

## Gastos defensivos la cara oculta de la competitividad de la zarzamora en Michoacán, México

### Defensive expenditures: the hidden face of blackberry competitiveness in Michoacán, Mexico

Carlos Francisco Ortiz-Paniagua<sup>1</sup> , Carlos Timoteo Cervantes-González<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Francisco J. Mújica S/N, CP. 58030 Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Egresado de la Maestría en Ciencias del Desarrollo Regional de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Francisco J. Mújica S/N, CP. 58030 Morelia, Michoacán, México.

\*Autor de correspondencia: [carlos.ortiz@umich.mx](mailto:carlos.ortiz@umich.mx)

#### Nota científica

Recibida: 24 de junio 2024

Aceptada: 18 de octubre 2024

**RESUMEN.** Michoacán es altamente competitivo en la producción de zarzamora, sin embargo, los trabajadores jornaleros y sus familias se exponen en no pocos casos, a agroquímicos y los empresarios no contemplan los gastos defensivos en salud de los jornaleros. El objetivo del presente fue estimar los gastos defensivos en salud, argumentando que se trata de costos ocultos atribuibles al uso de agroquímicos, que podrían eliminarse sin reducir la competitividad. El estudio se hizo en Los Reyes, Michoacán, México, se empleó valuación contingente y prueba de medias. Los resultados atribuyen los gastos defensivos al uso de agroquímicos y se estiman en 2.4 millones de pesos mensuales (USD \$ 126 012). Se concluye que hay disponibilidad por compensación y se relaciona con las variables: frecuencia de enfermar, el trabajo con agroquímicos, los ingresos y la cantidad de hijos. La investigación contribuye a comprender los daños por externalidades y propone medidas para su eliminación.

**Palabras clave:** Gastos defensivos, compensación económica, externalidades, economía ambiental.

**ABSTRACT.** Michoacan is a significant producer of blackberries, but there are concerns about the health implications for day laborers and their families due to agrochemical exposure. This study aims to calculate the hidden health-related costs incurred due to agrochemical use, which are often overlooked by businesses. The study was conducted in Los Reyes, Michoacan, Mexico, and utilized contingent valuation and means testing to estimate these defensive health expenses, which amount to approximately USD 126 012. The findings suggest that compensatory measures could be put in place, and the study identifies variables such as frequency of illness, exposure to agrochemicals, income, and number of children as critical factors. This research offers insights into the external costs associated with agrochemical use and proposes measures to address these issues.

**Keywords:** Defensive expenditures, economic compensation, externalities, environmental economics.

**Como citar:** Ortiz-Paniagua CF, Cervantes-González CT (2025) Gastos defensivos la cara oculta de la competitividad de la zarzamora en Michoacán, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(1): e3831. DOI: 10.19136/era.a12n1.3831.

## INTRODUCCIÓN

La competitividad de las empresas agrícolas, es el resultado de factores, como el conocimiento y habilidades, precios, sistemas de comunicación, relaciones contractuales, innovaciones e incentivos (Ergashev y Ravshanov 2021), hasta la influencia de factores económicos geográficos (Huo *et al.* 2020). Esta situación ha reconfigurado los sistemas productivos, enfocando la oferta hacia los mercados externos, buscando mayor rentabilidad en cultivos agrícolas exportables con creciente aceptación y limitando la oferta de las zonas con ventajas competitivas además que reducen el déficit en cuenta corriente en la balanza de alimentos (Singh *et al.* 2020).

Esta producción genera beneficios económicos, sin embargo, en ocasiones genera efectos colaterales o externalidades negativas debido a los daños ambientales. Estos impactos a menudo no se consideran de forma adecuada y las propias externalidades terminan por reducir la productividad agrícola (Badgley *et al.* 2007, Macháč *et al.* 2021). La cara oculta de la competitividad en presencia de externalidades suele ser a costa del bienestar de los afectados, como población y ecosistemas regionales. Es frecuente en el sector primario y en otros sectores (Alliot *et al.* 2022), como la producción de prendas de vestir (Wardhani y Nugraheni 2019), generación de energía eléctrica derivada de emisión de contaminantes Sox y Nox (Zyśk *et al.* 2021), mejoramiento de la calidad del agua (Soncco 2022) o calidad del aire (Diao *et al.* 2021). A escala global, en los mercados agrícolas se busca mejorar las ventajas competitivas, reducir costos y aumentar el rendimiento por hectárea (Keating *et al.* 2010). Ante ello, los productores agrícolas enfrentan varios desafíos para aumentar la producción, como: degradación creciente de calidad y cantidad de recursos (agua, suelo y aire), cambio climático; contaminación por agroquímicos, acceso a energía requerida en la producción y suministro de insumos (Cronin *et al.* 2018). En este sentido, las externalidades generan ineficiencia valorando incorrectamente los bienes ambientales sin contabilizar los impactos (Dechezlepretre y Sato 2017). Un ejemplo son los gastos defensivos por el uso de mascarillas en China que pueden reducir en 187 millones de dólares, si mejora la calidad del aire 10% de los días con alta contaminación (Junjie y Quan 2018). Por su parte, los agroquímicos generan externalidades por la exposición de los trabajadores ya sea de forma directa (exposición), incidentalmente (accidente) o indirecta (residuos en los alimentos y el medio ambiente) (Devi *et al.* 2022).

La creciente población mundial que supera los ocho mil ciento setenta millones de personas (WM 2024) y el aumento en la demanda, presionan la producción y se recurre a la aplicación de agroquímicos y pesticidas para mejorar el rendimiento agrícola (Majeed 2018), algunos de estos además de contaminar los alimentos, se dispersan en el ambiente causando efectos no deseados (Carvalho 2006, Tudi *et al.* 2022). Al respecto, se sabe que la fruticultura mexicana, ha mejorado en sus índices de competitividad empleando agroquímicos y pesticidas, no obstante, los rendimientos crecen paulativamente, pero cada vez a menor ritmo (Schwentenius y Sangerman-Jarquín 2014).

El uso de agroquímicos y pesticidas contaminantes se sigue intensificando en algunos cultivos, no obstante, existen alternativas poco difundidas, como la innovación en nano-agroquímicos (Singh *et al.* 2021). El uso intensivo de agroquímicos está ocasionando daños, en algunos casos

irreversibles, a los ecosistemas contaminando el agua, erosionando el suelo, ocasionando pérdida de biodiversidad y daños en la salud (Alengebawy *et al.* 2021, ONU-FAO 2002). Se estima que las aguas residuales agrícolas integradas al medio ambiente son aproximadamente 1 260 km<sup>3</sup> (Mateo-Sagasta *et al.* 2018). Entre los efectos que generan los agroquímicos, destacan intoxicaciones con plaguicidas que generan daños a la salud humana afectando diferentes órganos vitales, así como al sistema en su conjunto por ingestión, inhalación o absorción por la piel (Tudi *et al.* 2022, Devi *et al.* 2022). Para el año 2016 se registraron 77 879 muertes no intencionales, para estos casos se debe aplicar el Convenio de Estocolmo y de Rotterdam sobre contaminantes orgánicos persistentes y sobre el procedimiento aplicable para algunos plaguicidas y productos químicos (OMS 2018). El uso de agroquímicos genera externalidades negativas, que se traducen en costos que debe pagar la sociedad por la contaminación. Estos costos/gastos defensivos disminuyen el nivel y calidad de vida de los afectados por la externalidad (Azqueta *et al.* 2007).

En Michoacán en 2022 se cultivaron 8 mil 978 hectáreas de zarzamora que dan empleo a más de 161 mil personas (directa e indirectamente), siendo el municipio de Los Reyes el líder en superficie cultivada con 3 mil 64 hectáreas sembradas, produciendo más de 86.4 mil toneladas de la frutilla, seguido por el municipio de Peribán con más de 1.5 mil hectáreas y produce 42.9 mil toneladas (SIAP 2024). La zarzamora es un producto exitoso y con demanda creciente, no obstante, la producción ocasiona externalidades por contaminación de agroquímicos que impactan de forma negativa en el ecosistema y la salud de la población. En este mismo estado se reportaron 5% de las intoxicaciones por agroquímicos en México y se atendieron 500 llamadas en el 2022, que presentaron síntomas de intoxicación por plaguicida (dolor intenso de cabeza, vómitos, mareos y dificultad para respirar) (SSM 2022). La zona agrícola más importante de Michoacán en el cultivo de berries, desde la década de los ochenta reporta intoxicaciones fatales y deterioro de los suelos como consecuencia del uso de agroquímicos y pesticidas (Sefoó 1989, Macías y Sevilla 2021, Tudi *et al.* 2022).

Considerando la hipótesis de que los jornaleros expuestos a los agroquímicos tienen más probabilidad de enfermar e incurrir en gastos defensivos. La probabilidad de recibir compensación por motivo de la externalidad depende de la edad, la frecuencia de enfermar, tener hijos, contar con familiares expuestos a los agroquímicos, contar con ingresos adicionales y haber experimentado malestar a causa de la exposición a agroquímicos. Debido a lo anterior el objetivo del presente trabajo es proponer un monto de compensación de gastos defensivos en salud para los jornaleros.

Desde la perspectiva teórica, las externalidades se manifiestan como gastos defensivos para los jornaleros que se exponen a los efectos de la contaminación, esto origina cambios en las preferencias y en la elección, impactando de forma negativa en la función de bienestar de los jornaleros. A la vez que para las empresas agrícolas son costos ocultos, sin efecto aparente en la función de producción y la productividad (Graaff 1967, Humphrey *et al.* 2024), lo que pareciera otorgar una ventaja en costos y en precios más competitivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área del estudio

El municipio de Los Reyes, se ubica en el estado de Michoacán, México (Figura 1) a una altitud media de 1 300 metros sobre el nivel del mar y una superficie de 482.35 km<sup>2</sup> (INEGI 2009). Cuenta con 55 localidades y una población de 78 935 habitantes (INEGI 2020). Las personas ocupadas son 52.3% de las cuales 42% lo hace en el sector primario. El 42% de los habitantes viven en condición de pobreza y 37.8% son personas vulnerables por carencia social y 7% de la población son pobres extremos (CONEVAL 2020).

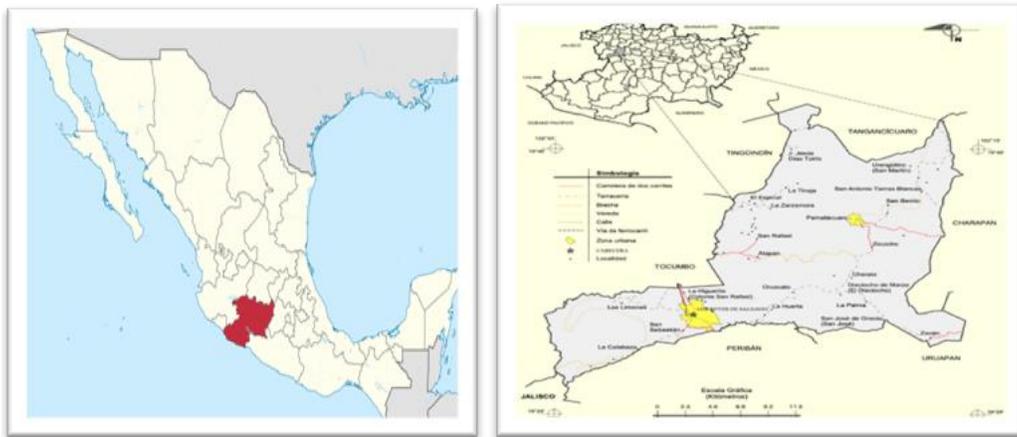


Figura 1. Ubicación, localidades e infraestructura, municipio Los Reyes, Michoacán (INEGI 2009).

La agricultura predominante del municipio son los cultivos de zarzamora, maíz, caña, aguacate, agave tequilero, calabacita, ciruela, durazno, frijol, guayaba, limón, naranja, pepino, pera, sorgo grano, tomate verde. La zarzamora la primera participa con 41.4% del valor de la producción de Michoacán, seguido de los municipios: Peribán (20%) y Tocumbo con (12.7%). Michoacán aporta 12% del valor de producción nacional; seguido de Jalisco con 11% y de Sinaloa con 10%, el principal destino del fruto es los Estados Unidos (SIAP 2024).

### La valuación contingente

El Método de Valuación Contingente (MVC) puede ser directo o hipotético, para obtener información que proporcionan las personas cuando se les pregunta sobre los valores del objeto de estudio. Se diseñó el instrumento y la estrategia metodológica para el levantamiento de la información se fundamentó en Azqueta *et al.* (2007), Labandeira *et al.* (2007). Para la obtención de la información en campo y su posterior procesamiento el procedimiento se integró de las siguientes etapas: 1) definición del bien objeto de estudio, la salud; 2) población de estudio; 3) tipo de encuesta; 4) selección de información; 5) diseño del cuestionario y formato; 6) validación mediante prueba piloto; 7) levantamiento de la muestra; 8) captura y procesamiento de la información y 9) análisis de datos: descriptivo, inferencial y modelos probit. El MVC, formula un mercado hipotético, en el

que los individuos declaran a partir de una encuesta su valoración, respecto del escenario propuesto, las respuestas buscan encontrar el valor monetario por dicha propuesta (Labandeira *et al.* 2007). Se usa para diversos propósitos desde valorar para fomentar la conservación de ecosistemas (Jin *et al.* 2019) o mejorar su aprovechamiento, tanto en áreas naturales protegidas con afluencia turística (Robles *et al.* 2016) como para propuestas para turismo sostenible (Halkos *et al.* 2020, Melo-Guerrero *et al.* 2022).

Una controversia, común es la medición entre los planteamientos de la disponibilidad a pagar (DAP) o la disponibilidad a recibir compensación (DAC). Es decir, la diferencia entre medir la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien (o evitar un daño/afectación por no recibir el beneficio que proporciona dicho bien o servicio) y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesta a aceptar en compensación por dejar de consumir el bien (o aceptar el daño/afectación o pérdida de bienestar) (Azqueta *et al.* 2007, Labandeira *et al.* 2007). Los sesgos que genera este método son: a) comportamiento oportunista; b) derecho de propiedad sobre el bien y/o servicio a valorar; c) percepción incorrecta del contexto; y, d) la complacencia de los entrevistados con los evaluadores (Riera 1994). Si bien, no se evitan los sesgos, si se disminuyen calibrando el cuestionario.

El MVC de bienes y/o servicios propone un mercado hipotético que de manera simulada encuentre la variación compensatoria (VC) o la variación equivalente (VE). La VC es el cambio en la cantidad, pero no en la utilidad, en tanto para la VE se contemplan cambios potenciales de la situación inicial a una nueva condición, como cambio en el nivel de utilidad, pero no en la cantidad de un bien. Este aspecto es contemplado por el concepto hicksiano de variación en el bienestar que plantea una equivalencia entre DAP y DAC que, ante una variación en la expectativa del costo de oportunidad, puede cambiar la equivalencia de DAC/DAP y VE/VE (Zhao y King 2004). Ambas variaciones se expresan en unidades monetarias, la diferencia entre estas radica en si se asume el cambio en la disponibilidad (bien público, servicio ambiental o externalidad) implica un cambio en el nivel de bienestar por la provisión del bien, o es un cambio potencial. La medición de la DAC mide la cantidad monetaria que estaría compensando a un individuo o grupo (familia) para alcanzar un nivel de bienestar equivalente al que se tenía antes del cambio en la calidad ambiental, ocasionado por alguna externalidad como la contaminación (Azqueta *et al.* 2007).

En este sentido, el modelo en términos de distribución de probabilidades desde cada término aleatorio  $\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni}$  que sea menor a la cantidad observada  $V_{ni} - V_{nj}$ , se expresa en una función de distribución acumulada, o función de densidad  $f(\varepsilon_n)$ , por lo que la probabilidad se puede calcular como:

$$P_{ni} = Prob(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \forall j \neq i) = \int_{\varepsilon} IP_{ni} = Prob(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \forall j \neq i) f(\varepsilon_n) d\varepsilon_n$$

Para un modelo probit de elección discreta, se propone la explicación de los efectos de las  $x_j$  sobre la probabilidad de respuesta  $P(y = 1|x)$ . La dirección del efecto de  $x_j$  sobre  $E(y * |x) = \beta + x\beta$  y sobre  $E(y|x) = P(y = 1|x) = G(\beta_0 + x\beta)$  supone siempre la una utilidad igual. Pero dado que la variable latente sobre  $y$  rara vez tiene una unidad de medición definida,  $y^*$  se puede entender como

la diferencia en el nivel de utilidad. De manera que, las magnitudes de cada  $\beta_j$  no son, especialmente útiles (en contraste con el modelo de probabilidad lineal). Para la mayoría de los propósitos, se quiere estimar el efecto de  $x_j$  sobre la probabilidad de éxito  $P(y = 1|x)$ , pero esto se complica por la naturaleza no lineal de  $G(\cdot)$  (Wooldridge 2010).

En los modelos probit se presenta como principal tarea la interpretación de los resultados, (coeficientes y signos) con efectos parciales de cada  $x_j$  sobre la probabilidad de respuesta en “y”, que puedan arrojar significancia estadística de  $x_j$  a un nivel de significancia aceptable (Wooldridge 2010). La aplicación empleada fue GNU Regression, Econometric and Time-series Library de Gretl.

### Diseño del cuestionario

El cuestionario se dividió en tres secciones, la primera para obtener información relacionada con la contaminación, los agroquímicos y se familiariza al entrevistado con la problemática. En la segunda se presenta el mercado hipotético, la modificación y adecuación al objeto de estudio y, el mecanismo de financiamiento propuesto. En tanto que en la tercera parte se aprecian las características socioeconómicas. El cuestionario se aplicó mediante entrevistas personales, con preguntas en formato binario (SI, NO) y otras en escala Likert (1 a 5). En la segunda parte, la pregunta fue de subasta, cuanto estarían dispuestos a recibir (DAC), y una pregunta abierta para que pudiera expresar lo que ellos estimaban conveniente. El tamaño de la muestra (n) incluye el número de elementos necesarios para minimizar el error de muestreo. Se empleó muestreo no probabilístico, de juicio y bola de nieve (Elorza 2008), debido a las condiciones existentes en el territorio para levantar la información. El tamaño mínimo se estimó en 93 levantamientos, con un margen de error de 8% y nivel de confianza de 90%, para una muestra de 3 000 jornaleros (INEGI 2020) en los meses de marzo a junio de 2020.

### Diseño del cuestionario

El cuestionario se dividió en tres secciones, en la primera se establece información relacionada con la contaminación, los agroquímicos y se familiariza al entrevistado con la problemática. En la segunda se presenta el mercado hipotético, la modificación y adecuación al objeto de estudio y, el mecanismo de financiamiento propuesto. En tanto que en la tercera parte se aprecian las características socioeconómicas.

El cuestionario se aplicó mediante entrevistas personales, con preguntas en formato binario (SI, NO) y otras en escala Likert (1 a 5). En la segunda parte, la pregunta fue de subasta, cuanto estarían dispuestos a recibir (DAC), y una pregunta abierta para que pudiera expresar lo que ellos estimaban conveniente. El tamaño de la muestra (n) incluye el número de elementos necesarios para minimizar el error de muestreo. Se empleó muestreo no probabilístico, de juicio y bola de nieve (Elorza 2008), debido a las condiciones existentes en el territorio para levantar la información. El tamaño mínimo se estimó en 93 levantamientos, con un margen de error de 8% y nivel de confianza de 90%, para una muestra de 3 000 jornaleros (INEGI 2020) en los meses de marzo a junio de 2020.

Se aplicó un levantamiento para calibrar el cuestionario de 12 entrevistas, una vez que se mejoró el instrumento se procedió a obtener la información en campo. Se obtuvo una muestra de 114 cuestionarios, de los cuales se desecharon 10; quedando 104, distribuidos por localidades, de la siguiente manera: 1) Santa Clara = 4; 2) San Sebastián = 8; 3) Peribán = 14; 4) Los Palillos = 15; 5) Los Limones = 20 y, 6) Los Reyes = 43, de una población aproximada de 3 000 trabajadores agrícolas, la cifra varía dependiendo de la temporada, en época de corte (octubre) pueden llegar a 7 000 jornaleros. Por hectárea se contrata entre 30 y 40 personas por día (Paleta 2014) para una superficie aproximada de cinco mil hectáreas sembrada de zarzamora.

### **Procesamiento de la información**

Se realizó media aritmética como medida de agregación para los indicadores y variables, empleadas como el Gasto Defensivo y la Disponibilidad a ser Compensado (DAC). En tanto que las variables exógenas fueron: ausencia laboral, ausencia laboral pagada, atención médica recibida, malestar por agroquímicos, edad hijos, ingresos adicionales, tiempo de residencia en la localidad, frecuencia de enfermedades y exposición o trabajo con agroquímicos.

El análisis de los determinantes de los gastos defensivos se realizó mediante un modelo Probit para explicar la probabilidad de incurrir en estos gastos por parte de los jornaleros debido a las prácticas agrícolas. Las variables independientes son: Ausen\_laboral = Ausencias laborales, Ausen\_laboral\_paga = Ausencias laborales pagadas, Atencion\_med\_recibida = Atención recibida en medicina ambulatoria, Agroquim\_malest = malestar por agroquímicos, y Edad = Edad las personas.

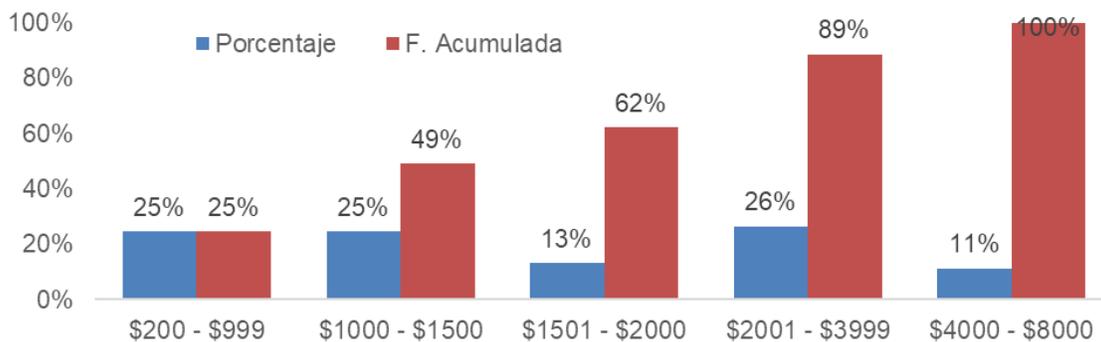
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis descriptivo**

El 73% de la muestra, indica que la contaminación es un tema de importancia, en el mismo sentido 60% considera que es mucha; 40% afirma que el agua es el recurso más contaminado, seguido del suelo con 29%. De los entrevistados 85% manifestaron ser conscientes que la contaminación del agua es ocasionada por agroquímicos. El 64% de la muestra se dedican solo a la agricultura, pero el 77% afirmaron que algún familiar o ellos se dedican a trabajar con agroquímicos o pesticidas y 43% confirmaron haber enfermado por causa de agroquímicos. Se aprecia que la contaminación se encuentra presente en una proporción importante con algunas de las consecuencias. El 16% de los entrevistados afirmó haber enfermado con mucha frecuencia (más de tres veces al mes), 17% de manera regular (entre una y tres veces al mes) y que enferman con poca frecuencia (menos de una vez al mes) el 38%. De quienes se dedican solamente al cultivo de zarzamora, 26% enferma con mucha frecuencia, 18% de manera regular y 36% con poca frecuencia. Se aprecia una diferencia de 10 puntos porcentuales, de la mayor frecuencia, con quienes se dedican a otros cultivos. Si bien, no se puede afirmar que todas las veces que enferman tengan relación con la actividad productiva, se

nota una propensión a enfermar. En los casos de enfermedad por contaminación, se ha observado que no hay una relación lineal entre los niveles de contaminación, los efectos en la proporción de población afectada, ni en la salud, sino que se trata de eventos no lineales (Junjie y Quan 2018). De manera que la exposición y el uso de agroquímicos constituye una amenaza creciente, que requiere atención y puede reducir notoriamente con el uso del equipo adecuado. El 78% de los entrevistados considera que su ingreso no le alcanza para cubrir gastos por enfermedad, 47% no cuenta con IMSS o ISSSTE. En relación al nivel máximo de estudio, 50% concluyó la primaria, 30% secundaria, 13% tiene estudios de nivel medio superior y el 7.5% tiene educación universitaria. Estos resultados muestran la realidad que enfrenta el sector agrícola en términos de contrataciones, principalmente de manera informal, con poco acceso a servicios públicos como salud o educación.

En cuanto al ingreso familiar mensual, 37.5% perciben entre \$5 000 y \$7 000; 33.7% entre \$3 000 y \$5 000 y 24% perciben más de \$7 000, 4.8% no contestaron a la pregunta y 56% de los encuestados reciben un ingreso adicional a la agricultura. El 51% reportó gastos en salud en los últimos tres meses, para 49% el gasto osciló entre \$200 y \$1 500 y 11% reportaron haber gastado entre \$ 4 000 y \$ 8 000 pesos (Figura 2) con media de \$ 2 075. Mientras que según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2022, reportó un promedio de 41 860 pesos (INEGI 2023), que se aprecia es una situación alejada de esta cifra para los jornaleros, al menos para quienes solo se emplean en la actividad.



**Figura 2.** Distribución de frecuencias relativas por rango de los gastos en salud.

### Gastos defensivos, costos ocultos y compensación.

Algunos estudios muestran que la exposición a los agroquímico y pesticidas se asocian con efectos congénitos a la salud, cáncer y trastornos neurológicos, ya sea por exposición directa, no intencional, indirecta o la ocupación (Devi *et al.* 2022, Nicolopoulou-Stamati *et al.* 2016, UNEP 2021). Al mismo tiempo, también se hace conciencia de las externalidades, producto de la contaminación como un costo. En el caso de la contaminación del aire transfronteriza, en China, se consideran los riesgos a la salud y las pérdidas económicas. De manera que, en algunas provincias, se espera tanto el pago como la compensación de grandes cantidades a medida que el conocimiento se generaliza para aclarar las responsabilidades ambientales. De manera que la compensación o pago por deterioro ambiental causado por externalidades se está convirtiendo en un tema relevante en las agendas de política ambiental y se centra en los intereses de cada residente (Diao *et al.* 2021).

Los jornaleros que emplean agroquímicos y pesticidas en su labor, manifestaron tener gastos por enfermedades (Tabla 1). Donde se observa que hay una diferencia significativa entre el grupo que está más expuesto a agroquímicos y el grupo menos expuesto, de manera que quienes sí aceptan también son los que están más expuestos al empleo de agroquímicos. También se aprecia diferencia significativa entre quienes enferman con mucha frecuencia, quienes enferman con poca frecuencia y la exposición a los agroquímicos. Con lo que se puede atribuir la mayor frecuencia en enfermedades al mayor uso de agroquímicos, a la vez se puede inferir que quienes aceptan compensación también lo hacen por una mayor la exposición promedio a los agroquímicos.

**Tabla 1.** Prueba de medias para compensación y quienes enferman.

	Prueba "t" para compensación		Prueba "t" para quienes enferman	
	No aceptan	Aceptan	No emplea	Si emplea
Media empleo de agroquímicos	0.21428571	0.59210526	0.214285714	0.60526316
Varianza	0.17460317	0.24473684	0.174603175	0.24210526
Observaciones	28	76	28	76
Dif. hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	57		56	
Estadístico t	-3.8853448		-4.02803695	
P(T<=t) una cola	0.00013432		8.55527E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.67202889		1.672522303	
P(T<=t) dos colas	0.00026864		0.000171105	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00246546		2.003240719	

Nota: La variable de control es: empleo de agroquímicos (1 = SI; 0 = NO).

Si bien, se obtendría mayor precisión realizando pruebas farmacológicas y obteniendo muestras de química sanguínea para los jornaleros para demostrar si la enfermedad obedece a la exposición. Este procedimiento es más costoso, pero, aunque es una limitante la falta de precisión en la atribución a la frecuencia de enfermar en relación con la exposición a agroquímicos, se aprecia de forma estadística que la información colectada en campo obtuvo información que puede atribuir que la frecuencia de enfermar, obedece a la exposición a los agroquímicos.

### Gastos defensivos y sus determinantes

En la Tabla 2, se aprecia una distribución normal de los residuos, cumpliendo con un primer supuesto para la fiabilidad del análisis. Al revisar por variables, se aprecia que las ausencias laborales que influye de forma positiva con 0.72 en la probabilidad de incurrir en gastos defensivos. La ausencia laboral pagada, es elástica e incrementa en 1.4 veces la probabilidad del gasto en salud. De igual manera, la atención médica recibida aumenta la probabilidad de incurrir en gastos defensivos en 68% y, a medida que hay malestar atribuible a los agroquímicos se aprecia que aumenta la probabilidad de incurrir en gastos médicos defensivos en 95%.

**Tabla 2.** Determinantes de los Gastos Defensivos mediante modelo Probit.

Variable dependiente: Gasto defensivo	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p	Significancia ** = 95, y *** = 99
Cosnt	0.6083	0.5336	1.1400	0.2542	
Ausencia laboral	0.7224	0.3299	2.1900	0.0285	**
Ausencia_laboral_pagada	1.4556	0.6023	2.4170	0.0157	**
Atención medica recibida	0.6804	0.3210	2.9780	0.0029	**
Malestar por agroquímicos	0.9549	0.3207	2.9780	0.0029	***
Edad	-0.0453	0.0148	-3.062	0.0022	***

Casos correctamente predichos = 83 (79.8%).  $f(\beta x)$  en la media de las variables independientes = 0.493. Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado (5) = 46.8411 [0.0000]. Contraste de normalidad de los residuos. H. Nula [El error contiene distribución normal]. Estadístico de contraste: Chi-cuadrado (2) = 2.788891. Con valor  $p = 0.247968$

En cuanto a la edad hay una relación inversa (mayor edad menos gasto), lo que sugiere que a cada año más de edad se reduce la probabilidad de gastos defensivos en 4.5%. La explicación se puede ser porque a mayor edad habría más responsabilidad y más experiencia en el manejo de agroquímicos, lo que lleva a una reducción de los gastos defensivos. Al respecto los resultados son consistentes con la expectativa, una mayor edad sugiere menor exposición al riesgo, en el mismo sentido el pago por la ausencia laboral incentiva la actitud para atenderse con un médico, así como el malestar aumenta la probabilidad de buscar atención médica. Esto plantea una postura para exigir una compensación al percibir malestar como producto de una pérdida de calidad ambiental (Azqueta *et al.* 2007, Labandería *et al.* 2007).

En términos de variación compensada y equivalente, la DAC se simula mediante la situación hipotética sobre si estuviesen dispuestos/as a recibir un vale por gastos de compensación para enfermedades que puedan relacionarse a su actividad laboral, la respuesta fue binaria (SI o NO). Dado que 70% de los entrevistados participó en el mercado hipotético lo que ayudó a estimar el modelo binario con siete variables. El modelo sobre la Disposición a la Compensación (DAC) se aprecia en la Tabla 3, con una capacidad predictiva de 74%. Se muestra relación positiva que sugiere a mayor edad aumenta 3.5% la probabilidad de aceptar vale por gastos médicos. Semejante con otros estudios que emplean esta variable para conocer la compensación (Ramsey y Bergtold 2020).

De la misma manera, tener hijos aumenta 1.02 veces la probabilidad de exigir compensación por cada hijo, y tener familiares trabajando con agroquímicos incrementa la probabilidad aceptar la compensación en 0.80 veces. Contar con ingresos adicionales reduce la probabilidad de aceptar compensación en 0.74 y en caso de enfermar con poca frecuencia reduce 1.20 dicha probabilidad, de la misma manera que el tiempo en la localidad con valor de 0.0267.

La variable malestar a los agroquímicos no fue significativa, lo que sugiere que para la compensación no es una condición, sin embargo, el modelo en su conjunto no es significativo si se

deja fuera la variable, por lo que es consistente el resultado y que aparezca la variable, dado que se trata de una variable clave que interfiere en la interacción del modelo en su conjunto. No obstante, cabe la posibilidad de error de especificación de modelo que distorsione los resultados (Ramsey y Bergtold 2020), intuitivamente parece lógica la presencia de dicha variable.

**Tabla 3.** Modelo Probit para DAC (obtener compensación).

Variable dependiente: Disponibilidad a obtener compensación	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p	Significancia * = 90; ** = 95, *** = 99
Cosnt	0.2031	0.6695	0.3034	0.2542	
Edad	0.0340	0.0193	1.7580	0.0788	*
Hijos	1.0234	0.4647	2.2030	0.0276	**
Ingresos_adicionales	-0.7412	0.3021	-2.4530	0.0142	**
Tiempo en la localidad	-0.0267	0.0106	-2.5290	0.0114	**
Malestar_por_agroquimicos	-0.3593	0.3187	-1.1240	0.2609	
Familiar_expuesto_agroquimicos	0.8067	0.3882	2.0780	0.0377	**
Poca_frecuencia_de_enfermar	-1.1982	0.3237	-3.7020	0.0002	***

Casos correctamente predichos = 77 (74%);  $f(\beta \cdot x)$  en la media de las variables independientes = 0.495; Contraste de razón de verosimilitudes: Chi-cuadrado (5) = 30.7433 [0.0002]; Contraste de normalidad de los residuos. H. Nula [El error contiene distribución normal]; Estadístico de contraste: Chi-cuadrado (2) = 2.47545; con valor p = 0.2900043

Empleando un criterio análogo a como lo muestran los trabajos de Trueba y Ortiz-Paniagua (2024) con el fin de establecer puntos de partida o referencia aleatorios en la pregunta para obtener compensación y a raíz del conocimiento de los dos grupos se propuso lo siguiente: en el grupo 1) quienes aceptan una compensación mensual por gastos médicos entre \$200 y \$1 500 fueron el 49% de la muestra; grupo 2) el restante 51% manifestaron gastos médicos entre \$1 500 y \$8 000. El promedio general de ambos fue de \$2 075, con mediana de \$1 700 y desviación estándar de \$1 580. Los escenarios de compensación se muestran en la Tabla 4 para cada grupo, según se consideren 3 000 o 7 000 jornaleros agrícolas, dependiendo de la temporada de corte (que suele ser en octubre) pueden llegar hasta los 7 000 jornaleros producto de la migración, debido a que por hectárea contratan entre 30 y 40 personas por día (Paleta 2012). Estimando los gastos defensivos en 2.5 millones de pesos mensuales con tres mil jornaleros.

**Tabla 4.** Estimación de gastos defensivos en la producción de zarzamora

	Proporción de la muestra	Promedio de gastos	Jornaleros	Probabilidad de enfermarse	Gastos defensivos
Grupo 1	0.49	\$ 850	3 000	0.67	\$ 837 165.0
Grupo 2	0.51	\$ 3 303	3 000	0.33	\$ 1 667 684.7
					Gastos defensivos \$ 2 504 849.7

En un estudio en Francia reportan una estimación macroeconómica de costos (en euros): sociales, ambientales, sanitarios, regulatorios y de apoyo financiero atribuibles al uso de pesticidas sintéticos de 372 millones, 291.5 millones, 48.5 millones, respectivamente; además de 31.9 millones de regulación, y 0.4 millones del apoyo financiero público (Alliot *et al.* 2022). Lo cual indican la relevancia que cobran los costos por externalidades, por el uso de pesticidas. En otro estudio realizado en la ciudad de Juliaca (Perú) la disponibilidad a pagar para evitar un cambio en la calidad del agua que tenga efectos negativos en la salud asciende a 100 pesos mexicanos mensuales (S/. 19 soles), encontrando un beneficio económico por mejoramiento en la calidad del agua de 18.89 millones de pesos mexicanos (S/. 3 617 974) (Soncco 2022). Esta cifra supera 7.5 veces a la encontrada en este estudio en cuanto a gasto defensivo en salud como parte de la equivalencia compensatoria. Una de las mayores críticas a las propuestas de compensación, se enfocan en que ésta suele funcionar como permisos para contaminar, deteriorar y justificar la pérdida de calidad ambiental y de biodiversidad. Es por ello que existe una fuerte oposición a este tipo de mecanismos de protección o gestión ambiental (Nória 2013). Por lo que podría verse como el costo de una compensación para remediar o internalizar la externalidad. Pero se sugiere sopesar que anualmente este costo oculto representa entre el 1.8 y 4.4% del valor de la producción anual de zarzamora. Se puede apreciar que no aporta significativamente una ventaja competitiva para los empresarios, aunque este aspecto desprende otra línea de investigación para valorar el costo – beneficio de implementar medidas que apunten hacia las buenas prácticas. Por lo que se debe mejorar la competitividad sin detrimento del bienestar social y la salud de los trabajadores agrícolas de la zarzamora.

Si bien, la compensación económica no resuelve el problema, se trata de un punto de referencia para cuantificar de forma económica el daño ocasionado a la salud de los trabajadores agrícolas. Se trata más de un punto de referencia para la reflexión sobre el fenómeno y la gestión para mejorar la situación, debido a que es una constante en varias regiones agrícolas, que exportan cultivos aprovechando las ventajas comparativas del clima, pero también de las facilidades de la mano de obra (Magrath y Sanz 2020). A la vez que también refleja los costos que los productores no están pagando, tanto por descuido o relajar las normas de seguridad, como por omisión. No obstante, se trata de una falla de mercado que al no atenderse redistribuye los beneficios y costos en una reasignación injusta, pero muchos consumidores ya exigen que las condiciones locales de producción no perjudiquen los ecosistemas o la salud de las personas (Denvir *et al.* 2022).

En un estudio para 31 provincias de China se demostró que entre 2005 y 2020, los costos de oportunidad de reducción productiva de los agroquímicos son más elevados que otras alternativas que incrementan la producción. Lo que sugiere que China puede reducir el uso de agroquímicos reestructurando su política de apoyo a la agricultura, mediante subsidios directos para incentivar a los agricultores a usar menos agroquímicos (Zhou *et al.* 2024).

## Competitividad, externalidades y valoración económica

Los preceptos de la competitividad, si bien promueven el mejoramiento continuo, aún predomina el enfoque de costos y beneficios, incorporando poco a poco el cuidado ambiental, las certificaciones, la responsabilidad social y la inclusión (Turyakira *et al.* 2014). En este sentido, la incorporación de la valoración económica de externalidades aporta argumentos para realizar un balance. No obstante, la transmisión y ejecución de normas como: ISO 14001, ISO 36000, ISO 45001 e ISO 52000 se implementan de forma lenta en la cultura empresarial en México (Daruma 2016); a la vez que las certificaciones cambian la cultura y valores empresariales (Demir 2021).

La competitividad de la zarzamora no tendría un impacto significativo si se internalizan los gastos defensivos, o bien se tomarán medidas para mitigar los impactos en gastos de salud. En el presente estudio, el gasto defensivo estimado oscila entre 30 y 70 millones de pesos anuales, equivalente entre 1.8 y 4.4% del valor de la producción de zarzamora del municipio de Los Reyes en 2021, lo que apunta a condiciones factibles para corregir la externalidad. En contraste con los resultados del trabajo de Paulot y Jacob (2014), quienes reportan que eliminar las emisiones de NH<sub>3</sub> de la exportación de alimentos en Estados Unidos, mejoraría la calidad del aire, además de que la valoración del aumento de la mortalidad prematura asociada a la contaminación procedente de la exportación de alimentos asciende a 50% del valor bruto de las exportaciones, por lo que una reducción en emisiones de Nx y Sx atenuaría el impacto en salud en áreas aledañas densamente pobladas. En el caso de Francia los gastos defensivos por el uso de pesticidas ascienden a 10% del presupuesto del ministerio de agricultura equivalente a 372 millones de euros (Alliot *et al.* 2022).

En otro estudio, los gastos defensivos de la contaminación por arsénico en agua para dos distritos de la India, ocasiona que se pierdan entre 45 y 157 dólares por día laborable por enfermedad, alcanzando los cinco millones de dólares anuales (Thakur y Gupta 2019). De manera análoga a esta propuesta, el uso obligatorio de protecciones para los jornaleros, el tratamiento del agua de los arroyos que reciben los nutrientes y el uso de agroquímicos menos persistentes, podría atenuar el problema en Los Reyes, Michoacán. Si bien, el bienestar y la competitividad operan en sentido que ambos son fines en sí mismos (Ordóñez 2012). Ser competitivo conlleva innovaciones y comportamientos con valores más éticos, fundamentados en: a) ganancias e inversiones sostenidas; b) mejoras en salarios, ambiente laboral y nivel de vida para empleados; c) aportes en los beneficios a la localidad (Honeyman y Jana 2019), y d) mejora la innovación, la eficiencia y con ello la calidad ambiental al reducir el consumo de carbono de manera más eficiente que las medidas impositivas (Hongxia y Yang 2021). En síntesis, ambos elementos: competitividad y bienestar, debieran acompañarse, de lo contrario hay distorsiones de mercado (externalidades) que deterioran ambos elementos en el largo plazo. Por lo que, de acuerdo con los resultados obtenidos, la competitividad en la producción de zarzamora debe promover el bienestar; lo que implica forzosamente eliminar los gastos defensivos.

## Reducción de gastos defensivos y compensación

El mejoramiento de las medidas de seguridad y la sustitución del uso de agroquímicos, por biofertilizantes, bio-fábricas, composta y entomopatógenos, pueden disminuir los gastos defensivos y con ello los costos ocultos (Infante *et al.* 2013, Ortega *et al.* 2019). Esta situación tendría mejoras en la salud de los jornaleros, lo que probablemente se traduzca en mayor rendimiento por persona. Al respecto, la certificación exige el cuidado de los ecosistemas y el bienestar de la población empleada en esas actividades (Parker *et al.* 2019). En la producción de zarzamora se cubren solo las certificaciones mínimas para alcanzar el estándar de exportación, sin embargo, es responsabilidad de los mercados destino procurar cumplimiento de normativas de mayor alcance.

Los gastos defensivos se diferencian de los costos ocultos, en que los primeros se deben hacer porque no hay opción para quienes requieren proteger su salud (Antoci y Bartolini 2004). No obstante, los gastos defensivos se convierten en costos ocultos, cuando no se absorben por el agente principal (Paulot y Jacob 2014, Thakur y Gupta 2019), en este caso el empresario productor de zarzamora. Por lo que, proporcionan una ventaja competitiva en términos de los precios. Absorber estos costos y trasladarlos al consumidor final, es una opción que implica riesgos que por lo general no quieren correr los empresarios. Los gastos defensivos se convierten en parte del sistema de mercado a causa de las externalidades negativas, estas al incrementar han hecho que la sociedad incorpore cada vez más al mercado bienes o servicios que se consideraban como un regalo de la naturaleza, que ahora se sustituyen adquiriendo como productos en el mercado (Antoci *et al.* 2021). Cada vez, se vuelve más común que para laborar se incurre en gastos defensivos por externalidades, lo que causa re-distribución del ingreso. Por lo que es necesario re-pensar estas situaciones y resolver mediante leyes, educación y tomando conciencia de estos temas.

La región productora de zarzamora en Michoacán es altamente competitiva, pero no se toman en cuenta los costos ocultos producto de externalidades, que en algunos casos se convierten en gastos defensivos en salud. Se demostró la atribución de la externalidad. Se identificaron los factores que determinan los gastos defensivos (Ausencia laboral, Ausencia laboral pagada, atención médica recibida, Malestar por agroquímicos y Edad) y las variables que inciden en la disponibilidad a recibir una compensación (Edad, Hijos, Ingresos adicionales, Tiempo en la localidad, Familiar expuesto a agroquímicos, Poca frecuencia de enfermar). El gasto defensivo es equivalente a 120 dólares por persona afectada. Las implicaciones de este tipo de resultados trascienden el ámbito económico, para incorporar a la discusión características de la economía del mercado que prioriza y antepone los beneficios a la salud de los jornaleros en primer lugar y a quienes viven cerca o también son alcanzados por las externalidades de contaminación.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Consejo Nacional de Ciencias Humanidades y Tecnología por el apoyo económico para esta investigación.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

## LITERATURA CITADA

- Alengebawy A, Abdelkhalek ST, Qureshi SR, Wang MQ (2021) Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications. *Toxics* 9: 42. <https://doi.org/10.3390/toxics9030042>.
- Alliot C, McAdams-Marin D, Borniotto D, Baret PV (2022) The social costs of pesticide use in France. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6: 1027583. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1027583>.
- Antoci A, Bartolini S (2004) Negative externalities, defensive expenditures and labor supply in an evolutionary context. *Environment and Development Economics* 9: 591-612. <https://doi.org/10.1017/S1355770X0401524>.
- Antoci A, Borghesi S, Galeotti M, Sodini M (2021) Living in an uncertain world: Environment substitution, local and global indeterminacy. *Journal of Economic Dynamics and Control* 126: 103929. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2020.103929>.
- Azqueta D, Alviar M, Dominguez L, O'Ryan R (2007) *Introducción a la economía ambiental* (2a ed.). McGraw-Hill. España. 499p.
- Badgley C, Moghtader J, Quintero E, Zakem E, Chappell, MJ, Avilés-Vázquez K, Perfecto I (2007) Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(02): 86-108. <https://doi.org/10.1017/s1742170507001640>.
- Carvalho FP (2006) Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science & Policy* 9(7-8): 685-692. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.08.002>
- CONEVAL (2020) *Medición multidimensional de la pobreza*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. <https://acortar.link/46pcV>. Fecha de consulta: 14 de mayo de 2024.
- Cronin J, Anandarajah G, Dessens O (2018) Climate change impacts on the energy system: a review of trends and gaps. *Climatic Change* 151: 79-93. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2265-4>.
- Daruma (2016) *Ranking de los países con mayor número de certificados*. Consulta en mayo de 2023, disponible en: <https://acortar.link/CnVdZL>. Fecha de consulta: 16 de marzo de 2021.
- Dechezlepretre A, Sato M (2017) The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy* 11(2): 183-206. <https://doi.org/10.1093/reep/rex013>.
- Devi PI, Manjula M, Bhavani RV (2022) Agrochemicals, Environment, and Human Health. *Annual Review of Environment and Resources* 2022 47(1): 399-421. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-111015>.
- Denvir A, Arima EY, González-Rodríguez A, Young RK (2022) Ecological and human dimensions of avocado expansion in México: Towards supply-chain sustainability. *Ambio* 51: 152-166. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01538-6>.
- Demir A (2021) Inter-continental review for diffusion rate and internal-external benefits of ISO 9000 QMS. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 3(33): 336-366. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2021.116938>.

- Diao B, Ding L, Cheng J, Fang X (2021) Impact of transboundary PM<sub>2.5</sub> pollution on health risks and economic compensation in China. *Journal of Cleaner Production* 326: 129312. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129312>.
- Elorza H (2008) *Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud*. Ed. Cengage Learning. 842p. México. <https://acortar.link/rDCdi>. Fecha de consulta: 06 de agosto de 2022.
- Ergashev RK, Ravshanov AD (2021) Ways of strategic development and increase of competitiveness of agricultural enterprises. *JournalNX* 7(1): 99-105.
- Graaff J de V (1967) *Teoría de la economía del Bienestar*. México: Fondo de Cultura Económica. México 190p.
- Halkos G, Leonti A, Sardianou E (2020) Assessing the preservation of parks and natural protected areas: A review of Contingent Valuation studies. *Sustainability* 12(11): 4784. <https://doi.org/10.3390/su12114784>.
- Honeyman R, Jana T (2019) *The B corp handbook: How you can use business as a force for good*. Berrett-Koehler Publishers. Oakland CA. 225p.
- Hongxia S, Yang J (2021) Optimal decisions for competitive manufacturers under carbon tax and cap-and-trade policies. *Computers & Industrial Engineering* 156: 107244. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107244>.
- Huo D, Chen Y, Hung K, Song Z, Guan J, Ji A (2020) Diamond model and the export competitiveness of the agriculture industry from emerging markets: an exploratory vision based on a spatial effect study using a genetic algorithm, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 33(1): 2427-2443. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1679212>.
- Humphrey M, Elvis M, Kiano L, Rono J (2024) Internalization of External Cost in the Thermal Power Generation on Social Welfare Maximization. *Journal of Economics, Finance and Management Studies* 7(04): 2150-2160. <https://doi.org/10.47191/jefms/v7-i4-38>.
- INEGI (2009) *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Los Reyes, Michoacán de Ocampo*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://acortar.link/sspmjq>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2022.
- INEGI (2020) *Censo de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://censo2020.mx>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2022.
- INEGI (2023) *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/est/2022/>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2022.
- Infante JZT, Ortiz, PCF, Monroy TE (2013) Administración de la cadena de suministro en el Marco de la competitividad internacional de la Zarcamora en Los Reyes, Michoacán. <https://acortar.link/HKxZ1q>. Fecha de consulta: 30 de enero de 2022.
- Jin M, Juan Y, Choi Y, Lee CK (2019) Estimating the preservation value of world heritage site using contingent valuation method: The case of the Li River, China. *Sustainability* 11(4): 1100. <https://doi.org/10.3390/su11041100>.
- Junjie Z, Quan M (2018) Air pollution and defensive expenditures: Evidence from particulate-filtering facemasks, *Journal of Environmental Economics and Management* 92: 517-536. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.07.006>.
- Keating BA, Carberry PS, Bindraban PS, Asseng S, Meinke H, Dixon J (2010) Eco-efficient agriculture: Concepts, challenges, and opportunities. *Crop Science* 50(Supplement 1): S-109. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.10.0594>.
- Labandeira X, León CJ, Vázquez MX (2007) *Economía ambiental*. Pearson Educación. Madrid. 356p.

- Majeed A (2018) Application of agrochemicals in agriculture: benefits, risks and responsibility of stakeholders. *Journal of Food Science and Toxicology* 2: 1.1.
- Macías A, Sevilla YL (2021) Desarrollo agroindustrial y degradación ambiental en México (1941-2021). *Observatorio Medioambiental* 24: 195-228. <https://doi.org/10.5209/OBMD.79523>.
- Magrach A, Sanz MJ (2020) Environmental and social consequences of the increase in the demand for “superfoods” world-wide. *People and Nature* 2(2): 251-278. <https://doi.org/10.1002/pan3.10085>.
- Macháč J, Trantinová M y Zaňková L. (2021) Externalities in agriculture: How to include their monetary value in decision-making? *International Journal of Science and Technology* 18: 3-20. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02752-7>.
- Mateo-Sagasta J, Zadeh SM, Turrall H (2018) More people, more food, worse water?: A global review of water pollution from agriculture. FAO, Roma e IWMI, Colombo. 225p.
- Melo-Guerrero E, Hernández-Ortiz J, Valenzuela-Núñez LM, Valdivia-Alcalá R, González- Juárez A, Cervantes-Luna JO (2022) Disponibilidad a pagar por servicios turísticos en el Parque Nacional Los Mármoles, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(2): e2858. <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.2858>.
- Nicolopoulou-Stamati P, Maipas S, Kotampasi C, Stamatis P, Hens L (2016) Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new agricultural concept. *Frontiers in Public Health* 4: 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- Nória AB (2013) El mecanismo de compensación por pérdida de biodiversidad, ¿una senda hacia la mercantilización de la conservación? *Ecología Política* 46: 68-72. <http://www.jstor.org/stable/43526887>
- Tudi M, Li H, Li H, Wang L, Lyu J, Yang L, Tong S, Yu QJ, Ruan HD, Atabila A, Phung DT, Sadler R, Connell D (2022) Exposure routes and health risks associated with pesticide application. *Toxics* 10(6): 335. <https://doi.org/10.3390/toxics10060335>
- ONU-FAO (2002) Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Informe resumido Número 1. [https://doi.org/10.1016/s0306-9192\(97\)89951-4](https://doi.org/10.1016/s0306-9192(97)89951-4).
- OMS (2018) The public health impact of chemicals: knowns and unknowns. Organización Mundial de la Salud. Data addendum for 2016. <https://acortar.link/p9Kr0B>. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2021.
- Ordóñez TJA (2012) El papel del Estado en la generación de bienestar y las implicaciones para la competitividad. *GIGAPP Estudios Working Papers* 2(17): 1-8.
- Ortega GPO, Infante JZTI, Ortega GAM, Ortiz-Paniagua CF (2019) Transferencia de conocimiento y sustentabilidad en la producción orgánica de zarzamora en Los Reyes, Michoacán en el actual contexto internacional. En: Miller MA, Solis JAN, Silva BR, Maldonado I (Coords) Cadenas agroalimentarias e innovación social: Perspectivas entre la competitividad y la sostenibilidad. UAGro. (México) y UFRRJ (Brasil). México. 139p <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/1687>. Fecha de consulta: 21 de mayo de 2022.
- Parker SC, Gamble EN, Moroz PW, Branzei O (2019) The impact of B lab certification on firm growth. *Academy of Management Discoveries* 5(1): 57-77. <https://doi.org/10.5465/amd.2017.0068>.
- Paleta G (2012) Territorios y ruralidades: jornaleros agrícolas en el cultivo de zarzamora en el valle de los Reyes, Michoacán, México. *Revista de Antropología Experimental* 12: 17-28.

- Paulot F, Jacob DJ (2014) Hidden cost of U.S. Agricultural exports: Particulate matter from ammonia emissions. *Environmental Science & Technology* 2014 48 (2): 903-908. <https://doi.org/10.1021/es4034793>.
- Ramsey SM, Bergtold JS (2021) Examining inferences from neural network estimators of binary choice processes: Marginal effects, and willingness-to-pay. *Computational Economics* 58: 1137-1165. <https://doi.org/10.1007/s10614-020-09998-w>
- Riera P (1994) Manual de valoración contingente. Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda, Instituto de Estudios Fiscales. España. 112p.
- Robles ZE, Yta-Castillo DD, Escamilla PBE (2016) Economic valuation of use of coral reefs in the bays of Huatulco, Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3(7): 135-142. <https://doi.org/10.19136/era.a3n7.962>.
- Soncco SYL (2022) Valorización económica del efecto de la calidad del agua sobre la salud de los hogares. *Revista de Investigaciones* 9(2): 59-66. <https://doi.org/10.26788/riepg.v9i2.2106>.
- SSM (2022) Atención oportuna a intoxicaciones por plaguicidas salva vidas: Secretaría de Salud de Michoacán. <https://acortar.link/JsVsBX>. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022.
- Sefoó JL (1989) Los plaguicidas en Zamora: ¿un mal necesario? *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad* 37: 107-145.
- Schwentesius RR, Sangerman-Jarquín DM (2014) Desempeño competitivo de la fruticultura mexicana, 1980-2011. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(7): 1287-1300.
- SIAP (2024) Producción de zarzamora en Los Reyes, Michoacán 2003-2018. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2024.
- Singh OP, Anoop M, Singh PK (2020) Revealed comparative advantage, competitiveness and growth performance: Evidence from India's foreign Trade of Agricultural Commodities. *Indian Journal of Agricultural Economics* 75(4): 560-599.
- Singh H, Sharma A, Bhardwaj SK, Arya SK, Bhardwaj N, Khatri M (2021) Recent advances in the applications of nano-agrochemicals for sustainable agricultural development. *Environmental Science: Processes & Impacts* 23(2): 213-239. <https://doi.org/10.1039/d0em00404a>.
- Trueba RR, Ortiz-Paniagua CF (2024) Percepción social de medidas de gestión sostenible en el lago de Cuitzeo, México. *Papeles de Geografía* 70. <https://doi.org/10.6018/geografia.620161>.
- Thakur BK, Gupta V (2019) Valuing health damages due to groundwater arsenic contamination in Bihar, India. *Economics & Human Biology* 35: 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2019.06.005>.
- Turyakira P, Venter E, Smith E (2014) The impact of corporate social responsibility factors on the competitiveness of small and medium-sized enterprises. *South African Journal of Economic and Management Sciences* 17(2): 157-172. <https://doi.org/10.4102/sajems.v17i2.443>.
- UNEP (2021) Environmental and health impacts of pesticides and fertilizers and ways of minimizing them: envisioning a chemical safe world—summary for policymakers Rep. United Nations Environmental Program. UNEP Nairobi: <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPFF.pdf?sequence=1>. Fecha de consulta: 23 de agosto de 2024.
- Wardhani SN (2019) Competitiveness with (out) sacrificing environment: Estimating economic cost of groundwater pollution. In: Abdullah AG, Widiaty I, Abdullah C (eds) *Global competitiveness: Business transformation in the digital era*. Taylor & Francis Group. Londres, Inglaterra. pp. 81-84. <https://doi.org/10.1201/9780429202629>.

- WM (2024) Población mundial actual. Worldometers. <https://www.worldometers.info/es/poblacion/>. Fecha de consulta: 23 de agosto de 2024.
- Zhao J, Kling CL (2004) Willingness to pay, compensating variation, and the cost of commitment. *Economic Inquiry* 42(3): 503-517. <https://doi.org/10.1093/ei/cbh077>.
- Zhou J, Mennig P, Sauer J (2024) Shadow prices of agrochemicals in the Chinese farming sector. *AgEcon. Research in agriculture and apply economics* 366: 121518. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121518>
- Zyśk J, Wyrwa A, Pluta M, Olkuski T, Suwala W, Raczyński M (2021) The health impact and external cost of electricity production. *Energies* 14(24): 8263. <https://doi.org/10.3390/en14248263>.