

TRANSMISIÓN DE PRECIOS EN LA CADENA PRODUCTIVA DEL GAS NATURAL AL AMONIACO ANHIDRO EN MÉXICO

Price Transmission in the Production Chain of Natural Gas to Anhydrous Ammonia in Mexico

González-Pérez Horacio¹, Ávila-Dorantes José Antonio^{1‡}, Gitter Robert J.² y Martínez-Damián Miguel Ángel³

RESUMEN

Algunas cadenas poco conocidas y esenciales para la agricultura son las que relacionan los insumos con las actividades agropecuarias. Dado que el gas natural corresponde a un mercado diferente al amoniaco anhidro, el objetivo general de la investigación fue analizar el nexo que existe entre el precio del gas natural y los precios del amoniaco anhidro como fertilizante líquido para aplicación directa en el sector agrícola, así como el impacto que puede existir en estos mercados por la existencia de un monopolio estatal. Empleando una regresión con variable dicótoma se concluye que, el precio nominal del amoniaco al que compra el agricultor tiene una dependencia asimétrica con respecto al precio nominal del gas natural con dos meses de retraso al que vende Pemex Petroquímica, lo que orienta al estado mexicano, en caso de aplicar política agrícola de apoyo a este sector, vía precios del gas natural, cuando la tendencia de los precios de los fertilizantes agrícolas nitrogenados es a subir.

Palabras clave: *fertilizante líquido, regresión, asimetría, precio nominal, agricultura.*

SUMMARY

Some little-known and essential chains for agriculture are inputs related to agricultural activities. Regarding natural gas corresponds to a different market than anhydrous ammonia, the overall objective of this investigation was to analyze the link between natural

gas and anhydrous ammonia prices, it is as liquid fertilizer for direct application in agriculture sector as well as the impact that may exist in these markets by the existence of a state monopoly. Using a dummy variable regression is concluded that the nominal price of ammonia to the farmer who buys a unit asymmetric with respect to the nominal price of natural gas with two-month delay that sell Pemex Petrochemicals, which guides the Mexican State if applicable agricultural policy to support this sector, via natural gas prices, though the trend of prices of agricultural nitrogen fertilizer is rising.

Index words: *liquid fertilizer, regression, asymmetric, nominal price, agriculture.*

INTRODUCCIÓN

Algunas cadenas productivas poco conocidas y esenciales para la agricultura, son las que relacionan los insumos con las actividades agropecuarias. Por ejemplo, la que se establece entre el petróleo-gas natural-amoniaco anhidro-fertilizantes-agricultura, la cual es el objeto del presente estudio.

Además de las exportaciones, del petróleo se deriva la industria petroquímica nacional que ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo del país. De ella se obtiene una amplia variedad de productos que son la base de diversas cadenas productivas, que generan una buena parte de las actividades que se desempeñan en la vida diaria. Una cadena productiva importante de la red nacional existente es la que se establece entre el petróleo y la agricultura a través del gas natural.

Éste es el producto que se obtiene, con frecuencia, asociado con el petróleo. El gas natural tiene diversos usos en la industria, en las familias, y en la agricultura a través de la agroindustria. Es la materia prima en la producción de amoniaco anhidro, el cual se puede usar en forma directa en los campos agrícolas o transformar en fertilizantes sólidos.

En el mundo existen suficientes reservas de gas natural para satisfacer las necesidades en las próximas

¹ Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, estado de México.

[‡] Autor responsable (aviladorantes@hotmail.com)

² Departamento de Economía, Ohio Wesleyan University. 43015 Delaware, Ohio, USA.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo estado de México.

décadas (Hayward, 2009). La mayor parte de las reservas de gas natural mundial se encuentran en Rusia con 1 680 billones de pies cúbicos, le siguen Irán, Qatar, Arabia Saudita, Estados Unidos, Emiratos Árabes Unidos, y otros países. México cuenta con 13 billones de pies cúbicos, que lo ubica en el 35avo. lugar (Pemex, 2009).

Anexo a la obtención del petróleo, se extrae gas natural el cual tiene diferentes usos y a su vez es fundamental para el sector industrial. Para el último lustro la producción de este recurso se incrementó a 5545 MMpcd (Pemex, 2009).

Pemex, única empresa que en México procesa el gas natural con aire y vapor de agua para obtener amoniaco anhidro (NH_3), con el cual se abastece al territorio mexicano en los diferentes usos domésticos e industriales; para el periodo 2004-2008 Pemex Petroquímica Cosoleacaque reportó que en promedio produjo 55 185 Mg de amoniaco que se destinaron a los diferentes usos.

El amoniaco anhidro tiene diferentes usos en la industria química de México, además también es la principal materia prima para producir fertilizantes químicos nitrogenados para el sector agrícola, y del uso eficiente en aplicación directa por su alto contenido en nitrógeno.

La mayor parte del amoniaco producido en México se destina a la fabricación de fertilizantes para el sector agrícola como: nitrato de amonio (NH_4NO_3), sales amoniacaes ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$) y urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$); el resto para uso agrícola en aplicación directa y la industria química. En la Figura 1 se observa la relación que existe entre el sector petroquímico y el agrícola a través de los fertilizantes.

El uso de fertilizantes en México está muy extendido, y se considera que más del 95% de los agricultores del país lo utilizan, aunque con frecuencia en dosis diferentes de las recomendadas por la investigación científica. La zona noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Nayarit) y el Bajío son las principales regiones del país que consumen fertilizantes líquidos (Ávila, 2002).

La estrecha relación que existe entre el petróleo-gas natural- agricultura, a través del amoniaco anhidro, y su impacto en los costos de producción agrícola, induce al análisis de estos productos (gas natural y amoniaco anhidro) en materia de precios. En un mercado competitivo, se esperaría que al existir un incremento en el precio del gas natural, el precio del amoniaco

se incremente en la misma proporción, en contraste, cuando el precio del gas natural disminuya el precio del amoniaco también lo haga con el mismo impacto. Sin embargo pueden existir distorsiones que indiquen la existencia de mercados imperfectos que provoquen que el planteamiento anterior no ocurra exactamente así. Sobre este tema, algunos autores mencionan que el análisis de transmisión de precios a lo largo de una cadena comercial es un tema de gran interés entre los economistas agrícolas; indican que los precios son, quizá, el principal mecanismo que permite relacionar los diferentes eslabones de la cadena comercial, por lo que el análisis de transmisión de precios se ha utilizado como medio para evaluar el funcionamiento de algunos sectores (Ben y Gil, 2008). Otros investigadores al estudiar el impacto que las distorsiones de los precios agrícolas tienen en las ventas al por mayor y al por menor en el sector alimentario, explican que la transmisión de precios es una herramienta que se ha usado con frecuencia en los años recientes (Bakucs y Ferto, 2008). Otro estudio menciona que las mayores asimetrías ocurren en la transmisión de precio en la etapa de los agentes minoristas (corto plazo) y muy poca asimetría en la fase de los agentes mayoristas (largo plazo) (Dejgard y Skadkaer, 2007). Otros analistas encuentran que los precios constituyen el principal mecanismo de conexión entre diferentes sectores o mercados; sugieren que el estudio de transmisión de precios permite, entre otras cuestiones, analizar el peso de los diferentes mercados y formular estrategias propias a los diferentes intermediarios; y afirman, que los análisis de transmisión de precios constituyen una respuesta de los economistas a la creciente preocupación social y política sobre la cuantía y velocidad con que los choques de precios son transmitidos entre los diferentes niveles de la cadena comercial (Cruz y Ameneiro, 2007). Finalmente algunos autores afirman que una transmisión de precios depende del enfoque del estudio a analizar y es de suma importancia tomar en cuenta, a los agentes económicos que intervienen en la cadena de comercialización, los mayoristas y los minoristas, pues perturban la transmisión de los precios; y que los precios al por mayor o al por menor responden más rápidamente cuando los precios agrícolas se incrementan que cuando los precios disminuyen (Zheng *et al.*, 2007).

Para el caso que se presenta, dado que el gas natural responde a un mercado diferente al amoniaco anhidro, el objetivo general de la investigación fue analizar el nexo que existe entre el precio del gas natural y los precios

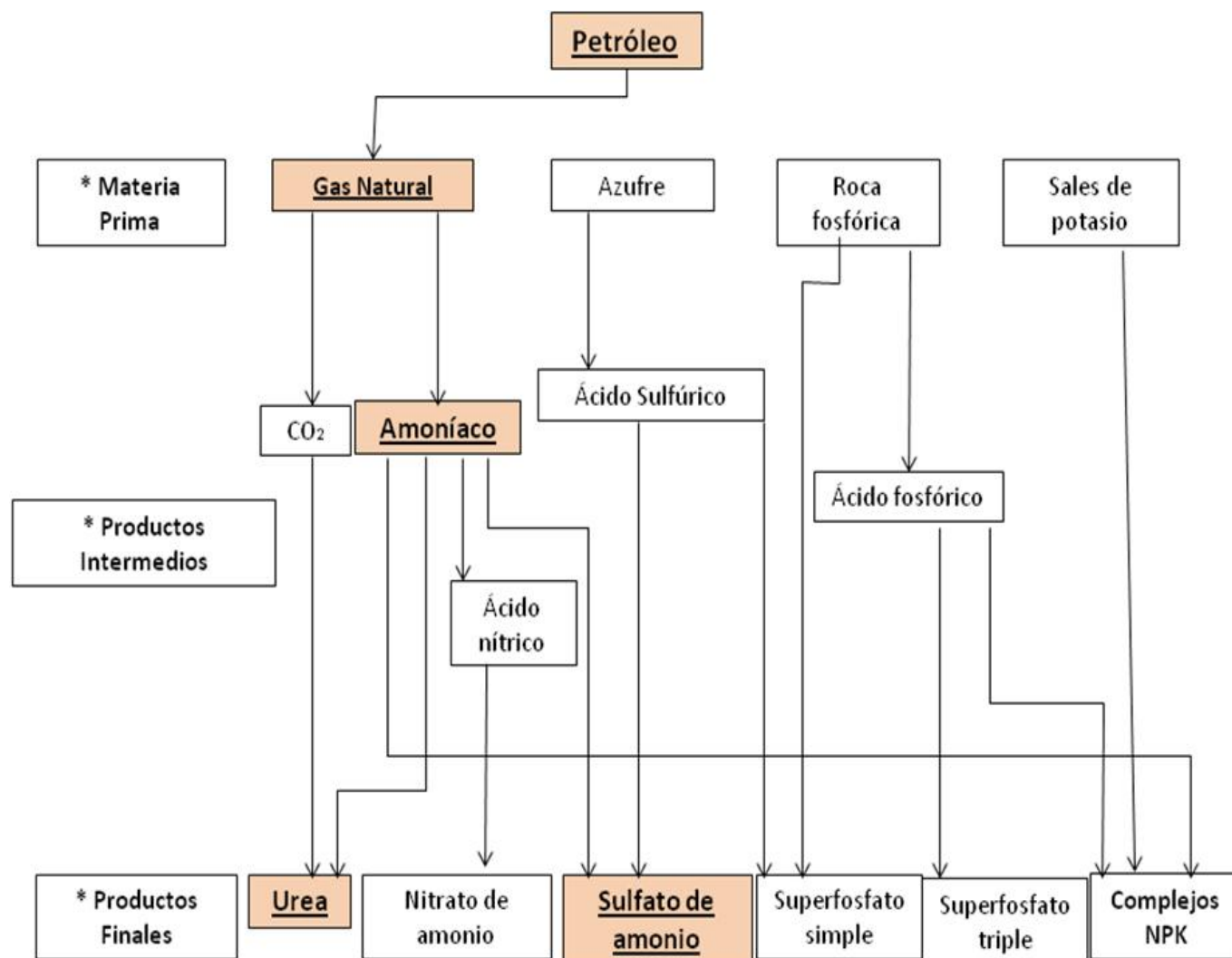


Figura 1. Cadena productiva de los principales fertilizantes en México. Fuente: Elaboración propia con datos de El mercado de los fertilizantes en México, a finales del siglo XX (Ávila, 2002).

del amoníaco anhidro como fertilizante líquido para aplicación directa en el sector agrícola, así como el impacto que puede existir en estos mercados por la existencia de un monopolio estatal.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un estudio de transmisión de precios del tomate del productor al consumidor en España, se utiliza un enfoque metodológico consistente en la estimación de un vector de corrección del error con umbrales (Ben y Gil, 2008). Otro estudio, sobre transmisión de precios de la leche en el mercado húngaro utiliza la metodología Gregory-Hansen que consiste en encontrar un punto de ruptura a través de una relación de cointegración,

entre los precios del productor y los precios al por menor de la leche a los consumidores (Bakucs y Ferto, 2008). El estudio de transmisión de precios en la cadena de alimentos en Dinamarca hace uso de modelos de cointegración de análisis y corrección de error (Dejgard y Skadkaer, 2007). El estudio de transmisión de precios en el mercado de los productos pesqueros en España, utilizan modelos de vectores autorregresivos (VAR) y de corrección de error (MCE) (Cruz y Ameneiros, 2007). Finalmente, en un estudio de transmisión asimétrica de precios en los mercados agrícolas de los Estados Unidos utilizan el modelo de corrección de error (Zheng *et al.*, 2007).

Esta revisión bibliográfica permite identificar la variedad de métodos empleados para el estudio de

diferentes mercados entrelazados a través de los precios. En el presente estudio se decidió seguir el modelo de regresión con variable dicótoma, con la forma siguiente (más adelante se obtiene el rezago que mejor se ajusta a la investigación):

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \chi_{t-j} + \sum_{j=1}^q \beta_j D_{t-j} \chi_{t-j} \quad (1)$$

donde:

Y_t = precio nominal del amoniaco al que vende una distribuidora en Celaya, Guanajuato (DCG), es la variable dependiente en el tiempo t .

X_{t-j} = precio nominal del gas natural a que vende Pemex Petroquímica Cosoleacaque con rezago de j meses.

β_0 = intercepto en el modelo de regresión lineal.

β_j = coeficientes de regresión del modelo.

D_{t-j} = variable denominada "dummy" que toma únicamente dos valores; 1 cuando hay incremento de precio y 0 cuando no hay incremento de precio, con rezago de j meses.

Para el caso de la investigación, se usa el siguiente modelo, empleando el de mejor rezago:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{t-2} + \beta_3 D_{t-2} X_{t-2} + e_t \quad (2)$$

donde:

e_t = error en el tiempo t .

El modelo de regresión lineal con rezago con dos meses utilizando, queda de la siguiente forma;

$$P_{NH3t} DCG = \beta_1 + \beta_2 P_{GNt-2} + \beta_3 D_{t-2} P_{GNt-2} + e_t \quad (3)$$

donde:

$P_{NH3t} DCG$ = precio nominal del amoniaco al que vende una DCG en el tiempo t .

P_{GNt-2} = precio nominal del gas natural a que vende Pemex Petroquímica Cosoleacaque con rezago de 2 meses.

La especificación de la dummy se denota:

$$D_{1t} = \begin{cases} 1 & \text{si el precio del gas natural sube} \\ 0 & \text{si el precio del gas natural no sube} \end{cases}$$

Es la dummy en el tiempo t , por lo que si la dummy toma el valor de 1 ó 0 el modelo se especifica de la siguiente manera:

$$E(Y/D = 1, P_{GN}) = \beta_1 + (\beta_2 + \beta_3) P_{GNt-2} + e_t \quad (4)$$

$$E(Y/D = 0, P_{GN}) = \beta_1 + \beta_2 P_{GNt-2} + e_t \quad (5)$$

donde:

$E(Y/D)=(1,0)$; es la esperanza de la variable dependiente, cuando la dummy vale uno o cero.

En cuanto al coeficiente β_2 , éste mide el efecto de corto plazo. Se interpreta como el término de ajuste inicial o de efecto contemporáneo. Este parámetro indica cuánto de un determinado cambio en el precio nominal del gas natural será transmitido al precio nominal del amoniaco al que vende una DCG¹.

Un aspecto importante es que los modelos de corrección de error (MCE) describen válidamente la relación de dos variables sólo si ambas tienen igual grado de integración y están cointegradas (Engel y Granger, 1987 mencionado por Díaz, 2007).

Un análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de la variable dependiente, en una o más variables (las variables explicativas), con el objetivo de estimar o predecir la media o el valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las últimas (Gujarati, 2005). Para el estudio, la variable dependiente, precio nominal del amoniaco al que vende una DCG depende de los precios nominales del gas natural.

Una relación estadística, sin importar qué tan fuerte y sugestiva sea, nunca podrá establecer una conexión casual: las ideas de causalidad deben de venir de estadísticas externas y, en último término, de una y otra teoría (Gujarati, 2005). Para el caso de los precios del gas natural se denota que estos tienen influencia en los precios del amoniaco al productor agrícola.

El análisis de correlación está relacionado con el de regresión aunque conceptualmente los dos son muy diferentes. En el análisis de correlación el objetivo principal es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables. El coeficiente de correlación mide esta fuerza de asociación. La serie de datos de los precios nominales del gas natural y del amoniaco anhidro están fuertemente asociados.

Una serie es integrada de orden uno, si para lograr que la serie sea estacionaria debe de diferenciarse una vez como el coeficiente en la diferenciación es uno, se dice que la serie contiene raíz unitaria. Un problema que surge en primer lugar es el de distinguir entre series que contengan una raíz unitaria. Una prueba diseñada para tal fin es la propuesta por Dickey y Fuller en 1981 (Martínez y Martínez, 2006).

¹ Únicamente se utilizaron los rezagos dos porque los otros resultaron no significativos.

Un ejemplo simple para esta prueba es el siguiente modelo, que puede acomodar al comportamiento de un proceso con raíz unitaria:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 Y_{t-1} + e_t \quad (6)$$

Donde e_t es el término de error estocástico que sigue los supuestos clásicos, a saber: tiene media cero, varianza constante σ^2 y no está autocorrelacionado. Un término de error con tales propiedades es conocido también como término de error ruido blanco. Una raíz unitaria es una situación de no estacionariedad. En econometría, de series de tiempo, una caminata aleatoria es un ejemplo de raíz unitaria (Gujarati, 2005).

La información utilizada en esta investigación es, en su mayoría, de la paraestatal Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios Pemex Gas y Petroquímica Básica y Pemex Petroquímica; y de una empresa privada, los datos proporcionados son precios nominales de venta de gas natural y amoníaco anhidro en los centros de venta y distribución.

Se utilizó una serie de datos de precios nominales (\$/Gigajoules) de gas natural al cual vende Pemex Gas y Petroquímica Básica; y precios nominales (\$/tonelada) a que vende Pemex Petroquímica el amoníaco anhidro; así como los precios nominales a que se vende la tonelada de amoníaco a los agricultores. Las observaciones fueron en total 120 datos, tomadas del periodo 1999-2008.

Para obtener los datos el procedimiento mecanismo fue el siguiente:

a) Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB). Se obtuvo información de los precios nominales del gas natural al cual vende PGPB. Los datos fueron obtenidos en m^3 , gigacalorías (Gcal), megacalorías (Mcal) y gigajoules (GJ). Desde inicios de 2008 PGPB utiliza la unidad de medida pesos por gigajoules (\$/GJ), se actualizó la información a esta unidad. Según las equivalencias que se presentan a continuación:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &= 0.008 \text{ 46 Gcal} \\ 1 \text{ Gcal} &= 1 \text{ 000 Mcal} \\ 1 \text{ Gcal} &= 4.186 \text{ 8 GJ} \end{aligned}$$

b) Pemex Petroquímica. Se hizo contacto con el Complejo Petroquímica Cosoleacaque, Veracruz, posteriormente con la Subdirección Comercial de Pemex Petroquímica en la Ciudad de México, solicitando y obteniendo la información necesaria solicitada desde Coatzacoalcos, Veracruz.

c) Una distribuidora en Celaya Guanajuato (DCG). El directivo de la empresa otorgó la información necesaria para la realización de la presente investigación en tiempo y forma desde la primera vez que se solicitó.

PGPB tiene centros de distribución de gas natural en todo el país. Para la presente investigación se tomó como referencia el precio de venta del gas en Minatitlán, Veracruz, debido a la cercanía de la planta productora de amoníaco anhidro de Pemex Petroquímica, el Complejo Petroquímico Cosoleacaque, principal productor en el país.

Pemex Petroquímica, a través del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, vende amoníaco anhidro en unidad de medida pesos por toneladas. Menciona que también vende en unidad de dólares por tonelada, para el mercado nacional se toma la primera opción. Cuenta con dos principales centros de distribución de amoníaco; Topolobampo, Sinaloa, y Cosoleacaque, Veracruz, considerando el último como punto de referencia para la investigación.

Para saber cuánto se necesita de gas natural para producir una tonelada de amoníaco anhidro, se hizo la siguiente conversión; se tiene que:

$$1 \text{ unidad térmica británica (BTU)} = 0.000 \text{ 001 055 055 850 GJ.}$$

Para producir una tonelada de amoníaco se necesita: 42.45 GJ.

Para calcular el costo del gas natural que se necesita para producir una tonelada de amoníaco en cada periodo se realizó una multiplicación del precio del gas natural (\$/GJ) en Minatitlán, Veracruz, por 42.45 GJ que es lo que se requiere para obtener una tonelada de amoníaco anhidro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se examinaron las propiedades de estacionariedad de las series de precios, mediante la prueba de raíz unitaria, con la prueba de Dickey-Fuller (DF), para ver que las variables fueran válidas y ser utilizadas en el modelo de la investigación. En esta prueba se compara el valor del estadístico obtenido en las regresiones con el valor del estadístico de la prueba DF.

Si los valores del estadístico de las regresiones son mayores a los valores de tablas DF en términos absolutos² al nivel de confiabilidad $1-\alpha$ (α representa el margen de error expresado en término porcentual), se rechaza la hipótesis nula (H_0) de la existencia de raíz unitaria, y por lo tanto las variables son estacionarias,

² Es con relación a la prueba de Dickey-Fuller en tablas (DF), considerando un tamaño de observaciones entre los intervalos 100 y 250, con un valor crítico de 5%. Por lo que se aproxima a un τ (DF) de aproximadamente 3.44 en valor absoluto.

a favor de la hipótesis alterna (H_a) que nos indica que no existe raíz unitaria y, por lo tanto, las variables son estacionarias. Según se presenta en el siguiente juego de hipótesis:

$H_0: \tau_c \leq (-3.44)$, hay raíz unitaria

$H_a = \tau_c > (-3.44)$, no hay raíz unitaria.

En el Cuadro 1 se muestra los valores del estadístico de las regresiones hechas en comparación con el estadístico tabulado de la prueba DF, para tomar las regresiones que se usaron en el modelo.

Cabe hacer mención que el valor del estadístico DF se tomó con base en el número de observaciones que se tienen en la investigación, con una probabilidad de error del 5%.

De las regresiones anteriores se compararon los valores calculados con el estadístico de la prueba DF, según el juego de hipótesis anterior, y únicamente son cuatro las que son útiles para el modelo, son todas donde se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna, es decir, donde las regresiones no tienen raíz unitaria (Cuadro 1).

Con esta prueba se tiene que en las regresiones anteriores, la serie se encuentra estandarizada por la no existencia de raíz unitaria.

Por tanto las variables que se pueden tomar en cuenta para la elaboración del modelo final es el precio del amoníaco anhidro al que vende a los agricultores una DCG y el precio del gas natural al que vende Pemex Gas y Petroquímica Básica a Pemex Petroquímica Cosoleacaque, y se elimina la variable precio del amoníaco anhidro al que vende Pemex Petroquímica Cosoleacaque a la DCG. Por tanto se considera que el precio nominal del amoníaco al que compra el agricultor

depende del precio nominal del gas natural, como se indica a continuación:

$$P_{NH3t} DCG = \beta_1 + \beta_2 P_{GNT} + \beta_3 D_t P_{GNT} + e_t \quad (7)$$

$$\ln P_{NH3t} DCG = \beta_1 + \beta_2 \ln P_{GNT} + \beta_3 D_t \ln P_{GNT} + e_t \quad (8)$$

De los modelos anteriores se obtuvieron regresiones en nivel y logarítmicas con rezago de un mes, dos meses y tres meses para el precio del gas natural, con la finalidad de obtener el valor del coeficiente de determinación (R^2) más significativo para describir el modelo de regresión. El Cuadro 2 presenta los resultados obtenidos de los modelos 4 y 5.

Como se observa en el Cuadro 2, el coeficiente de determinación más alto es en el modelo con dos meses de retraso para aquellos modelos sin logaritmos naturales, lo mismo pasa con los modelos con logaritmos naturales. Al observar los valores del estadístico calculado en los modelos se observa que son más significativos para el modelo normal que para el logarítmico. Por lo que, los resultados del modelo final se presentan en el Cuadro 3, quedando la Ecuación siguiente:

$$P_{NH3t} DCG = 1\,213.36 + 66.80 P_{GNT-2} - 11.4 D_{t-2} P_{GNT-2}$$

Siempre y cuando la variable dummy tenga un valor de uno, es decir, el precio del gas natural suba, la ecuación resultante es:

$$P_{NH3t} DCG = 1\,213.36 + 66.80 P_{GNT-2} - 11.44 (1) P_{GNT-2} \quad (9)$$

Y cuando la variable dummy tiene un valor de cero, es decir, el precio del gas natural no sube, la ecuación es la siguiente:

Cuadro 1. Pruebas de raíz unitaria.

Regresión	Periodo	Valor de τ	Valor de DF^\dagger	Resultado
$\Delta P_{NH3t} PEMEX = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 P_{NH3t-1} PEMEX + e_t$	1999-2008	-3.13	-3.44	Raíz unitaria
$\Delta \ln P_{NH3t} PEMEX = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 \ln P_{NH3t-1} PEMEX + e_t$	1999-2008	-2.51	-3.44	Raíz unitaria
$\Delta P_{NH3t} DCG = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 P_{NH3t-1} DCG + e_t$	1999-2008	-4.18	-3.44	No raíz unitaria
$\Delta \ln P_{NH3t} DCG = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 \ln P_{NH3t-1} DCG + e_t$	1999-2008	-3.47	-3.44	No raíz unitaria
$\Delta P_{GNT} = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 P_{GNT-1} + e_t$	1999-2008	-4.33	-3.44	No raíz unitaria
$\Delta \ln P_{GNT} = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 \ln P_{GNT-1} + e_t$	1999-2008	-3.69	-3.44	No raíz unitaria

Fuente: Elaboración propia. † DF = prueba de Dickey-Fuller.

Cuadro 2. Valores de R² y τ calculada.

	No retraso	Retraso en meses		
		1	2	3
		----- % -----		
Sin LN †	74.9 (-5.02)	75.02 (-5.19)	78.7 (-4.14)	77.8 (-1.96)
Con LN	79.9 (-3.74)	79.9 (-3.86)	82.7 (-2.53)	80.5 (-1.09)

† Logaritmo natural. Nota: el valor del estadístico τ calculado se indica dentro del paréntesis. Fuente: Elaboración propia.

$$P_{\text{NH}_3t} \text{ DCG} = 1\,213.36 + 66.80 P_{\text{GN}_{t-2}} \quad (10)$$

El funcionamiento del modelo obtenido con base en los datos observados es el siguiente: cuando el precio del gas natural sube, al efecto en el precio estimado del amoníaco anhidro al que vende una DCG, calculado conforme al modelo, se manifestará en dos meses posteriores. Lo que significa que la relación entre ambos mercados se establece con esta duración. Por tanto, si la tendencia de los fertilizantes nitrogenados es a la alza, lo que afecta los costos de producción de los agricultores, y si el gobierno a través de Pemex desea hacer política agrícola a favor de los agricultores-vía precio del amoníaco anhidro- deberá de afectar el precio del gas natural con dos meses mínimo de anticipación a las fechas en que los agricultores apliquen este fertilizante; sin embargo, la magnitud del apoyo no llegará íntegramente al agricultor, pues una parte de éste se quedará en poder de la compañía intermediaria, ya que la transmisión del efecto precio no es total, pues la relación entre ambos mercados no es simétrica. Este es el caso en que la variable dummy vale uno. La transmisión del precio es asimétrica, pues los agricultores no reciben totalmente el subsidio que pudo haber por Pemex, vía precio del gas natural. La asimetría desde el punto de vista de la teoría económica, se debe a la existencia de mercados imperfectos, que alteran su libre

funcionamiento, y evitan que operen los mercados competitivos, en los que oferentes y demandantes, en forma individual, no pueden alterar el precio del mercado. Los agricultores del Bajío se enfrentan a pocos oferentes privados, dentro de los cuales, opera la DCG, mientras los oferentes enfrentan a muchos agricultores; de esta manera, existe un cierto control del precio del mercado por los últimos distribuidores, pero no así por parte de los agricultores en forma individual.

Cada punto estimado en la línea de regresión da un estimado del valor esperado del precio del amoníaco anhidro al que vende una DCG al agricultor correspondiente al valor esperado del precio del gas natural al que vendió Pemex dos meses antes. El valor de $b_2 = 66.80$ representa todos los costos que incluyen la transformación del gas natural al amoníaco anhidro más los costos en que se incurre por tener el amoníaco anhidro en las esferas de la DCG listas para su venta. El valor de $b_3 = -11.44$ representa la magnitud de la distorsión del mercado por cada peso en que se incrementa el precio del gas natural en gigajoules. Es decir, que el aumento del precio en el mercado del gas natural no se refleja íntegramente en los precios del mercado del amoníaco anhidro para los agricultores, lo que sugiere distorsión en el mecanismo de transmisión entre mercados. Por tanto, a medida que se incrementa el precio del gas natural en un peso en gigajoules, el precio de venta del amoníaco para los productores asciende en aproximadamente \$55 (66.80-11.44) por tonelada. El funcionamiento del modelo obtenido con base en los datos observados es el siguiente: cuando el precio del gas natural sube de un mes con respecto al anterior, el precio estimado del amoníaco anhidro al que vende una DCG calculado conforme al modelo sube en menor proporción que el que habría sin distorsión. Por ejemplo, para el mes de febrero de 2008, el precio del gas natural subió con respecto al mes anterior, por tanto, conforme al modelo, el agricultor que compró amoníaco anhidro en el mes de abril para ese mismo

Cuadro 3. Valores del modelo de regresión con dos meses de rezago.

	Grados de libertad	Intercepción	PGN (\$/GJ)	Dummy * PGN (\$/GJ)	Fc
Regresión	2	1213.36 (7.33)**	66.8 (17.65)**	-11.44 (-4.14)**	210.086**
Residual	114				
Total	116				

PGN = precio nominal de gas natural. Fc = f calculada. Los valores del estadístico τ calculado están indicados entre paréntesis. ** Altamente significativos. Fuente: Elaboración propia.

año, pagó 16% menos de lo que habría pagado sin distorsión. La transmisión del precio es asimétrica, pues no tiene el mismo impacto en el precio del gas natural al precio final al que compra el agricultor.

El valor de 1 213.36 es el intercepto de la línea e indica el nivel promedio del precio a que los productores comprarían el amoníaco cuando el precio del gas natural fuera cero. Congruente con lo obtenido, en un estudio de transmisión de precios del tomate del productor al consumidor en España, se concluye que a corto plazo, las reacciones de precios, tanto en velocidad como en magnitud, son asimétricas, o sea, existe distorsión en la transmisión de precios; además, se indica que los detallistas son capaces de aumentar el margen de comercialización ante cualquier choque de precios, ya sea positivo o negativo (Ben y Gil, 2008). También en el estudio sobre transmisión de precios de la leche en el mercado húngaro se concluye que la transmisión de precios de los productores a los consumidores es asimétrica, ya que los mayoristas y minoristas pueden distorsionar el mecanismo de transmisión de precios afectando la eficiencia en el sector (Bakucs y Ferto, 2008). De igual manera asimétrico, pero en forma diferente, son los resultados en el estudio de transmisión de precios en la cadena de alimentos (puerco, pollo, leche, huevo, azúcar y manzana) realizado en Dinamarca, en el cual se afirma que en la mayoría de los productos analizados, la transmisión de precio tiende a ser asimétrica hacia arriba, es decir, el impacto es fuerte a la alza y no tanto a los cambios de los precios hacia la baja (Dejgard y Skadkaer, 2007). Resultados similares, aparecen en un estudio de transmisión asimétrica de precios en los mercados agrícolas de los Estados Unidos (Zheng *et al.*, 2007). Finalmente en el estudio de transmisión vertical de precios en el mercado nacional de los productos pesqueros frescos en España, se concluye que, en el periodo base, la primera relación indica una transmisión perfecta entre el mercado mayorista y el mercado en origen, y que, el hecho de que la transmisión del mercado mayorista al detallista sea imperfecta, significa que los detallistas transmiten parcialmente a los consumidores las variaciones de los precios mayoristas (Cruz y Ameneiros, 2007).

CONCLUSIONES

- Los mercados del gas natural y del amoníaco anhidro comprado por los agricultores, están integrados

verticalmente y tienen una velocidad de transmisión de dos meses, lo que indica el tiempo mínimo que se requiere para impulsar una política agrícola de apoyo a la agricultura, vía precios del amoníaco anhidro de aplicación directa.

- Se puede impulsar una política agrícola a través del precio del gas natural, ya que existe un monopolio estatal en este mercado, y en la transformación del mismo al amoníaco anhidro, y su venta a los productores de fertilizantes nitrogenados, y a los distribuidores finales de amoníaco anhidro de uso agrícola.

- Sin embargo, los apoyos a la agricultura no llegarían en toda su magnitud, pues parte del mismo se quedaría en poder de los distribuidores privados, que expenden a los agricultores el amoníaco anhidro, y que funcionan como oferentes oligopolistas, frente a agricultores que se comportan como demandantes competitivos.

- Los resultados del trabajo sugieren que puede existir una política de apoyo por parte de Pemex a los agricultores que usan amoníaco anhidro en aplicación directa, cuando los precios de los fertilizantes tienden a aumentar, lo cual refleja la importancia que puede tener México para estimular la producción agrícola vía precio del amoníaco anhidro.

LITERATURA CITADA

- Ávila D., J. A., A. Puyana y J. Romero. 2008. Presente y futuro de los sectores ganadero, forestal y de la pesca mexicana en el contexto del TLCAN. Colegio de México y Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México.
- Ávila D., J. A., V. H. Santoyo Cortés y A. Turrent Fernández. 2002. El mercado de los fertilizantes en México a finales del siglo XX. Universidad Autónoma Chapingo CIESTAAM-DICEA. Chapingo estado de México.
- Bakucs, L. Z., Ferto, I. 2008. Price transmission on the Hungarian milk market, paper prepared for presentation at the 12th EAAE Congress. Belgium.
- Ben-Kaabia, M. y J. M. Gil-Roig. 2008. Asimetrías en la transmisión de precios en el sector del tomate en España. Econ. Agra. Rec. Nat. 8: 57-82.
- Cruz-Ferreiro, A. I. y M. Ameneiro-Gómez. 2007. Transmisión vertical de precios en el mercado nacional de los productos pesqueros frescos. Rev. Econ. Aplic. 44: 85-108.
- Dejgard J., J. and A. Skadkaer M. 2007. Vertical price transmission in the Danish food marketing chain. Institute of Food and Resource Economics, University of Copenhagen. Copenhagen, Denmark.
- Díaz, N., O. Melo y F. Modrego. 2007. Dinámica de transmisión de precios y cambios estructural en el sector lácteo chileno. Econ. Agra. 11: 12-23.
- Gujarati, D. N. 2005. Econometría. McGraw-Hill. México, D. F.
- Hayward, T. 2009. BP Statistical review of world energy. London, England.

- Martínez D., M. A. y Á. Martínez G. 2006. Series de tiempo, métodos econométricos intermedios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México.
- Pemex (Petróleos Mexicanos). 2009. Anuario estadístico 2009. México, D. F.
- Pemex (Petróleos Mexicanos). 2009. Pemex en cifras. <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=1&catID=11421>. (Consulta: abril 27, 2009).
- Zheng, S., D. J. Miller, Z. Wang, and S. Kai. 2008. Meta-evidence of asymmetric price transmission in the US agricultural markets. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.* 53: 349-356.