



El Programa de Fertilizantes para el Bienestar y el mercado de frijol en México¹

The Fertilizer for Wellness Program and the Bean Market in Mexico

Mercedes Borja-Bravo², José Alberto García-Salazar³

- ¹ Recepción: 1 de junio, 2021. Aceptación: 8 de octubre, 2021. En este trabajo se utilizó información obtenida del proyecto que lleva por título “Diagnóstico, Transferencia de Tecnología y Soporte Técnico para atender necesidades de los PRODETER frijol y maíz en Aguascalientes”, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias.
- ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Pabellón. km 32.5 Carretera Aguascalientes-Zacatecas, Aguascalientes, México. borja.mercedes@inifap.gob.mx (<https://orcid.org/0000-0001-7743-6003>).
- ³ Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Socioeconomía, Estadística e Informática, Programa de Economía. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Estado de México. México, C.P. 56230. jsalazar@colpos.mx (autor para la correspondencia, <http://orcid.org/0000-0002-9892-7618>).

Resumen

Introducción. El Programa de Fertilizantes para el Bienestar se implementó en México a partir de 2019 y busca aumentar la productividad de cultivos básicos, entre ellos el frijol. **Objetivo.** Medir los efectos del Programa de Fertilizantes para el Bienestar en el mercado de frijol en México, el beneficio económico que generará en la sociedad y su contribución a la autosuficiencia alimentaria del grano. **Materiales y Métodos.** Se formuló y validó un modelo de equilibrio espacial que consideró las regiones productoras y consumidoras de frijol en México, se usó información en el año promedio 2017-2019. **Resultados.** Los resultados indicaron que la producción y el consumo nacional de frijol aumentarían en 228 y 79 miles de t, si el Programa de Fertilizantes para el Bienestar beneficiara a todos los productores de frijol; lo anterior significaría un aumento de 22,1 % en la producción que permitiría bajar las importaciones a cero. El Programa de Fertilizantes para el Bienestar ha promovido una mayor producción de frijol y ha contribuido a la autosuficiencia alimentaria al eliminar las importaciones, además de que generaría beneficios económicos para la sociedad, ya que los excedentes al productor y al consumidor aumentarían en USD\$ 429 millones y USD\$ 226 millones. **Conclusión.** El Programa de Fertilizantes para el Bienestar favoreció el crecimiento de la producción e incentivó el consumo de frijol en México y desincentivó las importaciones de grano; esta acción incrementó la productividad de frijol y contribuyó con la autosuficiencia alimentaria.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, programa de fertilizantes, excedente del productor, autosuficiencia alimentaria, modelo de equilibrio espacial.

Abstract

Introduction. The Fertilizer for Wellness Program was implemented in Mexico since 2019 and seeks to increase the productivity of staple crops, including beans. **Objective.** To measure the effects of the Fertilizer for Welfare Program on the bean market in Mexico, the economic benefit that it will generate in society and its contribution to



the food self-sufficiency of the grain. **Materials and methods.** A spatial equilibrium model that considered the bean producing and consuming regions in Mexico was formulated and validated, information in the average year 2017-2019 was used. **Results.** The results indicated that the national bean production and consumption would increase by 228 and 79 thousand tons if the Fertilizer for Wellness Program benefited all bean producers; the above would mean a 22.1 % increase in production that would allow lowering imports to zero. The Fertilizer for Wellness Program has promoted greater bean production and has contributed to food self-sufficiency by eliminating imports, in addition to generate economic benefits for society, as producer and consumer surpluses would increase by USD\$ 429 million and USD\$ 226 million. **Conclusion.** The Fertilizer for Wellness Program favored production growth and encouraged bean consumption in Mexico and discouraged bean imports; this action increased bean productivity and contributed to food self-sufficiency.

Keyword: *Phaseolus vulgaris*, fertilizer program, producer surplus, food self-sufficiency, spatial equilibrium model.

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor producción y consumo en el mundo, su alto contenido de proteína lo convierte en un ingrediente de importancia en la dieta de varios países en desarrollo. En el 2018, se cultivaron a nivel mundial 35 millones de hectáreas y se produjeron 30 millones de toneladas (Food and Agriculture Organization [FAO], 2020). Para ese mismo año, México ocupó el séptimo lugar a nivel mundial en la producción del grano, con poco más de 1 millón de t (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2019a).

El frijol es uno de los productos básicos en la alimentación de la población mexicana y representa toda una tradición productiva y de consumo. En términos sociales, existen 477 000 productores dedicados a este cultivo, cuya producción emplea 76 millones de jornales que equivalen a 386 000 empleos permanentes (Ayala Garay, Schwentesius Rinderman & Almaguer Vargas, et al., 2008; Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2020). Dicha importancia socioeconómica lo convierte en uno de los cultivos estratégicos dentro del sector agrícola mexicano.

El consumo de fertilizantes en México es bajo y esta tendencia se agravó a partir de la década de los noventa (Ávila, 2001). De la superficie agrícola total en el país, solo se fertiliza el 65,7 %; el problema de la utilización de fertilizantes está relacionado con el tamaño del predio, el ingreso del productor y los subsidios otorgados a través de los programas gubernamentales (García-Salazar et al., 2018). La situación antes mencionada no es diferente en el caso del cultivo de frijol, ya que se estimó que de la superficie sembrada se fertiliza con agroquímicos el 51,1 % (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2018). En estudios como el de Ávila Marioni et al. (2011) se mencionó que la fertilización en el cultivo de frijol se realiza de manera ineficiente por la carencia de recursos y el alto costo que implica realizarla.

A partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se incrementó la dependencia alimentaria de frijol en México y se reflejó en una mayor participación de las importaciones en el consumo nacional (De los Santos-Ramos et al., 2017). Existen años, como el 2018, donde las importaciones representaron el 14 % del consumo (Secretaría de Economía, 2019). La pérdida de autosuficiencia alimentaria de México en uno de los productos básicos y estratégicos para el país, trae consigo dependencia y vulnerabilidad hacia las fluctuaciones de los precios internacionales y la demanda de otros países; además de las afectaciones que sufrirían los productores y la generación de empleos rurales (De los Santos- Ramos et al., 2017; Borja-Bravo & García-Salazar, 2008).

El Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024, considera como una de las estrategias prioritarias el fomentar la producción, a través del uso y acceso de insumos productivos para incrementar la productividad del campo. Entre las acciones destaca impulsar la producción a través del uso de fertilizantes químicos, abonos orgánicos, restauradores de suelo y bio-fertilizantes (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020a). Dicha estrategia se puntualiza en el Programa Fertilizantes para el Bienestar, que consiste en entregar un paquete de fertilizantes nitrogenados y fosfatados de hasta 600 kg a productores de pequeña escala, ubicados en localidades de alto y muy alto grado de marginación del país, para aquellos que se dedican a la producción de maíz (*Zea mays* L.), frijol y otros granos básicos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020b).

El Programa Fertilizantes para el Bienestar operó a partir de 2019 en el estado de Guerrero y para el 2020 consideró zonas de atención prioritaria en Morelos, Puebla, Tlaxcala y Estado de México (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020a); sin embargo, se espera que este Programa incremente la cantidad de beneficiarios.

Este tipo de políticas ha sido utilizado por los gobiernos de países en vías de desarrollo en América Latina y África, como una medida de incrementar la productividad en la agricultura, cubrir la demanda creciente de alimentos, aumentar los ingresos rurales y la seguridad alimentaria (FAO, 2000; Jayne & Rashid, 2013; Jayne et al., 2013).

En el caso de México, el Programa de Fertilizantes para el Bienestar se justifica ante la baja rentabilidad y competitividad que tiene el cultivo (Ayala Garay, Schwentesius Rindermann, Gómez Cruz et al., 2008; García Salazar et al., 2006), asociado a altos costos en la producción de granos, bajo rendimiento y sistemas de producción poco eficientes en el uso de insumos y recursos disponibles (Borja-Bravo et al., 2018; Padilla-Bernal et al., 2012). Es así, como el Programa de Fertilizantes para el Bienestar busca contribuir con la disminución de los costos de producción e incrementar el rendimiento, en los productores de pequeña superficie y de escasos recursos.

Si bien, el Programa de Fertilizantes para el Bienestar tiene como objetivo incrementar la producción de granos, entre ellos frijol, no se tiene información precisa de cómo impactará este programa en el mercado de frijol mexicano y si esta estrategia cumple con generar mayores beneficios económicos para la sociedad. Ante esta situación, el objetivo del trabajo fue medir los efectos del Programa Fertilizantes para el Bienestar en el mercado de frijol en México, el beneficio económico que generará en la sociedad y su contribución en la autosuficiencia alimentaria del grano.

Materiales y métodos

Un modelo de equilibrio espacial fue utilizado para analizar los efectos del Programa de Fertilizantes para el Bienestar en el mercado mexicano de frijol. Con base en $i(i=1,2...J=14)$ regiones productoras de frijol en México, y $j(j=1,2...J=14)$ regiones de consumo de frijol, las funciones inversas de oferta (1) y demanda (2) fueron las siguientes:

$$p_i = v_i + \sigma_i p u_i + \eta_i x_i \quad 1)$$

$$p_j = \lambda_j + \omega_j x_j \quad 2)$$

Donde p_i es el precio al productor de frijol en i ; $p u_i$ es el precio del fertilizante en la región i ; x_i es la cantidad ofrecida de frijol en la región i ; p_j es el precio al consumidor en la región j ; y_j es el consumo de frijol en la región j ; con $\sigma_i > 0$, $v_i < 0$, $\eta_j > 0$, $\lambda_j > 0$, $\omega_i < 0$. La función de oferta supone que la cantidad ofrecida depende del precio del frijol y del precio del fertilizante.

Al suponer que $m(m=1,2..M=4)$ fronteras de entradas de las importaciones de frijol y $e(e=1,2,...M=3)$ los puertos y fronteras de salida de las exportaciones, la función objetivo (3) del modelo de equilibrio espacial para el mercado de frijol se podría formular de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 MaxVSN = & \sum_{j=1}^J [\lambda_j y_j + \frac{1}{2} \omega_j y_j^2] - \sum_{i=1}^I [v_i x_i + \sigma_i p u_i x_i + \frac{1}{2} \eta_i x_i^2] + \sum_{e=1}^E [p_e x_e] - \sum_{m=1}^M [p_m x_m] \\
 & - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [p_{ij}^c x_{ij}^c] - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [p_{ij}^f x_{ij}^f] - \sum_{i=1}^I \sum_{e=1}^E [p_{ie}^c x_{ie}^c] - \sum_{i=1}^I \sum_{e=1}^E [p_{ie}^f x_{ie}^f] \\
 & - \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J [p_{mj}^c x_{mj}^c] - \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J [p_{mj}^f x_{mj}^f]
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

La función objetivo está sujeta a las siguientes restricciones (4, 5, 6, 7, 8, 9):

$$x_i \geq \sum_{j=1}^J [x_{ij}^c] + \sum_{j=1}^J [x_{ij}^f]
 \tag{4}$$

$$x_m \geq \sum_{j=1}^J [x_{mj}^c] + \sum_{j=1}^J [x_{mj}^f]
 \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^I [x_{ij}^c] + \sum_{i=1}^I [x_{ij}^f] + \sum_{m=1}^M [x_{mj}^c] + \sum_{m=1}^M [x_{mj}^f] \geq y_j
 \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^I [x_{ie}^c] + \sum_{i=1}^I [x_{ie}^f] \geq x_e
 \tag{7}$$

$$\sum_{i=1}^I [x_i] + \sum_{m=1}^M [x_m] = \sum_{j=1}^J [y_j] + \sum_{e=1}^E [x_e]
 \tag{8}$$

$$y_j, x_i, x_m, \dots, x_{mj}^f \geq 0
 \tag{9}$$

Donde λ_j es la ordenada al origen de la función de demanda de frijol en la región j ; ω_j es la pendiente de la función de demanda en la región j ; v_i es la ordenada al origen de función de oferta de frijol en la región i ; σ_i es el coeficiente que relaciona el precio al productor de frijol y el precio del fertilizante en la región i ; η_i es la pendiente de la función de oferta en la región i ; p_m es el precio internacional de frijol importado a través de la frontera m ; x_m es la cantidad de frijol importada a través de la frontera m ; p_e es el precio de exportación de frijol enviado a través de la frontera e ; x_e es la cantidad de frijol exportada a través de la frontera e ; p_{ij}^c y x_{ij}^c son el costo de transporte y la cantidad enviada de frijol por camión de i a j ; p_{ij}^f y x_{ij}^f son el costo de transporte y la cantidad enviada de frijol por ferrocarril de i a j ; p_{mj}^c y x_{mj}^c son el costo de transporte y la cantidad enviada de frijol por camión de i a m ; p_{im}^f y x_{im}^f son el costo de transporte y la cantidad enviada de frijol por ferrocarril de i a m ; p_{ei}^c y x_{ei}^c son el costo de transporte y la cantidad enviada de frijol por camión de i a e ; p_{ie}^f y x_{ie}^f son el costo de transporte y la cantidad enviada de frijol por ferrocarril de i a e .

La función objetivo del modelo maximiza el valor social neto (VSN), el cual es igual a la sumatoria de las áreas bajo las curvas de demanda, menos el área bajo las curvas de oferta, más el valor de las exportaciones, menos el valor de las importaciones y menos los costos de transporte.

Las restricciones 4 y 5 indican cómo se distribuye la producción y las importaciones de frijol. La restricción 6 establece como se abastece el consumo de frijol. La restricción 7 establece como se abastece la cantidad exportada disponible en cada puerto de salida. La restricción 8 establece un balance que indica que la cantidad disponible de frijol (producción más importaciones) es igual al uso total (consumo más exportaciones). La restricción 9 establece las condiciones de no negatividad del modelo.

El modelo incluyó catorce regiones productoras y consumidoras de frijol: Zacatecas, Durango, Sinaloa, Chihuahua, Nayarit, Noreste que incluye a los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; Noroeste integrada por los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora; San Luis Potosí conformada por Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí; Occidente que abarca Aguascalientes, Colima y Jalisco; Michoacán integrada por Guerrero y Michoacán; Centro formada por la Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala; Golfo incluyó los estados de Tabasco y Veracruz; Sur formada por Chiapas y Oaxaca; y Península que integró los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Se consideraron cuatro fronteras de entrada de las importaciones: El Paso, Laredo, Nogales y San Diego.

Para determinar los efectos de la implementación del Programa de Fertilizantes para el Bienestar, primero se estimó y validó el modelo con datos promedio de tres ciclos anuales (2017 a 2019) definido año promedio 2019. El procedimiento usado para realizar la validación del modelo base consistió en comparar los valores observados de la producción y el consumo de frijol en el año promedio 2019 con los obtenidos por la solución del modelo. Se determinó que el modelo base estaba validado cuando la mayoría de las diferencias entre los valores fueron menores a 10 %.

El modelo base representó la situación en la que no existe el Programa de Fertilizantes para el Bienestar. Luego, se realizó un escenario en el cual el precio del fertilizante fue de cero, lo cual indica que el insumo es otorgado por el gobierno en especie. Con base en las cantidades ofrecidas, demandas e importadas y los precios, se calcularon los excedentes al productor y al consumidor. El escenario tiene como supuesto que el Programa de Fertilizantes para el Bienestar beneficia a todos los productores mexicanos de frijol. Para expresar los resultados en dólares americanos, el valor de las variables monetarias fue dividido por el tipo de cambio (\$ por USD\$) promedio en el periodo 2017 a 2019.

Las funciones de oferta y demanda se calcularon con las cantidades producidas y consumidas de frijol, precios al productor y consumidor, elasticidades precio de la oferta y la demanda, y la elasticidad que mide la relación entre la producción y el precio del fertilizante.

La elasticidad del precio de la demanda se tomó de Guzmán-Soria et al. (2019). La elasticidad del precio de la demanda nacional se usó en el modelo para todas las regiones y periodos. La elasticidad del precio de la oferta de frijol y la que relaciona el precio del fertilizante con la producción de frijol también provinieron de Guzmán-Soria et al. (2019), quienes reportaron coeficientes a nivel nacional. La producción de frijol en México por región se obtuvo del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2019a) y el precio del fertilizante provino del Sistema Nacional de información e Integración de Mercados (2020).

El consumo regional mensual se obtuvo al calcular primero el consumo nacional aparente (CNA), en el cual se consideraron datos sobre la producción nacional recopilados del SIAP (2019a), más las importaciones, menos las exportaciones (Secretaría de Economía, 2019). El CNA se dividió entre la población total del país y dio como resultado el consumo per cápita de frijol durante el año promedio. Para estimar el consumo regional, se ocuparon datos sobre población por estado (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019), mismos que se multiplicaron por el consumo per cápita y se agruparon los totales estatales para sacar el total regional.

Los precios regionales pagados por los consumidores y recibidos por los productores se calcularon de la siguiente manera: a) el precio al consumidor se obtuvo al sumar el precio al mayoreo (Servicio Nacional de

Información e Integración de Mercados, 2020) más el margen de comercialización del detallista para frijol reportado por el SIAP (2019b); b) El precio al productor mensual y por región se obtuvo de la resta del precio al mayoreo menos el margen de comercialización del mayorista SIAP (2019b). Los precios internacionales del frijol en las fronteras mexicanas y la cantidad mensual importada por puntos de internación se obtuvieron de United States International Trade Commission (2019).

Los costos de transporte por ferrocarril consideraron las tarifas cobradas en 2018 y se obtuvieron de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (2019). La tarifa promedio se multiplicó por una matriz de distancias por ferrocarril. Las ciudades consideradas como referencia fueron: Zacatecas, Durango, Culiacán, Chihuahua, Tepic, Monterrey, Mexicali, San Luis Potosí, Guadalajara, Morelia, Ciudad de México, Jalapa, Tapachula, Mérida, Nuevo Laredo, Nogales y Tijuana.

Los costos de transporte por camión se obtuvieron al multiplicar la tarifa promedio anual por la distancia de las regiones productoras y puntos de entrada de las importaciones a los centros de consumo. La información se obtuvo de consultas vía telefónica a empresas de transporte de granos agrícolas ubicadas en Zacatecas, Durango, Sinaloa y Jalisco. Las ciudades de referencia fueron las mismas que en los costos de transporte por ferrocarril.

Resultados

La comparación del modelo base y los valores observados en el año promedio 2019 entre los valores de consumo y producción denotaron que a nivel nacional el modelo sobreestimó la producción en 1,9 %, y el consumo en 2,8 %. A nivel regional, el modelo sobreestimó la producción en todas las regiones en un rango que fue de 0,5 a 3,4 %; solo en las regiones de Sinaloa y la Península el modelo subestimó la producción observada. De manera similar, el modelo sobreestimó el consumo en todas las regiones en un rango que fue de 0,2 a 5,7 %.

En el año promedio 2019, el consumo y la producción total de frijol ascendieron a 1 011 000 y 1 096 000 t métricas, respectivamente. Además, en el modelo se consideraron las importaciones y las exportaciones de frijol, las cuales fueron de 138 000 y 52 000 t, respectivamente (Cuadro 1).

En el año de análisis, las principales regiones productoras de frijol fueron Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Chihuahua, Sur, Centro y Sinaloa, las cuales generaron el 91,4 % de la producción nacional. Por el lado del consumo, casi la tercera parte de la demanda se concentró en la región del Centro, en donde se ubica la mayor concentración demográfica de México, seguido de las regiones Noreste, San Luis Potosí, Golfo y el Occidente, que participaron con el 35,5 % de la demanda de la leguminosa. El resto de las regiones tuvieron una participación menor al 8 % en el consumo nacional aparente de frijol (Cuadro 1).

Los resultados de la solución del modelo bajo el escenario que consideró la existencia del Programa de Fertilizantes para el Bienestar, se presenta en el Cuadro 2. Los resultados obtenidos fueron acordes a la teoría económica. Por la implementación del Programa de Fertilizantes para Bienestar el precio del fertilizante disminuiría lo que ocasionaría un desplazamiento de la curva de oferta hacia la derecha. La producción de frijol aumentaría en todas las regiones productoras. Debido a la mayor disponibilidad de producto, el consumo de la leguminosa también aumentaría en todas las regiones. La mayor producción ocasionaría una disminución en las compras de frijol en los mercados extranjeros.

Cuadro 1. Validación del modelo de equilibrio espacial de frijol en México, para analizar los efectos del Programa de Fertilizantes para el Bienestar en el mercado mexicano de frijol. 2019.

Table 1. Validation of the bean spatial equilibrium model in Mexico to analyze the effects of Fertilizer for Wellness Program on the Mexican bean market. 2019.

Región	Valor observado	Valor estimado	Cambio	Cambio
	t			%
Producción (t)				
Zacatecas	39 1215	401 173	9958	2,5
Durango	11 8480	120 234	1754	1,5
Sinaloa	64 509	64 464	-45	-0,1
Chihuahua	91 353	92 246	893	1,0
Nayarit	16 937	17 157	220	1,3
Noreste	4469	4552	83	1,8
Norte	9971	10 308	337	3,4
San Luis Potosí	118 773	119 388	615	0,5
Occidente	13 960	14 026	66	0,5
Michoacán	17 672	18 184	512	2,9
Centro	68 736	71 021	2285	3,3
Golfo	22 227	22 526	299	1,3
Sur	71 299	73 491	2192	3,1
Península	1357	1349	-8	-0,6
Nacional	1 010 957	1 030 119	19 162	1,9
Consumo (t)				
Zacatecas	14 555	14 656	101	0,7
Durango	15 863	16 302	439	2,8
Sinaloa	26 520	27 979	1459	5,5
Chihuahua	32 420	32 717	297	0,9
Nayarit	10 952	11 359	407	3,7
Noreste	104 734	108 139	3405	3,3
Norte	64 382	68 027	3645	5,7
San Luis Potosí	98 075	98 313	238	0,2
Occidente	90 030	92 905	2875	3,2
Michoacán	75 724	77 165	1441	1,9
Centro	341 348	348 375	7027	2,1
Golfo	96 258	99 855	3597	3,7
Sur	84 643	88 789	4146	4,9
Península	40 529	42 493	1964	4,8
Nacional	1 096 032	1 127 074	31 042	2,8
Importaciones (t)				
Nacionales	137 537	148 931	11 394	8,3

Discusión

La implementación del programa de Fertilizantes para el Bienestar en el mercado de frijol en México, aumentaría la producción en 228 000 t (22,1 %); mientras que el consumo incrementaría en 79 000 t equivalente a 7,0 %. Con

Cuadro 2. Efectos del Programa de Fertilizantes para el Bienestar (PF) en el mercado de frijol en México, 2019.**Table 2.** Effects of the Fertilizer for Wellness Program (PF) in the bean market in México, 2019.

Región	Valor sin PF t	Valor con PF	Cambio	Cambio %
		Producción (t)		
Zacatecas	401 173	486 799	85 626	21,3
Durango	120 234	146 391	26 157	21,8
Sinaloa	64 464	78 772	14 308	22,2
Chihuahua	92 246	111 923	19 677	21,3
Nayarit	17 157	20 989	3832	22,3
Noreste	4552	5563	1011	22,2
Norte	10 308	12 575	2267	22,0
San Luis Potosí	119 388	146 451	27 063	22,7
Occidente	14 026	17 250	3224	23,0
Michoacán	18 184	22 170	3986	21,9
Centro	71 021	86 679	15 658	22,0
Golfo	22 526	27 770	5244	23,3
Sur	73 491	92 578	19 087	26,0
Península	1349	1699	350	25,9
Nacional	1 030 119	1 257 609	227 490	22,1
		Consumo (t)		
Zacatecas	14 656	15 887	1231	8,4
Durango	16 302	17 540	1238	7,6
Sinaloa	27 979	29 889	1910	6,8
Chihuahua	32 717	35 602	2885	8,8
Nayarit	11 359	12 171	812	7,1
Noreste	108 139	115 849	7710	7,1
Norte	68 027	72 205	4178	6,1
San Luis Potosí	98 313	106 586	8273	8,4
Occidente	92 905	99 502	6597	7,1
Michoacán	77 165	82 896	5731	7,4
Centro	348 375	373 705	25 330	7,3
Golfo	99 855	106 418	6563	6,6
Sur	88 789	92 578	3789	4,3
Península	42 493	44 711	2218	5,2
Nacional	1 127 074	1 205 539	78 465	7,0
		Importaciones (t)		
Nacional	148 931	0	-148 931	-100,0
		Excedente al productor (millones de USD\$)		
Nacional	873	1303	429	49,2
		Excedente al consumidor (millones de USD\$)		
Nacional	1539	1765	226	14,7
		Excedente económico (millones de USD\$)		
Nacional	2413	3068	655	27,2

este Programa, la producción nacional abastecería al consumo nacional y se dejaría de comprar grano al exterior, por lo que no habría importaciones. El aumento de la producción significaría un aumento en el ingreso del productor. De igual manera, el mayor consumo de frijol significaría un mayor bienestar para los consumidores mexicanos.

Los resultados que se presentan en el Cuadro 2, son similares a los encontrados por Borja-Bravo y García-Salazar (2008), quienes reportaron que ante una reducción de 20 % en los costos de producción de frijol en México, provocados por subsidios a los insumos agrícolas, se generaría un incremento de la producción nacional de la leguminosa en 9 % y el consumo aumentaría en 13 mil t; así mismo, destacaron que la mayor producción podría cubrir la cantidad importada de grano, por lo que las importaciones serían nulas. El efecto positivo de una política de subsidios a fertilizantes sobre el aumento en la producción y consumo también se puede observar en el estudio realizado por Akhmad (2016) para el caso de Indonesia.

Una de las contribuciones del Programa de Fertilizantes para el Bienestar sería lograr la autosuficiencia alimentaria de frijol en México, ya que la demanda sería cubierta con la producción nacional, situación prioritaria de la política agrícola actual (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020c). El aumento de la producción de frijol en 227 000 t, permitiría aumentar el consumo de la leguminosa en 78 000 t y reduciría las importaciones en un 100 %. Los resultados anteriores son similares a los encontrados por García-Salazar et al. (2011) para el mercado de maíz. Los autores señalaron que los subsidios otorgados a través del Programa de Apoyos al Campo dirigidos a los productores de maíz permitieron reducir las importaciones del grano hasta en un 40 % en el periodo 2005-2007. Los apoyos dirigidos a través de este programa contemplaron el otorgamiento de un pago directo para la compra de insumos mejorados que permitiera aumentar la productividad y la producción.

El beneficio económico que generaría este programa a la sociedad se calculó a partir de los excedentes al productor y al consumidor (Cuadro 2). Los datos muestran los valores del modelo base comparados con los resultados obtenidos en el escenario donde se consideró la existencia del Programa de Fertilizantes.

Con la implementación del Programa de Fertilizantes para el Bienestar, los excedentes al consumidor y al productor a nivel nacional serían mayores en 226 y 429 millones de USD\$, respectivamente, en relación con los niveles observados en el año de análisis. En este escenario, el Gobierno mexicano tendría un ahorro de divisas por dejar de comprar frijol en el extranjero. Con el modelo base el valor de las importaciones fue de 135 millones de USD\$, misma cantidad que se dejaría de gastar ante la nula importación de grano.

La suma del excedente al consumidor y al productor significa que el Programa de Fertilizantes para el Bienestar incrementaría el bienestar de la sociedad en 655 millones de USD\$, serían beneficiados tanto los productores como los consumidores. A partir de la evaluación realizada en esta investigación se demostró el beneficio social que generaría el Programa de Fertilizantes para el Bienestar si se extendiera a todos los productores de frijol en México.

La instrumentación inicial del Programa desde 2019 solo abarcó a algunos estados del país y a productores de bajos recursos, se prevé que este se amplíe a más beneficiarios, prueba de ello es que en 2020 el monto asignado al programa fue de 69 millones de USD\$ (Cámara de Diputados, 2019) y para 2021 se consideró un incremento de 45 % en el presupuesto (Cámara de Diputados, 2020).

Los resultados que se obtuvieron en este trabajo demuestran que la implementación del Programa de Fertilizantes para el Bienestar, generalizado para todos los productores de frijol, traería beneficios económicos a la sociedad y con ello se podría cumplir con los objetivos de bienestar social y autosuficiencia alimentaria, temas prioritarios en la política actual de México. Sin embargo, los tomadores de decisiones deben considerar diversos aspectos en la implementación y ejecución del programa. Los dos primeros aspectos son consecuencia de la focalización e implementación de este tipo de programas y los mencionaron Jayne et al. (2013) como las desviaciones (cantidades de fertilizantes que se pierden antes de llegar a los productores) y el desplazamiento que provocará el programa en la demanda de fertilizantes a nivel nacional, estos aspectos son de suma importancia para medir en forma correcta

el impacto del programa y su relación beneficio costo, ya que en México, se tiene evidencia en otros Programas que los apoyos llegan a destiempo y existe una baja transparencia en su asignación. Otros aspectos a considerar son los expresados por Ramli et al. (2012), quienes consideraron que se debe promover en los agricultores el uso de fertilizantes en sus cultivos, para contribuir a la concientización de los productores de comprar sus propios insumos. Además, la ejecución del Programa de Fertilizantes para el Bienestar debe apoyarse en otros programas como el de Extensionismo Agrícola, que ayude a los agricultores a aumentar la eficiencia en el uso de fertilizantes, basado en evidencia científica (Jayne et al., 2013).

Si el objetivo de la política agrícola es aumentar la productividad de frijol y otros productos básicos, así como alcanzar la autosuficiencia alimentaria, el Programa de Fertilizantes para el Bienestar es solo un elemento en la maquinaria productiva del campo mexicano y no se debe dejar de lado otros elementos que suman a estos objetivos como son la infraestructura en riego, investigación, transferencia de tecnología, capacitación y asistencia técnica, crédito, entre otros.

Conclusiones

El Programa de Fertilizantes para el Bienestar favoreció el crecimiento de la producción e incentivó el consumo de frijol en México y desincentivó las importaciones del grano; por lo anterior, esta acción incentivó la productividad de la producción de frijol y contribuyó con la autosuficiencia alimentaria de uno de los productos básicos en la alimentación de la producción mexicana. Este programa podría generar beneficios económicos para la sociedad, tanto productores como a consumidores, además permitiría el ahorro de divisas atribuido a la compra de importaciones del grano.

Para que el impacto del programa sea efectivo, el gobierno debe procurar mantener una adecuada planeación en su ejecución, dando prioridad a la entrega oportuna del apoyo y bajo una estricta transparencia en el otorgamiento de los productos; además, los productores deben recibir acompañamiento técnico y capacitación para que realicen un uso adecuado de los productos que recibirá como parte del apoyo gubernamental.

Referencias

- Akhmad, P. (2016). The impact of price subsidy policy of fertilizer on production, demand and supply of corn in Indonesia. *American-Eurasian Journal or Sustainable Agriculture*, 10(1), 29–37. <https://bit.ly/3sXkVXT>
- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario. (2019). *Tarifas ferroviarias de carga*. <https://www.gob.mx/artf/documentos/tarifas-ferroviarias-de-carga>
- Ávila, J. A. (2001). El mercado de los fertilizantes en México: situación actual y perspectivas. *Problemas del Desarrollo*, 32(127), 189–207. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2001.127.7417>
- Ávila Marioni, M. R., Espinoza Arellano, A. J., González Ramírez, H., Rosales Serna, R., Pajarito Ravelero, A., & Zandate Hernández, R. (2011). Caracterización de los productores, adopción e impacto económico del uso de la variedad de frijol “Pinto Saltillo” en el norte centro de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 29, 682–692. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14119052007>
- Ayala Garay, A. V., Schwentesius Rindermann, R. E., & Almaguer Vargas, G. (2008). La competitividad del frijol en México. *El Cotidiano*, 147, 81–89. <https://www.redalyc.org/pdf/325/32514710.pdf>

- Ayala Garay, A. V., Schwentesius Rindermann, R. E., Gómez Cruz, M. A., & Almaguer Vargas, G. (2008). Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberalización comercial. *Región y Sociedad*, 20(42), 37–62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10204202>
- Borja-Bravo, M., & García-Salazar, J. A. (2008). Políticas para disminuir las importaciones de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: un análisis por tipo de variedad. *Agrociencia*, 42(8), 949–958. <https://bit.ly/3LOUrk7>
- Borja-Bravo, M., Osuna-Ceja, E. S., Arellano-Arciniega, S., García-Hernández, R. V., & Martínez-Gamiño, M. A. (2018). Competitividad y eficiencia en la producción de frijol en condiciones de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4), 443–450. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.443-450>
- Cámara de Diputados. (2019, diciembre 12). *Presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2020*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5581629&fecha=11/12/2019
- Cámara de Diputados. (2020, septiembre 8). *Proyecto de presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2021*. Gaceta Parlamentaria No. 5604-B. <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2020/sep/20200908-B.pdf>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2018). *Fertilizantes*. <https://bit.ly/3sUoWMQ>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2020). *Mercado del frijol, situación y prospectiva*. <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/53Mercado%20del%20frijol.pdf>
- De los Santos-Ramos, M., Romero-Rosales, T., & Bobadilla-Soto, E. E. (2017). Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 439–453. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23608>
- Food and Agriculture Organization. (2000). *Estrategias en materia de fertilizantes*. <https://books.google.com.ec/books?id=Kgjq3Dd-9WMC>
- Food and Agriculture Organization. (2020). *FAOSTAT, datos*. <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- García-Salazar, J. A., Borja-Bravo, M., & Rodríguez-Licea, G. (2018). Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción. *Interciencia*, 43(7), 505–510. <https://bit.ly/351o8Oa>
- García Salazar, J. A., Rodríguez Licea, G., Sáenz Torres, A., & Rebollar Rebollar, S. (2006). Políticas para mejorar la competitividad de la producción de maíz y frijol en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2), 115–121. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61009820>
- García-Salazar, J. A., Skaggs, R., & Crawford, T. L. (2011). PROCAMPO, the Mexican corn market and Mexican food security. *Food Security*, 3(3), 383–394. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0138-z>
- Guzmán-Soria, E., de-la-Garza-Carranza, M. T., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S., & Hernández-Martínez, J. (2019). Análisis económico del mercado de frijol grano en México. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 131–146. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33760>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Población*. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- Jayne, T. S., Mather, D., Mason, N., & Ricker-Gilbert, J. (2013). How do fertilizer subsidy program effect total fertilizer use in sub-Saharan Africa? Crowding out, diversion, and benefit/cost assessments. *Agricultural Economics*, 44(6), 678–703. <https://doi.org/10.1111/agec.12082>
- Jayne, T., & Rashid S. (2013). Input subsidy programs in sub-Saharan Africa: a synthesis of recent evidence. *Agricultural Economics*, 44(6), 547–562. <https://doi.org/10.1111/agec.12073>

- Padilla-Bernal, L. E., Reyes-Rivas, E., Lara-Herrera, A., & Pérez-Veyna, O. (2012). Competitividad, eficiencia e impacto ambiental de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1187–1201. <https://bit.ly/3H8ZnwK>
- Ramli, N.N., Shamsudin, M. N., Mohamed, Z., & Radam, A. (2012). The impact of fertilizer subsidy on Malaysia paddy/rice industry using a system dynamics approach. *International Journal of Social Science and Humanity*, 2(3), 213–219. <http://ijssh.org/papers/98-CH224.pdf>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020a). *Fertilizantes para el bienestar*. <https://www.gob.mx/fertilizantesparaelbienestar>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020b, marzo 24). *Reglas de Operación del Programa de Fertilizantes para el ejercicio fiscal 2020*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590178&fecha=24/03/2020
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020c, junio 25). *Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024*. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595549&fecha=25/06/2020
- Secretaría de Economía. (2019). *Sistema de información arancelaria vía internet (SIAVI)*. <https://www.snice.gob.mx/cs/avi/snice/informacionarancelaria.html>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019a). *Avances de siembras y cosechas por estado*. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019b). *Márgenes de comercialización de frijol y huevo*. <https://bit.ly/3LMROzb>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. (2020). *Mercados nacionales, insumos agrícolas*. <https://bit.ly/3LMgJmD>
- United States International Trade Commission. (2019). *Data web, total exports*. <https://dataweb.usitc.gov/>