


## Transmisión vertical y espacial de precios en el mercado mexicano e internacional de ganado vacuno



José Luis Jaramillo Villanueva <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Colegio de Postgraduados. Boulevard Forjadores de Puebla # 205, Santiago Momoxpan. 72760, Mpio. San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: [jaramillo@colpos.mx](mailto:jaramillo@colpos.mx)

### Resumen:

Del año 2000 al 2019, el subsector bovino mexicano ha sufrido importantes cambios estructurales; el más importante fue la concentración de las etapas tanto de producción como de comercialización. En 2019, la Comisión Federal de Competencia Económica reveló que, los ingresos de los hogares mexicanos disminuyeron entre 16 y 31 % por la falta de eficiencia del mercado. En el caso de la carne, la reducción puede llegar al 98 %. En este contexto, el objetivo de este estudio fue examinar el grado de transmisión espacial de precios entre los precios nacionales e internacionales del ganado vivo y la transmisión vertical entre los precios del ganado vivo y los de la carne en canal para evaluar la eficiencia del mercado. El enfoque econométrico consiste en la estimación de un modelo de corrección del vector de error, utilizando los precios reales mensuales de la carne de vacuno, para el período 1990-2019. Los resultados de esta investigación proporcionan información a los responsables de la toma de decisiones y a las partes interesadas de este sector: comprenden la transmisión unidireccional de los precios internacionales de la carne de vacuno a los precios nacionales de la carne de vacuno y del precio de la explotación al precio del procesador. También apuntan a la existencia de una transmisión asimétrica de los precios, que está relacionada con el aumento o la disminución de los precios del ganado vacuno. Los resultados indican que existe una relación de co-integración única a largo plazo entre los precios internacionales y los del agricultor, y entre el precio del procesador y el del agricultor. La dirección de la transmisión de los precios tiende a ir de los productores a los procesadores y del precio internacional al precio del agricultor. Cuando el precio internacional aumenta, la velocidad

de ajuste tiende a ser significativamente más lenta; ocurre lo contrario cuando el precio internacional disminuye, lo que da como resultado una tasa de ajuste significativamente más rápida.

**Palabras clave:** Transmisión asimétrica, Precios carne, Modelo de corrección, Vector de error.

Recibido: 06/11/2020

Aceptado: 01/06/2022

## Introducción

### La industria ganadera y bovina en México

El subsector de la carne de vacuno en México tiene una gran relevancia económica y social. La producción de carne de vacuno representa casi la mitad del valor del producto animal bruto mexicano<sup>(1)</sup>. México ocupa la octava posición en el ranking mundial de producción de carne de vacuno, con 1,91 millones de toneladas, el 3.35 % de la producción mundial de carne de vacuno<sup>(2)</sup>. La tasa promedio de crecimiento (TPC) de la producción de ganado en México fue de 1.92 % en 2000-2018 (SIAP)<sup>(3)</sup>. Desde el punto de vista social, es la principal actividad económica desarrollada por las pequeñas explotaciones familiares y representa 1,06 millones de unidades de producción ganadera en 2018, que generaron 1,2 millones de empleos directos, y tres millones de empleos relacionados<sup>(4)</sup>.

En México, de 1990 a 2019, la industria del ganado vacuno y de la carne de vacuno han experimentado una importante consolidación, ya que, desde el año 2000, tanto el ganado vacuno como el empaquetado de carne de vacuno se han reorganizado rápidamente en plantas de mayor tamaño y en menor número. El resultado de estos procesos es una industria ganadera y vacuna altamente concentrada. Así, Sukarne® es la mayor empresa procesadora de carne de res en México y ha dominado el crecimiento de las exportaciones de carne de res de 2010 a 2019. SuKarne® es la sexta empresa empacadora de carne de res en América del Norte; representa el 74% del total de las exportaciones de carne de res mexicana<sup>(5)</sup>. Sin embargo, la Comisión Federal de Competencia Económica<sup>(6)</sup> reveló que los hogares mexicanos pierden entre el 16 y el 31 % de sus ingresos. La rápida concentración de la industria de la carne de vacuno genera presión sobre las pequeñas empresas procesadoras, el gobierno y los consumidores, ya que los precios de la carne de vacuno al menudeo crecieron a un ritmo del 4.99% entre 2009 y 2018. Sin embargo, los precios de los agricultores aumentaron a un TBA del 2.43 %, calculada con base en datos del USDA<sup>(2)</sup> e INEGI<sup>(7)</sup>. La

concentración del mercado en la industria del ganado vacuno está asociada a un comportamiento no competitivo que puede dar lugar a una ineficiencia económica y a una disminución del bienestar de los consumidores<sup>(8)</sup>. Algunas investigaciones<sup>(9)</sup> señalan que la concentración del mercado es una de las principales causas de la transmisión asimétrica de los precios en las cadenas de mercado agrícola. Sin embargo, en México, hasta ahora, hay pocos estudios sobre la transmisión del precio del ganado vacuno y, por lo tanto, no existe un consenso sobre este tema.

### **Transmisión espacial de los precios**

La transmisión espacial de los precios se refiere a la transmisión de las perturbaciones de los precios a través de diferentes zonas y productos básicos<sup>(10)</sup>. La explicación teórica fundamental de la transmisión espacial de los precios se revela en la relación de arbitraje espacial, conocida como la Ley del Precio Único (LPU). Implica que la diferencia entre los precios en diferentes lugares del mercado nunca superará los costes de transacción; de lo contrario, los arbitrajistas explotarían estas oportunidades de beneficio<sup>(10)</sup>.

Supongamos que  $P_A$  y  $P_B$  representan los precios de una mercancía homogénea en dos mercados espacialmente separados en  $t$ , y  $r_{AB}$  representa los costes de traslado de una unidad de mercancía de  $B$  a  $A$ ; según la LPU:  $P_B - P_A \leq r_{AB}$ . La diferencia de precio en  $t$  de una mercancía en dos mercados espacialmente separados no debe diferir en más de los costes de transferencia. Si la diferencia espacial de precios supera la de los costes de traslado, los agentes económicos realizan arbitrajes espaciales. Tras el proceso de ajuste, se alcanza un nuevo equilibrio y se mantiene de nuevo la LPU. Como lo señala la literatura<sup>(11)</sup>, el comercio entre dos mercados implica que éstos están integrados.

### **Transmisión vertical de precios**

El análisis de la transmisión vertical de los precios es útil para evaluar la eficiencia de la integración de los distintos agentes económicos en un mercado. El grado y la velocidad con que los cambios de precios se transmiten de un nivel del mercado a otro tienen importantes implicaciones políticas para la distribución del bienestar y la competitividad. En un mercado competitivo, los choques de precios en un nivel de la cadena de mercado tendrían que reflejarse en cambios similares en otros niveles, ya que la eficiencia del mercado plantea la hipótesis de una relación de equilibrio mutuo de los precios<sup>(12)</sup>.

Entre 1990 y 2010, extensos estudios examinaron los vínculos de mercado entre los ganaderos, los procesadores y los mercados minoristas<sup>(13)</sup>. El grado de ajuste y la velocidad de transmisión de los choques de precios entre el ganadero, el procesador y el minorista es un factor esencial que refleja la actuación de los participantes en el mercado a distintos

niveles. La naturaleza, la velocidad y el alcance del ajuste a las perturbaciones del mercado también pueden tener importantes implicaciones para los márgenes de comercialización, los diferenciales y las prácticas de fijación de precios de los márgenes<sup>(9,12)</sup>.

El objetivo de este estudio fue estimar la velocidad de transmisión de precios entre el precio del procesador de ganado vacuno mexicano (canal) y el ganadero (ternero) (transmisión vertical) y entre el precio del ganado mexicano e internacional (ternero) (transmisión espacial de precios) para conocer la posible transmisión asimétrica de precios y las consecuencias económicas relacionadas con ésta para el productor y los consumidores. La hipótesis fue que la transmisión de los precios nacionales e internacionales de la carne de vacuno es asimétrica.

## Materiales y métodos

El método de estudio ha consistido en la realización de pruebas econométricas utilizando series temporales de datos mensuales de precios reales al contado, deflactados mediante el índice de precios al consumo, desde 1990 hasta 2019. El precio del ganadero estaba representado por los precios de los terneros, el precio intermedio (procesador) estaba representado por el precio de la canal, y el precio internacional y de importación por los precios de los terneros. Estos últimos en dólares, pero convertidos a pesos mexicanos reales utilizando el tipo de cambio bilateral. El precio internacional de la carne de vacuno (ternera) es el establecido por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). La información adicional sobre otros indicadores proviene de los sitios estadísticos oficiales de México, entre los que se encuentran el Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG), y de la Fundación ANETIF (Asociación Nacional de Establecimientos Tipo Inspección Federal).

Se verificó el orden de integración de cada serie, utilizando las pruebas de Dickey-Fuller aumentado y Phillips-Perron (PP)<sup>(14,15)</sup>. Estas pruebas fueron seguidas por una estimación de la relación a largo plazo, utilizando la cointegración de dos pasos de Engle-Granger y la prueba de Johansen<sup>(16)</sup>. Por último, se realizó un modelo de corrección de vector de error (MCVE) asimétrico; una prueba para seleccionar el orden de retardo para un MCVE asimétrico y una prueba F sobre el coeficiente de ECT+ y ECT- (cambios positivos y negativos en el término de error, respectivamente, según su abreviatura en inglés) con el fin de probar la hipótesis nula de simetría:  $H_0: B^+_i = B^-_i$ .

### Prueba de co-integración; relación a largo plazo

Una vez demostrada la existencia de una raíz unitaria, la cointegración entre las variables de la serie es necesaria para una relación de equilibrio a largo plazo. Un vector de variables con

raíz unitaria está co-integrado cuando una combinación lineal de estas variables es estacionaria<sup>(17)</sup>. Se aplicó la prueba de cointegración en dos pasos de Engle-Granger<sup>(17)</sup> y la prueba de Johansen<sup>(16)</sup> para comprobar la existencia de una relación a largo plazo. El primer enfoque consiste en estimar la regresión de cointegración, ecuación (1), por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO):

$$p_t^{out} = a + b_1 p_t^{in} + m_t \quad (1)$$

donde  $p_t^{out}$  es el precio de producción de la empresa en el periodo  $t$ ,  $p_t^{in}$  es el precio del insumo en  $t$ , y  $U_t$  es el término de error. La estimación de la ecuación (1) generó el residuo  $\hat{u}_t$ , al que se aplicó una prueba de raíz unitaria para  $\hat{u}_t$ . Como el coeficiente de  $U_{t-1}$  era inferior a la unidad, existe una relación de cointegración. Acto seguido, se efectuó una regresión de la ecuación (2).

$$Dm_t = a + b_1 m_{t-1} + b_2 Dm_{t-1} \quad (2)$$

Un coeficiente negativo del término de error (entre -2 y cero) confirma una relación de largo plazo entre los precios. Por el contrario, la prueba de Johansen derivó la distribución de dos estadísticos de prueba para la nulidad de la no cointegración: las pruebas de Trace y de valor propio<sup>(16)</sup>. Una vez verificada la cointegración entre los precios, se aplicó un Modelo de Corrección de Errores (MCE) en dos pasos para captar los efectos a corto y largo plazo del  $p_t^{in}$  en el  $p_t^{out}$ , y la velocidad de ajuste a la que el  $p_t^{out}$  restablece el equilibrio tras un cambio en el  $p_t^{in}$ . Se estimaron dos modelos econométricos: el modelo asimétrico espacial y el modelo asimétrico vertical.

### Transmisión espacial asimétrica de los precios

Considerando que los precios de la explotación ganadera e internacionales tienen una raíz unitaria y estaban cointegrados, se estimaron MCVE simétricos y asimétricos para investigar la posible interdependencia de los precios. Siguiendo un enfoque econométrico<sup>(18)</sup>, el MCE para la transmisión espacial de los precios se representa con la ecuación (3).

$$Dp_t^{farm} = a + b_1 Dp_t^{int} + b_2 ECT_{t-1} + b_3(L)Dp_{t-1}^{farm} + b_4(L)Dp_{t-1}^{int} \quad (3)$$

En la ecuación 3, también se segmentó el término de respuesta contemporánea<sup>(18)</sup>. Conduce a la ecuación (4), en el que la respuesta contemporánea y a corto plazo a las desviaciones de la relación de cointegración son asimétricas si  $\beta_1^+ \neq \beta_1^-$  and  $\beta_2^+ \neq \beta_2^-$ , respectivamente.

$$Dp_t^{fam} = a + b_1^+ Dp_t^{int} + b_1^- Dp_t^{int} + b_2^+ ECT_{t-1}^+ + b_2^- ECT_{t-1}^- + b_3(L) Dp_{t-1}^{fam} + b_4(L) Dp_{t-1}^{int} \quad (4)$$

Se utilizó una prueba F para comprobar la hipótesis nula de simetría.

### Transmisión vertical asimétrica de los precios

En la literatura, se propuso un enfoque basado en la teoría de la cointegración<sup>(17)</sup> para comprobar las posibles asimetrías en la cadena de valor de la carne de vacuno. Indica que dos series temporales no estacionarias pueden estar cointegradas a largo plazo si se integran ambas series, del mismo orden. En cambio, utilizando un MCVE asimétrico, Cramon-Taubadel<sup>(19)</sup> probó la Transmisión Asimétrica de Precios (TPA) en presencia de series no estacionarias, aplicando el enfoque de Engel y Granger en dos pasos. Para este enfoque, los autores propusieron dividir el término de corrección de errores en componentes positivos y negativos a fin de identificar si los precios se transmiten de manera diferente, dependiendo de si aumentan o disminuyen. Siguiendo el enfoque para probar la transmisión vertical asimétrica de los precios<sup>(19)</sup>, se estimó la ecuación (5):

$$DP_t^{ret} = b_0 + b_1 DP_t^{fam} + b_2 ECT_{t-1} + B_3(L) DP_{t-1}^{ret} + B_4(L) P_{t-1}^{fam} + e_t \quad (5)$$

Donde:  $ECT_{t-1} = P_{t-1}^{ret} - a_0 - a_1 P_{t-1}^{fam}$  es el término de corrección del error, y  $b_3(L), b_4(L)$  son rezagos polinómicos. Además, la división de la ECT en componentes positivos y negativos (es decir, desviaciones positivas y negativas del equilibrio a largo plazo -ECT+ y ECT-) revela si la velocidad de transmisión de los precios difiere, según aumente o disminuya. Además, permite comprobar la transmisión asimétrica de los precios (APT, en inglés)<sup>(20)</sup>. A continuación, se estima la ecuación (6):

$$DP_t^{ret} = b_0 + b_1 DP_t^{fam} + b_2^+ ECT_{t-1}^+ + b_2^- ECT_{t-1}^- + B_3(L) DP_{t-1}^{ret} + B_4(L) P_{t-1}^{fam} + e_t \quad (6)$$

Para comprobar la asimetría, se utilizó una prueba F para comprobar la hipótesis nula de simetría, es decir, si existe una respuesta asimétrica de los precios,  $b_2^+ \neq b_2^-$ .

### Resultados y discusión

Los resultados de las pruebas de raíz unitaria ADF y PP<sup>(14,15)</sup> no pueden negar la nulidad de la no estacionariedad de las series de precios; los valores del estadístico T no corroboran el rechazo de la hipótesis nula de una raíz unitaria con un 95% de confianza (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Resultados de las pruebas ADF y PP sobre las series de precios de la carne de vacuno

<b>Serie de precios</b>	<b>Prueba ADF</b>	<b>Valor crítico del 5%</b>	<b>Prueba PP</b>	<b>Valor crítico del 5%</b>
Precio internacional	-2.456	-3.426	-11.886	-21.378
Precio del ganadero	-2.096	-3.426	-13.455	-21.378
Precio del procesador	-3.489	-3.426	-22.733	-21.378
Precio de importación	-7.396	-3.426	-86.416	-21.378

Fuente: cálculos propios.

Estos resultados permitieron utilizar la técnica de cointegración para calcular la relación entre los precios internacionales y nacionales de la carne de vacuno mexicana y entre los precios de un procesador y los de la carne de vacuno en granja; asimismo, coinciden con estudios anteriores sobre la no estacionariedad de los precios de la carne de vacuno<sup>(21,22,23)</sup>.

### Cointegración a largo plazo

La estimación de la ecuación (1), para el modelo espacial (ecuación 4), muestra un  $R^2$  de 0.78, una estadística  $t$  de 34.78 y una estadística  $F$  de 1209,7, que indican cointegración a largo plazo. La prueba ADF sobre el término de error muestra un estadístico de prueba de -2.57 frente a un valor crítico del 5 % de -2.87, lo que indica que no se rechaza la nulidad de no estacionariedad. Diversos autores<sup>(21,22,23)</sup> informaron de resultados similares en cuanto a los precios de la carne de vacuno. Para el modelo vertical (ecuación 6), se encontró un  $R^2$  de 0.68, una estadística  $t$  de 27.47 y una estadística  $F$  de 74.4. En cuanto al término del error, el ADF muestra un estadístico de prueba de -2,696 frente a un valor crítico del 5 % de -2.87, lo que indica que no se puede rechazar la nulidad de no estacionariedad. Para los dos modelos, se estimó la ecuación (2). Los resultados mostraron un coeficiente negativo del término de error, lo que confirma la relación a largo plazo entre los precios de la carne de vacuno (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Prueba de cointegración en dos pasos de Engle-Granger

Precio del ganadero-int.	Coefficiente	Error estándar	Valor de <i>t</i>
$m_{t-1}$	-.148	.032	-4.53*
$Dm_{t-1}$	-.240	.052	-4.59*
Constante	.000	.004	0.020
Prueba F	30.280		
R-cuadrada	0.1501		
<b>Ganadero-procesador</b>			
$m_{t-1}$	-.014	.016	-1.291
$Dm_{t-1}$	-.234	.053	-4.461*
Constante	.002	.002	
Prueba F	11.65		
R-cuadrada	0.164		

Fuente: cálculos propios. \* denota una significancia del 95%.

Los resultados de la prueba de Johansen (Cuadro 3) proporcionaron pruebas sólidas para rechazar la hipótesis nula de no cointegración entre el precio del ganadero nacional y el internacional y entre el precio del ganadero y los precios de la carne de vacuno del procesador, lo que sugiere la existencia de una relación de cointegración única a largo plazo.

**Cuadro 3:** Prueba de cointegración de Johansen para la cointegración de precios

Precio del ganadero internacional	Rango	Valor propio	Estadística de seguimiento	Valor crítico del 5%
	0	.	30.208	15.411
	1	0.035	1.744*	3.761
	2	0.004		
<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>		<b>EE</b>	<b>Z</b>
Precio del ganadero	1	--	--	--
Precio internacional	-.826		.083	-9.902
Constante	.528	--	--	--
Ganadero-procesador	Rango	Valor propio	Estadística de seguimiento	Valor crítico del 5%
	0	.	14.182*	15.41
	1	0.035	1.537	3.761
	2	0.004		
<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>		<b>EE</b>	<b>Z</b>
Precio del ganadero	1			
Precio del procesador	-0.678		0.1697	-3.998*
Constante	5.375			

Fuente: Cálculos propios. EE= error estándar.

\* denota una significancia del 95%.



Los estudios sobre los precios de la carne de vacuno, aplicando la prueba de Johansen, informaron de la existencia de cointegración entre los precios agrícolas nacionales y los precios internacionales. También se observó una cointegración a largo plazo entre los precios de la carne de vacuno de los ganaderos y de los procesadores y los minoristas<sup>(24)</sup>.

Los resultados sugieren que sus innovaciones históricas influyen profundamente en los precios del mercado internacional de la carne de vacuno. El precio internacional de la carne de vacuno tiene un fuerte impacto en los movimientos de los precios mexicanos a largo plazo. Ante una variación unitaria del precio internacional, el precio del ganadero para el ganado vivo cambia en un 82%, lo que implica un efecto considerable, pero diferente de la unidad. El resto lo explican otros fundamentos del mercado. En el caso de la relación entre la explotación ganadera y el procesador, un aumento del 1% del precio del procesador induce un aumento del 0.68% en el precio de la explotación ganadera. Dado que los resultados anteriores confirmaron la cointegración de los precios internacionales y nacionales de las explotaciones ganaderas y entre los precios de la carne de vacuno de los ganaderos y de los procesadores, estimamos un MCVE simétrico y otro asimétrico.

### **Modelo de corrección de errores vectorial espacial**

Para el modelo espacial, se estimó un MCVE para investigar la posible interdependencia de los precios nacionales e internacionales de la carne de vacuno, considerando que los precios de la explotación y los internacionales tienen una raíz unitaria y están cointegrados. Los resultados del MCVE muestran que tanto los precios de la carne de vacuno en granja como los internacionales responden a los desequilibrios, ya que los coeficientes son significativos al nivel del 5%. La corrección de los desequilibrios de precios es limitada, y los coeficientes tienen el signo correcto. En un estudio similar realizado en Europa<sup>(25)</sup> utilizando el MCVE asimétrico, se comprobó que el movimiento de los precios en los mercados mundiales de la carne de vacuno se transmitía a los mercados nacionales, pero en menor medida.

El Cuadro 4 muestra que los coeficientes de cambio contemporáneo son significativamente inferiores a uno en ambas ecuaciones. Esto quiere decir que, en un mismo mes, los precios de la explotación ganadera no reaccionan totalmente a las variaciones de los precios mundiales. Este hecho demuestra que los datos mensuales son adecuados para revelar el proceso de transmisión de los precios de la carne de vacuno<sup>(18)</sup>.

**Cuadro 4:** Resultados del VECM; modelo espacial simétrico y asimétrico

Variable independiente	Modelo espacial simétrico				Modelo espacial asimétrico			
	Coef.	EE	Valor de t	Valor de P	Coef.	EE	Valor de t	Valor de P
Pprod <sub>t-1</sub>	0.27	0.054	4.99*	0.000	0.273	0.061	4.49*	0.000
Pprod <sub>t-2</sub>	0.017	0.056	0.31	0.768	0.017	0.056	0.31	0.768
Pprod <sub>t-3</sub>	0.043	0.056	0.77	0.441	0.042	0.056	0.75	0.453
Pprod <sub>t-4</sub>	0.04	0.055	0.65	0.514	0.034	0.055	0.62	0.535
Pint <sub>t-1</sub>	-0.028	0.022	-1.26	0.210	-0.059	0.024	-2.44*	0.015
Pint <sub>t-2</sub>	-0.048	0.022	-2.14*	0.033	-0.025	0.023	-2.09*	0.037
Pint <sub>t-3</sub>	0.008	0.022	-0.37	0.715	-0.005	0.022	-0.23	0.820
Pint <sub>t-4</sub>	0.022	0.019	1.17	0.243	0.023	0.018	1.27	0.215
ECT <sub>t-1</sub>	-0.049	0.015	-3.26*	0.000	---	---	---	---
ECT <sup>+</sup> <sub>t-1</sub>	---	---	---	---	-0.049	0.021	-2.38*	0.018
ECT <sup>-</sup> <sub>t-1</sub>	---	---	---	---	-0.059	0.029	-2.05*	0.042
Constante	0.001	0.002	0.62	0.552	0.001	0.002	0.58	0.556
Prueba de la norma	(Prob>z)=0.000				(Prob>z)=0.000			
Prueba LM	(Prob>chi2)=0.291				(Prob>chi2)=0.524			
Prueba DW	0.299				0.532			
R-cuadrada	0.320				0.353			
$H_0 : b_1^+ = b_1^-$	---				F(1,330)= 0.822			
$H_0 : b_2^+ = b_2^-$	---				F(1,330)= 12.084			

Fuente: Cálculo propio. Coeff.= coeficiente; EE= error estándar.

\* denota una significancia del 95%.

Las estadísticas t- para ECT+ y ECT- indican que los precios de la explotación ganadera responden fuertemente a los choques negativos, pero permiten la persistencia de los choques positivos en el margen. El ECT- induce un cambio significativamente mayor en el precio de la explotación ganadera que el ECT+. Según un resultado similar, reportado en la literatura económica<sup>(26)</sup>, el MCVE indicaba que la mayor parte del desequilibrio del mercado se corregía en un mes. Los precios corrigen un pequeño porcentaje de los desequilibrios en los mercados, sobre todo por fuerzas externas. Una prueba F de la hipótesis nula de simetría ( $b_2^+ = b_2^-$ ) conduce al rechazo al nivel de significancia del 5 % (F= 12.08). Este resultado implica que cuando el precio baja, la transmisión es más rápida que cuando el precio sube. Las subidas de precios llegan a los productores con retraso, con

respecto a una caída de los precios internacionales, que se transmiten más rápido. Este resultado es coherente con el hecho de que los precios internacionales reaccionan más rápidamente cuando el margen se reduce que cuando se amplía<sup>(27)</sup>. Una posible explicación de la asimetría de precios es el insuficiente acceso de los ganaderos a la información sobre precios y a la infraestructura<sup>(9)</sup>.

La integración espacial de los precios del ganado y la carne de vacuno entre el mercado internacional y el mexicano es un tema de gran importancia porque es un país deficitario, y por lo tanto un comercio eficiente tiene importantes implicaciones de política de seguridad alimentaria. Desde el punto de vista político, esto debería ayudar a diseñar programas de apoyo a la agricultura y herramientas de gestión de riesgos para la industria de la carne de vacuno. El hallazgo de fuertes efectos de transmisión entre los precios internacionales y los mexicanos corrobora la opinión de que los participantes en la cadena mexicana de suministro necesitan considerar la naturaleza altamente volátil de los precios internacionales en su proceso de toma de decisiones.

### Modelo de corrección de errores vectorial vertical

Dado que existe una cointegración entre los precios de la carne de vacuno de los procesadores y de las explotaciones, se estimó un MCVE, siguiendo el enfoque de Cramon-Taubadel (ecuación 5). El resultado del MCVE simétrico y asimétrico del Cuadro 5 indica que tanto el coeficiente de la TEC como el parámetro de corto plazo son significativos al nivel del 5 %.

**Cuadro 5:** Resultados del MCVE; modelo vertical simétrico y asimétrico

Variable independiente	Modelo vertical simétrico				Modelo vertical asimétrico			
	Coef.	EE	Valor de <i>t</i>	Valor de <i>P</i>	Coef.	EE	Valor de <i>t</i>	Valor de <i>P</i>
Pprod <sub>t-1</sub>	0.077	0.036	2.120*	0.035	0.094	0.031	2.944*	0.004
Pprod <sub>t-2</sub>	-0.079	0.056	-1.411	0.158	-0.075	0.056	-1.321	0.187
Pprod <sub>t-3</sub>	0.026	0.056	0.47	0.645	0.023	0.056	0.41	0.675
Pprod <sub>t-4</sub>	0.067	0.053	1.242	0.214	0.068	0.054	1.263	0.21
Pint <sub>t-1</sub>	0.111	0.032	3.440*	0.001	0.104	0.033	3.090*	0.002
Pint <sub>t-2</sub>	0.065	0.032	2.000*	0.046	0.063	0.032	1.93	0.054
Pint <sub>t-3</sub>	0.002	0.032	0.075	0.948	0.003	0.032	0.121	0.908
Pint <sub>t-4</sub>	-0.04	0.031	-1.28	0.202	-0.042	0.031	-1.33	0.184
ECT <sub>t-1</sub>	-0.029	0.008	-3.690*	0.000	---	---	---	---

ECT <sup>+</sup> <sub>t-1</sub>	---	---	---	-0.033	0.011	8	-	2.811	0.006
ECT <sup>-</sup> <sub>t-1</sub>	---	---	---	-0.042	0.011	7	-	3.560	0.000
Constante	0.001	0.002	0.88	0.375	0.001	5	0.89	0.375	
Prueba de normalidad	(Prob>z)=0.000			(Prob>z)=0.000					
Prueba LM	(Prob>chi2)=0.336			(Prob>chi2)=0.605					
Prueba DW	0.344			0.612					
R-cuadrada	0.341			0.391					
Prueba: $b_2^+ - 1 b_2^-$	---			F(1,330)= 14.371					

Fuente: Cálculo propio. Coef.= coeficiente; EE= error estándar.  
 \* denota una significancia del 95%

Este resultado sugiere que los precios del procesador y del ganadero comparten una relación de equilibrio a largo plazo. Un cambio en los precios de las explotaciones ganaderas tiene un efecto significativo en los precios de los procesadores durante el periodo siguiente. La TEC induce un cambio significativamente mayor en el precio del procesador que ECT<sup>+</sup>. Estos resultados corroboran la hipótesis de que los cambios de precios no se transmiten eficazmente de un nivel a otro<sup>(28)</sup>. También apoya la hipótesis<sup>(9)</sup> de que los transformadores de carne de vacuno pueden tener cierto poder de mercado.

Los resultados del MCVE asimétrico revelan que la transmisión de los precios de la carne de vacuno es asimétrica para la velocidad de ajuste. Los estadísticos *t* para ECT<sup>+</sup> indican que los precios al por menor responden fuertemente a los choques negativos, lo que indica que cuando los precios del productor disminuyen, la velocidad de ajuste tiende a ser significativamente más rápida. Además, cuando los precios aumentan, se producen cambios estadísticamente significativos en la velocidad de ajuste. Una prueba F de la hipótesis nula de simetría ( $b_2^+ = b_2^-$ ) conduce al rechazo al nivel de significancia del 5 % (F= 14.37). Sugiere que los precios agrícolas reaccionan más rápidamente cuando el margen se reduce que cuando se amplía. En un estudio sobre el mercado de la carne de vacuno estadounidense<sup>(29)</sup> se señaló una asimetría en la transmisión de los precios que es mucho más crítica en el caso de la venta al por mayor y al por menor que en el de la venta al por mayor. Asimismo, los choques de precios positivos se transmiten con mayor intensidad que los negativos.

Las estimaciones de los coeficientes de ajuste, centradas en los ajustes de los precios al por menor para restablecer el equilibrio, indican que, en el plazo de un mes, los precios al por menor se ajustan para eliminar aproximadamente el 4.2 % de una variación negativa unitaria en la desviación de la relación de equilibrio creada por los cambios en los precios de producción. Por otra parte, los precios al por menor se ajustan en un 3 % de un cambio positivo en la desviación del equilibrio creado por los cambios en los precios de producción.

Dado que la carne de vacuno y las canales son productos no almacenables sujetos a retrasos en la producción con una oferta inelástica a corto plazo, los productores no pueden ajustar la producción en respuesta a cambios transitorios en los precios. Por el contrario, el procesador de carne de vacuno puede responder inmediatamente a los cambios en los precios de los productores ajustando sus precios. Además, los procesadores, a diferencia de las unidades de engorde, se enfrentan a importantes costes fijos. Por lo tanto, a corto plazo, los márgenes pueden reducirse en un intento de mantener una planta que funcione casi a plena capacidad. Por lo tanto, como resultado de la competencia entre los distintos procesadores, los precios de las explotaciones pueden bajar más rápidamente de lo que suben. Dado que la transmisión asimétrica de los precios implica un cierto grado de poder de mercado y/o de ineficiencia del mismo, es necesario investigar más a fondo las posibles causas de la transmisión asimétrica de los precios del ganado y la carne de vacuno, a nivel no sólo nacional sino también regional.

## **Conclusiones e implicaciones**

Esta investigación aporta a México el hallazgo de que la transmisión de los precios de la carne de vacuno es asimétrica en los mercados nacional e internacional. Existe una relación de cointegración a largo plazo entre los precios internacionales y mexicanos de la carne de vacuno en la explotación y entre el precio de la explotación ganadera y el del procesador nacional. Para el análisis espacial, tanto los precios de la explotación ganadera como los internacionales muestran una respuesta significativa a los desequilibrios de los precios y a la transmisión asimétrica de éstos. Los movimientos de los precios en los mercados internacionales se transmiten asimétricamente al mercado mexicano, lo que indica que una disminución de los precios internacionales tiende a transmitirse más rápidamente a los agricultores que un aumento de los precios internacionales. Considerando el modelo de transmisión vertical de los precios durante el siguiente período, un cambio en los precios de producción tiene un efecto significativo en los precios del procesador. La velocidad a la que los precios tienden a converger para corregir totalmente la desviación es moderadamente lenta, pero cuando los precios de producción disminuyen, la velocidad de ajuste tiende a ser significativamente más rápida. La transmisión asimétrica de los precios en el mercado mexicano de la carne de vacuno tiene implicaciones para las políticas. El papel de la intervención gubernamental en el mercado a través de diversos programas de apoyo a los precios puede tener efectos de bienestar y redistribución de la renta. Por ejemplo, los

programas de apoyo a la ganadería bovina en México pueden estar beneficiando más a los procesadores que a las explotaciones ganaderas (unidades de engorde). Los resultados de esta investigación pueden aportar valiosas contribuciones al debate sobre las políticas, revelando una transmisión unidireccional de los precios de la carne de vacuno de los productores a los procesadores, y que la transmisión de los precios de la carne de vacuno es asimétrica, dependiendo de si los precios están aumentando o disminuyendo.

### **Agradecimientos y conflicto de intereses**

Al Colegio de Posgraduados-Campus Puebla por la elaboración de la base de datos y a la Lic. Leticia Portilla Durán por su colaboración en la elaboración de la base de datos. Declaro que no existe conflicto de interés de ningún tipo entre la institución financiadora y los datos y resultados publicados.

### **Literatura citada:**

1. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Indicadores Económicos. <https://www.gob.mx/siap> 2018. Consultado 9 Dic, 2019.
2. USDA. United States Department of Agriculture. Livestock and poultry. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf). 2019. Accessed Jan 11, 2020.
3. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción ganadera. [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/) 2019. Consultado 16 Oct, 2019.
4. Consejo Mexicano de la Carne. Compendio estadístico 2018. <https://comecarne.org/> 2018. Consultado 9 Ene, 2019.
5. SUKARNE 2020. Página oficial. Consultado 16 Abr,2021. [www.grupovix.mx](http://www.grupovix.mx), y <http://www.sukuero.com.mx/celebrando-45-anos-de-sukarne/>
6. COFECE. Comisión Federal de Competencia Económica. Poder de mercado y bienestar social. [www.cofece.mx](http://www.cofece.mx) 2019, Consultado Ene 14, 2019.
7. INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Índice Nacional de Precios al Consumidor y al Productor, 2018. <http://www.inegi.org.mx>. Consultado Ene 14, 2019.
8. Xia T, Li X. Consumption inertia and asymmetric price transmission. *J Agric Resour Econ* 2010;35(2):209–227.
9. Meyer J, Cramon TSV. Asymmetric price transmission: a survey. *J Agric Econ* 2004;55(3):581-611.

10. Fackler PL, Goodwin BK. Spatial price analysis. In Gardner B, Rausser G, editors. Handbook of agricultural economics. Amsterdam: Elsevier 2001;1(2):971-1024.
11. Ganneval S. Spatial price transmission on agricultural commodity markets under different volatility regimes. *Econ Model* 2016;52(A):173-185.
12. Serra T, Goodwin BK. Price transmission and asymmetric adjustment in the Spanish dairy sector. *Appl Econ* 2003;35(18):1889-1899.
13. Miller DJ, Hayenga ML. Price cycles and asymmetric price transmission in the U.S. Pork market. *Am J Agr Econ* 2001;83(3):551-562.
14. Dickey DA, Fuller WA. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica* 1981;49(4):1057-1072.
15. Phillips PCB, Perron P. Testing for unit root in time series regression. *Biometrika* 1988;75(2):335-346.
16. Johansen S. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica* 1991;59(6):1551-1580.
17. Engle RF, Granger CWJ. Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica* 1987;55(2):251-276.
18. Cramon-Taubadel SV, Loy JP. Price asymmetry in the international wheat market: comment. *Can J Agric Econ-Rev Can Agroekon* 1996;44(3):311-317.
19. Cramon-Taubadel SV. Estimating asymmetric price transmission with error correction representation. Application to the German Pork market. *Eur Rev Agric Econ* 1998;25(1):1-18.
20. Granger CWJ, Lee TH. Investigation of production, sales and inventory relationships using multicointegration and non-symmetric error correction models. *J Appl Econom* 1989;4(S1):S145-S159.
21. Chung C, Rushin J, Surathkal P. Impact of the livestock mandatory reporting act on the vertical price transmission within the beef supply chain. *Agribusiness* 2018;34(3):562-578.
22. Goodwin BK. Spatial and vertical price transmission in meat markets. Workshop of market integration and vertical and spatial price transmission in agricultural markets. University of Kentucky Lexington 2006.
23. Barahona JF, Trejos B, Lee JW, Chulaphan W, Jatuporn C. Asymmetric price transmission in the livestock industry of Thailand. *APCBEE procedia* 2014;8:141-145.

24. Guillen J, Franquesa R. Testing for market power in the Spanish meat market: Price transmission elasticity and asymmetry using econometric models. *IJCEE* 2010;1(3/4):294-308.
25. Ihle R, Brümmer B, Thompson SR. Structural change in European calf markets: Decoupling and the blue tongue disease. *Eur Rev Agric Econ* 2012;39(1):157-180.
26. Bekele S, Alemu D. Analysis of beef cattle market integration in the case of Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *J Market Consumer Res* 2016;30:9-15.
27. Darbandi E, Saghaian SH. Vertical price transmission in the U.S. beef markets with a focus on the great recession. *J Agribus* 2016;34(2):99-120.
28. Lloyd T. Forty years of price transmission research in the food industry: Insights, challenges and prospects. *J Agr Econ* 2017;68(1):3-21.
29. Emmanouilides CJ, Fousekis P. Vertical price dependence structures: copula-based evidence from the Beef supply chain in the USA. *Eur Rev Agric Econ* 2015;42(1):77-97.