

Análisis y evaluación de políticas agrícolas y de seguridad en una economía rural michoacana

Analysis and evaluation of agricultural and security policies in a rural economy in Michoacán

Toledo Ruiz, F.A.¹, Barrios Puente, G.², Pérez-Soto, F.¹, López Santiago, M.A.¹,
López Santiago, A.A.², Vázquez Ayanegui, F. E.¹

¹ Departamento de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca" Calle Martí No. 300 entre 27 de noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba.

² Departamento de Química Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca" Calle Martí No. 300 entre 27 de noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba.



Please cite this article as/Como citar este artículo: Toledo Ruiz, F.A., Barrios Puente, G., Pérez-Soto, F., López Santiago, M.A., López Santiago, A.A., Vázquez Ayanegui, F. E. (2024). Analysis and evaluation of agricultural and security policies in a rural economy in Michoacán. *Revista Bio Ciencias*, 11, e1648. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1648>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: February 10th 2024.

Accepted/Aceptado: April 24th 2024.

Available on line/Publicado: May 3th 2024.

RESUMEN

El desarrollo rural es clave para reducir la pobreza. Los hogares agrícolas enfrentan desafíos como baja productividad, costos elevados de los insumos y vulnerabilidad al crimen, por lo que se requieren políticas agrícolas sostenibles. Evaluar los efectos de estas políticas es esencial para evitar consecuencias no deseadas y para solucionar el problema de optimización de los hogares. El objetivo de esta investigación fue simular y cuantificar porcentualmente los efectos de la aplicación de políticas agrícolas y de seguridad en la Cofradía de San José, municipio de Tuxpan, Michoacán, bajo modelos de equilibrio general. Se simuló tres políticas: aplicación del programa "Fertilizantes para el Bienestar", medidas de seguridad para reducir extorsiones y el aumento de los precios agrícolas por la aplicación del "Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura". Se utilizó un Modelo de Equilibrio General Computable (CGEM) programado en el Sistema de modelado algebraico general (GAMS), para analizar los cambios en la economía local. Los resultados sugieren que la entrega de fertilizantes tiene impactos positivos en los ingresos totales y la demanda de consumo. Las políticas de seguridad disminuyen las extorsiones, beneficiando los ingresos de los hogares. El aumento de precios agrícolas tiene efectos mixtos, aumentando los ingresos pero afectando la demanda y el excedente comercial. En conclusión, es esencial adaptar las políticas a las características regionales y considerar los riesgos locales. Las políticas agrícolas de ingreso directo son más eficaces que las de productividad para elevar el ingreso de los hogares.

PALABRAS CLAVE: Simulación de políticas, modelo de equilibrio general computable, hogares agrícolas, desarrollo rural, optimización del ingreso.

*Corresponding Author:

Gerónimo Barrios Puente. División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, CP 56230, Texcoco, Estado de México, México. Teléfono: 5951086197.

E-mail: gbarriospuente55@gmail.com

ABSTRACT

Rural development is crucial to reducing poverty. Agricultural households face challenges such as low productivity, high input costs, and vulnerability to crime; therefore, sustainable agricultural policies are required. Evaluating the effects of these policies is essential to avoid undesired consequences and to solve the household optimization problem. This research aimed to simulate and quantify on a percentage basis the effects of agricultural and security policies application in Cofradía de San José, municipality of Tuxpan, Michoacán, under general equilibrium models. Three policies were simulated: the application of the “Fertilizers for Welfare” program, security measures to reduce extortion, and the increase in agricultural prices due to the application of the “Program to Promote Agriculture, Livestock, Fishing, and Aquaculture.” A Computable General Equilibrium Model (GCEM), which was programmed in the General Algebraic Modeling System (GAMS), was used to analyze changes in the local economy. The results suggest that fertilizer delivery has positive impacts on total income and consumption demand. Security policies reduce extortion, benefiting household income. Rising agricultural prices have mixed effects, they increase income but affect demand and trade surplus. In conclusion, it is essential to adapt policies to regional characteristics and consider local risks. Direct-income agricultural policies are more effective than productivity policies in raising household income.

KEY WORDS: Policy simulation, computable general equilibrium model, agricultural households, rural development, income optimization.

Introducción

Impulsar el desarrollo rural es un objetivo crucial en la agenda mundial; algunos de los principales objetivos de la Organización de las Naciones Unidas (UN) en su Agenda 2030 es generar las transformaciones necesarias para poner fin a la pobreza, mejorar los sistemas alimentarios, impulsar el trabajo y el crecimiento económico por medio de políticas agrícolas sostenibles (ONU, 2022). El diseño de políticas agrícolas sostenibles requiere evaluar los potenciales resultados de las políticas y sus consecuencias. De no hacerse así, se pueden omitir sinergias positivas dados los efectos negativos no deseados en la implementación de la política (Acosta & Cicowiez, 2021).

El crecimiento agrícola es esencial para la reducción de la pobreza y el establecimiento de políticas en apoyo a este sector ayuda a generar vínculos entre la producción y el consumo en la economía en general (Ravallion & Datt, 2002). Algunos de los desafíos a los que se enfrentan los productores agrícolas de zonas rurales son: los bajos niveles de productividad, el uso limitado de insumos por su elevado precio (por ejemplo, fertilizantes), el acceso limitado a las fuentes

de financiación y capital, la volatilidad en los precios de los alimentos, el inadecuado acceso a otros mercados, condiciones de riesgo para la salud y en algunos casos, la vulnerabilidad ante el crimen organizado (Louhichi *et al.*, 2020).

Los formuladores de políticas se enfrentan al problema de desconocer el efecto que tendrá una reforma de política económica en los hogares agrícolas. Estas reformas pretenden corregir alguna deficiencia observada en los mercados; pero es deseable que los gobiernos tengan un panorama sobre el efecto de dicha reforma sobre el bienestar social, el ingreso, la producción, el consumo o la migración. Por ello, es importante utilizar herramientas o modelos de la economía normativa que permitan cuantificar estos efectos sobre los hogares agrícolas; algunas herramientas pueden ser la econometría, los modelos de multiplicadores contables o los modelos de equilibrio general aplicado (en los que se encuentra el modelo de equilibrio general computable [CGEM]). Los hogares agrícolas son las familias establecidas en las zonas rurales marginadas con un ingreso compuesto por la producción agrícola y otros ingresos exógenos (Gómez, 2002; López *et al.*, 2013).

Actualmente en México, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) trabaja con políticas y programas encaminados a promover las actividades del campo por medio de acciones que coadyuven al logro de la autosuficiencia alimentaria de manera sostenible, a mejorar los ingresos de los hogares agrícolas priorizando a los pequeños y medianos productores. Para el año 2023 se encontraron activos cinco programas prioritarios: “Producción para el bienestar”, “Fertilizantes para el bienestar”, “Fomento a la agricultura, ganadería, pesca y acuicultura”, “Precios de garantía” y “Abasto rural” (SADER, 2023).

No obstante, en el contexto actual del agro mexicano existen diversos factores que intervienen en la economía rural; no solamente la presencia o ausencia del apoyo gubernamental se refleja en los ingresos agrícolas. Por otra parte, las extorsiones realizadas por el crimen organizado afectan los ingresos de los hogares agrícolas actuando como impuestos a los productores.

Berritella (2018) menciona que el crimen organizado opera en zonas rurales donde el gobierno no actúa eficientemente y no hace una buena distribución del gasto público para servicios públicos puros como lo es la seguridad, el gasto en educación y otros gastos sociales. En su estudio encuentra que una política de gasto en bienes públicos como la defensa y seguridad, además del apoyo en la educación tienen un efecto negativo en el crimen organizado, es decir, disminuye el crimen en la zona. El apoyo a la educación es beneficioso en dos vías: porque el capital humano se traduce en una mayor productividad e innovación y, porque es probable que la educación imponga valores de moralidad y legalidad que ejerzan un efecto positivo. Por tal motivo, resulta interesante simular políticas que abatan los efectos negativos del crimen organizado sobre los hogares agrícolas.

El objetivo de esta investigación es simular y cuantificar porcentualmente los efectos de la aplicación de políticas agrícolas y de seguridad en la Cofradía de San José, municipio de Tuxpan, Michoacán, bajo modelos de equilibrio general. A continuación se exponen los materiales y

métodos utilizados en la investigación; más adelante se presentan los resultados y discusión de las simulaciones de política realizadas, para finalizar con las conclusiones más sobresalientes del estudio.

Material y Métodos

Ubicación del área de estudio, base de datos y flujo de trabajo

La simulación y análisis de la aplicación de políticas agropecuarias y de seguridad se realizó en la comunidad de la Cofradía de San José, municipio de Tuxpan, Michoacán. La comunidad se encuentra a 2.2 km de la cabecera municipal y colinda con los municipios de Irimbo al norte, Zitácuaro al sur, Ciudad Hidalgo al oeste y Ocampo al este (INEGI, 2022). En la comunidad destaca la falta de diversificación de actividades productivas debido al déficit de trabajadores locales; a que los programas públicos de fomento al campo no se aplican y al abandono de actividades productivas derivado de las extorsiones realizadas por el crimen organizado, al hacerlas menos rentables para los productores. Por lo anterior, la comunidad es importante como objeto de estudio para realizar la simulación y análisis de estas políticas.

Los datos corresponden a una muestra aleatoria de 27 encuestas aplicadas en la Cofradía de San José, con las cuales Toledo *et al.* (2024) generaron la Matriz de Contabilidad Social Poblacional (PSAM) de la localidad para el ciclo productivo 2022. Por lo tanto, dicha PSAM fue utilizada como base de datos para la calibración de parámetros y modelación de las ecuaciones de equilibrio general en el trabajo.

Por definir, una PSAM es un registro contable que permite analizar las características de un sistema económico completo, incorpora el valor agregado de los factores de producción y presenta la forma en la que los propietarios de los factores destinan su ingreso para la adquisición de bienes y servicios, así como su transferencia a las actividades de producción. Además, permite conocer las diversas estructuras económicas de un pueblo al presentar los vínculos entre sus componentes y la relación de los hogares con otras instituciones (Yúnez-Naude & Taylor, 1999).

La Figura 1 muestra el flujo de trabajo requerido para el análisis de problemas económicos mediante Modelos de Equilibrio General Computable rural (GGEM rural). Se parte de un modelo teórico, el cual es una representación simplificada de una economía rural; a saber, de la Cofradía de San José. Este modelo utiliza los datos que proporciona la PSAM, que funciona como un sistema contable de equilibrio general. Al contar con la base de datos, el modelo teórico y disponer del sistema de ecuaciones, se procede a calibrar los parámetros desconocidos. Calibrar los parámetros del modelo significa fijar un valor en el que el sistema de ecuaciones reproduce la base de datos (PSAM) como una solución de equilibrio del modelo. Dicha solución representa el equilibrio base o benchmark equilibrium; por lo tanto, el año base (2022) se considera como la situación de equilibrio del modelo. Al contar con el equilibrio de referencia, el modelo se utiliza para la simulación de políticas a través de cambios en alguna de las variables del equilibrio inicial, programadas en el software: Sistema de Modelado Algebraico General (GAMS) (Gómez, 2002).

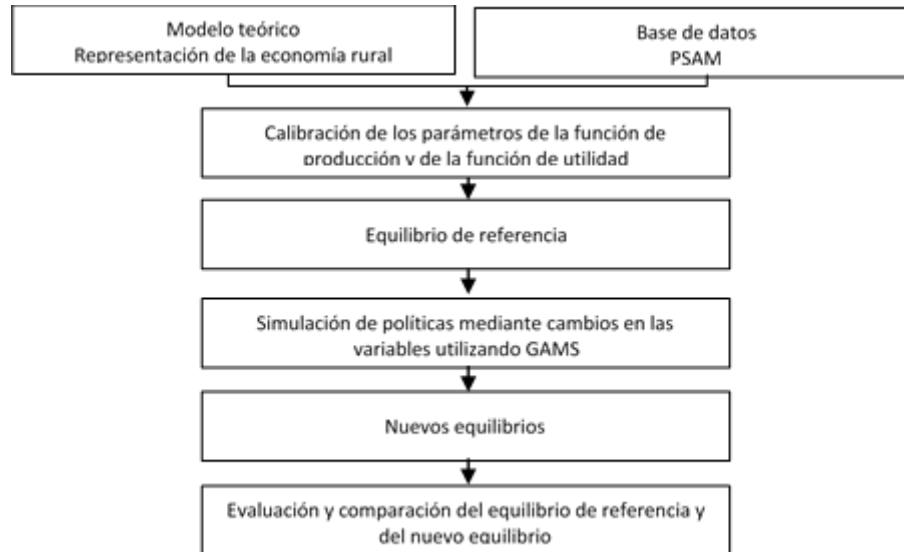


Figura 1. Flujo de trabajo de un modelo de equilibrio general computable rural.

Fuente: con base a Gómez (2002).

Calibración de parámetros de la función de producción

Para la calibración de los parámetros del modelo se utilizaron los datos contenidos en la PSAM. Siguiendo el modelo teórico de calibración de Cicowiez & Di Gresia (2004) se utilizó una función de producción de tipo Cobb-Douglas:

$$Q = \alpha L^{\beta_L} K^{\beta_K} \quad (1)$$

donde Q es la cantidad producida, L y K son los factores trabajo y capital, respectivamente, β_L y β_K son los parámetros de distribución que suman 1 y α es el parámetro de escala.

El problema de minimización de costos para obtener las demandas de L y K se describe como:

$$\min C = w_L L + w_K K \quad s.a.: Q = \alpha L^{\beta_L} K^{\beta_K} \quad (2)$$

donde C es el costo total, w_L y w_K son la remuneración al factor trabajo y al factor capital, respectivamente. Las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial l}{\partial l} = w_L - \lambda \alpha \beta_K K^{\beta_K-1} L^{\beta_L} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial l}{\partial l} = w_K - \lambda \alpha \beta_L K^{\beta_K} L^{\beta_L - 1} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial l}{\partial \lambda} = Q - a K^{\beta_K} L^{\beta_L} = 0 \quad (5)$$

Reordenando y asumiendo que $w_L = w_K = 1$ y que la función de producción tiene rendimientos constantes a escala ($\beta_L + \beta_K = 1$), entonces:

$$\beta_L = \frac{L}{K + L} \quad (6)$$

$$\beta_K = \frac{K}{K + L} \quad (7)$$

El parámetro de escala α se calibra al combinar la ecuación de la función de producción con los valores calibrados de β_L y β_K , de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{Q}{L^{\beta_L} K^{\beta_K}} \quad (8)$$

Calibración de parámetros para la función de utilidad

Conforme señalan López *et al.* (2013), una función de utilidad de tipo Cobb-Douglas es fácilmente calibrada y no requiere estimaciones fuera de los parámetros libres. El único parámetro desconocido es la proporción del gasto de cada bien consumido en relación con el gasto total; esta proporción es la inversión de la ecuación de demanda, que se calcula mediante:

$$\alpha_i = \frac{P_i C_i}{R} \quad (9)$$

donde α_i es la proporción del gasto de cada bien, P_i es el precio de una unidad de un bien en el año base, C_i es la cantidad consumida de un bien y R es el ingreso (gasto) total.

Modelo de Equilibrio General Computable Rural

El GGEM rural se compone por cinco bloques de ecuaciones que pueden ser consultadas en Taylor *et al.* (1999) y López *et al.* (2013). El primer bloque de ecuaciones corresponde a la producción de los hogares agrícolas, los cuales utilizan cuatro factores: trabajo familiar, trabajo asalariado, tierra y capital físico. La tecnología de producción de cada sector corresponde a una función de tipo Cobb-Douglas. Desde el punto de vista de la producción, los hogares agrícolas maximizan el ingreso por medio de bienes de consumo y ocio, dados los precios de mercado o los precios sombra de la producción, los factores de producción y los insumos intermedios.

En segundo bloque de ecuaciones se evalúan los ingresos de los hogares agrícolas. Los ingresos se componen de los ingresos salariales, del valor agregado del capital, de la tierra y del trabajo familiar de las actividades productivas de los hogares y de las remesas.

El tercer bloque de ecuaciones corresponde a los gastos de los hogares, que incluyen los gastos en bienes y servicios dentro de la comunidad, bienes y servicios importados, ocio, inversión en capital físico y humano, impuestos y transferencias entre hogares.

El cuarto bloque contiene un conjunto de ecuaciones de cierre de equilibrio general, aquí se incluyen las condiciones de equilibrio del mercado local, una balanza de ahorro-inversión y una ecuación de la balanza comercial del pueblo.

En el quinto bloque consta de ecuaciones de precios; los precios pueden ser fijos y determinados por los mercados fuera de la aldea si se trata de bienes comercializables, o pueden ser determinados por la interacción de la oferta y demanda del pueblo si se trata de bienes no comercializables. El precio de la tierra se considera endógeno, y es igual a su valor del producto marginal de las actividades productivas de los hogares.

Resultados y Discusión

Modelo teórico: Representación de la economía rural

La Cofradía de San José es una economía rural abierta con importantes vínculos con el exterior. Gran parte de la producción agrícola se vende fuera de la comunidad; además, la mano de obra del pueblo ha emigrado y se ha contratado en los mercados laborales de Estados Unidos. En cuanto a la producción local, es una economía rural con poca diversificación de actividades productivas. Los principales cultivos producidos por los hogares agrícolas son el aguacate, la guayaba, el durazno y el chayote. Si bien hay producción de origen animal (principalmente huevo), no hay producción animal, aun cuando es tradición la producción de carne de porcino en los alrededores.

La falta de diversificación de las actividades productivas responde a dos factores: al déficit de mano de obra en los mercados laborales locales debido a la contratación de la mano de obra en mercados laborales en el exterior; por otro lado, el actuar del crimen organizado en la comunidad ha orillado al abandono de actividades productivas, ya que, al exigir cuotas (extorsiones) sobre algunas actividades productivas, éstas dejan de ser rentables para los productores.

Los ingresos de los hogares en la comunidad se componen principalmente del trabajo familiar, del ingreso por remesas externas e internas, del ingreso derivado del valor agregado del capital y en menor medida de los ingresos por transferencias del gobierno.

Calibración de los parámetros de la producción

En el modelo teórico matemático de hogares agrícolas se busca maximizar la función objetivo que depende del consumo de bienes y ocio. La Tabla 1 presenta un resumen de las actividades productivas y los factores de producción utilizados en dichas actividades. Los factores de producción en el modelo son el trabajo y el capital. El capital es la suma del capital físico y la tierra, la que se supone como un factor fijo. El factor trabajo es la suma del trabajo familiar y el trabajo asalariado, que es un complemento de trabajo en las unidades de producción. Los bienes incluidos en el modelo se obtienen de la PSAM de la comunidad, los cuales son: bienes agrícolas (aguacate, guayaba, durazno, chayote y otros), bienes de origen animal (huevo), bienes mercadeados y para fines del modelo, el ocio.

Tabla 1. Actividades y factores productivos en la Cofradía de San José

| | | Actividades | | |
|----------|--------------------|-------------|----------------------------|----------------------|
| | | Agrícolas | Productos de origen animal | Comercio y servicios |
| Factores | Tierra | \$3,121,200 | - | - |
| | Capital | \$513,270 | \$113,610 | \$23,459 |
| | Trabajo asalariado | \$599,877 | - | \$1,252,348 |
| | Trabajo familiar | \$8,037,576 | \$149,824 | \$874,682 |

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la PSAM de Toledo *et al.* (2024)

La Tabla 2 muestra la agrupación de los bienes y los factores productivos, el valor agregado es la sumatoria del valor del capital y de la tierra para los bienes agrícolas y la producción de origen animal. Éste se utilizó para obtener los parámetros de trabajo y capital conforme a las ecuaciones (6) y (7). Como se puede observar en la Tabla 3, al igual que en diversas comunidades rurales de Sonora (Méndez-Barrón, 2016) y Chihuahua (López *et al.*, 2013), el factor trabajo es el mayor contribuyente al valor agregado de las actividades productivas en una economía rural. El supuesto de que la forma funcional de la producción tiene rendimientos constantes a escala se cumple, toda vez que la restricción $\beta_L + \beta_K = 1$ se cumple para las actividades productivas del modelo.

Tabla 2. Agrupación de bienes y factores

| | Bienes | |
|----------------|--------------|----------------------------|
| | Agricultura | Productos de origen animal |
| Trabajo (L) | \$8,637,453 | \$149,824 |
| Capital (K) | \$3,634,470 | \$113,610 |
| Valor agregado | \$12,271,923 | \$263,434 |

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la PSAM de Toledo *et al.* (2024)

Tabla 3. Parámetros calibrados

| | Bienes | |
|-------------|-------------|----------------------------|
| | Agricultura | Productos de origen animal |
| Trabajo (L) | 0.70 | 0.57 |
| Capital (K) | 0.30 | 0.43 |

Fuente: Elaboración propia

Calibración del parámetro de escala conforme a la ecuación (8):

Bienes de la agricultura:

$$\alpha = \frac{Q}{L^{\beta_L} K^{\beta_K}} = \frac{12,271,923}{8,637,453^{0.70} 12,271,923^{0.30}} = 1.84$$

Bienes de origen animal:

$$\alpha = \frac{Q}{L^{\beta_L} K^{\beta_K}} = \frac{263,434}{149,824^{0.57} 113,610^{0.43}} = 1.98$$

Calibración de las proporciones del gasto

La proporción del gasto de cada bien consumido en relación con el gasto total se obtuvo con la ecuación (9), los gastos expresados en la Tabla 4 representan las erogaciones de los hogares para llevar a cabo las actividades productivas y en la adquisición de bienes y servicios. El trabajo familiar es considerado un gasto puesto que se le ha atribuido un pago. En la Tabla 5 se presentan las proporciones del gasto, como se puede observar y es de esperarse, el mayor gasto de los hogares es efectuado por el pago al trabajo familiar, seguido del gasto en bienes mercadeados.

Tabla 4. Clasificación de los gastos realizados por los hogares

| Actividades | Agrícolas | Total (\$) |
|-------------|----------------------------|------------|
| | | 1,535,541 |
| | Productos de origen animal | 263,434 |
| | Comercio | 7,562,952 |
| | Trabajo familiar | 9,062,081 |
| | Suma | 18,424,007 |

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la PSAM de (Toledo et al., 2024)

Tabla 5. Parámetros de las proporciones del gasto

| | Gasto de los hogares (\$) | Parámetro estimado |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Agrícolas | 1,535,541 | 0.08 |
| Productos de origen animal | 263,434 | 0.01 |
| Bienes mercadeados | 7,562,952 | 0.41 |
| Trabajo familiar | 9,062,081 | 0.49 |
| Suma | 18,424,007 | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia

Simulación de políticas

Se realizaron experimentos de política para tres escenarios: el primero es la aplicación del programa “Fertilizantes para el bienestar”, mediante el cual se hace entrega de fertilizantes a los pequeños productores de aguacate en la comunidad. El segundo es la aplicación de un programa a cargo del Consejo Estatal de Seguridad Pública de Michoacán: el programa de respaldo a los municipios “Fondo de Fortalecimiento para la Paz (Fortapaz)”, que tiene como finalidad disminuir los índices delictivos y con ello disminuir las extorsiones realizadas a los productores de aguacate en la región. El tercero es el aumento del 7.5 % en el precio de los bienes agrícolas por medio de políticas complementarias como la de “Fomento a la agricultura” o “Producción para el bienestar”.

Estos experimentos se ejecutaron bajo dos escenarios de mercado: en el primer experimento se considera a los mercados como perfectos o neoclásicos, los hogares participan en los mercados formales y los precios se fijan libremente fuera de la localidad, a través de la competencia. El segundo escenario supone que los hogares no participan en los mercados formales, esto es, porque su producción es utilizada en mayor proporción para el autoconsumo. Este escenario ayudó a evaluar el comportamiento de los hogares en el supuesto de no participar en los mercados agrícolas (los hogares de la Cofradía de San José no se encuentran en esta situación, pero la evaluación de este escenario resulta útil para economías rurales con producción agrícola para el autoconsumo).

Aplicación del programa “Fertilizantes para el bienestar”

De acuerdo con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2022), los costos variables de la producción de aguacate en Michoacán representan el 51 % de los costos totales en los sistemas de temporal y el 61 % en los sistemas de riego; dentro de los costos variables, el costo de fertilización y el costo de protección sanitaria son los principales rubros.

De acuerdo con la SADER (2022), el llamado “oro verde”, es decir, el aguacate, es un cultivo fundamental para la agricultura mexicana que llega a los hogares nacionales e internacionales

gracias al cuidado y producción de micro, pequeños y medianos productores. Convirtiendo al aguacate en un cultivo apto para que los productores reciban el apoyo del programa “Fertilizantes para el bienestar”; puesto que este es un programa de atención nacional aplicable para cultivos prioritarios como el maíz, frijol, arroz y a cultivos de alto impacto social y económico de una región (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2023).

La simulación se realizó mediante el aumento de una cantidad monetaria equivalente al valor de los fertilizantes en el ingreso neto (esto es, por la reducción del costo total) de los hogares por el programa en cuestión. Dado que el aguacate es el principal cultivo en la comunidad, la simulación funciona adecuadamente para conocer los efectos en porcentaje de los ingresos de los hogares en la región.

La Tabla 6 muestra los resultados del primer experimento; aquí se puede observar que bajo el supuesto de los mercados perfectos, el ingreso total de los hogares presenta un aumento del 3.91 %. Los productos demandados por el mercado aumentaron en la misma proporción como un efecto del aumento del ingreso. El excedente comercializado de los productos agrícolas y de los productos de origen animal aumentaron en mayor proporción con un 4.90 % y un 6.42 %, respectivamente. El programa de “Fertilizantes para el bienestar” ayuda a los productores a hacer frente a la problemática de los precios volátiles de los fertilizantes en los últimos años; al recibir este apoyo, los productores disminuyen sus costos variables y es una oportunidad para que hagan frente a los problemas de escasez de capital para invertir en su producción.

En cuanto a la mano de obra, los productores encuentran más atractivo seguir trabajando en su propia unidad de producción en lugar de trabajar por un salario en mercados laborales dentro o fuera de la comunidad. Lo anterior se refleja de forma análoga en la mano de obra contratada; puesto que la mano de obra familiar no abandona sus actividades y no requiere una cantidad mayor de jornales, la mano de obra contratada disminuye.

Bajo el supuesto en el que los hogares no participen en el mercado agrícola, el precio de los bienes se decide en la comunidad y es determinado como un precio sombra (López *et al.*, 2013). El comportamiento del ingreso y de los bienes demandados por el mercado es muy similar al escenario de los mercados perfectos; el ingreso total de los hogares es ligeramente mayor, con un 3.96 %. Es natural que los bienes de la agricultura no aumenten en la misma cuantía (solo un 1.27 %), puesto que en este escenario son bienes de autoconsumo. Por tal motivo, al aumentar la producción agrícola y satisfacer las necesidades de autoconsumo, aumenta el excedente comercializado para este tipo de bienes (6.49 %). El efecto de la disminución porcentual en la mano de obra se explica de la misma manera que en los mercados perfectos y es ligeramente mayor en este supuesto.

Tabla 6. Cambio porcentual por la entrega de fertilizantes

| Variable resultado | Escenario de mercado | |
|------------------------------------|--|---|
| | A Mercados perfectos neoclásicos | B Sin participación de los hogares en el mercado de básicos |
| Ingreso del hogar | 3.91 | 3.96 |
| Demanda de consumo | | |
| Agricultura | 3.91 | 1.27 |
| Productos de origen animal | 3.91 | 3.96 |
| Mercadeado | 3.91 | 3.96 |
| Ocio | 3.91 | 3.96 |
| Excedente comercializado | | |
| Agricultura | 4.9 | 6.49 |
| Productos de origen animal | 6.42 | 3.96 |
| Oferta de mano de obra familiar | -4.22 | -4.26 |
| Mano de obra contratada | -4.34 | -4.63 |

Fuente: Elaboración propia con base en la salida del software GAMS

Programa de seguridad para disminuir las extorsiones

Gaspar (2023) expone que a nivel nacional el delito de extorsión fue el tercero más frecuente durante 2022, detrás del delito de fraude y de robo o asalto en la calle o transporte público. Parte del problema con este delito es la “cifra negra”, es decir, el total de delitos ocurridos que no se investigaron. En el caso de la extorsión, la cifra negra fue la más alta en 2022, con un 97.4 % del total de delitos no investigados.

Las extorsiones representan un problema para los productores de aguacate y otros cultivos en el estado de Michoacán, orillándolos al abandono de sus actividades productivas. La Coordinación General de Comunicación Social (CGCS, 2023) dio a conocer el avance de la reforma antiextorsión realizada en el Michoacán. Destacaron el incremento de 221 % en la apertura de carpetas de investigación sobre el delito de extorsión y en la reforma elevan la pena por dicho delito de 15 a 25 años de prisión.

La aplicación de esta reforma, aunada al Fondo de Fortalecimiento para la Paz “Fortapaz”, mediante la coordinación del gobierno y las instancias de seguridad podrían disminuir los costos por delito de extorsión para los productores en la comunidad. En esta simulación se considera el supuesto de que la puesta en marcha de las reformas y programas de seguridad logren disminuir los costos por extorsión en un 15 %, lo que se ve reflejado directamente en el ingreso de los hogares de la comunidad.

Las políticas en pro de la disminución de las extorsiones tienen efectos positivos en el ingreso de los hogares (véase Tabla 7). Para el escenario de mercados perfectos el ingreso total de los hogares aumenta en 2.23 %; mientras que en el escenario donde los hogares no participan en el mercado agrícola el aumento es menor, en 0.18%. Esto se debe a que el crimen organizado afecta principalmente a los productores que participan en los mercados dentro y fuera de la comunidad; siendo los principales afectados los productores exportadores de aguacate. Sin embargo, la demanda de consumo de bienes agrícolas en los mercados sin básicos incrementa 5.00 %, esto debido a que al mejorar las condiciones de seguridad incrementa la confianza y la inversión en actividades de este tipo incluso en las familias que producen para autoconsumo.

Tabla 7. Cambio porcentual por la disminución de las extorsiones

| Variable resultado | Escenario de mercado | |
|---------------------------------|--|---|
| | A Mercados perfectos neoclásicos | B Sin participación de los hogares en el mercado de básicos |
| Ingreso del hogar | 2.23 | 0.18 |
| Demanda de consumo | | |
| Agricultura | 2.23 | 5.00 |
| Productos de origen animal | 2.23 | 0.18 |
| Mercadeado | 2.23 | 0.18 |
| Ocio | 2.23 | 0.18 |
| Excedente comercializado | | |
| Agricultura | 2.79 | 0.30 |
| Productos de origen animal | 3.65 | 0.18 |
| Oferta de mano de obra familiar | -2.40 | -0.19 |
| Mano de obra contratada | -2.47 | -1.15 |

Fuente: Elaboración propia con base en la salida del software GAMS

Las extorsiones tienen un impacto negativo en el flujo de la inversión privada en las regiones donde se realiza este crimen, además promueve el desplazamiento de la mano de obra a los mercados laborales extranjeros (Mukherjee *et al.*, 2021; Soto & Saramago, 2019). Por lo anterior, y como se puede observar en la Tabla 7, los excedentes comercializados aumentan en mayor proporción (2.79 %) en los mercados perfectos, siendo una respuesta directa por la confianza generada en los productores al disminuir el crimen de extorsión. En cuanto a la mano de obra, mejorar las condiciones de seguridad motiva a los productores a continuar trabajando en sus actividades productivas tanto en las economías rurales con mercados perfectos, como en aquellas donde la producción es primordialmente de autoconsumo. Además, el mejorar las condiciones de seguridad puede disminuir la migración en las comunidades rurales.

Incremento en el precio de los bienes agrícolas

La SADER y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) promueven un programa sectorial con un enfoque de innovación, productividad, sustentabilidad e inclusión para el campo y el sector rural en México. La estrategia programática sectorial pretende alcanzar tres objetivos: Lograr la autosuficiencia alimentaria, contribuir al bienestar de la población rural e incrementar las prácticas de producción sostenible frente a los riesgos agroclimáticos. Lo anterior mediante el aumento de la producción, la productividad y la inclusión de los productores aprovechando el potencial de los territorios y los mercados locales en las actividades agropecuarias, acuícolas y pesqueras, con un enfoque de sanidad e inocuidad (SHCP, 2023).

La simulación se realizó efectuando un incremento del 7.5 % en los precios de los bienes agrícolas. Este incremento estaría en función de la aplicación del Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura, con el que se pretende aumentar la productividad para la autosuficiencia alimentaria y la comercialización de los excedentes, a través del desarrollo de cadenas de valor regionales (DOF, 2022). Al mejorar la producción, la productividad, los sistemas de mercadeo, de aplicar prácticas sustentables y mejorar las condiciones de sanidad e inocuidad en sus productos, los productores pueden competir con los productos de los mercados internacionales y aumentar los precios de venta de su producción agrícola.

En la Tabla 8 se muestran los resultados para la simulación de ésta política. En ambos escenarios el ingreso total de los hogares presenta un ligero incremento, en la misma proporción (0.13 %). Lo mismo sucede con la mano de obra; en ambos casos los productores seguirán trabajando en su actividad productiva, la productividad puede mejorar por la aplicación de la política y no sería necesario la contratación de más jornales.

Tabla 8. Cambio porcentual por el aumento del precio en los bienes agrícolas

| Variable resultado | Escenario de mercado | |
|---------------------------------|--|---|
| | A Mercados perfectos neoclásicos | B Sin participación de los hogares en el mercado de básicos |
| Ingreso del hogar | 0.13 | 0.13 |
| Demanda de consumo | | |
| Agricultura | -6.85 | 3.69 |
| Productos de origen animal | 0.13 | 0.13 |
| Mercadeado | 0.13 | 0.13 |
| Ocio | 0.13 | 0.13 |
| Excedente comercializado | | |
| Agricultura | -13.20 | 0.22 |
| Productos de origen animal | 0.22 | 0.13 |
| Oferta de mano de obra familiar | -0.14 | -0.14 |
| Mano de obra contratada | -0.84 | -0.84 |

Fuente: Elaboración propia con base en la salida del software GAMS

En el escenario de mercados perfectos la demanda de consumo de productos agrícolas disminuyó (6.85 %) debido al alza de precios, así como el excedente comercializado (con una disminución de 13.20 %). Esto responde a que la mejor estrategia para competir en este tipo de mercados es por medio del precio. El aumento de precios que se supuso beneficiaría a los productores, provocó que disminuyeran sus ventas. A pesar de esto, este tipo de políticas puede tener mayores ventajas en comparación con una política de precios administrados; cuando se fijan los precios, la cantidad es la única variable que puede variar en el proceso de mercadeo y los impactos en el sistema se convierten en fluctuaciones de las cantidades, provocando escasez o excedentes de producción (FAO, 2004). Con un programa como el propuesto es posible mejorar las condiciones para el mercadeo, la productividad y la inclusión de los productores en los mercados externos. Por otra parte, en el caso de la ausencia de mercados agrícolas, la demanda de consumo incrementa en 3.69 %, al igual que el excedente comercializado (0.22 %). En una economía rural con agricultura de subsistencia (donde la producción es para autoconsumo), la demanda de consumo se mantendrá a pesar del precio de los bienes y existe un incentivo para comercializar el excedente de producción.

Finalmente, al evaluar las tres simulaciones de política, los resultados son congruentes con los obtenidos por López *et al.* (2013) y Echenique (2011), quienes encuentran que un incremento en el precio de venta de los bienes agrícolas no representa una mejora sustancial en el ingreso de los hogares. Por otra parte, las políticas compensatorias de transferencia directa (en efectivo o especie) tienen una mayor eficiencia en el logro de los objetivos que las políticas compensatorias de fomento productivo.

Las políticas compensatorias en relación con la agricultura son efectivas para mejorar las condiciones del mercado laboral en la comunidad, evitando la emigración rural. Este resultado es observable en las tres simulaciones y efectivo principalmente para el trabajo familiar. Al respecto, Fox & Haight (2010) al realizar un estudio econométrico encuentran que cuando la distribución de los fondos de un programa está desglosado a nivel de comunidad o municipal y se considera el impacto en los mercados locales de mano de obra, los programas ayudan a reducir la emigración.

Conclusiones

El programa de Fertilizantes para el Bienestar actúa como una política de ingresos directos entregada en especie; ayuda a los productores a disminuir sus costos variables y es eficiente para aumentar el ingreso de los hogares, la demanda de consumo y el excedente comercializado. En contraste con la política de Fomento, tratada aquí como política de productividad, se observa que no tiene un impacto significativo en el ingreso y causa distorsiones en el consumo. Por lo que se concluye que es más efectiva la aplicación de políticas de ingreso directo sobre las políticas de productividad. Sin embargo, no se debe descartar el efecto positivo que pueden tener las políticas de productividad, en especial cuando están dirigidas a toda la cadena de valor y promueven la incursión de los productores en los mercados locales, nacionales e internacionales.

Es importante comprender que no todas las zonas del país dependen de la misma base de cultivos y no se deben excluir productores con base en esto. Es adecuado encaminar las políticas para apoyar a los productores de cultivos prioritarios, pero es necesario contemplar los cultivos de alto impacto económico y social dependiendo de la región, puesto que los productores se enfrentan a riesgos como el agroclimático, la falta de capital para inversión, crimen organizado, entre otros.

Respecto a las políticas de seguridad, son políticas que actúan de manera indirecta, pero que tienen el potencial para ayudar a paliar los efectos negativos del crimen organizado sobre el ingreso de los hogares. La simulación demostró que un ligero decremento en las extorsiones representa un aumento directo del ingreso total de los hogares, por lo que se debe actuar para poner fin a estas actividades delictivas en pro de mantener el ingreso y la confianza de los hogares agrícolas como productores.

El GGEM rural, al permitir no linealidades en las funciones, ofrece una amplia ventaja respecto a otros modelos microeconómicos como el de multiplicadores contables. Pero se debe considerar que si bien la base teórica del GGEM rural es robusta, la base teórica estadística es limitada, al utilizar los datos contables de una PSAM de una economía rural en un ciclo de producción (generalmente un año) único. Una alternativa son los modelos macroeconómicos basados en la teoría estadística de los datos utilizados, como lo son los modelos de vectores autorregresivos (VAR). Además, la base estadística de la PSAM suele presentarse en conceptos agregados muy generales, por lo que la robustez de las simulaciones utilizando los GGEMR podría aumentar en medida que las cuentas se desagreguen.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, FATR, GBP, FPS; desarrollo de la metodología y validación experimental, FATR; análisis de resultados, FATR, GBP, FPS, MALS; Manejo de datos, FATR; escritura y preparación del manuscrito, FATR, MALS, AALS, FEVA; redacción, revisión y edición, MALS, AALS, FEVA.

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca otorgada a Federico Augusto Toledo Ruiz.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Acosta, A., & Cicowiez, M. (2021). Spill-overs and trade-offs for increasing livestock productivity (rs-762943). *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-762943/v1>
- Berrittella, M. (2018). Organized crime and public spending: A panel data analysis. *Economics of Governance*, 19(2), 119–140. <https://doi.org/10.1007/s10101-018-0206-3>
- Coordinación General de Comunicación Social [CGCS]. (2023). La extorsión ya no será un delito en la impunidad: Bedolla [La extorsión ya no será un delito en la impunidad: Bedolla]. Michoacán - Honestidad y trabajo. <https://www.michoacan.gob.mx/noticias/la-extorsion-ya-no-sera-un-delito-en-la-impunidad-bedolla/>
- Cicowiez, M., & Di Gresia, L. (2004). Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología (Trabajo Docente No. 7). Departamento de Economía. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de la Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/3542>
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2022). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura, para el ejercicio fiscal 2023. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5676235&fecha=30/12/2022#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2023). ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Fertilizantes para el ejercicio fiscal 2024. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5713230&fecha=29/12/2023#gsc.tab=0
- Echenique, J. (2011). Efectos de las políticas compensatorias sobre las familias rurales en América Latina (136; Serie Comercio y Crecimiento Inclusivo). LATN.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2004). Política de desarrollo agrícola: Conceptos y principios: CAFAP 2. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/es?details=fce83011-6556-%2f>
- Fox, J., & Haight, L. (2010). Subsidios para la desigualdad. Las políticas públicas del maíz en México a partir del libre comercio. (COMECOSO). Woodrow Wilson International Center for Scholars. <https://www.comecoso.com/problemas-nacionales/subsidios-para-la-desigualdad-las-politicas-publicas-del-maiz-en-mexico-partir-del-libre-comercio>
- Gaspar, N. (2023, diciembre 17). La Familia Michoacana somete a productores a extorsión, mal que se propaga en el país. SinEmbargo MX. <https://www.sinembargo.mx/17-12-2023/4444485>
- Gómez, A. (2002). Simulación de políticas económicas: Los modelos de equilibrio general aplicado. Papeles de trabajo del Instituto de Estudios Fiscales. Serie economía, 35, 1–28.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2022). México en Cifras (Localidades). Espacio y datos de México; Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=160980058#collapse-Resumen>

- López, M. A., Valdivia, R., Romo, J. L., & Cuevas, C. M. (2013). Análisis de economías rurales mediante el modelo de hogares agrícolas bajo un equilibrio general. *EconoQuantum*, 10(1), 91–113. <https://doi.org/10.18381/eq.v10i1.159>
- Louhichi, K., Tillie, P., Ricome, A., & Gomez y Paloma, S. (2020). Modelling farm-household livelihoods in developing economies: Insights from three country case studies using LSMS ISA data. European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/185665>
- Méndez-Barrón, R. (2016). Estructura económica y análisis de política en localidades rurales de Sonora. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3), 411–436. <https://www.revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/404>
- Mukherjee, V., Mukherjee, P., & Bose, S. (2021). Extortion, competition among states and private investment in a federation: Evidence from Indian manufacturing sector. *Economic Change and Restructuring*, 55(2), 973–1004. <https://doi.org/10.1007/s10644-021-09335-7>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2022). The Sustainable Development Goals Report 2022 (7). UN DESA. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>
- Ravallion, M., & Datt, G. (2002). Why has economic growth been more pro-poor in some states of India than others? *Journal of Development Economics*, 68(2), 381–400. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(02\)00018-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(02)00018-4)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2022). *Aguacate, versatilidad y sabor en un solo fruto*. http://www.gob.mx/agricultura/articulos/aguacate-versatilidad-y-sabor-en-un-solo-fruto?idiom=es&fbclid=IwAR3dRKxcZ2OvpKYXEKqwilD7FRD6_7AsTiaFxAuQY7I9fbXbP2xQiSMf96o
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2023). Programas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2023. <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/programas-de-la-secretaria-de-agricultura-y-desarrollo-rural-2023>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA]. (2022). Impacto económico potencial de *Xyleborus glabratus*—*Raffaelea lauricola* en el cultivo de aguacate, en el Estado de Michoacán. <https://dj.senasica.gob.mx/AnalisisSanitario/Secciones/3>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público [SHCP]. (2023). Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación 2022. Estrategia Programática. Ramo 08 Agricultura y Desarrollo Rural. https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/8uLX2rB7/PPEF2023/mo2h2PK/docs/08/r08_ep.pdf
- Soto, F., & Saramago, A. (2019). Migración y desarrollo rural en América Latina y el Caribe: 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe - Documento No 26. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca5107es>
- Taylor, J. E., Yúnez-Naude, A., & Hampton, S. (1999). Agricultural Policy Reforms and Village Economies: A Computable General-Equilibrium Analysis from Mexico. *Journal of Policy Modeling*, 21(4), 453–480. [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(97\)00069-0](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(97)00069-0)
- Toledo, F., Barrios, G. B., Pérez-Soto, F., López, M. A., & López, A. A. (2024). Análisis del ejercicio de las instituciones, extorsiones y vínculos exteriores sobre la estructura productiva de una economía rural. *Revista Bio Ciencias*, e1582. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1582>
- Yúnez-Naude, A., & Taylor, J. E. (1999). Manual para la elaboración de matrices de contabilidad social con base en encuestas socioeconómicas aplicadas a pequeñas poblaciones rurales. El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos.