

INTEGRAÇÃO E TRANSMISSÃO DE PREZOS ENTRE OS MERCADOS DE MILLO E DO POLO DE ENGORDE EN BRASIL

CARLOS EDUARDO CALDARELLI
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

RECIBIDO: 11 de novembro de 2011 / ACEPTADO: 7 de maio de 2012

Resumo: O obxectivo deste artigo é avaliar a dinámica de transmisión de prezos entre os mercados de millo e do polo de engorde en Brasil no período 2000-2010. Utilizáronse os tests de raíz unitaria de Dickey-Fuller Generalized Least Square (DF-GLS), de causalidade de Granger (1969), de cointegración de Johansen (1988), o modelo vectorial de corrección de erros (VEC) e tests de esoxeneidade débil. O estudo permite afirmar que existe interacción no longo prazo entre os mercados brasileiros de millo e polo (cointegración). A elasticidade da transmisión de prezos estimada mostra que un 40% das variacións no prezo do millo se transmiten ao prezo do polo vivo. O test de esoxeneidade indica que a transmisión de prezos entre estes mercados é unidireccional, onde o prezo do millo ao produtor pode considerarse debilmente exógeno.

Palabras clave: Millo / Polo / Modelo vectorial de corrección de erros (VEC) / Transmisión de prezos.

Integration and Price Transmission between Corn and Chicken Markets in Brazil

Abstract: The objective of this paper is to evaluate the dynamics of price transmission between corn and poultry markets in Brazil from 2000 to 2010. The Dickey-Fuller Generalized Least Square (DF-GLS) unit root test, the Granger causality (1969), the Johansen cointegration test (1988), Vector Error Correction Model (VEC) and the weak exogeneity tests are applied. We can conclude that there is a long run interaction between corn and poultry markets in Brazil (cointegration). The estimated elasticity price transmission shows that 40% of the variations in the corn prices are transmitted to the chicken prices. The exogeneity test indicated that price transmission between these markets are unidirectional, the corn price can be considered weak exogenous.

Keywords: Corn / Chicken / Vector error correction model (VEC) / Price transmission.

1. INTRODUCCIÓN

O principal obxectivo deste estudo é analizar a intensidade e a dirección da transmisión de prezos entre os mercados brasileiros de millo e avícola no período 2000-2010, calculando a elasticidade de transmisión. Así mesmo, os efectos desta transmisión deberían proporcionar información para analizar o proceso de formación de prezos nestes mercados.

A cadea produtiva do millo presenta unha gran relevancia no agronegocio brasileiro e unha forte interacción coa industria e cos demais sistemas agroindustriais. O millo é o principal insumo na industria cárnica brasileira, especialmente de aves e porcos. Segundo os datos do Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (IBGE, 2011), en termos de valores da produción (en miles de reais-R\$), o millo representou no ano 2010 preto dun 9,8% da produción agrícola do país. Polo que respecta á produción de grans en Brasil (en toneladas), segundo a Companhia Na-

cional de Abastecimento (CONAB, 2011) o millo supuxo un 35% da produción nese mesmo ano.

A importancia da cadea do millo tamén é evidente cando se analiza o consumo deste cereal por sector. No ano 2010, segundo a Associação Brasileira das Indústrias do Milho (ABILMILHO, 2011), as actividades avícola e porcina absorberon aproximadamente un 68% da produción brasileira deste cereal. Só o sector avícola nese mesmo ano representou un 43% do consumo de millo.

A actividade avícola brasileira ten como principal insumo o millo e, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2011), este cereal é o responsable por termo medio dun 38% dos custos de produción das aves de engorde en Brasil. Así, a posición competitiva desta actividade está fortemente relacionada, entre outros factores, co prezo do millo. Na produción de polo existe aínda unha considerable rixidez na composición do penso, onde o millo pode ser considerado como un insumo con escasas posibilidades de substitución. Neste sentido, no Brasil obsérvase unha integración vertical entre os mercados de pensos e de aves de engorde, e un forte proceso de integración entre produción e agroindustria. Ademais, a industria de pensos caracterízase pola exploración de economías de escala e por realizar importantes investimentos en investigación e desenvolvemento (I+D).

Para analizar a relación entre os mercados brasileiros de millo e aves de engorde calculouse a elasticidade da transmisión de prezos entre eles, así como a dirección desa transmisión. O modelo teórico de Gardner (1975) asegurou o apoio dos modelos econométricos que permitirán comprender a relación no longo prazo entre os prezos do millo e do polo. A hipótese formulada é que a elasticidade da transmisión de prezos entre estes mercados é inelástica.

Este artigo estrutúrase en seis seccións, incluíndo esta introdución. Na sección 2 preséntanse as características xerais das cadeas produtivas do millo e do polo no Brasil. A continuación, na sección 3 preséntase o modelo teórico, mentres que na sección 4 se recollen os procedementos metodolóxicos e os datos utilizados. Na sección 5 expóñense os resultados e as discusións do traballo, e na sección 6 resúmense as principais conclusións.

2. O MERCADO BRASILEIRO DE MILLO E POLO: CARACTERÍSTICAS E INTERACCIÓNS

O millo é o principal macroingrediente para a produción de pensos, e dada a súa importancia na competitividade do mercado brasileiro de carnes, a produción deste gran foi aumentando gradualmente (sobre todo na segunda colleita). Segundo a CONAB (2011), entre os anos 1999-2000 e 2009-2010 o volume de millo producido no Brasil (primeira e segunda colleitas) aumentou en 24,7 millóns de toneladas.

A produción brasileira de millo concéntrase nas rexións sur, centro-oeste e sueste. Os catro maiores Estados produtores –Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais e

Rio Grande do Sul- foron responsables do 59,3% da produción nacional na colleita 2008-2009 (CONAB, 2011).

A importancia desta cadea produtiva para outras actividades queda patente cando se analiza o consumo por sector. Os sectores que máis absorben a produción de millo no Brasil son o avícola e o porcino. Estes sectores foron responsables na colleita 2009-2010 dun 67,8% do consumo total do gran en Brasil (táboa 1). O aumento do tamaño e da competitividade desas actividades nos últimos anos fixeron que o consumo de millo –principal insumo– presente elevadas taxas de crecemento.

Táboa1.- Porcentaxe do consumo de millo no Brasil por sector entre os anos 2001-2002 e 2009-2010

Sectores	Anos das colleitas								
	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10
Avícola	34,48	36,74	35,47	35,77	48,79	45,76	39,35	41,99	42,78
Porcino	21,95	22,63	19,47	19,59	28,39	25,36	23,46	25,16	25,06
Gandeiro	6,96	7,20	4,39	4,87	6,11	5,67	4,48	4,71	4,76
Outros animais	3,91	3,91	3,56	3,50	1,55	1,51	1,27	2,10	2,14
Consumo industr.	10,36	10,36	9,55	9,42	10,22	9,51	8,25	9,48	9,35
Consumo humano	3,85	3,84	3,52	3,47	1,74	1,60	1,33	1,47	1,50
Perdas/Sementes	2,55	2,31	3,82	3,16	0,75	0,71	0,82	0,92	0,91
Exportacións	6,52	4,01	9,17	11,07	2,20	9,89	21,05	14,17	13,51
Outros	9,27	9,00	11,06	9,15	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

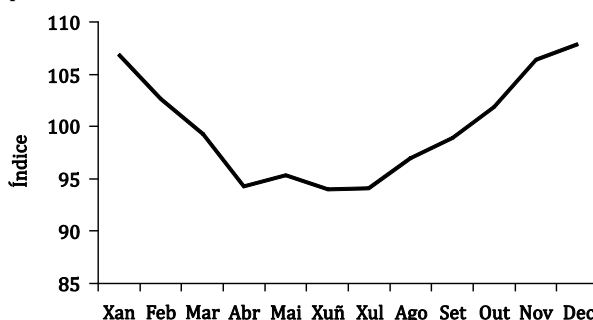
FONTE: ABIMILHO (2011).

A avicultura é o sector máis representativo no consumo de millo no país, pois no ano 2009-2010 consumiu un 42,7% da produción nacional deste cereal (táboa 1). Entre os anos 2001-2002 e 2009-2010, a avicultura presentou un incremento dun 60,4% no consumo de millo –preto de 8,15 millóns de toneladas-. Segundo a ABIMILHO (2011), a tendencia de aumento no consumo de millo por parte da industria cárnica debe manterse nos próximos anos. Este feito débese ao baixo uso de substitutos na alimentación animal (especialmente de aves e porcinos) e ás proxeccións de expansión desas actividades. A pesar dos continuos aumentos na produción e na produtividade do gran, a cadea de millo brasileira ten escasa representación no mercado externo, pois Brasil non é un exportador tradicional de gran. Así, a produción brasileira segue a tendencia determinada polas condicións do mercado doméstico, presentando pouca interacción co mercado internacional (Chiodi, 2006). Do mesmo modo, a formación dos prezos do millo no Brasil está moi influenciada por factores do propio mercado e moi pouco polos movementos no mercado mundial do gran (Caldarelli, 2010).

A formación do prezo do millo no Brasil depende de condicionantes rexionais de oferta e demanda, que veñen rexistrando cambios nos últimos anos tales como o crecemento significativo da produción de millo de segunda colleita e o aumento das exportacións brasileiras deste gran desde o ano 2004-2005. Na gráfica 1 pre-

séntase a variación estacional dos prezos do millo ao produtor no Brasil. A análise do comportamento estacional dos prezos do millo é importante, pois entre as características desta cadea produtiva pode destacarse a súa forte interacción con outros sistemas agroindustriais. A maior parte do millo que se produce no país convértese en insumo en diversos sistemas agroindustriais, sendo principalmente destinados á produción animal (Souza, Azevedo e Saes, 1998).

Gráfica 1.- Variación estacional do prezo do millo ao produtor en Brasil no ano 2010



NOTA: Compoñente estacional calculado polo método de media móbil multiplicativa, segundo Hoffmann (2006).

FONTE: Elaboración propia a partir dos datos do Instituto de Pesquisa Económica Aplicada (IPEA, 2011).

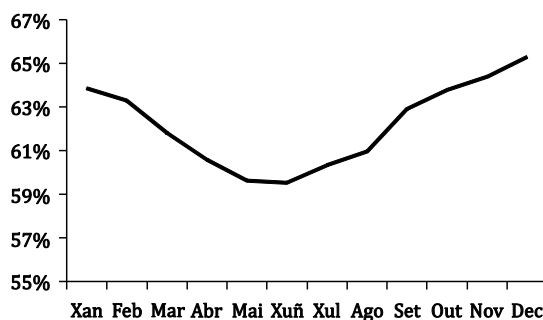
A avicultura é o sector que máis consome o millo producido no Brasil. Este feito está relacionado coa composición do penso dos polos de engorde¹. Segundo a EMBRAPA (2011), o custo do penso é responsable por termo medio dun 63% dos custos de produción dos polos de engorde no país. O millo, pola súa parte, representa preto dun 38% dos custos nesta actividade. Desta maneira, pode sinalarse que a competitividade do sector de aves de engorde no Brasil está moi relacionada, entre outros factores, co mercado do millo. Na gráfica 2 preséntase a variación estacional da participación do penso nos custos de produción dos polos de engorde no país ao longo do ano.

Obsérvase que a variación estacional da participación do penso no custo de produción do polo no Brasil ao longo do ano (gráfica 2) ten un comportamento similar ao observado na variación estacional do prezo do millo ao produtor (gráfica 1) –a correlación entre as series é de 0,95, é dicir, as variacións deste insumo reflíctense de forma considerable no custo de produción da carne de polo–.

En relación cos prezos do polo vivo, a súa variación estacional (gráfica 3) mostra un comportamento similar ao observado no prezo do millo ao produtor e da participación do penso no custo de produción de polos no país.

¹ Por termo medio, o penso dos polos de engorde no Brasil está composto por un 60% de millo, un 38% de soia e un 2% de premix e núcleo.

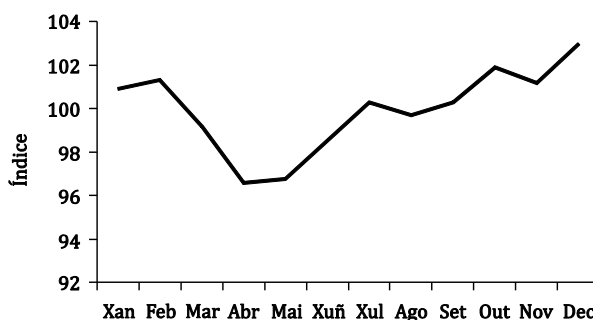
Gráfica 2.- Análise estacional da participación do penso no custo de produción de polos no Brasil no ano 2010 (en %)



NOTA: Considerouse positivamente o sistema de produción de polos con temperatura controlada.

FONTE: Elaboración propia a partir dos datos da EMBRAPA (2011).

Gráfica 3.- Variación estacional do prezo do polo vivo no Brasil no ano 2010



NOTA: O compoñente estacional calculouse polo método de media móbil multiplicativo, segundo Hoffmann (2006).

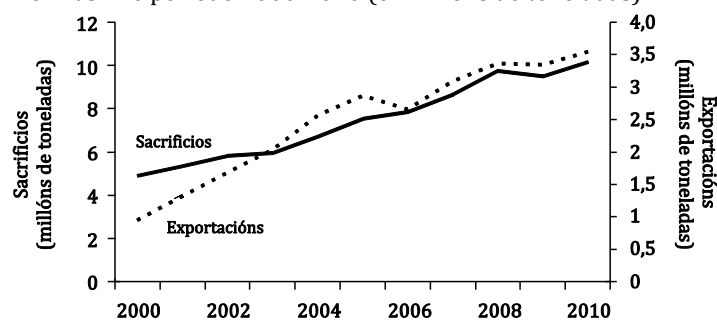
FONTE: Elaboración propia a partir dos datos da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2011).

Pode observarse que os prezos do polo vivo (gráfica 3) son máis elevados nos mesmos períodos en que os prezos do millo presentan as cotizacións máis altas e a participación do penso no custo de produción de polos é máis elevada. Este feito suxire a existencia dunha interacción entre os prezos nestes mercados e unha posible transmisión de prezos entre os ditos mercados.

En relación co comercio exterior, a cadea de produción de aves de engorde no Brasil é bastante competitiva e está integrada no mercado internacional. O sector cárnico no país, e polo tanto o sector avícola, experimentou un crecemento nos últimos anos tanto no número de sacrificios como no de exportacións. A gráfica 4

presenta a evolución na última década dos sacrificios e das exportacións de carne de polo no Brasil.

Gráfica 4.- Evolución do sacrificio e das exportacións de polos no Brasil no período 2000-2010 (en millóns de toneladas)



FONTE: Elaboración propia a partir dos datos do IBTGE (2011) e do Ministerio do Desenvolvemento, Indústria e Comercio Exterior/Secretaria de Comercio Exterior (MDIC/SECEX, 2011).

A produción de aves de engorde no Brasil concéntrase nas rexións sur e sueste –Paraná (26%), Santa Catarina (20%), São Paulo (15%) e Rio Grande do Sul (14%)²–. A cadea é moi competitiva, e unha parte significativa desa cadea funciona no sistema de produción integrada. As perspectivas para o sector indican que a expansión observada, tanto nos sacrificios como nas exportacións (gráfica 4), debe manterse nos próximos anos (ABIMILHO, 2011). A gráfica 4 mostra tamén que as exportacións presentan unha taxa de crecemento maior que os sacrificios, e que a parte de carne de polo destinada á exportación representa por termo medio un 32% dos sacrificios de polos realizados no Brasil.

3. MODELO TEÓRICO

A comercialización agrícola é considerada como un proceso de produción que consiste na combinación de materias primas agrícolas e insumos de comercialización. Polo tanto, pode estimarse que a formación de prezos nos mercados agrícolas se produce nun contexto no que participan produtores, intermediarios e consumidores. Así, existe un considerable número de mercados de produtos agrícolas ou doutro tipo, incluíndo os mercados de insumos utilizados na produción e comercialización. Desta maneira, para comprender determinado mercado agrícola ou a análise do comportamento dos prezos é preciso, incluso de maneira estilizada, ter en conta estas interaccións (Barros, 1987).

Este estudo baséase no modelo de Gardner (1975) para analizar a transmisión de prezos entre os mercados de millo e de polos no Brasil. O referencial teórico

² Porcentaxe en relación co total nacional dos sacrificios no ano 2010 (IBGE, 2011).

utilizado describe o proceso de transmisión de prezos entre o insumo –prezo do millo– e o produto final –prezo do polo–. No seu modelo analítico, Gardner (1975) considera un produto final (x) e dous insumos utilizados na súa produción: a materia prima agrícola (a) e o insumo de comercialización (b). Este modelo pretende representar unha industria que comercializa un determinado produto agrícola ao que se agregan actividades para atender a demanda do produto final. O proceso de comercialización é analizado á luz da teoría da produción. O modelo que representa esa industria é o seguinte:

$$x = f(a, b) \quad (1)$$

$$x = D(P_x, N) \quad (2)$$

$$P_b = P_x f_b \quad (3)$$

$$P_a = P_x f_a \quad (4)$$

$$P_b = g(b, T) \quad (5)$$

$$P_a = h(a, W) \quad (6)$$

onde (1) representa a función de produción da industria, para a que se presupoñen rendementos constantes a escala; (2) representa a función de demanda de x , sendo P_x o prezo da venda polo miúdo e N unha variable esóxena (renda, por exemplo); (3) e (4) representan as igualdades do prezo do insumo ao seu valor de produto marxinal, condición necesaria para a maximización de beneficios nunha empresa, onde f_a e f_b son produtos marxinais, e P_a e P_b son os prezos de (a) e (b), respectivamente; (5) e (6) representan as ofertas dos dous insumos considerados, sendo T e W variables esóxenas.

A análise gráfica deste modelo preséntase en Barros (1987), sendo considerados rendementos constantes a escala e a elasticidade de substitución $\sigma_{ab} = 0$, é dicir, que o produto final se produce con proporcións fixas de (a) e (b) (gráfica 5). A análise gráfica tamén permite a obtención gráfica da demanda derivada polos insumos (a) e (b). Supóñase que cada unidade de (x) se produce utilizando unha unidade de (a) e dúas unidades de (b), de tal modo que $1a + 2b \rightarrow 1x$.

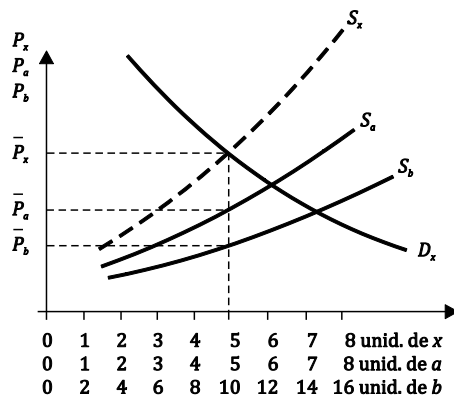
Na gráfica 5 obsérvanse a demanda x (D_x) e as ofertas de (a) e (b) por separado. O eixe horizontal representa as unidades e o eixe vertical os seus respectivos prezos. Así, en condicións de competencia e tendo en conta a proporción fixa dos insumos utilizados, para calquera cantidade producida o prezo de oferta (x) será igual á suma do prezo correspondente dunha unidade de (a) e dúas unidades de (b). A curva de oferta de x (S_x) é a suma vertical das dúas ofertas de insumos.

O estudo proposto pretende calcular a elasticidade da transmisión de prezos entre o insumo agrícola (a) e o prezo do produto final (P_x). Segundo Gardner (1975), nese caso a elasticidade de transmisión pode vir dada por:

$$\varepsilon_{P_x, P_a} = (d P_x / d P_a) (P_a / P_x) \quad (7)$$

Normalmente, o modelo indica que unha redución na oferta do insumo agrícola (a) aumentará o seu prezo (P_a) proporcionalmente máis que o prezo do produto final (P_x), é dicir, agárdase un comportamento inelástico do produto final en relación co seu insumo.

Gráfica 5.- Obtención gráfica da oferta S_x



FONTE: Barros (1987).

4. METODOLOXÍA

O test de raíz unitaria utilizado foi o *Dickey-Fuller Generalized Least Square* (DF-GLS), desenvolvido por Elliot, Rothenberg e Stock (1996). Esta metodoloxía, que é unha versión máis eficiente do tradicional test de Dickey-Fuller aumentado (ADF), consiste na aplicación do test ADF en series de datos previamente depurados dos seus compoñentes determinísticos. Este test móstrase máis eficaz mesmo en series que poidan presentar unha media ou tendencia non identificada ou descoñecida. O número de retardos utilizados no test de raíz unitaria determinouse utilizando o criterio de información de Akaike modificado (MAIC).

A existencia de precedencia temporal entre as variables avalíase mediante a análise de causalidade de Granger. Para dúas series de tempo X_t e Y_t , o test de Granger asume que a información relevante para a predición das respectivas variables só aparece nas series temporais desas dúas variables e nos seus valores retardados (Granger, 1969).

Para estimar e analizar as relacións estacionarias no longo prazo entre as variables utilizouse o test de cointegración, xa exposto en Johansen (1988), que estima un sistema que contén exactamente h relacións de cointegración mediante o método de máxima verosimilitude de información plena (MVIP). Este test contempla a posibilidade de que exista máis dun vector de cointegración, así como casos nos que os regresores poidan presentar endoxeneidade. Para demostrar a presenza de vectores de cointegración utilizouse o estatístico λ_{sector} (Johansen e Juselius, 1990).

Tamén se utilizou un modelo vectorial de corrección de erros (VEC) para a realización da análise económica da relación tanto no curto coma no longo prazo entre as variables. Ademais, impuxéronse restricións no parámetro no curto prazo α deste modelo co fin de demostrar a presenza de esoxeneidade débil, é dicir, para comprobar se as variables reaccionan aos cambios na relación de equilibrio no longo prazo (Enders, 2004).

4.1. FONTE DE DATOS

Os datos utilizados nesta investigación son os prezos de millo ao produtor e o prezo do polo vivo no Brasil. Para os prezos do millo ao produtor empregáronse as series publicadas polo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e para a serie de prezos do polo vivo usáronse os datos da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Estes prezos, expresados en termos nominais, transformáronse en valores reais utilizando o IGP-DI publicados pola FGV.

A análise, realizada con datos mensuais, abarca o período comprendido entre xaneiro de 2000 e decembro de 2010. As series utilizadas convertéronse en logaritmos para axustar o modelo. Desta maneira, as relacións entre as variables (valores dos coeficientes estimados) poden ser interpretadas directamente como elasticidades.

O paquete estatístico-econométrico utilizado foi o *Regression Analysis of Time Series* (RATS 6.2), utilizando as ferramentas do *Cointegration Analysis of Time Series* (CATS 2.0).

5. RESULTADOS E DISCUSIÓN

Os resultados do test de raíz unitaria de Elliot, Rothenberg e Stock (1996), chamado test DF-GLS, que se mostran na táboa 2, permiten concluír que o prezo do millo ao produtor e o prezo do polo vivo poden considerarse integradas de orde un $-I(1)$, é dicir, que é necesario aplicar unha diferenza de orde un para facelas estacionarias.

Os tests de raíz unitaria (DF-GLS) realizáronse en dúas versións: con constante e tendencia, e só con constante (táboa 2). En ambos os dous casos, coas variables en nivel non se pode rexeitar a hipótese nula de que hai unha raíz unitaria nesas series. Para a determinación do número de retardos (p) necesarios para eliminar a autocorrelación nos residuos dos tests de raíz unitaria utilizouse o criterio de información de Akaike modificado (MAIC).

Dado que as dúas variables son integradas de orde un, empregouse o procedemento de Johansen para estimar e demostrar as relacións no longo prazo entre elas mediante o estatístico λ_{sector} (táboa 3).

O resultado do test de cointegración de Johansen (táboa 3) indica que existe un vector de cointegración entre as variables, considerando un nivel significativo dun 5% de probabilidade. Polo tanto, as dúas variables presentan equilibrio no longo

prazo, é dicir, están cointegradas. Así, as relacións entre os mercados brasileiros de millo e polo establécense utilizando un modelo vectorial de corrección de erros (VEC).

Táboa 2.- Resultados dos tests de raíz unitaria de Elliot, Rothenberg e Stock (DF-GLS) para as series (en nivel) utilizadas no modelo

Variable	Modelo 1		Modelo 2	
	p	Estatística DF-GLS	p	Estatística DF-GLS
Prezo do millo ao produtor	1	-2,992*	1	-1,5304*
Prezo do polo vivo	0	-2,6260**	0	-1,6617**

NOTAS:

Modelo 1: $\Delta y_t^{\mu} = \beta_0 + \beta_1 t + \alpha_0 y_{t-1}^{\mu} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j}^{\mu} + \varepsilon$ na versión con constante e tendencia.

Modelo 2: $\Delta y_t^{\mu} = \beta_0 + \alpha_0 y_{t-1}^{\mu} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j}^{\mu} + \varepsilon$ só na versión con constante.

*Non significativo ao nivel 0,05 de probabilidade; **Non significativo ao nivel 0,10 de probabilidade. Valores críticos en Elliott, Rothenberg e Stock (1996).

FONTE: Elaboración propia.

Táboa 3.- Resultados do test de cointegración de Johansen

Hipótese nula (H0)	Hipótese alternativa (HA)	Autovalor	Estatística sector	Valores críticos 5%
$r \leq 1$	$r = 2$	0,043	5,693	9,142
$r = 0$	$r = 1$	0,111	20,819*	20,164

NOTA: O modelo foi axustado cunha constante fóra do espazo de cointegración e cun retardo. Comprobouse o significado da constante no vector de cointegración (distribución χ^2), non rexeitándose a hipótese no caso de que aquela fose nula. Tamén se realizou a proba incluíndo unha tendencia no vector de cointegración, non rexeitándose a hipótese nula de que o coeficiente desa variable sexa igual a cero.

*Significativo ao nivel 0,05 de probabilidade.

FONTE: Elaboración propia.

Antes de estimar o modelo VEC, móstranse os resultados do test de causalidade de Granger entre as variables (táboa 4). A xustificación da realización deste test é corroborar o modelo teórico e, polo tanto, a normalización do vector de cointegración do modelo VEC. No caso da hipótese nula de que o prezo do millo ao produtor non é o responsable do prezo do polo vivo *versus* a hipótese alternativa da existencia de causalidade, verificouse que a hipótese nula foi rexeitada considerando un nivel significativo do 1% de probabilidade. É dicir, os resultados do test indican que existe unha precedencia temporal no sentido de que o prezo do millo ao produtor é anterior ao prezo do polo vivo. O test realizouse cun, dous e tres retardos nas series, onde cómpre mencionar que o resultado foi máis significativo no modelo con dous retardos³.

³ Con base na estatística *Log Likelihood Ratio* (LR).

Táboa 4.- Test de causalidade de Granger entre as variables

Hipótese nula do test	Número de retardos	Estatística F	Valor da probabilidade
O prezo do millo ao produtor non causa o prezo do polo vivo	1	10,45	0,0015
O prezo do polo vivo non causa o prezo do millo ao produtor	1	2,44	0,1205
O prezo do millo ao produtor non causa o prezo do polo vivo	2	12,06	0,0000
O prezo do polo vivo non causa o prezo do millo ao produtor	2	0,070	0,9323
O prezo do millo ao produtor non causa o prezo do polo vivo	3	9,31	0,0000
O prezo do polo vivo non causa o prezo do millo ao produtor	3	0,17	0,9114

NOTA: A expresión “non causa”, utilizada como hipótese nula do test, debe ser entendida no sentido da causalidade de Granger. O test de Granger mostra a existencia dunha precedencia temporal entre as variables, non necesariamente causa e efecto.

FONTE: Elaboración propia.

A continuación, preséntanse as estimacións dos coeficientes no curto e no longo prazo do modelo VEC (táboa 5). Os resultados refírense á ecuación de cointegración normalizada. A normalización realizouse tendo en conta que a variable prezo do millo ao produtor é a variable de saída do modelo (endóxena), mentres que a variable prezo do polo vivo é a variable de entrada (esóxena).

Táboa 5.- Estimación dos coeficientes no curto e no longo prazo do modelo vectorial de corrección de erros (VEC)

Variables	Estimación dos coeficientes de axuste no curto prazo α	Estimación dos coeficientes no longo prazo β
Prezo do millo ao produtor	-0,086**	1,000
Prezo do polo vivo	-0,168*	-0,404*

*Significativo ao nivel 0,01 de probabilidade; **Significativo ao nivel 0,05 de probabilidade.

FONTE: Elaboración propia.

A estimación do coeficiente no longo prazo β para a variable prezo do polo vivo (táboa 5) mostra que preto do 40%⁴ das variacións no prezo do millo ao produtor se transmiten ao prezo do polo vivo. Os resultados indican que existe un importante proceso de transmisión de prezos entre os mercados brasileiros de millo e avícola, sendo preciso ter en conta que unha gran parte do proceso de produción avícola no país se realiza de forma integrada.

Os parámetros estimados no curto prazo α (táboa 5) mostran unha baixa velocidade de axuste en dirección ao equilibrio no longo prazo ante desequilibrios transitorios –curto prazo– nos mercados estudados. Os coeficientes estimados indican que no mercado de millo os prezos tenden a axustarse a unha taxa dun 8,6% en cada período, mentres que no mercado avícola ese axuste se sitúa aproximadamente nun 16,8%. Os resultados dos parámetros α mostran que, aínda que baixa, a velocidade de axuste no mercado avícola é case dúas veces maior que no

⁴ Cómpre mencionar que, debido á normalización realizada no vector de cointegración, a análise estimada do coeficiente debe levarse a cabo co signo invertido, pois na ecuación de cointegración normalizada todas as variables permanecen do mesmo lado da ecuación.

mercado de millo, feito que pode estar ligado á grande interacción do mercado avícola brasileiro co mercado externo, en comparación coas case inexistentes exportacións de millo no período estudado.

Polo que respecta aos parámetros no curto prazo α no mercado de millo brasileiro, a baixa velocidade de axuste de desequilibrios no curto prazo cara ao equilibrio no longo prazo débese ás características deste mercado. O mercado brasileiro de millo presenta unha baixa interacción co mercado externo e un mecanismo de fixación de prezos que se basea no mecanismo de oferta e demanda interestatal. Por outra parte, cómpre destacar a ausencia de contratos que garantan os prezos pagados aos produtores por adiantado, xa que en xeral os produtores operan sen garantía de prezo de venda.

Co obxectivo de avaliar se as variables reaccionan en función dos cambios no equilibrio no longo prazo, realizouse o test de esoxeneidade débil sobre os parámetros α (táboa 6). Neste caso, a análise dese test permite verificar o sentido de causalidade na transmisión de prezos, é dicir, se a causalidade observada é unidireccional ou se existe causalidade en ambos os dous sentidos (bi-causalidade).

Táboa 6.- Resultados do test de esoxeneidade débil

Variabes	χ^2	Valor da probabilidade
Prezo do millo ao produtor	1,343	0,247
Prezo do polo vivo	9,213	0,002

FONTE: Elaboración propia.

En relación coa variable prezo do millo ao produtor, o resultado do test de esoxeneidade débil (táboa 6) mostra que a hipótese nula de que a variable non é debilmente esóxena non pode ser rexeitada. Polo tanto, a variable é debilmente esóxena con respecto ao prezo do polo vivo. Por outro lado, o test de esoxeneidade débil para a variable prezo do polo vivo apunta cara ao rexeitamento da hipótese nula, polo que esa variable non pode ser considerada debilmente esóxena. Estes resultados indican que a transmisión de prezos entre estes mercados é unidireccional.

A dirección de causalidade na transmisión de prezos pon de manifesto que no Brasil os prezos do millo ao produtor inflúen no comportamento dos prezos do polo vivo, mentres que a relación inversa non se verificou. O feito de que o mercado de millo inflúa no mercado de polos e que o contrario non poida verificarse pode considerarse normal. A actividade avícola no Brasil ten no millo –xunto coa soia– o seu principal insumo produtivo, correspondendo por termo medio ao penso un 63% dos custos de produción desta actividade –só o millo representa un 38%, polo que existe unha considerable influencia do millo na formación de prezos deste mercado–. Tamén debe terse en conta a escasa posibilidade de que se substitúa o millo por outro insumo na produción de penso para as aves de engorde, así como o proceso de integración observado nestas actividades.

Por outro lado, estudos como os de Chiodi (2006) e Caldarelli (2010) indican que a formación do prezo do millo no Brasil está relacionada co mecanismo de

oferta e demanda nacional (interestatal) e en certa medida tamén coa sinalización dos prezos internacionais deste cereal, xa que as exportacións, aínda que non son moi elevadas, experimentaron aumentos desde o ano 2004. Ademais, cómpre lembrar que a demanda de millo para a actividade avícola representa por termo medio preto do 40% da produción nacional deste cereal, aínda que hai que destacar que unha parte importante do consumo de millo no Brasil se dedica á cría de porcos, ao gando, ao consumo industrial e, nos últimos anos, ás exportacións deste gran.

6. CONCLUSIÓNS

O obxectivo deste estudo foi analizar as relacións existentes entre os mercados brasileiros de millo e de polo no período 2000-2010, analizando a relación no curto e no longo prazo entre eses mercados.

O modelo teórico utilizado para comprobar a especificación do modelo estatístico baseouse no desenvolvido por Gardner (1975). Os resultados do test de causalidade de Granger, relativo á precedencia temporal entre os mercados estudados, apuntan cara á causalidade unidireccional, onde os prezos do polo vivo se ven influenciados polos prezos do millo ao produtor, aínda que, por outro lado, hai que sinalar que non se observou a relación oposta. Estes resultados apoian as hipóteses do modelo teórico utilizado.

Polo que respecta á existencia de cointegración entre estes mercados, o test de Johansen indica a presenza dun vector de cointegración, o que demostra que estas variables están cointegradas. Neste caso, confírmase a existencia da relación no longo prazo entre estes mercados. Polo tanto, como o número de vectores de cointegración é menor que o número de variables, hai un modelo vectorial de corrección de erros (VEC).

A estimación do modelo VEC permitiu obter parámetros no curto prazo α e no longo prazo β . Neste sentido, as estimacións dos coeficientes no curto prazo indican que os desequilibrios transitorios tenden a desaparecer lentamente en ambos os dous mercados –baixo valor de α –, é dicir, transcorre un longo período de tempo ata que o equilibrio no longo prazo se restablece. O axuste para conseguir o equilibrio no longo prazo, mesmo de pequena magnitude, é maior no mercado de polos.

Polo que respecta á análise no longo prazo, a elasticidade da transmisión de prezos indica que preto do 40% das variacións no prezo do millo ao produtor son transmitidas ao prezo do polo vivo. No tocante á dirección desa transmisión, o test de esoxeneidade débil mostra que se trata dunha relación unidireccional, onde a variable prezo do millo ao produtor é considerada debilmente esóxena, é dicir, que as variacións no prezo do millo ao produtor se transmiten ao prezo do polo vivo, mentres que a relación inversa non se verificou. Estes resultados mostran características relativas a estes mercados, nos que se debe destacar o intenso proceso de integración da actividade avícola no país e a relativa rixidez

na composición dos pensos das aves de engorde, e onde o millo pode considerarse un insumo cunha baixa taxa de substitución –relativamente inelástico aos prezos–.

Os resultados, ademais de cuantificar a intensidade e a dirección da relación entre os mercados de millo e avícola no Brasil, permiten facer deducións interesantes sobre o proceso de formación dos prezos do millo e do polo. Ademais, os resultados indican a necesidade de fortalecer o proceso de garantía de prezos dos insumos para os produtores de polo. A sensibilidade do mercado avícola aos prezos do millo destaca a importancia que unha mellor estruturación na comercialización do millo no Brasil desempeñaría sobre a competitividade da carne de polo. No Brasil un desincentivo importante para a produción de millo é a relativa falta de contratos de compra, polo que se apunta a necesidade de crear mecanismos de comercialización por parte do sector privado neste mercado.

Este traballo representa un paso adiante para ampliar a análise das relacións existentes entre os mercados brasileiros de millo e de polo. Este tema foi pouco estudado cando se compara con outros sectores da agroindustria, e este traballo contribúe a establecer de forma estilizada a transmisión de prezos entre eses mercados e a dirección desa transmisión. Cremos que este estudo poderá contribuír a futuras investigacións sobre o proceso de transmisión de prezos entre os mercados de millo e polo no Brasil; porén, considerando a asimetría nese proceso, podería verificarse a transmisión dos prezos nun escenario con incrementos e con reducións dos prezos.

BIBLIOGRAFÍA

- BARROS, G.S.C. (1987): *Economia da comercialización agrícola*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ).
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO (2011): *Estatísticas*. (15 de xuño de 2011). <<http://www.abimilho.com.br/estatistica4.htm>>. São Paulo: ABIMILHO.
- BRASIL. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CENTRAL DE INFORMAÇÕES AGROPECUÁRIAS. (8 de agosto de 2011). <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Brasília: CONAB.
- BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2011): *EMBRAPA suínos e aves*. (2 de agosto de 2011). <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Brasília: EMBRAPA.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2011): *Abates de aves de corte no Brasil*. (14 de xuño de 2011). <<http://www.ibge.gov.br>>. Rio de Janeiro: IBGE.
- BRASIL. INSTUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS (2011): *Dados macroeconômicos*. (20 de xuño de 2011). <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?12236343>>. Brasília: IPEA.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (2011): MIDIC/SECEX. *Dados das Exportações brasileiras por destino*. (15 de agosto de 2011). <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Brasília: MIDIC/SECEX.
- CALDARELLI, C.E. (2010): *Fatores de influência no do preço do milho no Brasil*. (Tese de doutoramento). Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

- CHIODI, L. (2006): *Integração espacial no mercado brasileiro de milho*. (Disertação. Mestrado em Economia Aplicada). Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- ELLIOT, G.; ROTHENBERG, T.J.; STOCK, J.H. (1996): "Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root", *Econometrica*, 64 (4), pp. 813-836.
- ENDERS, W. (2004): *Applied Econometric Time Series*. 2ª ed. Hoboken, NJ: Wiley.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (2011): *Dados estatísticos*. (15 de xuño de 2011). <<http://www.agroanalysis.com.br/index.php?area=mercadonegocios>>. São Paulo: FGV.
- GARDNER, B.L. (1975): "The Farm-Retail Price Spread in a Competitive Industry", *American Journal of Agricultural Economics*, 57 (3), pp. 399-409.
- GRANGER, C. (1969): "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods", *Econometrica*, 37 (3), pp. 424-438.
- HOFFMANN, R. (2006): *Estatística para economista*. 4ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- JOHANSEN, S. (1988): "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12 (2-3), pp. 231-254.
- JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. (1990): "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52 (2), p. 169-210.
- SOUZA, E.L.L.; AZEVEDO, P.F.; SAES, M.S.M. (1998): "Competitividade do sistema agroindustrial do milho", en E.M.M.Q. Farina e D. Zylbersztajn: *Competitividade do agribusiness brasileiro*, pp. 273-471. São Paulo: USP/PENSA.