



Efectos económicos del posible ingreso de la peste porcina africana a México desde Estados Unidos de América



Rolando Leonel González-Román ^a

Samuel Rebollar-Rebollar ^{a*}

Héctor Hugo Velázquez-Villalva ^a

Anastacio García-Martínez ^a

Eugenio Guzmán-Soria ^b

^a Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Km. 67.5 Carretera Toluca-Temascaltepec, Col. Barrio de Santiago sn. 51300, Temascaltepec, Estado de México. México.

^b Instituto Tecnológico de Celaya. Posgrado en Administración. Celaya, Guanajuato. México

* Autor de correspondencia: srebollarr@uaemex.mx

Resumen:

México nunca ha tenido brotes del virus de peste porcina africana, pero significa una amenaza importante para su industria porcina, por lo que es necesario evaluar el impacto económico de su posible ingreso al país. El objetivo fue evaluar los efectos económicos del posible ingreso del virus a México, desde Estados Unidos de América con datos de 2024, mediante programación no lineal, considerando ocho regiones productoras-consumidoras y dos puntos de internación de importaciones. Los resultados indicaron que, en condiciones óptimas, hubo sobreestimación de la producción nacional y regional en 0.92 %; una diferencia entre lo observado y el modelo de 15,008 t, sobreestimación del consumo nacional y regional en 0.6 %, con un Valor Social Neto de 8,929.9 millones de pesos. Si el virus ingresara a México desde Estados Unidos de América, el país no importaría el cárnico, la producción y consumo

nacionales habrían de disminuir en 0.3 y 49.8 % sobre el modelo óptimo. Los precios al productor y al consumidor presentarían incrementos promedio de 3.5 % en regiones del centro hacia al norte del país, en tanto que en las del centro hacia la península disminuirían, en promedio, 6.3 %; así también el bienestar de la sociedad disminuiría en 18.5 %. Se concluye que, si el virus ingresara a México desde Estados Unidos de América, habría impactos negativos en la producción del centro hacia el sur del país, así como en precios; todo el mercado del cárnico se vería afectado con relación al modelo óptimo.

Palabras clave: Carne de cerdo, Optimización, Peste porcina africana, Cero importaciones, Beneficio social total.

Recibido: 19/06/2025

Aceptado: 03/10/2025

Introducción

Para México la carne de cerdo representa la posición 2, tanto como fuente de proteína preferida, después de la de las aves y en valor de la producción, sólo después de los bovinos. Durante 2024 el país generó 1,812.4 miles de toneladas (t) de carne porcina en canal, lideradas por Jalisco, Sonora, Puebla y Yucatán con 71 % del total; se exportaron 180.3 mil t, quedándose en el interior 1,632 miles de t⁽¹⁾. En el mismo año se adquirieron del exterior 1,620 miles de t (51.4 % del consumo nacional), 82.7 % provinieron de Estados Unidos de América (EUA), para sumar un total demandado de 3,252 miles de t, equivalente a 24.7 kg por persona^(1,2). Así, México ocupó la sexta posición mundial en producción del cárnico sólo después de EUA, Brasil, China, Argentina y Australia, y la décima como exportador⁽¹⁾.

El consumo del país se abastece por adquisiciones externas monitoreadas para evitar que algún agente patógeno, como peste porcina africana (PPA), ingrese a territorio nacional, afecte la producción interna, al consumo y, en consecuencia, perjudique a consumidores en precios^(3,4). Hasta la fecha, México nunca ha tenido brotes de PPA⁽⁵⁾, pero ésta significa, continuamente, una amenaza seria para su industria porcina⁽⁶⁾. En este ámbito, algunos causales que determinan el ingreso de importaciones de un producto pecuario al país; por ejemplo, la carne de cerdo, es, en efecto, la PPA, concebida como enfermedad viral de importancia en cerdos de granja y silvestres⁽⁷⁾, convertida en una amenaza mundial para su producción desde el 2007⁽⁸⁾. El virus responsable de la enfermedad pertenece a la familia *Asfarviridae*, complicado y fuerte^(7,9).

El virus causante de la PPA se detectó en China en 2018, donde se propagó previo a que el brote se reconociera oficialmente. Desde entonces se ha notificado PPA en cerdos domesticados y jabalíes de países del sur de Asia y, el virus parece distribuirse de forma rápida en algunas partes de Asia y Europa⁽⁹⁾. En América la enfermedad se ha detectado en Cuba (1971), Brasil (1980), República Dominicana (1978)⁽¹⁰⁾ y Haití (1979). En 2010 un informe describió la búsqueda del virus de PPA en jabalíes en Irán, aunque no se tiene evidencia que indique su presencia en el Medio Oriente⁽¹¹⁾ y, más recientemente, en República Dominicana (primer caso detectado en abril de 2021)⁽¹²⁾, situación que ha puesto en alerta a todo el continente americano⁽⁴⁾.

México es libre de PPA⁽⁴⁾, sin embargo, siempre ha sido necesario tanto controlar entrada de cerdos y carne fresca, como mejorar estrategias de bioseguridad en granjas pecuarias. Algunos trabajos sobre efectos de PPA, como política comercial no arancelaria en importaciones mexicanas de carne porcina, destaca el del Gobierno Federal⁽⁵⁾ quien difundió efectos económicos del posible ingreso a México de la enfermedad, con tasas de reducción de la producción interna de 10, 30 y 50 % de su pía; por su parte, otros autores⁽¹³⁾ evaluaron pérdidas asociadas con PPA en China y naciones vecinas al evidenciar falta de acciones que ayuden a reducir su impacto. Una investigación adicional⁽¹⁴⁾ analizó impactos económicos de la introducción de PPA en Europa sobre patrones de comercio en el sector comercial alemán; otra investigación⁽¹⁵⁾ aplicó un método para evaluar probabilidades de entrada y dispersión del virus de PPA en países de la región de influencia.

Por lo anterior, el objetivo fue evaluar un escenario del posible ingreso de la PPA, desde Estados Unidos⁽¹⁶⁾, a México vía internamiento del cárnico, con simulación de eliminación de importaciones sobre producción, consumo, precios al productor y al consumidor por región y, en la medida de bienestar de la sociedad, conocida como Valor Social Neto (VSN) sobre la base de un modelo óptimo. La hipótesis afirma que, sin distorsiones, el modelo estimado u óptimo maximiza el VSN con relación a datos de 2024 y que, la cancelación (cierre de frontera) de importaciones del cárnico debida el ingreso de la PPA a México desde el vecino del norte, reduce la producción, pero disminuye tanto el consumo, como los precios al productor y al consumidor, y decrece el nivel de bienestar social a través del VSN.

Material y métodos

El modelo de equilibrio espacial de precios, incorporó ofertas y demandas dependientes tanto de cantidades demandadas como ofrecidas, llamadas funciones inversas de demanda y de oferta^(17,18). De esa forma, la ecuación de demanda inversa para la región i del cárnico, fue: $P_{di} = P_{di}(Q_{di}) = \alpha_{di} + \beta_{di}Q_{di}$; $\beta < 0$; donde: P_{di} = precio al consumidor de carne porcina en canal para la región i , en pesos mexicanos por tonelada (\$/t). Q_{di} = cantidad demandada del cárnico en canal en la región i , expresada en t. α = ordenada de la ecuación de la demanda

de carne porcina en canal para la región i . β = pendiente de la ecuación de demanda de carne porcina para la región i .

Por su parte, la función de oferta inversa de carne porcina fue: $P_{si} = P_{si}(Q_{si}) = \alpha_{si} + \beta_{si}Q_{si}$; donde: P_{si} = precio al productor de carne porcina en canal en la región i , en \$/t. Q_{si} = cantidad ofrecida de carne porcina en canal en la región i , en t. α = ordenada de la ecuación de oferta de carne porcina en canal en la región i . β = pendiente de la ecuación de oferta de carne porcina en la región i . Del mismo modo, debe asegurarse que: $\frac{\partial P_{di}(Q_{di})}{\partial Q_{di}} \leq 0$, para la ecuación de la demanda inversa, y $\frac{\partial P_{si}(Q_{si})}{\partial Q_{si}} \geq 0$, para la ecuación de la oferta inversa.

La estimación del cuasi bienestar social se realizó con el excedente generado por la demanda y oferta de carne porcina, misma que quedó de la forma siguiente: $W_i(Q_{si}^*, Q_{di}^*) = \int_0^{Q_{di}^*} P_{di}(Q_{di})dQ_{di} - \int_0^{Q_{si}^*} P_{si}(Q_{si})dQ_{si}$. Al introducir los costos de movilización entre las n -regiones del estudio, la función de cuasi bienestar social (VSN) se expresó como: $NW = \sum_{i=1}^n W_i(Q_{si}^*, Q_{di}^*) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij}T_{ij}$; donde: C_{ij} = costo de movilizar el producto desde la región productora i a la región consumidora j , en \$/t. T_{ij} = cantidad distribuida desde la región i a la región j , en toneladas de producto. Elementos adicionales, parte del modelo de programación, destacaron las restricciones de demanda y de oferta del cárnico porcino. Para las de demanda se requirió que la suma de la cantidad movilizada del cárnico de la región d a la región i sea mayor o igual que la demanda de esa zona. Esto es: $Q_{di} \leq \sum_{j=1}^n T_{ij}$, para toda i . Para las restricciones de oferta de carne porcina fue indispensable que la suma de la cantidad movilizada de esa carne fuera de la región i sea menor o igual a la producción total del cárnico de dicha región. En consecuencia, debe cumplirse que: $Q_{si} \geq \sum_{j=1}^n T_{ij}$, para toda i . En la modelización del mercado nacional del cárnico, se consideró la existencia de zonas que ofertan, adquieren y comercian un mismo bien (carne porcina en canal). Así, cada región se conformó por un mercado diferente y separado por costos de transporte^(17,18). La utilización de costos de transporte se realizó en unidades físicas e independientes del volumen comercializado.

Datos

Para el modelo base, los datos de producción e importaciones de carne porcina del 2024 se generaron por cada entidad federativa^(1,2), luego se restó la exportación a la producción de los estados que reportaron el dato y el resultado de esa diferencia se adicionó a la producción de los estados que integraron cada una de las regiones para obtener así la producción por cada región. Sin embargo, en el escenario del posible ingreso de la PPA a México, el modelo base se modificó al eliminar de él el dato de importaciones. Las funciones de demanda y oferta se obtuvieron con información observada disponible en 2024, así también los costos de

transporte. La estimación del consumo (demanda) por cada región, requirió de información sobre población (de seres humanos) por entidad federativa del año 2024 extraída del Consejo Nacional de Población⁽¹⁹⁾; posteriormente, se procedió a dividir la producción nacional del cárnico entre el total de la población y generar con ello el consumo *per cápita* sin las importaciones, cuyo dato se multiplicó por la población de cada entidad que conformó la región, dando como resultado el consumo total de dicha región.

El precio del cárnico en canal al productor por región se obtuvo con el dato de cada estado o entidad como parte de la región y ponderado con la respectiva producción, dicho dato se extrajo de la fuente oficial⁽²⁾. Por su parte, el precio al consumidor se consultó en fuentes oficiales de México^(20,21). El del cárnico ingresado (de los puntos de entrada al país y para el modelo base) se obtuvieron de instituciones del gobierno⁽²⁰⁾, mientras que el precio internacional del cárnico, en los puntos de internación 1 y 2, fue de 1,969 dólares americanos por t (USD/t)⁽²²⁾ a un tipo de cambio de 18.36 pesos mexicanos por dólar americano (\$MX/USD)⁽²³⁾. Los datos sobre los costos de transporte, por t-kilómetro (km) (\$/t/km), provinieron de compañías de transporte terrestre de tipo multimodal y de cobertura nacional^(24,25). La formulación matemática incluyó una función objetivo no lineal del tipo pseudo-cuadrático⁽¹⁷⁾, enfocada en optimizar los excedentes económicos netos (consumidor y productor) tomando en cuenta los costos de transporte y restricciones lineales de equilibrio de mercado:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n \left[\int_0^{Q_{di}^*} P_{di}(Q_{di}) dQ_{di} - \int_0^{Q_{si}^*} P_{si}(Q_{si}) dQ_{si} \right] - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij}$$

Sujeto a: $Q_{di} - \sum_{j=1}^n T_{ij} \leq 0$ para toda i ; $-Q_{si} + \sum_{j=1}^n T_{ij} \leq 0$ para toda i , y $Q_{di}, Q_{si}, T_{ij} \geq 0$ para toda i y j (entendidas como condiciones de no negatividad del modelo). El modelo contempló ocho regiones consumidoras^(26,27): Noroeste (NO): Baja California (BC), Baja California Sur (BCS), Sonora (Son), Sinaloa (Sin) y Nayarit (Nay); Norte (NR): Chihuahua (Chih), Coahuila (Coah), Durango (Dgo), San Luis Potosí (SLP) y Zacatecas (Zac); Noreste (NE): Nuevo León (NL) y Tamaulipas (Tams); Centro-Occidente (CO): Aguascalientes (Ags), Colima (Col), Guanajuato (Gto), Jalisco (Jal) y Michoacán (Mich); Centro-Este (CE): Ciudad de México (CDMX), Hidalgo (Hgo), Estado de México (Edo Mex), Morelos (Mor), Puebla (Pue), Querétaro (Qro) y Tlaxcala (Tlax); Sur (SU): Chiapas (Chis), Guerrero (Gro) y Oaxaca (Oax); Oriente (OR): Tabasco (Tab) y Veracruz (Ver); Península de Yucatán (PE): Campeche (Camp), Quintana Roo (QRoo) y Yucatán (Yuc).

Como regiones productoras se incluyeron 10, de éstas, ocho fueron consumidoras: NO, NR, NE, CO, CE, SU, OR, PE y el resto en dos puntos de internación del cárnico, el punto de entrada 1 (PI1) conformó las aduanas de Colombia (NL), las de Nuevo Laredo y Reynosa (Tams), Piedras Negras (Coah). El PI1 contabilizó la entrada del 91 % de la carne importada, mientras que el punto de entrada 2 (PI2), constituido por aduanas de Mexicali y Tijuana (BC);

Nogales y San Luis Rio Colorado (Son) y Ciudad Juárez (Chih)^(1,28), presenciaron el ingreso de 9 % restante. En adición, el modelo sin importaciones, no consideró a los PI1 y el PI2, tanto en las ecuaciones de oferta como en la matriz de costos de transporte. La solución, en términos de un equilibrio factible, implicó verificar que las funciones matemáticas de demanda tuvieran un coeficiente de pendiente negativa y las de oferta con pendiente positiva. En este problema de optimización las condiciones⁽²¹⁾, se expresaron mediante el conjunto de ecuaciones: $\frac{\partial Z}{\partial Q_{di}} = P_{di} - \lambda_{di} \leq 0, \left(\frac{\partial Z}{\partial Q_{di}}\right) Q_{di} = 0, Q_{di} \geq 0$. Estas ecuaciones provocan que el precio de la demanda del cárnico porcino de la región i sea igual a su precio sombra expresado por λ_{di} condicionado a que la cantidad demandada de carne de cerdo sea positiva. Por su parte, el conjunto de ecuaciones: $\frac{\partial Z}{\partial Q_{si}} = P_{si} - \psi_{si} \leq 0, \left(\frac{\partial Z}{\partial Q_{si}}\right) Q_{si} = 0, Q_{si} \geq 0$, exige que el precio de la oferta de carne porcina en la zona i sea el mismo que su precio sombra mostrado por ψ_{si} , siempre que la cantidad ofrecida de carne porcina sea mayor que cero; además: $\frac{\partial Z}{\partial T_{ij}} = -C_{ij} + \lambda_{dj} - \psi_{si} \leq 0, \left(\frac{\partial Z}{\partial T_{ij}}\right) T_{ij} = 0, T_{ij} \geq 0$.

En esas ecuaciones se condicionó a que el precio de demanda (λ_{di}) en la región i debe ser igual al promedio de los precios de oferta (ψ_{si}) de carne porcina en la región i y las regiones j más los costos de transporte indicados por la variable (T_{ij}), siempre que la cantidad transportada del cárnico sea superior a cero. La solución óptima del problema, expresó la matriz de solución en términos de cantidad de oferta (Q_{si}) y el consumo (Q_{di}) por región, el comercio entre dos regiones diferentes (T_{ij} donde i es diferente de j) así como dentro de la misma región (T_{ij} donde i es igual a j). Mientras que el precio de equilibrio en cada zona, se encontró en las variables duales (P_{di} y P_{si}). En adición, las relaciones existentes entre los precios de equilibrio y las regiones son: a) si la región i absorbe toda su demanda que ahí se genera ($T_{ii} = Q_{di} > 0$), entonces, la diferencia de precios entre la demanda y oferta del cárnico es igual al costo de transporte ($P_{di} = C_{ii} + P_{si}$); b) si la región i envía el cárnico a la región j ($T_{ij} > 0$) entonces el costo de transporte de la región i más el precio de oferta de la región j es igual al precio de demanda en la región i ($P_{dj} = P_{sj} + C_{ji}$). Si la región j no realiza envíos de carne a la región i , es porque el precio de oferta del cárnico porcino en canal de la región j fue mayor que el precio de demanda de la región i , en consecuencia, no se activó esa ruta de comercio de la región j a la región i o esa ruta de distribución no se presentó en la salida de resultados ($P_{di} < C_{ji} + P_{sj}$).

Existen dos estimadores de las funciones de demanda y oferta: el primero es el intercepto (α_i) y el segundo la pendiente (β_i), mismos que se generaron con las elasticidades, precios y cantidades producidas y demandadas, mediante la fórmula: $\varepsilon_{pi} = \left(\frac{\partial Q_i}{\partial P_i}\right) \left(\frac{P_i}{Q_i}\right)$. Donde, ε_{pi} se refiere a la elasticidad precio de la función de oferta o de la función de demanda de la región i . En esta misma dirección, debido al escenario del posible ingreso de la PPA a México, pero desde Estados Unidos, se eliminó, dentro del modelo, el dato correspondiente al volumen de

importaciones; por lo que la información referida a regiones productoras permaneció sin cambios, pero no así las regiones consumidoras. Para estructurar las funciones de demanda y oferta por cada región, fue necesario utilizar el dato tanto de las respectivas elasticidades precio⁽²⁹⁾ como las de puntos de ingreso al país por importaciones^(30,31). Los resultados de la validación del modelo, con eliminación de importaciones por PPA, se compararon con los del modelo base procediéndose a realizar el análisis respectivo de los efectos del ingreso de la PPA a México. La solución se obtuvo con la ejecución del solver MINOS, parte del lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System), versión 24.4.2 para Windows 8, Office 2013⁽³²⁾.

Resultados

En el Cuadro 1, se aprecia el contraste de lo que se observó en 2024; es decir, la producción del cárnico por zona, importaciones por punto de ingreso al país, consumo regional, y lo que el modelo optimizó para las mismas variables; también se observa el efecto regional sobre las variables producción, consumo y VSN de la simulación de cancelación de importaciones del cárnico por posible ingreso de PPA a México. Por el lado de la producción, el impacto de cancelar importaciones se contemplaría solamente en zonas geográficas desde el centro del país hacia la península, mientras que, del centro hacia el norte, se esperarían incrementos en esa variable. Por su parte, la política en cuestión reduciría el consumo nacional y regional en casi 50 %; en consecuencia, el bienestar de la sociedad decrecería 18.5 % con relación al modelo base.

Cuadro 1: Mercado de carne porcina en México, 2024. Modelo base (optimización) y sin importaciones

Región	Observado	Optimización	Sin importaciones
	Producción (t)		
Noroeste	273,636	273,510	273,559
Norte	55,820	56,023	56,138
Noreste	31,218	31,339	31,502
Centro-Occidente	652,063	652,374	652,364
Centro-Este	182,407	184,597	184,452
Sur	85,339	85,645	85,580
Oriente	180,288	190,663	186,668
Península Yucatán	171,322	172,950	171,924
Subtotal	1'632,093	1'647,101	1'642,187
	Importaciones (t)		
Punto de internación 1	1'474,076	1'479,597	0
Punto de internación 2	145,788	144,280	0
Subtotal	1'619,864	1'623,877	

	Consumo (t)		
Noroeste	303,862	304,149	152,624
Norte	339,758	344,079	172,036
Noreste	240,313	241,205	120,264
Centro-Occidente	552,795	572,410	287,382
Centro-Este	1'072,289	1'075,268	539,841
Sur	341,073	338,412	170,300
Oriente	270,067	263,468	133,389
Península Yucatán	131,799	131,987	66,351
Subtotal	3'251,956	3'270,978	1'642,187
VSN (MDP)	8,930	8,929.9	7,275.0

Fuente: Modelo base, 2024. VSN= valor social neto. MDP= miles de millones de pesos.

En adición, el efecto de la simulación de cierre de fronteras al ingreso del cárnico al país sobre los precios, se percibe en el Cuadro 2. Con relación al modelo base, los porcicultores del centro-norte esperarían un precio mayor por la comercialización del producto, pero no así con los del resto de las regiones; sin embargo, el precio que deberán pagar los demandantes del país será superior en comparación a los del modelo óptimo.

Cuadro 2: Efectos de la eliminación de importaciones en los precios al productor y al consumidor de carne de cerdo por brote de la PPA, 2024

Precios (\$/t)	Modelo óptimo		Sin importaciones	
	Al productor	Al consumidor	Al productor	Al consumidor
Noroeste	49,514	55,790	51,112	57,380
Norte	55,841	58,550	58,924	61,690
Noreste	56,281	56,580	61,433	61,460
Centro-Occidente	58,096	59,450	57,878	59,230
Centro-Este	60,763	61,230	60,092	61,010
Sur	61,113	64,240	58,291	61,420
Oriente	61,998	63,770	57,616	59,390
Península Yucatán	58,848	60,010	54,466	55,620

Fuente: resultados de la ejecución del modelo sin importaciones, con dato de 2024.

Discusión

La optimización del modelo confirmó que el ajuste o calibración entre lo observado y estimado estuvo en el rango de 0 a 10 %⁽³³⁾, suficiente para analizar los impactos de la simulación de la política de eliminación de importaciones. El VSN estuvo 0.002 % por arriba del observado en 2024 e implicó producción e importaciones sobreestimadas en 0.92 y

0.25 %; estas últimas, superiores en 0.37 % por el PII e inferiores en 1.03 % por el PI2. El consumo resultó sobreestimado en 0.002 % con realce en las regiones CE y CO; mientras que en el resto (SU y OR) fue inferior al 2024.

El efecto del modelo en la PE fue mínimo debido a su ubicación geográfica; incluso, se considera autosuficiente dado que del 100 % producido se consume al interior de esa región y le resta un sobrante para redistribuirlo⁽³⁴⁾ (Cuadro 1). Para abastecer su mercado interno, México adquirió 1,619.9 miles de t del producto provenientes, principalmente, de EUA^(34,35). Por lo que la PPA puede propagarse vía importaciones tanto hacia éste como a otros países⁽⁶⁾ con capacidad de irrumpir en el comercio de cerdos vivos y sus derivados⁽³⁶⁾ y, aunque la nación está libre de ésta, brotes recientes en República Dominicana, mantienen en alerta al continente americano⁽³⁷⁾; por ello, bajo este escenario del posible brote de la PPA a México, implicó, en este trabajo, cancelación total de importaciones^(38,39,40) por efecto del virus (Cuadro 2), mismas que se descontaron del consumo nacional.

Los resultados del modelo evidencian que la eliminación de importaciones por un posible brote de PPA en Estados Unidos de América tendría efectos económicos adversos en México, por encontrarse bajo posible amenaza de ingreso del virus⁽⁶⁾, en términos de producción, las regiones del centro-sur del país se verían más afectadas, mientras que el norte podría compensar parcialmente la oferta. Este comportamiento regional es coherente con la redistribución interna observada en países europeos ante brotes de PPA^(36,40); por el lado del consumo la caída de esta variable del mercado en casi 50 % y la reducción del bienestar social en 18.5 %, evidencian la vulnerabilidad del mercado porcino ante irrupciones comerciales. Este hallazgo coincide a lo que se informó sobre México⁽⁴¹⁾ y con estudios realizados en Europa y Asia donde la PPA ha generado disrupciones similares en producción y comercio^(37,42,43).

Con relación a los precios, una restricción de importaciones por efectos de PPA⁽⁴⁰⁾ sugirió incrementos moderados al productor y al consumidor en la mitad del país. Sin embargo, en regiones como el sur y la península, se observan reducciones al consumidor, posiblemente asociadas al temor social por adquirir carne potencialmente contaminada, convergente a lo que se documentó en otros hallazgos^(36,40,44); así, la percepción de reducción de precios recibidos por productores y pagados por consumidores en las zonas mencionadas fueron pertinentes con un trabajo sobre efectos económicos de PPA en China⁽³⁹⁾. La presión sobre los precios podría intensificarse en el corto plazo, pero la necesidad de proteína animal eventualmente provocaría un repunte. Este ciclo de ajuste ha sido reportado en mercados afectados por la PPA, donde la recuperación de precios depende de la capacidad de respuesta sanitaria y comercial. Aunque el modelo se centró en variables económicas, los resultados deben interpretarse junto con medidas sanitarias. La ausencia de tratamiento específico para la PPA obliga a considerar estrategias de bioseguridad, cuarentena y sacrificio sanitario como

parte integral de la respuesta. La literatura científica respalda que la contención efectiva del virus depende más de la prevención que de la corrección^(5,37,39).

Conclusiones e implicaciones

La simulación del ingreso del virus de la peste porcina africana (PPA) a México, desde Estados Unidos de América, con eliminación total de importaciones de carne porcina, reveló efectos, predominantemente, negativos en el mercado nacional. Se observó excedente de producto solamente en cuatro regiones, una caída del consumo nacional cercana al 50 %, moderados incrementos del precio al productor y al consumidor en la mitad del país y una pérdida importante de bienestar social, medida por la reducción del valor social neto. Tales hallazgos sugieren que una decisión gubernamental de cerrar fronteras al cárnico importado, sin una estrategia sanitaria integral, sería perjudicial para la sociedad, por lo que ante un brote de PPA es indispensable la implementación de medidas inmediatas de contención y mitigación tales como una cuarentena estricta en granjas afectadas y zonas de riesgo minimizando el movimiento de animales, productos y vehículos; sacrificio de animales infectados o expuestos con protocolos de bienestar animal y bioseguridad; desinfección profunda de instalaciones, equipos y transporte, con seguimiento epidemiológico; fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica mediante diagnóstico rápido, trazabilidad y comunicación interinstitucional; educación y capacitación a productores, técnicos y transportistas enfocadas a prácticas de bioseguridad y detección temprana. Incorporar tales estrategias en modelos de simulación permitiría estimar, además de impactos económicos, costos y beneficios de las respuestas sanitarias, por lo que se sugiere que investigaciones futuras integren variables epidemiológicas y protocolos de respuesta y ofrecer así escenarios más robustos y de utilidad para la toma de decisiones públicas.

Literatura citada:

1. COMECARNE. Consejo Mexicano de la Carne. 2025. Compendio estadístico. <https://comecarne.org/>. Consultado May 27, 2025.
2. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2025. Anuario estadístico de la producción ganadera. Porcino. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_pecuario/. Consultado May 27, 2025.
3. Pig333, 2019. México refuerza la vigilancia fronteriza y aeroportuaria para prevenir la PPA - Swine News. https://www.pig333.com/latest_swine_news/mexico-strengthens-border-and-airport-surveillance-to-avoid-asf_14533. Consultado Jun 2, 2025.
4. SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Alimentaria. 2024. Fiebre aftosa. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/fiebre-aftosa?state=published>. Consultado May 12, 2021.

5. SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Alimentaria. 2021. Estudio para determinar el impacto de la Peste Porcina Africana (PPA), ante un posible brote en México.
https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2021/junio/Estudioparadeterminarelimpactoecon%C3%B3micodelaPestePorcinaAfricana,anteunposiblebroteenM%C3%A9xico_e35512c9-dff1-4185-847b-04ef5a8c6942.pdf. Consultado Jun 5, 2025.
6. Arcega CG, Schultze LM, Schulte R, Schambou AR, Hervé CLP, León AE, Pérez MA. African swine fever incursion risks in Latin America and the Caribbean: informal and legal import pathways. *Front. Vet Sci* 2025;12.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1587131>.
7. Carrillo C. Epidemia de peste porcina africana: estado actual. *Vet Méx* 2020;7(3):E-pub 23 de mayo 2022. <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2020.3.930>.
8. Schambow RA, Carrasquillo N, Kreindel S, Perez AM. An update on active and passive surveillance for African swine fever in the Dominican Republic. *Sci Rep* 17 2025;15(1):2244. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86690-9>. PMID: 39833369; PMCID: PMC11747335.
9. 3tres3. 2025a. Europa: la peste porcina africana se dispara en jabalíes. https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/europa-la-peste-porcina-africana-se-dispara-en-jabalies_17988/. Consultado May 19, 2025.
10. Gonzales W, Moreno C, Duran U, Henao N, Bencosme M, Lora P, Reyes R, Núñez R, De Gracia A, Perez AM. African swine fever in the Dominican Republic. *Transb Emerg Dis* 2021;68(6):3018-3019. doi: <https://doi.org/10.1111/tbed.14341>. 14341. Epub 2021 Oct 10. PMID: 34609795.
11. CFSPH-IASTATE. The Center for Food Securite and Public Health. 2019. Peste Porcina Africana. https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/peste_porcina_africana.pdf. Consultado May 6, 2025.
12. Actualidad Porcina, 2025. Brotes de PPA en Dominicana: sacrifican 400 cerdos para contener virus. <https://actualidadporcina.com/brotes-de-ppa-en-dominicana-sacrifican-400-cerdos-para-contener-virus/>. Consultado Jun 5, 2025.
13. Weaver TRD, Najibullah H. Evaluating losses associated with African swine fever in the people's republic of China and neighboring countries. *ADB East Asia Working Paper Series No 27*, October 2020.
14. Vuillermet S. Economic impacts of an African swine fever (asf) introduction in Europe on the trade pattern of the Dutch pork sector. 2019: Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/506674>. Accessed May 30, 2025.

15. OIRSA. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. 2020. Análisis de riesgo sobre la probabilidad de ingreso, establecimiento y diseminación del virus de la peste porcina africana en la porcicultura de los países de la región del OIRSA. AR_PPA_Edición revisada 01_07_20 (oirsa.org). Consultado May 28, 2025.
16. Jurado C, Paternoster G, Martínez LB, Burton K, Mur L. Could African swine fever and classical viruses enter the United States via swine products carried in air passengers luggage? *Transb Emerg Dis* 2019;66(1):166-180. <https://doi.org/10.1111/tbed.12996>.
17. Guajardo QRG, Elizondo GHA. La liberación del mercado mundial del tomate: un modelo especial con precios endógenos. *Com Ext* 2003a;53(2):169-177. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/15/7/RCE.pdf>.
18. Rebollar RS, Hernández MJ. Condiciones Karush-Kuhn-Tucker aplicadas al mercado de la carne de bovino en México. *AIA* 2023;27(1):65-79. <http://doi.org/10.53897/RevistaAIA.23.27.06>.
19. CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2025. Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas, 2020-2070. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2020-2070>. Consultado Mar 6, 2025.
20. SNIIM. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. 2025. Mercados del exterior. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/MenPec.asp?var=Por>. Consultado May 27, 2025.
21. PROFECO. Procuraduría Federal del Consumidor. 2025. Precios de proteína animal. <https://www.gob.mx/profeco/documentos/precios-de-proteina-animal-cerdo-pollo-y-res?state=published>. Consultado May 26, 2025.
22. 3tres3. 2025. México. Leve disminución de las importaciones en el primer trimestre de 2024. https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/mexico-importaciones-de-carne-de-cerdo-1er-trimestre-2024_16735/. Consultado May 23, 2025.
23. BANXICO. Banco de México. 2025. Tipo de cambio. <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/llevarTiposCambioAction.do?idioma=sp>. Consultado Abr 30, 2025.
24. ACSAA. Asociación de Certificación de Sector Agropecuario Alimentario. 2025. Movilización nacional de porcinos. <https://acsaa.com.mx/movilizacion-nacional-de-porcinos/>. Consultado Abr 29, 2025.

25. ATFT. Análisis de tarifas de fletes terrestres, México. 2025. Costo de transporte terrestre. <https://www.dripcapital.com/es-mx/recursos/blog/costo-de-transporte-terrestre>. Consultado Abr 25, 2025.
26. Bassols BA. El desarrollo regional de México: teoría y práctica. Rev Problemas Desarrollo. México, DF.: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 1995.
27. Rebollar RS, Martínez DMA, Callejas JN, Velázquez VHH. Eficiencia en el mercado de carne de cerdo en México. Cienc Ergo Sum 2019;26(3):1-13. <https://doi.org/10.30878/ces.v26n3a7>. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/9049/10190>.
28. SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Alimentaria. 2025. Acciones y programas. <https://www.gob.mx/senasica#14506>. Consultado May 19, 2025.
29. Rebollar RA, Gómez TG, Hernández MJ, Rebollar RS, González RFJ. 2014. Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. Rev Mex Cien Pecu 2014;5(4):377-392. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4008>.
30. Pérez VFC, García MR, Martínez DMA, Mora FJS, Vaquera HH, González EA. Efecto de las importaciones de la carne de porcino en el mercado mexicano, 1961-2007. Rev Mex Cienc Pecu 2010;1(2):115-126. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1517/1512>.
31. Vázquez AJMP, Martínez DMA. Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda. Rev Mex Cienc Agr 2015;6(5):955-965. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i5.590>.
32. Rosenthal RE. GAMS. A User's Guide. Washington, DC., USA: GAMS Development Corporation. 2014.
33. Rebollar RS, Posadas DRR. Evaluación de los efectos de un cupo de importación al mercado regional y nacional de pollo en México. Econ Teor Práct 2023;31(59):185-204. <http://dx.doi.org/10.24275/etypuam/ne/592023/Rebollar>
34. SE. Secretaría de Economía. 2025. Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/meat-of-swine-fresh-chilled-or-frozen>: consulta 8 abr2025. Consultado Jun 2, 2025.
35. COMECARNE. Consejo Mexicano de la Carne. 2024. Compendio estadístico. Panorama cárnico nacional de cerdo. <https://comecarne.org/wp-content/uploads/2024/05/compendio-estadistico-2024-V2.pdf>. Consultado Jun 3, 2025.

36. Nguyen TT, Pham TNL, Nguyen NQ, Dang XS, Suk LH, Nguyen VH, *et al.* An assessment of the economic impacts of the 2019 African swine fever outbreaks in Vietnam. *Front Vet Sci* 2021;8. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.686038/full#:~:text=https%3A//doi.org/10.3389/fvets.2021.686038>.
37. Carryquiry M, Elobeid A, Svenson D, Hayes D. Impacts of African swine fever in Iowa and the United States. 2020. <https://www.card.iastate.edu/products/publications/pdf/20wp600.pdf>. Accessed Jun 5, 2025.
38. Neumann EJ, Hall WF, Dahl J, Hamilton D, Kurian A. Is transportation a risk factor for African swine fever transmission in Australia: a review. *Austral Vet J* 2021;99:459-468. <https://doi.org/10.1111/avj.13106>.
39. Gao X, Liu T, Liu Y, Xiao J, Wang H. Transmission of African swine fever in China through legal trade of live pigs. *Transb Emerg Dis* 2021;68(2):355–360. <https://doi.org/10.1111/tbed.13681>.
40. Niemi JK. Impacts of African swine fever on pigmeat markets in Europe. *Front Vet Sci* 2020;7:634. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00634>.
41. El Universal. 2019. Peste porcina africana, alerta a México. <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/peste-porcina-africana-alerta-mexico/>. Consultado Jun 11, 2025.
42. Sánchez VRJM, Muñoz PC. Peste porcina africana. La mayor amenaza para la producción porcina mundial. 2021. https://www.ivis.org/sites/default/files/library/suis/174/Suis174_1.pdf. Consultado Abr 29, 2025.
43. Taylor RA, Condoleo R, Simons RRL, Gale P, Kelly LA, Snary EL. The risk of infection by African swine fever virus in European swine through boar movement and legal trade of pigs and pig meat. *Front Vet Sci* 2020;6(486). <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00486>.
44. Rademacher C, Brown J, Karkiker L. Impacto del comportamiento humano en la propagación del virus de la peste porcina africana: lo que todo veterinario debe saber. *J Am Vet Med Assoc* 2022;260:1413–7. doi: 10.2460/javma.22.06.0250.