

## **Contribuciones económicas y sociales del INIFAP al desarrollo de la agricultura mexicana\***

### **Economic and social contributions of INIFAP the development of Mexican agriculture**

**Adrián González-Estrada<sup>§</sup>**

Campo Experimental Valle de México-INIFAP. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: adrglez@prodigy.net.mx.

#### **Resumen**

La intensificación y globalización del sector agropecuario y forestal de México convierte a la generación de conocimientos, tecnologías y productos innovadores en una necesidad esencial y apremiante para el desarrollo del sector. Esto aunado a la escasez presupuestal, hace necesaria la evaluación del desempeño del principal Centro Público de Investigación del sector. El objetivo de esta investigación fue evaluar globalmente los resultados obtenidos en los primeros 30 estudios de los impactos económicos, sociales y ambientales de un número igual de tecnologías y productos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Los componentes fundamentales del método seguido son los siguientes: 1) caracterización de la innovación tecnológica; 2) cuantificación, en el tiempo, de los costos y los beneficios potenciales atribuibles a la incorporación de ese logro tecnológico en el proceso productivo; 3) cuantificación del efecto-precio de ese producto o innovación y de su efecto económico o agregado potencial; y 4) cuantificación de las trayectorias temporales de los niveles de adopción en condiciones de incertidumbre y riesgo. Los resultados obtenidos muestran que el INIFAP es un centro público de investigación que justifica sobradamente los recursos públicos que ejerce y que es una institución imprescindible para promover el crecimiento y desarrollo del campo mexicano, la política agrícola que ha estado asignando recursos tan exiguos a

#### **Abstract**

Intensification and globalization of the agricultural and forestry sector of Mexico makes the generation of knowledge, technologies and innovative products in an essential and urgent for the sector's development needs. This coupled with budget shortages, requires the performance evaluation of the main Public Research Centre sector. The objective of this research was to comprehensively assess the results obtained in the first 30 studies of economic, social and environmental impacts of an equal number of technologies and products of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock. The key components of the method followed are: 1) characterization of technological innovation; 2) quantification, time, and costs attributable to the incorporation of this technological achievement in the production process potential benefits; 3) quantifying the price effect of that product or innovation and its economic effect or aggregate potential; and 4) quantification of the time paths of adoption levels under uncertainty and risk. The results show that the INIFAP is a public research center more than justifies public resources exerted and is an essential tool for promoting growth and development of the Mexican countryside institution, agricultural policy has been allocating such meager resources to research it is not only incorrect and inefficient but also wasted significant opportunities for economic growth in Mexico and social improvement for Mexican countryside and cities.

\* Recibido: febrero de 2016  
Aceptado: abril de 2016

la investigación, no sólo es incorrecta e ineficiente sino que, además, desaprovecha importantes oportunidades de crecimiento económico para México y de mejoría social para los mexicanos del campo y de las ciudades.

**Palabras clave:** evaluación de impactos económicos y sociales, evaluación de la investigación agrícola.

## Introducción

En el seno de la agricultura mexicana se han estado desarrollando más libremente que antes las formas y las relaciones de producción capitalistas en todas sus actividades productivas en tal grado, que de acuerdo con González-Estrada (2002), transita actualmente por los inicios de la etapa II de su desarrollo económico, caracterizada por una aplicación cada vez más intensiva de capital, conocimientos y tecnología (González-Estrada, 2001). Además, se encuentra inserta en el proceso de globalización de la economía y del capital financiero.

El desarrollo de las fuerzas productivas y, consecuentemente, de la capacidad productiva, del cambio técnico y de la productividad en la agricultura y en los sectores industriales productores de medios de producción y de insumos requeridos por ella, es una necesidad esencial y apremiante, cuya satisfacción requiere de la generación de innovaciones, conocimientos, tecnologías y productos avanzados. En cuanto a su importancia, Parente y Prescott (2000) mostraron que los aumentos de la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores juega un papel crucial en el crecimiento de las economías de los países.

En este proceso de intensificación y desarrollo del campo mexicano resulta crucial la investigación agropecuaria y forestal, no sólo para el desarrollo del sector correspondiente, sino también para la economía en su conjunto. A su vez, el desarrollo de esa actividad requiere, entre otras cosas, que se le administre por sus resultados y eficiencia. Es importante cuantificar la eficiencia los impactos económicos, sociales y ambientales que ha ido mostrando la investigación agropecuaria y forestal de México, especialmente la del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México es un país, escaso de recursos fiscales asignados a las actividades de investigación contrasta con un crecimiento económico magro e insuficiente y con la existencia de innumerables problemas económicos, de

**Keywords:** assessment of economic and social impacts, assessment of agricultural research.

## Introduction

Within Mexican agriculture they have been developing more freely than before forms and capitalist relations of production in all its productive activities to such an extent that according to Gonzalez-Estrada (2002), currently embarked on the beginning of the stage II of economic development, characterized by an increasingly intensive use of capital, knowledge and technology (González-Estrada, 2001). In addition, it is part of the process of globalization of the economy and financial capital.

The development of the productive forces and, consequently, production capacity, technical change and productivity in agriculture and producers industries of means of production and banks it supplies, is an essential and urgent need, the satisfaction requires the generation of innovations, knowledge, technologies and advanced products. In terms of importance, Parente and Prescott (2000) showed that increases in the rate of growth of total factor productivity plays a crucial role in the growth of the economies of the countries.

In this process of intensification and development of the Mexican countryside is crucial agricultural and forestry research, not only for the development of the sector, but also for the economy as a whole. In turn, the development of this activity requires, among other things, you are given for their performance and efficiency. It is important to quantify the efficiency of economic, social and environmental impacts has been showing agricultural and forestry research in Mexico, especially the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP). Mexico is a country, scarce fiscal resources allocated to research activities contrasts with a meager and insufficient economic growth and the existence of numerous economic problems, serious social deficits and a grinding poverty, the efficient management of public spending is an urgent requirement, which must meet all public institutions with a sense of efficiency and equity.

The recent transformation of INIFAP in a Public Research Centre (CPI), made mandatory the presentation of evidence of significant economic and social impacts, which are consistent with the objectives which justify the new legal *status* of the institution. This requirement has been accentuated by the new system of management by results, which must adhere all parastatals.

graves rezagos sociales y de una pobreza lacerante, el manejo eficiente del gasto público es una exigencia impostergable, a la que deben responder todas las instituciones públicas con sentido de eficiencia y equidad.

La reciente transformación del INIFAP en un Centro Público de Investigación (CPI), hizo obligatoria la presentación de evidencias de impactos económicos y sociales significativos, que estén en concordancia con los objetivos que justifican el nuevo *status* jurídico de la institución. Esta exigencia se ha acentuado con el nuevo sistema de administración por resultados, al que deben ceñirse todas las paraestatales.

El objetivo de la presente investigación, fue evaluar globalmente los resultados obtenidos en los primeros 30 estudios de los impactos económicos, sociales y ambientales de un número igual de tecnologías y productos del INIFAP, publicados en la serie: estudios de evaluación del impacto económico de productos del INIFAP. Las tecnologías aquí evaluadas no son las únicas producidas por el INIFAP, ni tampoco los más relevantes. Simplemente, se consideraron aquellas aportaciones en las que se dispuso de la información técnica y económica requerida para su evaluación.

## Materiales y métodos

El método usado para la cuantificación de los impactos económicos, sociales y ambientales de las 30 tecnologías generadas por el INIFAP, se describe *in extenso* en el libro de González-Estrada y Stanley (2006). Sus componentes fundamentales, son los siguientes: 1) caracterización de la innovación tecnológica; 2) plasmar las trayectorias temporales de los niveles de adopción en condiciones de incertidumbre y riesgo; 3) observar en el tiempo, los costos y beneficios potenciales atribuibles a la incorporación de ese logro tecnológico en el proceso productivo; y 4) cuantificación del efecto-precio de esa innovación y de su efecto económico o agregado potencial.

Con el modelo que a continuación se describe, se cuantificaron los excedentes económicos y sociales generados por la investigación tecnológica del INIFAP, orientada hacia la generación de técnicas de producción más eficientes, en el contexto de una economía "pequeña", abierta y con distorsiones de acuerdo con González-Estrada (2001) y Alston *et al.* (1995).

The aim of this study was to comprehensively assess the results obtained in the first 30 studies of economic, social and environmental impacts of an equal number of technologies and products INIFAP, published in the series: studies assessing the economic impact of products INIFAP. The technologies evaluated here are not the only ones produced by INIFAP, nor the most important. Simply, those contributions that were available technical and economic information required for evaluation were considered.

## Materials and methods

The method used for the quantification of economic, social and environmental impacts of the 30 technologies generated by INIFAP, is described *in full* in the book of González-Estrada and Stanley (2006). Its basic components are: 1) characterization of technological innovation; 2) translate the time paths of adoption levels under uncertainty and risk; 3) observe in time, costs and attributable to the incorporation of this technological achievement in the production process potential benefits; and 4) quantification of the price effect of this innovation and its potential economic effect or addition.

With the model described below, economic and social surplus generated by technological research INIFAP-oriented generation techniques more efficient production, in the context of a "small" open and distortions of economy quantified according to González-Estrada (2001) and Alston *et al.* (1995).

The annual surplus or profit induced by the introduction of a new technique to the production process is shown graphically as the area under the demand curve and between the two supply curves: the original and arising from technical change. Let  $k$  coefficient which measures the vertical displacement of the supply curve:

$$k = \frac{(I_0 - I_1)}{P_0}$$

Parametric definition of annual profit ( $\Delta TS$ ) induced research is built through the following two equations definition:

$$\Delta TS = k p_0 Q_0 (1 + 0.5 \eta)$$

Where:  $k$  is the coefficient which measures the vertical displacement of the supply curve;  $p_0$  is the initial price;  $Q_0$  is the amount initially produced;  $\eta > 0$  represents the absolute

El beneficio o excedente anual inducido por la introducción de una nueva técnica al proceso productivo se representa gráficamente como el área bajo la curva de demanda y entre las dos curvas de oferta: la original y la que surge del cambio técnico. Sea  $k$  el coeficiente que mide el desplazamiento vertical de la curva de oferta:

$$k = \frac{(I_0 - I_1)}{p_0}$$

La definición paramétrica del beneficio anual ( $\Delta TS$ ) inducido por la investigación se construye a través de las dos siguientes ecuaciones de definición:

$$\Delta TS = kp_0Q_0(1 + 0.5zn)$$

Donde:  $k$ , es el coeficiente que mide el desplazamiento vertical de la curva de oferta;  $p_0$  es el precio inicial;  $Q_0$  es la cantidad producida inicialmente;  $\eta > 0$  representa el valor absoluto de la elasticidad precio de la demanda, y  $z$  simboliza la reducción del precio debido al desplazamiento de la curva de oferta, y se define como:

$$z = \frac{p_1 - p_0}{p_0} = \frac{k\varepsilon}{\varepsilon + \eta}$$

Donde:  $\varepsilon > 0$ , representa el valor absoluto de la elasticidad precio de la oferta y  $p_1$  es el precio después de introducir el cambio técnico.

Se dice que una economía es "pequeña", si su participación en el comercio internacional es de tal magnitud, que sus decisiones económicas y comerciales no afectan el precio internacional (Houck, 1992). De acuerdo con González-Estrada (2001) y Alston *et al.* (1995), la definición paramétrica del beneficio anual para los productores ( $\Delta PS$ ) inducido por la investigación para la hipótesis de país pequeño y con liberalización comercial, es:

$$\Delta PS = (1 + \tau) [kp_0Q_0(1 + 0.5k\varepsilon)]$$

Donde:  $\tau$  representa la tasa impositiva.

De acuerdo con Alston *et al.* (1995), para medir el desplazamiento de la curva de oferta inducido por la investigación, se puede combinar el desplazamiento potencial máximo de la oferta, con la secuencia intertemporal:  $\{k\tau\}$ , basada, tanto en los datos observados de adopción, como en el modelo de difusión más adecuado al problema bajo estudio (Wood y Baitx, 1999). El modelo a utilizar aquí es el modelo logístico o sigmoide. La hipótesis fundamental del modelo

value of the price elasticity of demand, and  $z$  symbolizes the price reduction due to displacement of the supply curve, and is defined as:

$$z = \frac{p_1 - p_0}{p_0} = \frac{k\varepsilon}{\varepsilon + \eta}$$

Where:  $\varepsilon > 0$ , represents the absolute value of the price elasticity of supply and  $p_1$  is the price after introducing technical change.

It is said that an economy is "small" if its participation in international trade is of such magnitude that its economic and trade decisions do not affect the international price (Houck, 1992). According to González-Estrada (2001) and Alston *et al.* (1995), parametric definition of annual profits for producers ( $\Delta PS$ ) induced research for small country hypothesis and trade liberalization, is:

$$\Delta PS = (1 + \tau) [kp_0Q_0(1 + 0.5k\varepsilon)]$$

Where:  $\tau$  represents the tax rate.

According to Alston *et al.* (1995) to measure the displacement of the supply curve induced research, you can combine the maximum potential shift in supply, with the intertemporal sequence:  $\{k\tau\}$ , based both on the observed data adoption and the model most appropriate for dissemination to the problem under study (Wood and Baitx, 1999). The model used here is the logistic model or sigmoid. The fundamental assumption of the model is that the number of farmers adopting innovation,  $dA(t)$ , the  $dt$  period is directly proportional to the number of farmers who previously adopted her,  $A(t)$  and inversely proportional to the number of those who remaining to adopt the new production technique:  $(N - A)$ . According to González-Estrada (2015), the mathematical formulation schema change is represented by the differential equation:

$$\frac{dA(t)}{dt} = \theta A(N - A)$$

The solution of this differential equation is, according to González-Estrada (2015):

$$A(t) = \frac{Ne^{\theta Nt}}{(N - 1) + e^{\theta Nt}}$$

Lekvall and Wahlbin (1993) indicate that the best parameterization of the previous logistic curve is:

$$A(t) = \frac{A^{\text{Max}}}{1 + e^{-(\alpha + \beta t)}}$$

es que el número de agricultores que adoptan la innovación,  $dA(t)$ , en el período  $dt$ , es directamente proporcional al número de agricultores que previamente la adoptaron,  $A(t)$  e inversamente proporcional al número de los que restan por adoptar la nueva técnica de producción:  $(N - A)$ . De acuerdo con González-Estrada (2015), la formulación matemática de esquema de cambio se representa a través de la ecuación diferencial:

$$\frac{dA(t)}{dt} = \theta A(N - A)$$

La solución de esta ecuación diferencial es, de acuerdo con González-Estrada (2015):

$$A(t) = \frac{N e^{\theta N t}}{(N - 1) + e^{\theta N t}}$$

Lekvall y Wahlbin (1993), señalan que la mejor parametrización de la curva logística anterior es:

$$A(t) = \frac{A^{Max}}{1 + e^{-(\alpha + \beta t)}}$$

Donde:  $A^{Max}$ , representa el porcentaje máximo de adopción.

No sería correcto asumir la adopción con certidumbre Rogers (1992); González-Estrada y Stanley (2006). Por eso es que, con el fin de aumentar la verosimilitud de los estimadores evaluativos, se asumió que la probabilidad de éxito de las tecnologías se rige por una función de densidad de probabilidades. Además, la incertidumbre inherente a la estimación de los beneficios de la investigación hace necesaria la inclusión en el análisis de las simulaciones estocásticas de los indicadores evaluativos. De acuerdo con Alston *et al.* (1995), tal información es útil para indicar el grado de confiabilidad con que deben ser tomados en cuenta tales estimaciones. Scobie y Jacobsen (1992), sugieren un procedimiento para realizar simulaciones de los beneficios de la investigación.

De acuerdo con Alston *et al.* (1995), el modelo del mercado de la mercancía bajo estudio es:

$$Q_s = + \beta(p + k) = (\alpha + \beta k) + \beta p$$

$$Q_d = \gamma - \delta p$$

El precio de equilibrio inicial, en el que no se ha introducido todavía la nueva técnica de producción, y el precio de equilibrio con la nueva tecnología son, respectivamente:

Where:  $A^{Max}$ , represents the maximum rate of adoption.

It would not be correct to assume with certainty adoption Rogers (1992); González-Estrada and Stanley (2006). That is why, in order to increase the likelihood of evaluation estimates, it was assumed that the probability of success of technologies is governed by a probability density function. In addition, the uncertainty inherent in estimating the benefits of research necessitates the inclusion in the analysis of stochastic simulations of evaluation indicators. According to Alston *et al.* (1995), such information is useful to indicate the degree of reliability that should be taken into account such estimates. Scobie and Jacobsen (1992), suggest a method for simulations of the benefits of research.

According to Alston *et al.* (1995), the model of the commodity market under study is:

$$Q_s = + \beta(p + k) = (\alpha + \beta k) + \beta p$$

$$Q_d = \gamma - \delta p$$

The initial equilibrium price, which has not yet introduced the new production technique, and the equilibrium price with the new technology are, respectively:

$$p_0 = \frac{\gamma - \alpha}{\beta + \delta}, (k = 0); p_1 = \frac{\gamma - \alpha - \beta k}{\beta + \delta}, (k = p_0 k)$$

The determination of the planning horizon,  $T$ , is variable and is determined case by case and thus can measure the present value of the timing of the economic benefits in present value of producers (VPS) consumer (VCS), government (VGS) and total, VTS generated in the region under study.

However, the 30 technologies evaluated here represent neutral technical changes, the distribution of its economic impact is uneven, because the distribution of the cultivated area and the capital is also uneven. For this reason, it is required to estimate a parameter of inequality shown by the Lorenz curves. Such parameter is the Gini coefficient, which according to González-Estrada (1990), is defined as follows:

$$G = \left[ \frac{\int_0^1 x dx - \int_0^1 f(x) dx}{\int_0^1 x dx} \right], (0 \leq G \leq 1)$$

The Lorenz distributions obtained here are discrete, for which numerical methods for calculating the measure of inequality in the distribution of profits were used.

$$p_0 = \frac{\gamma - \alpha}{\beta + \delta}, (k=0); p_1 = \frac{\gamma - \alpha - \beta k}{\beta + \delta}, (k=p_0 k)$$

La determinación del horizonte de planeación, T, es variable y se determinará casuísticamente y así se podrán cuantificar el valor presente de la secuencia temporal de los beneficios económicos en valores presentes de los productores (VPS), de los consumidores (VCS), del gobierno ((VGS) y los totales, VTS, generados en la región bajo estudio.

No obstante, que las 30 tecnologías aquí evaluadas representan cambios técnicos neutrales, la distribución de sus impactos económicos es desigual, debido a que la distribución de la superficie cultivada y del capital es también desigual. Por esta razón, se requiere estimar un parámetro de la desigualdad mostrada por las curvas de Lorenz. Tal parámetro es el coeficiente de Gini, el que de acuerdo con González-Estrada (1990), se define de la siguiente manera:

$$G = \left[ \frac{\int_0^1 x dx - \int_0^1 f(x) dx}{\int_0^1 x dx} \right], (0 \leq G \leq 1)$$

Las distribuciones de Lorenz aquí obtenidas son discretas, por la cual se usaron métodos numéricos para el cálculo del indicador de desigualdad en la distribución de los beneficios.

## Resultados

### Impactos económicos de las tecnologías de INIFAP

El INIFAP y sus predecesores, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), han liberado más de 1 260 nuevas variedades mejoradas de plantas entre 1942 y el año 2003. Como es obvio, no ha sido posible cuantificar los impactos económicos de todas las aportaciones tecnológicas del INIFAP. Sin embargo, existen algunas investigaciones importantes en las que se evalúan los beneficios económicos netos inducidos por algunas de las variedades liberadas por el instituto.

Becerra-Márquez y González-Estrada (1990), mostraron que los beneficios económicos netos generados por el mejoramiento genético del trigo en México llevado a cabo por el INIA-INIFAP en colaboración con el CIMMYT, entre 1961 y 1987, son tan cuantiosos que representan 1.55 veces el producto interno bruto, PIB, del sector primario de

## Results

### Economic impacts of technologies INIFAP

The INIFAP and its predecessors, the National Institute for Agricultural Research (INIA) and the Agricultural Research Institute (IIA) have released more than 1 260 new improved varieties of plants between 1942 and 2003. As is obvious, it has not been possible to quantify the economic impacts of all the technological contributions of INIFAP. However, there are some important research that the net economic benefits induced by some of the varieties released by the institute are evaluated.

Becerra-Márquez and González-Estrada (1990) showed that the net economic benefits generated by genetic improvement of wheat in Mexico conducted by INIA-INIFAP in collaboration with CIMMYT, between 1961 and 1987, are so substantial that represent 1.55 times the gross domestic product, GDP, the primary sector of 1986 and 14.3% of total GDP of Mexico; these net benefits represent several times the total expenditure amount disbursed by INIFAP, and three institutes that made it during the period 1961-1987.

Those net benefits represent several times the total expenditure amount disbursed by INIFAP, and three institutes that formed it, during the period 1961-1987. Finally, Ardito Barletta-(1971) evaluated the research aimed at genetic improvement of maize and sorghum in Mexico during the period 1941 to 1963, and earned rates of return of 26% for the improvement of maize and 59% for the improvement of sorghum. More recently, Fernandez and Shumway (1997) estimated an average rate of return of agricultural research in Mexico of 64% over the period 1940-1990.

### Recent economic impacts of 30 technologies generated by INIFAP

Then the net economic impacts of only thirty of recent technologies generated by INIFAP are presented:

In the Table 1 shows that the weighted average interest rate cost (B/C) is equal to 56.6, which means that for every peso invested in the INIFAP, only 30 of its technologies have produced a net benefit to the country and adopters farmers for 56.6 pesos. Moreover, the internal rate of return of INIFAP spending is 53.9%, considerably higher than the average profitability of private investment and much higher than the rate of risk-free return of financial investments, 15.6%.

1986 y a 14.3% del PIB total de México; esos beneficios netos representan una cantidad varias veces mayor al gasto total erogado por el INIFAP, y los tres institutos que lo conformaron durante el período 1961-1987.

Esos beneficios netos representan una cantidad varias veces mayor al gasto total erogado por el INIFAP, y los tres institutos que lo conformaron, durante el período 1961-1987. Finalmente, Ardito-Barletta (1971), evaluó la investigación encaminada al mejoramiento genético del maíz y del sorgo en México durante el período 1941-1963, y obtuvo tasas de rentabilidad de 26% para el mejoramiento del maíz y 59% para el mejoramiento del sorgo. Más recientemente, Fernández y Shumway (1997), estimaron una tasa media de rentabilidad de la investigación agrícola en México de 64% durante el período 1940-1990.

### Impactos económicos recientes de 30 tecnologías generadas por el INIFAP

A continuación se presentan los impactos económicos netos de tan sólo treinta de las tecnologías recientes generadas por el INIFAP:

En el Cuadro 1 se observa que la tasa beneficio costo (B/C) media ponderada es igual a 56.6, lo cual significa que por cada peso invertido en el INIFAP, tan sólo 30 de sus tecnologías han producido un beneficio neto para el país y para los agricultores adoptantes de 56.6 pesos. Por otra parte, la tasa interna de rentabilidad de los gastos del INIFAP es 53.9%, considerablemente superior a la rentabilidad media de las inversiones privadas y mucho mayor que la tasa de rendimiento libre de riesgo de las inversiones financieras, 15.6%.

### Relevancia nacional de los impactos económicos de las 30 tecnologías de INIFAP

En relación con la interpretación del valor actual neto, en el Cuadro 1 también se observa que el impacto económico neto de tan sólo 30 tecnologías del INIFAP -una fracción pequeña del total de aportaciones del instituto durante los últimos años-, ha sido tan cuantioso que equivale a:

A 141 veces el presupuesto fiscal ejercido por el INIFAP en 2014 de acuerdo con el informe del director general (2015); el presupuesto fiscal del INIFAP en ese año fue de 1 275.7 millones; así como, 2 veces el presupuesto federal de SAGARPA en 2015 (el presupuesto general de egresos de la institución para el año 2015 es de 92 141 millones

**Cuadro 1. Impacto económico de 30 tecnologías de INIFAP.**  
(2015= 100).

**Table 1. Economic Impact of 30 technologies of INIFAP.**  
(2015 = 100).

Tecnología	Tasa B/C	TIR (%)	Valor actual neto (millones)
<b>Hortalizas</b>			
1. Variedades mejoradas de ajo	43.7	28	1 759.4
2. Garbanzo Blanco Sinaloa	65	33.2	6 350.7
3. Variedades de chile jalapeño	5.3	33	28.7
<b>Frutales</b>			
4. Control de la gomosis del limonero mexicano	9.9	18	552.4
5. Control de la araña roja del durazno	11.8	31	89.9
6. Variedades de manzana	4.8	22	107.5
<b>Cultivos básicos (trigo, maíz y frijol)</b>			
7. Salamanca S75	84.2	42	65 494
8. Júpate (Sur de Sonora)	13.5	26.9	880.1
9. Saturno (El Bajío)	8.6	16.7	2 130.8
10. HV-313	6.2	19	564.3
11. H-48	26.8	27.7	540.4
12. H-50	9.4	22.7	358.3
13. H-318, H-358 y H-375	2.9	16.2	290
15. Pinto Villa	18.9	27	1 981.1
16. Flor de mayo M38	8.1	31	108.8
17. Pinto Mestizo	21.9	51	343.9
18. Negro Sahuatoba	4.2	19	17.9
19. Pinto Bayacora	4.2	19	43.3
20. Pinto Saltillo	62.0	30.5	4,580
21. Azufrado Higuera	24.0	26.6	6,015.6
<b>Cultivos industriales</b>			
22. Esmeralda (Altiplano)	15	23.6	3 818
23. Esperanza (El Bajío)	15.8	24.5	3 827.5
24. Oro Azteca	2.7	13.9	855.7
<b>Cultivos forrajeros</b>			
25. Variedades de avena (Chihuahua)	3.9	10.6	3 868.9
26. Variedad de avena Chihuahua (México)	43.5	45.1	77 367
<b>Eficiencia en el uso del agua</b>			
27. Trigo en surcos (Sur de Sonora)	6.4	16.5	1 818.8
28. Algodón en surcos estrechos (La Laguna)	101	73	1 298.5
<b>Actividades agropecuarias</b>			
29. PROGAN (Sonora)	3.5	59.3	1 740.2
30. GAVATT (Sinaloa)	3.8	29	208.4
<b>Total (medias ponderadas y total)</b>	<b>56.6</b>	<b>53.9</b>	<b>179 878.9</b>

González-Estrada *et al.* (1990 a 2015).

(SAGARPA, 2014). Se estimó que equivale a 8.4 veces el gasto total anual de PROCAMPO (hoy, programa de fomento a la agricultura) para 2015. El presupuesto asignado a este programa en 2015 es de 21 500.2 millones de pesos (CEFP, 2015). El 63.8% del producto interno bruto estimado de la agricultura en el año 2015, que para este año se estima en 282 052 millones de pesos. El 42% del producto interno bruto del sector agropecuario, forestal y pesquero del 2015, estimado en 428 000 millones de pesos.

Con el fin de apreciar de mejor manera esos impactos económicos del INIFAP, se debe considerar que de 1982 al 2015, el presupuesto fiscal asignado al INIFAP se ha estado reduciendo considerablemente en términos reales.

### **Los impactos económicos de 30 tecnologías del INIFAP en el contexto internacional**

Como se puede observar en el Cuadro 1, los resultados de las evaluaciones aquí presentadas son más conservadores que las estimaciones reportadas en trabajos precedentes. La tasa interna de rentabilidad, TIR, media ponderada por el valor actual neto (VAN) de los logros tecnológicos aquí evaluados es 53.9%, considerablemente inferior a la TIR media mundial, 81.3%, calculada con base en 1,886 estudios de evaluación de la investigación agrícola para distintos países del mundo (Alston, *et al.*, 2000). De acuerdo con estos autores, 21% de las evaluaciones reportó una TIR en el rango 40%-60%. Ardito-Barletta (1971) obtuvo tasas de rentabilidad de 26% para el mejoramiento del maíz y 59% para el mejoramiento del sorgo en México, entre 1941-1963. Investigaciones de Fernández y Shumway (1997) estimaron una tasa media de rentabilidad de la investigación agrícola en México de 64%, para el período 1940-1990.

### **Impactos en el bienestar social**

De acuerdo con lo anterior, los impactos netos medios sobre el bienestar social de los agricultores que adoptaron alguna de las 30 tecnologías del INIFAP aquí evaluadas, equivalen a 179 878.9 millones de pesos a precios de 2015. Puesto que las tecnologías aquí evaluadas son neutrales, los agricultores se beneficiarán de ellas en proporción directa a la superficie en la que las apliquen. Con el fin de estudiar los impactos sociales de las 30 tecnologías aquí evaluadas, se estudiarán: superficie cosechada anual y los beneficios netos, los agricultores beneficiados y la distribución de los beneficios sociales (Cuadro 2).

### **National importance of the economic impacts of the 30 technologies of INIFAP**

In relation to the interpretation of net present value, in Table 1 also it shows that the net economic impact of only 30 INIFAP technologies—a small fraction of the total contributions of the institute in recent years, has been so large that equals:

A 141 times the fiscal budget exercised by the INIFAP in 2014 according to the report of the Director General (2015); INIFAP fiscal budget that year was 1 275.7 million); and 2 times the federal budget SAGARPA in 2015 (the general expenditure budget of the institution for 2015 is 92 141 million (SAGARPA, 2014). It was estimated equivalent to 8.4 times the total annual expenditure of PROCAMPO (today promotion program agriculture) for 2015. The budget allocated to this program in 2015 is 21 500.2 million (CEFP, 2015). The 63.8% of the estimated gross domestic product of agriculture in 2015, that for this year is estimated at 282 052 million of pesos. The 42% of the gross domestic product of agricultural, forestry and fisheries in 2015, estimated at 428 000 million of pesos.

In order to better appreciate these economic impacts of INIFAP, consider that from 1982 to 2015, the fiscal budget allocated to INIFAP has been reduced considerably in real terms.

### **The economic impacts of 30 technologies of INIFAP in the international context**

As shown in Table 1, the evaluation results presented here are more conservative than the estimates reported in previous works. The internal rate of return, TIR, average weighted net present value (VAN) of the here evaluated technological achievements is 53.9%, considerably lower than the world average TIR, 81.3%, calculated based on 1 886 studies evaluating research agriculture for different countries (Alston *et al.*, 2000). According to these authors, 21% of evaluations reported a TIR in the range 40% -60%. Ardito Barletta-(1971) obtained rates of return of 26% for the improvement of maize and 59% for sorghum improvement in Mexico, between 1941-1963. Research Fernández and Shumway (1997) estimated an average rate of return on agricultural research in Mexico of 64% for the period 1940-1990.



**A) Superficie cosechada anual y beneficios netos**

Con el fin de eliminar las fluctuaciones anuales de la superficie cosechada, se calcularon la superficie cosechada anual promedio y los beneficios netos correspondientes durante el período 2000-2010. Los resultados son los siguientes:

**Impacts on social welfare**

According to the above, the average net impacts on the welfare of farmers adopting any of the 30 technologies of INIFAP here assessed amount to 179 878.9 million of pesos at prices of 2015. Since technologies here evaluated are neutral, farmers will benefit them directly to the surface on

**Cuadro 2. Superficie cosechada anual y beneficios netos de 30 tecnologías de INIFAP (promedio anual 2000-2010).****Table 2. Annual area harvested and net profit of 30 technologies INIFAP (annual average 2000-2010).**

Tecnología	Superficie de temporal (ha)	Superficie de riego (ha)	Superficie total cosechada (ha)	Beneficios netos (millones) 2015= 100
<b>Hortalizas</b>				
1. Variedades mejoradas de ajo		2 599	2 599	152.7
2. Garbanzo Blanco Sinaloa		97 599	97 599	407.3
3. Variedades de chile jalapeño		668	668	2.9
<b>Frutales</b>				
4. Control de la gomosis del limonero		29 018	29 018	86.1
5. Control de la araña roja del durazno		21 475	21 475	7.1
6. Variedades de manzana		270	270	7.5
<b>Cultivos básicos</b>				
7. Salamanca S75		12 014	12 014	68.9
8. Júpare (Sur de Sonora)		55 174	55 174	97.8
9. Saturno (El Bajío)		7 697	7 697	17.8
10. HV-313	100 000		100 000	16.4
11. H-48		11 710	11 710	18.9
12. H-50		9 757	9 757	26.7
13 y14. H-318, H-358 y H-375	21 512		21 512	28
15. Pinto Villa	239 972		239 972	147.9
16. Flor de mayo M38	28 591		28 591	11.1
17. Pinto Mestizo	40 743		40 743	32.4
18. Negro Sahuatoba	3 395		3 395	1.8
19. Pinto Bayacora	9 714		9 714	5.1
20. Pinto Saltillo	84 606		84 606	275
21. Azufrado Higuera		45 108	45 108	498
<b>Cultivos industriales</b>				
22. Esmeralda (Altiplano)	147 253		147 253	218.8
23. Esperanza (El Bajío)		65 454	65 454	148.2
24. Oro Azteca	1 726		1 726	28.2
<b>Cultivos forrajeros</b>				
25. Variedades de avena en Chihuahua	146 370		146 370	108.6
26. Variedad de avena Chihuahua (México)	174 575		174 575	256.9
<b>Eficiencia en el uso del agua</b>				
27. Trigo en surcos (Sur de Sonora)		193 200	193 200	56.3
28. Algodón en surcos estrechos (La Laguna)		8 178	8 178	79.8
<b>Actividades agropecuarias</b>				
29. PROGAN Sonora		206 083	206 083	143.4
30. GAVATT (Sinaloa)	16 067		16 067	21.1
<b>Total (medias ponderadas y total)</b>	<b>1 014 524</b>	<b>766 002</b>	<b>1 780 526</b>	<b>2 970.7</b>

Durante el período 2000-2010, las 30 tecnologías aquí evaluadas se sembraron en 1.8 millones de hectáreas por año en promedio, de las cuales 1 014 524 se sembraron en condiciones de temporal y 766 002 bajo riego.

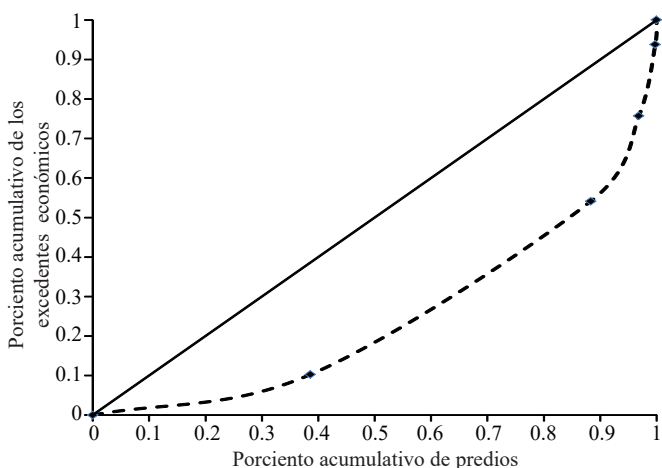
### B) Agricultores beneficiados

Dado que la superficie media sembrada por predio es de 3.32 ha (ASERCA, 2013) y considerando que las 30 tecnologías aquí evaluadas se sembraron en promedio en una superficie de 1 780 526 ha por año, se estima que el número de agricultores beneficiados anualmente fue de 536 369, durante el período 2000-2010.

### C) Distribución de los beneficios sociales

Con el fin de medir la desigualdad en la distribución, entre los agricultores adoptantes, de los excedentes económicos inducidos por las 30 tecnologías aquí evaluadas, se recurrió a la información sobre 11 524 612 hectáreas reportadas por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) en relación con los beneficiarios del Programa de Apoyos al Campo (PROCAMPO).

Las curvas de distribución de Lorenz (Figura 1 y 2) para las tecnologías sembradas en condiciones de riego y de temporal son las siguientes:



**Figura 1. Distribución de Lorenz de los excedentes económicos de 30 tecnologías del INIFAP (temporal).**

**Figure 1. Distribution of Lorenz of economic surpluses of 30 technologies of INIFAP (irrigation).**

which the applied rate. In order to study the social impacts of the 30 technologies evaluated here, they will be studied: Annual harvested area and net profits, benefiting farmers and the distribution of social benefits (Table 2).

### A) Area harvested and annual net profit

In order to eliminate the annual fluctuations in harvested area, were calculated the average annual harvested area and the corresponding net profit during the period 2000-2010. The results are the following:

During the period 2000-2010, the 30 technologies evaluated here were planted in 1.8 million hectares per year on average, of which 1 014 524 were sown under rainfed and irrigated 766 002.

### B) Farmers benefit

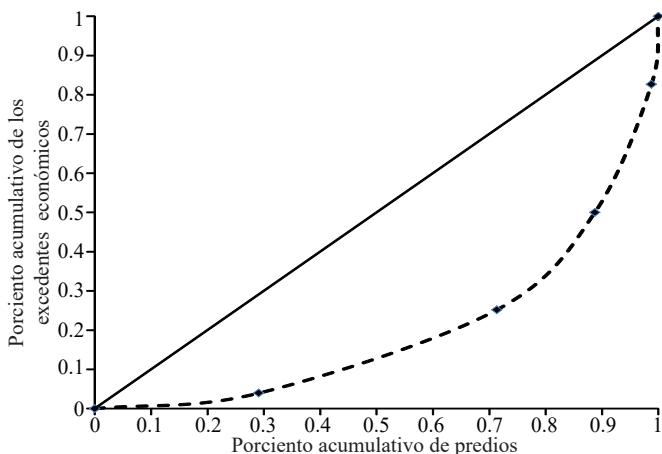
Since the average acreage per farm is 3.32 ha (ASERCA, 2013) and considering that the 30 technologies here evaluated were planted on average over an area of 1 780 526 ha per year, it is estimated that the number of farmers benefited was annually 536 369, during the period 2000-2010.

### C) Distribution of social benefits

In order to measure the unequal distribution between the adopter farmers, economic surplus induced by the 30 technologies here evaluated, information about 11 524 612 hectares reported by Support and Services for Agricultural Marketing (ASERCA) was used in relation to the beneficiaries of Rural Support Program (PROCAMPO).

The distribution curves (Figure 1 and 2) for technologies Lorenz planted under irrigated conditions and time are:

The Gini coefficients calculated by numerical integration are 28.9%, 21.4% and 25.6% for irrigation, temporary and total, respectively, indicating that the distribution of surplus is more unequal among farmers who produce under irrigation. In order to correctly interpret how unequal are those distributions of impact, be summoned to Stiglitz (2012), who in his book: the price of inequality, says that countries with income inequality "reasonably



**Figura 2. Distribución de Lorenz de los excedentes económicos de 30 tecnologías del INIFAP (riego).**

**Figure 2. Distribution of Lorenz of economic surpluses of 30 technologies of INIFAP (temporary).**

Los coeficientes de Gini, calculados mediante integración numérica, son 28.9%, 21.4% y 25.6% para riego, temporal y total, respectivamente, lo cual indica que la distribución de los excedentes es más desigual entre los agricultores que producen en condiciones de riego. Con el fin de interpretar correctamente qué tan desiguales son esas distribuciones de impacto, se citará a Stiglitz (2012), quien en su libro: el precio de la desigualdad, dice que los países con una desigualdad del ingreso “razonablemente buena”, como Alemania, Suecia y Noruega, tienen un coeficiente de Gini de 30% y los que tienen una desigualdad “elevada” tienen un coeficiente que supera el 50%: México, Latinoamérica y Sudáfrica, entre otros. Los EE.UU. tienen un coeficiente de 47%.

### **Insuficiencia de los apoyos financieros a la investigación agropecuaria y forestal de México**

De acuerdo con el Cuadro 1, la tasa interna de rentabilidad (TIR) media ponderada (40.8) de los indicadores correspondientes obtenidos en las evaluaciones que aquí se reportan, si bien conservadora, es tan alta, que supera con mucho la tasa media de rentabilidad a nivel macroeconómico, 15.7% (González-Estrada, 2002). Esto confirma, sin lugar a dudas, que las inversiones tanto públicas como privadas, en la investigación agropecuaria y forestal de México son extraordinariamente redituables; no obstante, la estrechez creciente de recursos y apoyos a esa actividad científico-técnica. También confirma la hipótesis de la sub-inversión. Es decir, que el nivel de inversión pública y privada en la investigación agrícola, pecuaria y forestal de México está

good" as Germany Sweden and Norway, have a Gini coefficient of 30% and those with a "high" inequality have a ratio exceeding 50%: Mexico, Latin America and South Africa, among others. The USA have a coefficient of 47%.

### **Insufficient financial support to agricultural and forestry research in Mexico**

According to Table 1, the internal rate of return (TIR) weighted average (40.8) of the corresponding indicators of the evaluations reported here, although conservative, is so high that far exceeds the average rate of return at the macroeconomic level, 15.7% (González-Estrada, 2002). This confirms, without a doubt, that both public and private investment in agricultural and forestry research in Mexico are extremely profitable; however, the growing shortage of resources and support to the scientific and technical activity. It also confirms the hypothesis of underinvestment. That is, the level of public and private investment in agriculture, livestock and forestry research in Mexico is far below the optimal level from an economically and socially. In addition, it is also confirmed that the INIFAP justified to spare, exercised public resources and is an essential tool for promoting growth and development of the Mexican countryside institution.

It is estimated that the total expenditure on agricultural and forestry research in Mexico, which is the sum of the INIFAP budget and other institutions doing similar research, represents barely 0.38% of all government transfers (González-Estrada and Sánchez-Ramos, 2008). According to the executive summary of the external evaluation of INIFAP conducted by the American Institute of Agricultural Sciences (IICA-GEE, 2003), the Government of Mexico should allocate 1% of agricultural GDP to finance agricultural and forestry research.

The agricultural subsidies not only distort economic processes, but they perpetuate backwardness and inefficiency. In addition, they detract valuable resources and other support services to other areas of highly profitable public investment. González-Estrada (2002) presents convincing results that such policies are wrong and concludes that: in terms of social welfare, economic benefits and promoting efficiency, is socially superior and economically, increase investments in generation and promotion of technical change and productivity, the policy of increasing levels of subsidies and protection of agriculture.

muy por debajo del nivel óptimo desde un punto de vista económico y social. Además, también se corrobora que el INIFAP justifica, de sobra, los recursos públicos que ejerce y que es una institución imprescindible para promover el crecimiento y desarrollo del campo mexicano.

Se calcula que el gasto total en investigación agropecuaria y forestal en México, que es la suma del presupuesto del INIFAP y el de las demás instituciones que realizan investigaciones similares, representa apenas si 0.38% de todas las transferencias gubernamentales (González-Estrada, Sánchez-Ramos, 2008). De acuerdo con el resumen ejecutivo de la evaluación externa del INIFAP llevada a cabo por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA-GEE, 2003), el Gobierno de México debería destinar 1% del PIB agrícola al financiamiento de la investigación agropecuaria y forestal.

Los subsidios a la agricultura, no solo distorsionan los procesos económicos, sino que perpetúan en ellos el atraso y la ineficiencia. Además, le restan valiosos recursos a otros servicios de apoyo y a otros rubros de inversión pública altamente redituables. González-Estrada (2002), presenta resultados convincentes de que tales políticas son equivocadas y concluye que: en términos del bienestar social, de los beneficios económicos y de la promoción de la eficiencia, resulta superior social y económicamente, aumentar las inversiones destinadas a la generación y promoción del cambio técnico y la productividad, que la política de incrementar los subsidios y los niveles de protección de la agricultura.

¿Se deben aumentar los apoyos al campo? Sí, definitivamente. Pero se les debe asignar de una manera eficiente, racional y progresista, económica, social e históricamente hablando. La solución no estriba en aumentar los subsidios y los niveles de protección al campo, sino en una promoción más decidida del cambio técnico y de la productividad total de los factores, a través de instrumentos tan diversos como el desarrollo de la infraestructura de todo tipo, mayores apoyos a la innovación y adopción de nuevas técnicas de producción, desarrollo de los servicios fundamentales a la producción del campo, etc.

México está desaprovechando importantes oportunidades de crecimiento y desarrollo para el campo (González-Estrada y Stanley Wood, 2006).

Should they increase support to the field? Yes, definitely. But they should be assigned in an efficient, rational and progressive, economically, socially and historically speaking manner. The solution is not to increase subsidies and protection levels to the field, but in a more determined promotion of technical change and total factor productivity, through such diverse instruments as the development of infrastructure of all kinds, greater support for innovation and adoption of new production techniques, development of basic services to field production, etc.

Mexico is wasting important opportunities for growth and development for the field (González-Estrada and Stanley Wood, 2006).

## Conclusions

The economic and social impacts of the 30 technologies evaluated here show that INIFAP is a public research center more than justifies public resources and exercise is a must to promote growth and development of the Mexican countryside institution. Investments in research conducted are highly profitable, both private perspective and the economy as a whole, which means that public and private funds allocated to agricultural and forestry research in Mexico are well below the amount optimal, why, they are missing important opportunities for economic growth and social improvement Mexico for Mexican countryside and cities as well. It conclude that current agricultural policy is inefficient, because it spends much on subsidies and little in promoting the development of productive forces and productivity. Spends more on maintaining the status quo, which in the development of production and productivity to overcome it.

The results of this research confirm that it is more convenient and socially promote economic growth of agriculture by promoting technical change and productivity, that subsidy policies field; also confirm that the policy of promoting technical change and productivity, mainly through research, is considerably less expensive than the subsidy policy, less distortive in economic and political terms and more progressive, historically speaking.

*End of the English version*



## Conclusiones

Los impactos económicos y sociales de las 30 tecnologías aquí evaluadas muestran que el INIFAP es un centro público de investigación que justifica sobradamente los recursos públicos que ejerce y que es una institución imprescindible para promover el crecimiento y desarrollo del campo mexicano. Las inversiones en la investigación que realiza son altamente redituables, tanto desde el punto de vista privado como de la economía en su conjunto, lo cual significa que los fondos públicos y privados asignados a la investigación agropecuaria y forestal de México están muy por debajo del monto óptimo, razón por la cual, se están desaprovechando importantes oportunidades de crecimiento económico para México y de mejoría social para los mexicanos del campo y de las ciudades también. Se concluye que la política agrícola actual es ineficiente, porque gasta mucho en subsidios y poco en la promoción del desarrollo de las fuerzas productivas y de la productividad. Gasta más en el mantenimiento del *statu quo*, que en el desarrollo de la producción y de la productividad para superarlo.

Los resultados de esta investigación confirman que es más conveniente económica y socialmente promover el crecimiento de la agricultura mediante la promoción del cambio técnico y de la productividad, que las políticas de subsidio al campo; también confirman que la política de promoción del cambio técnico y de la productividad, principalmente mediante la investigación, es considerablemente menos costosa que la política de subsidios, menos distorsionadora en términos económicos y políticos y más progresista, históricamente hablando.

## Literatura citada

- Alston, J. M., G. W. Norton, and Pardey, P. G. 1995. Science under scarcity. Cornell University Press. Ithaca, New York. 585 p.
- Alston, J. M.; Chan, K. C.; Marra, M. C.; Pardey, P. G. and Wyatt, T. 2000. A Meta-analysis of rates of return to agricultural R & D: ex pede herculem? Research report 113. International Food Policy Research Institute. Washington, D. C. 148 p.
- Ardito, B. N. 1971. Costs and social benefits of agricultural research in México. Ph.D. Dissertation, University of Chicago. Chicago, Illinois. 157 p.
- Becerra, M. S. y A. González, E. 1990. Los beneficios económicos del mejoramiento genético del trigo en México. *In: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética*: 350-365.
- Castañeda, J. G. y Rodríguez, W. M. 2008. ¿Y México por qué no? Colección Centzontle. Fondo de Cultura Económica (FCE). México, D. F. 127 p.
- CEFP. 2015. Presupuesto de egresos de la federación 2015. Recursos asignados al ramo 08. Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. LXII Legislatura, Cámara de Diputados. México, D. F. 6 p.
- Fernández, C. J. y Shumway, C. R. 1997. Research and productivity in Mexican agriculture. *Am. J. Agric. Econ.* 79:738-753.
- Gittinger, J. P. 1989. Economic analysis of agricultural projects. Economic Development Institute, the World Bank. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. 505 p.
- González, E. A. 1990. Análisis matemático y optimización. Centro de economía. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 434 p.
- González, E. A. 2001. La descampesinización de México. División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo (UACH)- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Chapingo, Estado de México. 210 p.
- González, E. A. 2002. Dinámica de los cultivos básicos en la liberalización comercial de México: Modelo dinámico multisectorial de equilibrio general. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Chapingo, Estado de México. Libro técnico Núm. 5. 120 p.
- González, E. A. y Wood, S. 2006. Impactos económicos de tecnologías para el campo mexicano. Centro de Investigación Región Centro (CIRCE)- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Chapingo, México. Libro científico Núm. 1. 411 p.
- González, E. A. y Sánchez, R. Y. 2008. Ineficiencia de las transferencias del Estado a la agricultura mexicana. *Rev. Mex. Ec. Agríc. Rec. Nat.* 1(1):25-45.
- González, E. A. y Orrantía, B. M. A. 2006. Los subsidios agrícolas de México. *Agríc. Téc. Méx.* 32(3):323-331.
- Hjalte, K.; Lidgren, K. and Ståhl, I. 2000. Environmental policy and welfare economics. Cambridge University Press. London, England. 111 p.
- Houck, J. P. 1992. Elements of agricultural trade policies. Waveland Press, Inc. Prospect Heights, IL. 191 p.
- IICA. 2003. Informe final. Evaluación institucional externa del INIFAP. Oficina en México del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. México, D. F. 241 p.
- Informe del Director General. 2015. Primera reunión ordinaria 2015 de la Junta de Gobierno del INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D. F. 7 p.
- Mas, C. A.; Whinston, M. D. and Greene, J. R. 1995. Microeconomic theory. Oxford University Press. New York-Oxford. 981 p.
- Parente, S. L. and Prescott, E. C. 2000. Barriers to riches. The Walras-Pareto lectures. Université de Lausanne. The MIT Press. Cambridge, M. A. 164 p.
- Rogers, Everett. 1992. Diffusion of innovations. The Free Press of Glencoe. New York. 453 p.
- Ruvalcaba, L. J. y González, E. A. 1990. Evaluación económica de la investigación del INIA en el cultivo del maíz en México. *In: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética*: 331-342.
- Scobie, G. M. and Jacobsen, V. 1992. Allocation of R & D funds in the Australian wool industry. Department of Economics. University of Waicato. Hamilton, New Zeland. 57 p.

- SAGARPA. 2014. Presupuesto de egresos 2015. Sala de prensa, boletín del 19 de noviembre. México, D. F. 3 p.
- Sen, A.; Marglin, S. y Dasgupta, P. 2000. Pautas para la evaluación de proyectos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI)- ONU. Nueva York. 415 p.
- Stiglitz, J. 2012. The price of inequality: how today's divided society endangers our future. W. W. Norton & company, Inc. New York. 504 p.
- Wood, S. and Baitx, W. 2001. Dynamic research evaluation for management. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)- Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI)- CIAT. Washington, D. C. 54 p.
- Wood, S.; You, L. and Baitx, W. 2001. Dynamic research evaluation for management. International Food Policy Research. Washington, D. C. 77 p.