. El monto considerado en los insumos indirectamente comerciables se determinó como el costo de recuperación del capital considerando su vida útil, 20% del costo de adquisición como valor de rescate, tasa de interés nominal de 7.90% anual (tasa aplicada por FIRA a créditos refaccionarios a productores que recibieron en 2009 un ingreso neto anual de hasta 1 000 veces el salario mínimo).

El precio de eficiencia económica del frijol e insumos comerciables se determinó como el precio de paridad de importación a nivel finca. La referencia internacional para estos insumos fue el precio promedio pagado por los productores de los Estados Unidos de América (EE.UU) en el mes de abril de los años 2006, 2007 y 2008. En el caso de la mano de obra, labores mecanizadas, sueldos administrativos, seguro agrícola y seguridad social, se asumió que el precio de eficiencia económica es el mismo que el de mercado. La renta de la tierra se determinó como su costo de oportunidad. Para el crédito de avío y refaccionario se consideró el costo de oportunidad económico del capital con una tasa de interés real del 10% y 12% (Monke y Pearson, 1989) y una tasa de inflación acumulada de 3.57% (BANXICO, 2010) para 2009. De esta manera, la tasa de interés de avío nominal usada en el análisis a precios de mercado (6.28%) se ajustó a 13.92% anual en el análisis económico; y la de crédito refaccionario pasa de 7.90% a 15.99% anual. El precio subsidiado de \$ 0.42 kwh de la tarifa eléctrica 9- CU para 2009 (CFE, 2007) se ajustó a su costo real, \$ 1.50 kwh (Fernández, 2009).

## Resultados y discusión

En la situación actual, los sistemas de producción TCS en Zacatecas, BCF y TCS en Ojocaliente reportan una Relación del Costo Privado (RCP) mayor que la unidad (Cuadro 2), esto implica que el valor agregado que generan las tecnologías no fue suficiente para cubrir el pago del uso de los factores internos. La superficie con estos sistemas de producción representa 31% (345 157 ha) de la cultivada en el ciclo agrícola 2009. Por otra parte, 69% fue cultivado con tecnologías competitivas, generando ganancias al productor. Esta última superficie 46% superior a la reportada como competitiva por Padilla-Bernal (1997) en 1994 (236 500 ha).

2008. In the case of labor, mechanized work, administrative salaries, crop insurance and social security, it was assumed that the price of economic efficiency is the same as the market. The land rent is determined as its opportunity cost.

To the credit of accoutrement and refurbishment was considered the economic opportunity cost of capital with a real interest rate of 10% and 12% (Monke and Pearson, 1989) and a cumulative inflation rate of 3.57% (BANXICO, 2010) for 2009. Thus, the interest rate of nominal accoutrement used in the analysis at market prices (6.28%) was adjusted to 13.92% per year in economic analysis, and refurbishment credit goes from 7.90% to 15.99% annually. The subsidized price of \$ 0.42 kwh electricity tariff 9 - CU 2009 (CFE, 2007) was adjusted to its actual cost, \$ 1.50 kwh (Fernández, 2009).

## Results and discussion

In the current situation, TCS production systems in Zacatecas, BCF and TCS in Ojocaliente report a Private Cost Ratio (PCR) greater than unit (Table 2), this implies that the value added generated by the technology was not enough to cover the payment of the use of internal factors. The surface of these production systems is 31% (345 157 ha) of cultivation in the agricultural cycle 2009. Moreover, 69% were grown with competing technologies, generating profits to the producer. Latter surface 46% higher than reported as competitive Padilla-Bernal (1997) in 1994 (236 500 ha).

It should be noted that producers in quantifying income from beans crops, generally do not consider the land rent and the cost of family labor, especially in subsistence production in the absence of this income and support from Procampo support would be very difficult to explain the survival of producers in rainfed areas of low and irregular rainfall. It is noted that, except in the case of rainfed in the DDR of Ojocaliente, the income received by Procampo can cover financial losses that farmers have in growing beans (Table 3).

In regard to the relationship Cost of Internal Resources (DRC) in the current situation, considering an extreme scenario linking the short-term total to international markets, elimination of subsidies to domestic factors and price distortions and in the exchange rate, 57% (288 003 ha) of the studied surface was cultivated with efficient

**Cuadro 2. Indicadores de competitividad y eficiencia económica de los sistemas de producción de frijol (situación actual primavera-verano, 2009).****Table 2. Competitiveness and economic efficiency indicators of bean production systems (actual situation spring-summer, 2009).**

DDR	Tecnología	Superficie sembrada <sup>1/</sup> (ha)	Competitividad (RCP)	Eficiencia (CRI)
182-Zacatecas	Bombeo mejorado fertilizado (BMF)	950	0.57	0.73
	Bombeo criollo fertilizado (BCF)	10,069	0.79	0.97
	Temporal criollo sin fertilizante (TCS)	85,000	1.51	1.05
183-Fresnillo	Bombeo criollo fertilizado (BCF)	5,560	0.43	0.81
	Gravedad criolla fertilizado (GCF)	1,588	0.31	0.36
	Temporal criollo fertilizado eficiente (TCFE)	12,675	0.49	0.91
	Temporal criollo sin fertilizante limitado (TCSL)	52,438	0.78	1.61
186-Río Grande	Bombeo mejorado fertilizado (BMF)	1,279	0.33	0.62
	Temporal mejorado fertilizado (TMF)	64,309	0.34	0.44
	Temporal criollo fertilizado (TCF)	191,573	0.46	0.62
188-Ojocaliente	Bombeo mejorado fertilizado (BMF)	4,716	0.75	1.12
	Bombeo criollo fertilizado (BCF)	248	1.52	2.17
	Temporal criollo sin fertilizante (TCS) <sup>2/</sup>	71,966		
Total		502,371		

Nota: <sup>1/</sup> Superficie reportada en los DDR. <sup>2/</sup> Valor agregado negativo a precios privados y de eficiencia económica. Fuente: elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Debe señalarse que los productores al cuantificar los ingresos provenientes del cultivo del frijol, generalmente no consideran la renta de la tierra y el costo del trabajo familiar, sobre todo en la producción de autoconsumo, en ausencia de estos ingresos y los apoyos del Procampo sería muy difícil explicar la supervivencia de los productores en las áreas de temporal de precipitación pluvial escasa e irregular. Se observa que, con excepción del caso de temporal en el DDR de Ojocaliente, el ingreso recibido por el Procampo permite cubrir las pérdidas financieras que los productores tienen en el cultivo del frijol (Cuadro 3).

En lo que se refiere a la relación del Costo de los Recursos Internos (CRI), en la situación actual, considerando un escenario extremo de vinculación total en el corto plazo a los mercados internacionales, eliminación de subsidios a los factores internos y distorsiones de precios, así como en el tipo de cambio, 57% (288 003 ha) de la superficie estudiada fue cultivado con tecnologías eficientes (Cuadro 3). Esta superficie es 6% inferior a la obtenida por Padilla-Bernal (1997) (307 000 ha) para el año 1994 y 20% menor a la reportada como competitiva en 2009. Estos resultados sugieren que no obstante la política de menor intervención del Estado en la economía, en la actualidad una superficie mayor que a inicios de la década de los noventa, soporta su competitividad e ingreso de los productores con apoyos gubernamentales.

technologies (Table 3). This area is 6% lower than that obtained by Padilla-Bernal (1997) (307 000 ha) for 1994 and 20% lower than those reported as competitive in 2009. These results suggest that despite the policy of less government intervention in the economy, currently an area larger than in the early nineties, competitiveness and income supports for producers with government support.

It should be noted that this scenario is not static, so the agricultural sector's ability of Zacatecas to compete in s foreign markets can be seen as amended by changing macroeconomic variables that support, pricing and performance level of the production system. Previous studies (Padilla-Bernal, 1997) show how in the 1995 financial crisis with rising interest rates reduced the international competitiveness of bean production systems.

Net income to invest in more sustainable production systems to market prices is presented in Table 4. Except in the case of DDR Zacatecas, GCF of Fresnillo, BCF and TCS of Ojocaliente, all the other technologies studied have positive benefits resulting from higher earnings in sustainable systems than in non-sustainable. In the latter case, the IRR obtained shows that efforts to invest in sustainable systems is offset by the benefits obtained

**Cuadro 3. Ganancia e ingreso neto total promedio por hectárea en frijol (primavera- verano, 2009).**  
**Table 3. Profit and net income per hectare average total bean (spring-summer 2009).**

DDR	Ganancia e ingreso neto promedio por régimen hídrico <sup>1/</sup>	Estratos de Procampo <sup>2/</sup>			Ganancia promedio precios eficiencia económica (\$ ha <sup>-1</sup> )
		“Cuota Alianza” Hasta 5 ha (\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>3/</sup> 1 300	“Cuota preferente” 5< ha ≤8 (\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>3/</sup> 1 160	“Cuota normal” > 8 ha (\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>3/</sup> 963	
182-Zacatecas	Ganancia riego	2 672	2 672	2 672	660
	Ingreso neto total riego	3 972	3 832	3 635	
	Ganancia temporal	-928	-928	-928	-131
	Ingreso neto total temporal	372	232	35	
183-Fresnillo	Ganancia riego	11 347	11 347	11 347	4 652
	Ingreso neto total riego	12 647	12 507	12 310	
	Ganancia temporal	1 148	1 148	1 148	-910
	Ingreso neto total temporal	2 448	2 308	2 111	
186-Río Grande	Ganancia riego	13 550	13 550	13 550	5 823
	Ingreso neto total riego	14 850	14 710	14 513	
	Ganancia temporal	4 005	4 005	4 005	2 371
	Ingreso neto total temporal	5 305	5 165	4 968	
188-Ojocaliente	Ganancia riego	2 536	2 536	2 536	-1 482
	Ingreso neto total riego	3 836	3 696	3 499	
	Ganancia temporal	-2 617	-2 617	-2 617	-3 251
	Ingreso neto total temporal	-1 317	-1 457	-1 654	

Nota: <sup>1/</sup> Promedio ponderado por superficie reportada por tecnología (incluye renta de la tierra). <sup>2/</sup> Los estratos se determinan de acuerdo a lo estipulado en las Reglas de Operación de Procampo (DOF, 2009). <sup>3/</sup> Valuado a precios de mercado. Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo y SAGARPA-ASERCA (2009).

Debe señalarse que este escenario no es estático, por lo que la capacidad del sector agrícola zacatecano para competir en los mercados externos se puede ver modificada al cambiar las variables macroeconómicas que lo sustentan, los precios y el nivel de rendimiento por sistema de producción. Trabajos previos (Padilla-Bernal, 1997) muestran como en la crisis financiera de 1995 con el aumento en la tasa de interés disminuyeron la competitividad internacional de los sistemas de producción de frijol.

El beneficio neto por invertir en sistemas de producción más sostenibles a precios de mercado se presenta en el Cuadro 4. Exceptuando el caso del DDR de Zacatecas, GCF de Fresnillo, BCF y TCS de Ojocaliente, todos las otras tecnologías estudiadas presentan beneficios positivos, resultado de ganancias mayores en los sistemas sostenibles que en los no sostenibles. En este último caso, las TIR obtenida muestra que los esfuerzos de invertir en sistemas sostenibles son compensados por los beneficios obtenidos (Cuadro 4). Se recuerda que en el escenario sostenible no se considera ningún aumento en la productividad por el uso más eficiente del agua en el riego y la conservación de la humedad en el suelo. A precios de eficiencia económica todos los indicadores con ganancias positivas mejoran.

(Table 4). It is recalled that in the sustainable scenario is not considered any increase in productivity by more efficient use of irrigation water and the conservation of soil moisture. A price of economic efficiency, all indicators with positive earnings improve.

In regard to PCR and the IRR of sustainable and unsustainable scenarios (Table 5), is observed that these are smaller in the sustainable than in unsustainable scenario. In the first scenario, the values of rainfed technologies indicators are similar to those of the current situation and in irrigation are lower, which implies that the adoption of sustainable production systems avoid or reduce the deterioration of the current scheme of competitiveness and efficiency.

## Conclusions

Except for the TCS technologies from the DDR of Zacatecas, BCF and TCS of Ojocaliente all production systems shown to be competitive in the current situation, this is the producers received extraordinary profits. Competitive production systems covered 69% of the area planted with beans in 2009.

En lo que se refiere a la RCP y al CRI de los escenarios no sostenible y sostenible (Cuadro 5), se observa que éstos son menores en el escenario sostenible que en el no sostenible. En el primer escenario, los valores de los indicadores de las tecnologías de temporal son semejantes a los de la situación actual y en las de riego son menores, lo que implica que la adopción de sistemas de producción sostenible evita o reduce el deterioro del esquema actual de competitividad y eficiencia.

The income generated by the Procampo allowed covering the financial losses of the producers, except in the case of rainfed in Ojocaliente.

Cultivated production systems with competing technologies also proved to be economically efficient, except TCSL Fresnillo and Ojocaliente BMF. Under the assumption of government support elimination and market distortions of

**Cuadro 4. Valor presente neto, tasa interna de retorno y beneficio costo por invertir en sistemas de producción de frijol sostenibles.**

**Table 4. Net present value, internal rate of return and benefit cost for investing in sustainable bean production systems.**

DDR	Tecnología	Inversión (1 ha)		Beneficio VPN (\$ ha <sup>-1</sup> )	Beneficio/Costo multi periodo	Tasa Interna Retorno (%)
		Sistema de riego (\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>1/</sup>	Trazo curva de nivel (\$ ha <sup>-1</sup> )			
182-Zacatecas	BMF	17 517		16 284	0.93	6.7
	BCF	17 517		15 368	0.88	5.9
	TCS		1 200	-752	-0.63	
183-Fresnillo	BCF	17 517		22 911	1.31	12.2
	GCF	12 169		5 606	0.46	
	TCFE		1 200	3 088	2.57	20.7
	TCSL		1 200	1 809	1.51	13.0
186-Río Grande	BMF	17 517		18 271	1.04	8.6
	TMF		1 200	4 027	3.36	25.2
	TCF		1 200	2 953	2.46	20.0
188-Ojocaliente	BMF	17 517		18 314	1.05	8.6
	BCF	17 517		-39 042	-2.23	
	TCS		1 200	-45 797	-38.16	

Notas: <sup>1/</sup> Sistema de riego por goteo. Fuente: elaboración propia con base en el trabajo de campo.

**Cuadro 5. Indicadores de competitividad y eficiencia de los sistemas de producción de frijol. Escenarios no sostenible y sostenible.**

**Table 5. Competitiveness and economic efficiency indicators of beans production systems, sustainable and unsustainable scenarios.**

DDR	Tecnología	Escenario no sostenible		Escenario sostenible	
		Competitividad (RCP)	Eficiencia (CRI)	Competitividad (RCP)	Eficiencia (CRI)
182-Zacatecas	BMF	0.59	0.78	0.51	0.58
	BCF	0.81	1.07	0.69	0.74
	TCS	1.58	1.18	1.51	1.05
183-Fresnillo	BCF	0.45	0.92	0.38	0.60
	GCF	0.31	0.38	0.30	0.36
	TCFE	0.53	1.04	0.49	0.91
	TCSL	0.83	1.85	0.78	1.61
186-Río Grande	BMF	0.34	0.68	0.30	0.47
	TMF	0.36	0.48	0.34	0.44
	TCF	0.49	0.68	0.46	0.62
188-Ojocaliente	BMF	0.78	1.25	0.65	0.82
	BCF	1.61	2.55	1.17	1.33
	TCS <sup>1/</sup>				

<sup>1/</sup> Valor agregado negativo a precios privados y de eficiencia económica. Fuente: elaboración propia con base en el trabajo de campo.



## Conclusiones

Con excepción de las tecnologías TCS del DDR de Zacatecas, BCF y TCS de Ojocaliente todos los sistemas de producción mostraron ser competitivos en la situación actual, esto es los productores recibieron ganancias extraordinarias. Los sistemas de producción competitivos cubrieron 69% de la superficie cultivada con frijol en 2009. El ingreso generado por el Procampo permitió cubrir las pérdidas financieras de los productores, salvo en el caso de temporal en Ojocaliente.

Los sistemas de producción cultivados con tecnologías competitivas también resultaron ser económicamente eficientes, exceptuando el TCSL de Fresnillo y BMF de Ojocaliente. Bajo el supuesto de eliminación de apoyos gubernamentales y distorsiones de mercado la producción de frijol en 57% de la superficie cultivada de frijol podría ser competitiva en los mercados internacionales. Los resultados revelan que gran parte de las ganancias de los productores están sustentadas en transferencias de política.

El escenario que se presenta no es estático, la capacidad para competir externamente del subsector frijol sin o con mínimas distorsiones de política gubernamental puede ser reforzada o debilitada por cambios en las condiciones económicas y tecnológicas de las unidades de producción, así como por variaciones en los precios internacionales de productos e insumos comerciables y en los costos de oportunidad de los factores internos.

La adopción de prácticas que permitan hacer un uso más eficiente del agua en el riego agrícola, la conservación de la humedad y del suelo de los sistemas de producción de frijol coadyuvará a la protección del ambiente reduciendo el deterioro del esquema actual de competitividad y eficiencia.

## Literatura citada

- Ávila, S.; Muñoz, C.; Jaramillo, L. y Martínez, A. 2005. Un análisis al subsidio de la tarifa 09. *Gaceta Ecológica*. 75:65-75.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE). 2007. Ajuste a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica 9-CU y 9-N. Acuerdos que autorizan o modifican tarifas. CFE. México. <http://www.cfe.gob.mx/Paginas/Home.aspx>. (consultado agosto, 2010).

bean production in 57% of the bean acreage could be competitive in international markets. The results reveal that much of the profits of producers are supported by policy transfers.

The scenario presented is not static, the ability to compete externally in the bean subsector without or with minimal distortion of government policy can be strengthened or weakened by changes in economic and technological conditions of production units, as well as variations in international prices of tradable outputs and inputs and opportunity costs of domestic factors.

The adoption of practices that allow a more efficient use of water in agricultural irrigation, moisture and soil conservation of bean production systems would help to protect the environment by reducing the deterioration of the current scheme of competitiveness and efficiency.

*End of the English version*



- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2007. La gestión del agua en México avances y retos 2006. CNA. México. 45 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2008. Estadísticas del agua en México 2008. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 210 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2011. Disponibilidad del agua subterránea. Gobierno Federal. SEMARNAT. CONAGUA. México. <http://www.conagua.gob.mx/>. (consultado abril, 2011).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). GODEZAC 2004-2010. UAZ. 2008. Plan hídrico de los acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos en el estado de Zacatecas. CNA-GODEZAC-UAZ. 84 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). Abril de 2009. Acuerdo por el que se modifican y adicionan diversas disposiciones de las Reglas de Operación del Programa de Apoyos Directos al Campo, denominado PROCAMPO. SAGARPA. México. 87-88 pp.
- Echavarría, F. G.; Medina, G.; Rumayor, A.; Serna, A.; Salinas, H. y Bustamante, J. G. 2009. Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Libro técnico Núm. 10. México, D. F. 9-150 p.

- Fox, J. y Haight, L. 2010. La política agrícola mexicana: metas múltiples e intereses en conflicto. *In*: Fox, J. y Haight, L. (coords.). Subsidios para la desigualdad. Las políticas públicas del maíz en México a raíz del libre comercio. Woodrow Wilson International Center for Scholars. México. 18-25 pp.
- Fernández, B. A. 2009. Subsidios que dañan al ambiente ¿Cómo desacoplarlos? La sustentabilidad de las finanzas públicas en México. Instituto Nacional de Ecología (INE). México, D. F. <http://www.cefp.gob.mx/>. (consultado agosto, 2010) 4 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2010. Sistema para la consulta del anuario estadístico de Zacatecas 2010. INEGI. México. <http://www.inegi.mx>. (consultado enero, 2011).
- Kydd, J.; Pearce, R. and Stockbridge, M. 1997. The economic analysis of commodity systems: extending the policy analysis matrix to account for environmental effects and transaction costs. *Agric. Systems*. 55(2):323-345.
- Merino, M. 2010. Los programas de subsidios al campo: las razones y las sinrazones de una política mal diseñada. *In*: Fox, J. y Haight, L. (coords.). Subsidios para la desigualdad. Las políticas públicas del maíz en México a raíz del libre comercio. Woodrow Wilson International Center for Scholars. México, D. F. 55-61 pp.
- Monke, E. A. and Pearson, S. R. 1989. The policy analysis matrix for agricultural. Cornell University Press. Ithaca and London. 267 p.
- Mojarro, F.; Bautista, C. F.; Santana, H.; Medina, A. y Martínez, J. J. 2010. Diagnóstico y políticas de manejo para la sostenibilidad de 6 acuíferos en el estado. Informe de Investigación. SAGARPA-SEDAGRO-UAZ. Zacatecas, México, D. F. 2-3 pp.
- Muñoz, P. C. 2004. Los subsidios agrícolas en México y sus efectos ambientales negativos.” *In*: Muñoz, P. C.; Rivera, M. y Ávila, F. S. (comps.) Comercio y medio ambiente. Distorsiones, información y acceso a mercados. Instituto Nacional de Ecología (INE). México, D. F. 117 p.
- Padilla-Bernal, L. E. 1997. Los productores de granos en el Estado de Zacatecas frente a la apertura comercial. FCA-FE-UAZ. Cuellar. México. 79-98 pp.
- Pearson, S.; Gotsch, C. and Bahri, S. 2003. Applications of the policy analysis matrix in Indonesian agriculture. Indonesian Food policy Program. <http://www.stanford.edu/group/FRI/indonesia/>. (consultado abril, 2010).
- Reyes-Osorio, S.; Stavenhagen, R.; Eckstein, S. y Ballesteros, J. 1979. Estructura agraria y desarrollo agrícola en México. FCE. México. 197-201 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2009. Padrón de beneficiarios 2009. Ciclo primavera verano 2009- PROCAMPO tradicional, registro alterno y capitaliza. (ASERCA)- . <http://www.aserca.gob.mx>. (consultado marzo, 2010).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012. SAGARPA. México. 75 p.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1994. Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Texto oficial. Ed. Miguel Ángel Porrúa. México. 1218 p.
- Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). 2009. Producción anual. <http://www.siap.gob.mx/>. (consultado diciembre, 2010).