

MODELO ECONÓMICO DA FORMACIÓN DE PREZOS DO PAPEL E CARTÓN NA UNIÓN EUROPEA¹

MARÍA LUISA CHAS AMIL

Departamento de Métodos Cuantitativos para a Economía e a Empresa
Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais
Universidade de Santiago de Compostela

Recibido: 15 novembro 1996

Aceptado: 19 maio 1997

Resumo: Proponse un modelo de determinación de prezos do papel e cartón na Unión Europea (UE), estimado con datos de panel para o período 1969-1992. Móstrase que os prezos do papel e cartón se ven afectados principalmente polo prezo da pasta de papel, seguido en orde de importancia polo prezo do traballo, do capital e, por último, da enerxía. Ademais, o incremento da produtividade, debido a cambios tecnolóxicos, provocou unha diminución no prezo real do papel e cartón nun 0,7% anual no período estudado.

Aplicando a teoría da dualidade, estimáronse os parámetros da función de produción a partir da ecuación de prezos. Tamén se obtiveron as funcións de demanda de factores mostrando como os prezos dos factores, o volume de output e os cambios tecnolóxicos afectan á utilización de cada input.

Palabras Clave: Función de produción; Industria de papel e cartón; Datos de panel; Prezos.

ECONOMETRIC MODEL OF PRICE FORMATION IN THE EUROPEAN UNION PAPER AND PAPERBOARD INDUSTRY

Summary: A model of price formation was proposed for the European Union (EU) paper and paperboard industry. It was estimated with panel data over the period 1969-1992. Judging from the magnitude of partial elasticity, paper and paperboard prices were most responsive to pulp, labour, capital and energy price change, in that order. Technological change accounted for a decline in real prices of paper and paperboard of 0.7% per year during the period of observation.

Application of duality theory led to estimate parameters of the production function. Conditional demand equations were also obtained showing how relative factors such as prices, volume of production, and technological change affect the utilization of each input

Keywords: Production function; Paper and paperboard industry; Panel data; Prices.

INTRODUCCIÓN

Ata a primeira crise do petróleo, os prezos reais da pasta e do papel non mostraron moitas variacións, manténdose, en xeral, estables. A partir dese momento cambian drasticamente debido á variabilidade dos tipos de cambio, dos custos de produción e da existencia de sobrecapacidade. Con anterioridade, moi poucos estudos consideraran os prezos como unha variable determinante da demanda; sen embargo, a partir dos anos 70, empézanse a incluír nas ecuacións de demanda, observándose un efecto importante sobre ela. De aí que a análise da formación de prezos teña unha gran relevancia e que se realizaran diversos estudos analizando este aspecto (Dagenais, 1976; Buongiorno e Guilles, 1980; Buongiorno *et al.*, 1982; Booth *et al.*, 1991).

¹ Desexo agradece-los comentarios realizados por un avaliador anónimo.

O obxectivo deste traballo é estudar a importancia dos distintos factores de produción na determinación dos prezos do papel e cartón. No primeiro apartado, obtense a función teórica de prezos a partir da función de custos, que non é máis cá dual da función de produción da industria de papel. O segundo apartado describe os datos utilizados, que consisten nun panel composto polos países da UE para o período 1969-1992. O método de estimación do modelo e os resultados preséntanse no terceiro e cuarto apartado, respectivamente. Finalmente, nas conclusións resúmense os principais resultados e suxírense futuras investigacións.

MODELO TEÓRICO

Suponse que a produción de papel nos países estudados pode representarse mediante unha función Cobb-Douglas, que inclúe como *inputs*: o traballo, o capital, a enerxía e outros materiais,

$$Q_{it} = \alpha_0 e^{\delta t} [L_{it}^{\alpha_L} K_{it}^{\alpha_K} M_{it}^{\alpha_M} E_{it}^{\alpha_E}] u_{it} \quad (1)$$

onde Q_{it} é o *output* dun produto específico no país i e no ano t . L_{it} , K_{it} , M_{it} e E_{it} son, respectivamente, o traballo, o capital, os materiais e a enerxía empregados no proceso productivo. As elasticidades α_L , α_K , α_M , α_E e a taxa de cambio tecnolóxico δ son constantes.

Os rendementos a escala da produción nacional veñen medidos por,

$$r = \alpha_L + \alpha_K + \alpha_M + \alpha_E \quad (2)$$

onde $r > 1$ implica rendementos a escala crecentes. Da mesma forma, $r = 1$ e $r < 1$ implican rendementos a escala constantes e decrecentes, respectivamente.

O custo total C está directamente relacionado coas cantidades e prezos dos *inputs*:

$$C = W_L L + W_K K + W_M M + W_E E \quad (3)$$

onde W_L , W_K , W_M , W_E son o prezo do traballo, capital, materiais e enerxía, respectivamente.

A minimización do custo, suxeita á tecnoloxía descrita en (1) e ós cambios esóxenos nos prezos dos factores, leva ás seguintes condicións de produtividade marxinal:

$$\frac{W_L L}{\alpha_L} = \frac{W_K K}{\alpha_K} = \frac{W_M M}{\alpha_M} = \frac{W_E E}{\alpha_E} \quad (4)$$

A forma reducida de (1) e (4) é como segue:

$$C = \beta_0 e^{-\delta t/r} Q^{1/r} W_L^{\alpha_L/r} W_K^{\alpha_K/r} W_M^{\alpha_M/r} W_E^{\alpha_E/r} v \quad (5)$$

onde $\beta_0 = (\alpha_0 \alpha_L^{\alpha_L} \alpha_K^{\alpha_K} \alpha_M^{\alpha_M} \alpha_E^{\alpha_E})^{-1/r}$ e $v = u^{-1/r}$.

Esta función de custo é a dual da función de produción (1) xa que resume tódolos aspectos relevantes da tecnoloxía. Se se coñece a función de custo pódense estimar tódolos parámetros da función de produción.

De (5) derivase a función de custo medio,

$$\bar{C} = \frac{C}{Q} = \beta_0 e^{-\delta t/r} Q^{1/r-1} W_L^{\alpha_L/r} W_K^{\alpha_K/r} W_M^{\alpha_M/r} W_E^{\alpha_E/r} v \quad (6)$$

e a función de custo marxinal,

$$MC = \frac{dC}{dQ} = \frac{\bar{C}}{r}$$

O resto do modelo asume que os mercados internacionais de papel e cartón teñen estrutura de competencia monopolista, xa que os produtos son similares aínda que non idénticos, e os produtores teñen un limitado control sobre o seu mercado. Por outra parte, non hai limitación de entrada de novas empresas.

Nesta situación, os beneficios a longo prazo tenden a cero e os prezos iguálanse ós custos medios. A industria tende a operar na parte decrecente da función de custos medios, existindo certo exceso de capacidade.

A función de prezos é como segue:

$$\ln P = \beta'_0 - \frac{\delta}{r} t + \left(\frac{1}{r} - 1 \right) \ln Q + \frac{\alpha_L}{r} \ln W_L + \frac{\alpha_K}{r} \ln W_K + \frac{\alpha_M}{r} \ln W_M + \frac{\alpha_E}{r} \ln W_E + v' \quad (7)$$

onde $\beta'_0 = \ln \beta_0$ e $v' = \ln v$.

DATOS

Os datos de produción de papel e cartón, en miles de toneladas, obtivéronse da publicación da FAO *Anuario de productos forestales*. Os prezos estimáronse como media ponderada dos valores unitarios de importación e exportación.

Só se consideran como materiais a pasta de papel (pasta mecánica, química e semiquímica). O seu prezo estímase como media ponderada dos valores unitarios

de importación e exportación, tomando como fonte a mesma publicación da FAO. Sería moi interesante incluí-lo prezo do papel usado xa que nalgúns países é unha fonte importante de fibra; sen embargo, non se tivo en conta pola falta de datos para o período e os países estudados. Tamén se ignoraron os produtos químicos utilizados pola industria de pasta-papel para impartir ou acrecentar algunhas propiedades específicas da folla de papel, como os axentes de encolado, caolín, amidos, gomas, polímeros sintéticos, etc. Sería difícil reunir unha lista definitiva de produtos químicos relevantes e máis difícil aínda obter un índice de prezos apropiado. En calquera caso, os prezos dos produtos químicos deberían estar en forte correlación co prezo da enerxía, que é unha variable incluída no modelo.

O salario por hora na industria manufactureira (serie 341, Fabricación de papel e produtos de papel) publicado pola OIT (Organización Internacional do Traballo) foi a información escollida para medi-lo custo do *input* traballo na fabricación de papel e cartón.

O prezo do petróleo utilizouse como variable *proxy* do custo da enerxía. Calculáronse os valores unitarios de importación a partir da publicación da ONU *International Trade Statistics Yearbook*. Por suposto, esta formulación non ten en conta o feito de que a industria de papel e cartón, en moitas ocasións, xera enerxía para o seu abastecemento e sendo incluso excedentaria.

Existen diversas fontes para obter-lo prezo do capital, pero é difícil atopar unha que sexa homoxénea para tódolos países estudados e que se refira á industria do papel e cartón.

Os datos que non estaban orixinalmente expresados en dólares convertéronse a esta moeda utilizando o tipo de cambio publicado polo Banco Mundial (e.g. 1995). Ademais, tódolos datos se expresaron en termos reais utilizando o deflactor do PIB dos Estados Unidos (base 1987).

ESTIMACIÓN

O modelo (7) estimouse cun panel de datos composto por vinte e catro anos (1969-1992) e polos catorce países² que compoñen a Unión Europea.

Os datos de panel proporcionan un gran número de observacións e unha gran variabilidade, incrementan os graos de liberdade, reducen a multicolinearidade entre as variables explicativas e permiten obter unha estimación máis eficiente (Hsiao, 1986). Este tipo de panel pode considerarse como un modelo de series temporais multivariantes (Arellano e Bover, 1990, p. 4; Greene, 1993, p. 447), dado que proporciona información acerca dun número reducido de unidades económicas (países) ó longo dun bo número de períodos (anos), polo que parece máis adecuado utilizalo para analiza-las diferencias entre países, pero non as variacións producidas ó longo do tempo.

² Bélxica e Luxemburgo preséntanse conxuntamente nas estatísticas da FAO, polo que son tratados como un só país.

Unha formulación común é asumir que as diferencias entre países se trasladan a diferencias na ordenada na orixe, modelo de efectos fixos. Sen embargo, se as diferencias se supoñen aleatorias o modelo denomínase de efectos aleatorios.

O modelo de efectos fixos considérase unha aproximación válida xa que non hai xustificación *a priori* para trata-los efectos individuais como non correlacionados cos outros regresores, como se supón no modelo de efectos aleatorios (Greene, 1993, p. 479). Ademais, o modelo de efectos fixos é adecuado cando a mostra utilizada é exhaustiva e non se pretende facer inferencias sobre unha poboación máis ampla (Balestra, 1996, p. 31; Hsiao, 1986, p. 43; Baltagi, 1995, p. 10).

O erro aleatorio v'_{it} descomponse en dous: a) a compoñente sistemática espacial α_i e b) unha compoñente aleatoria espacial e temporal ε_{it} ,

$$v'_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

onde α_i representa o efecto sistemático dos factores dun país específico que permanece constante no tempo e afecta ó prezo do papel e cartón, e ε_{it} representa os efectos aleatorios espaciais e temporais. Os α_i estímense cos demais coeficientes das variables explicativas, e reflicten as diferencias entre países mediante diferentes ordenadas na orixe.

O modelo por estimar é como segue:

$$\ln P_{it} = \sum_{i=1}^n \alpha_i D_i + Tt + R \ln Q_{it} + A \ln W_{Lit} + B \ln W_{Mit} + C \ln W_{Eit} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

onde os subíndices i, t refírense a un determinado país e ano, respectivamente; P e Q indican o prezo e a cantidade producidas e t unha tendencia temporal; W_L, W_M e W_E son os prezos do traballo, das materias primas e da enerxía; D_i é unha variable ficticia que toma valor 1 para o país i e 0 para os restantes; α_i, T, R, A, B e C son constantes.

Cando se analizan datos de panel pódense atopar diversos problemas asociados co termo de perturbación como son a existencia de correlación de corte transversal, a autocorrelación e a heterocedasticidade. Fixéronse distintos supostos sobre o comportamento do erro ε_{it} ,

i) Ausencia de correlación de corte transversal:

$$E(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) = 0 \text{ para } i \neq j, t \neq t'$$

ii) Homocedasticidade, varianzas constantes entre países:

$$E(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) = \sigma^2 \text{ cando } i = j, t = t'$$

As varianzas son moi similares entre países e, ademais, o resultado obtido trala corrección de heterocedasticidade daba maiores valores da SCE ca sen considerar este suposto.

- iii) Correlación de primeira orde dentro de cada país con diferentes coeficientes de autocorrelación por países,

$$\varepsilon_{it} = \rho_i \varepsilon_{i,t-1} + \mu_{it}$$

onde μ_{it} ten as propiedades clásicas.

En primeiro lugar, a ecuación (9) estimouse por mínimos cadrados ordinarios (MCO). Obtívose para cada país o coeficiente de correlación estimado ρ_i . Posteriormente, transformáronse tódalas variables para corrixi-lo problema de autocorrelación de primeira orde,

$$Q_{it} = \ln Q_{it} - \hat{\rho}_i \ln Q_{i,t-1} \quad t = 2, 3, \dots, 24$$

As novas variables transformadas utilizáronse para estima-los coeficientes por MCO obtendo, desta forma, estimadores mínimo cadrados xeneralizados (MCX).

Os resultados así obtidos poden relacionarse coa ecuación (7).

$$r = \frac{1}{1+R}$$

Os incrementos na produtividade no sector estudiado, debido ós cambios tecnolóxicos, reflectiríanse nun prezo máis baixo do produto e nun signo negativo de T , xa que $\delta = -T r$. Ademais, T debería tomar un valor pequeno, xa que houbo innovación tecnolóxica na industria de pasta e papel, pero realizouse dunha forma lenta.

Espérase que os coeficientes A , B e C sexan positivos e que a súa suma se aproxime a 1. Por outra parte, as elasticidades asociadas ó traballo, materias primas e enerxía obtéñense da seguinte forma,

$$\begin{aligned} \alpha_L &= A r \\ \alpha_j &= B r \\ \alpha_E &= C r \end{aligned}$$

mentres que a elasticidade do capital se pode computar como un residuo,

$$\alpha_K = r - \alpha_L - \alpha_M - \alpha_E$$

Tamén poden obterse as funcións de demanda de factores a partir das condicións de primeira orde do problema de minimización da función de custo. Estas ecuacións indican que a enerxía, o traballo, o capital e as materias primas utilizadas polo sector do papel se ven afectadas polo volume de produción, o prezo de cada *input* e o cambio tecnolóxico. A función de demanda da enerxía toma a forma,

$$E = \gamma_0 W_E^{(\alpha_E/r)-1} W_L^{\alpha_L/r} W_M^{\alpha_M/r} W_K^{\alpha_K/r} Q^{1/r} e^{-\delta/r} \quad (10)$$

onde $\gamma_0 = (\alpha_0 u)^{-1/r}$.

Esta ecuación mostra como a cantidade de enerxía utilizada na produción do *output* Q depende do prezo da enerxía, pero tamén do prezo do traballo, do capital e doutras materias primas que poden substituír á enerxía, das economías de escala e das melloras tecnolóxicas. Tódolos coeficientes veñen determinados pola función de produción.

RESULTADOS

A táboa 1 presenta os resultados da estimación da ecuación (9) que describe o efecto do custo dos factores no prezo do papel e cartón. A bondade do axuste é elevado ($R^2 = 0,99$). Os coeficientes presentan o signo esperado e son altamente significativos coa excepción do coeficiente asociado á produción (Q), que non é significativamente distinto de cero.

A tendencia temporal incluída no modelo permite estudar o efecto dos cambios tecnolóxicos nos prezos, debido á diminución da cantidade de *inputs* necesarios por tonelada de papel e cartón producida. Este coeficiente ten o signo esperado e indica que, no período estudado, os incrementos en produtividade debidos a cambios tecnolóxicos provocaron a diminución no prezo real do papel e cartón nun 0,7% anual. Os restantes coeficientes indican que os prezos do papel e cartón se ven afectados por cambios relativos nos prezos da pasta, traballo, capital e enerxía, nesta orde de importancia.

Hai que destaca-la importancia do prezo da pasta na determinación do prezo do papel. Así, por exemplo, un incremento do 10% no seu prezo provoca un aumento no do papel de 4,2%, mentres que se o prezo da enerxía se incrementara na mesma porcentaxe o efecto sería só do 0,2%. Como se pode observar, o coeficiente asociado á enerxía indica unha baixa influencia deste *input* na evolución dos prezos do papel e cartón. Isto, como xa se dixo, débese ó feito de que as necesidades de abastecemento externo de enerxía dunha fábrica moderna de papel son cada vez menores.

Tódolos coeficientes da función de produción poden obterse a partir da táboa 1. Os resultados aparecen na táboa 2, que mostra as variacións observadas no *output* debido a cambios na utilización dos distintos *inputs*: enerxía, capital, traballo e materiais.

Ademais, obsérvase un valor de r moi próximo a 1, o que significa rendementos a escala constantes.

A táboa 3 mostra as funcións de demanda de factores e sinala como a demanda de enerxía, traballo, capital e pasta se ve afectada polo volume de *output*, o prezo de cada *input* e os cambios tecnolóxicos. Así, indícase, por exemplo, que un incremento dun 10% no prezo da enerxía levaría, *ceteris paribus*, a un 9,7% de diminución na demanda de enerxía que sería substituída por un incremento do 0,2% do traballo, capital e pasta; mentres que un 10% de incremento do prezo da pasta de papel levaría a unha diminución na súa demanda de só 5,8%. As melloras introducidas a través de cambios tecnolóxicos tenderán a reduci-las necesidades de *inputs* nun 0,7% anual.

Táboa 1.- Ecuación de prezos do papel e cartón nos países da UE, 1969-1992

	t	Coeficientes variables independentes				R^2	DW
		Q	W_L	W_M	W_E		
Papel e cartón	-0,007 (0,002)***	0,01 (0,03)	0,30 (0,03)***	0,42 (0,03)***	0,02 (0,01)*	0,99	1,66

NOTA: As desviacións típicas dos coeficientes están entre parénteses.
R2: Coeficiente de determinación; DW: Test Durbin-Watson; *, **, ***: Indican coeficientes significativamente distintos de cero ó 1%, 5% e 10% de nivel de significación.

Táboa 2.- Elasticidades dos *inputs*, rendementos a escala (r) e cambio tecnolóxico (δ) na produción de papel e cartón nos países da UE, 1969-1992

	r	Elasticidades dos inputs				δ
		α_K	α_L	α_M	α_E	
Papel e cartón	0,99	0,27	0,29	0,41	0,02	0,006

Táboa 3.- Elasticidades de demanda do traballo, capital, pasta e enerxía na produción de papel e cartón nos países da Unión Europea, 1969-1992

	Elasticidades con respecto a					t
	W_E	W_L	W_K	W_M	Q	
Papel e cartón						
Enerxía	-0,97	0,29	0,27	0,41	1,01	-0,007
Traballo	0,02	-0,70	0,27	0,41		
Capital	0,02	0,29	-0,72	0,41		
Pasta	0,02	0,29	0,27	-0,58		

CONCLUSIÓNS

Mostrouse que os prezos do papel e cartón se ven afectados principalmente polo prezo da pasta de papel utilizada na súa manufactura, seguido, en orde de importancia, polo prezo do traballo, do capital e da enerxía. Este último factor de produción parece ter moi pouca importancia na formación dos prezos do papel, feito que pode

deberse á cada vez maior autosuficiencia enerxética desta industria. Ademais, os incrementos en produtividade debidos a cambios tecnolóxicos provocaron unha diminución no prezo real do papel e cartón nun 0,7% anual no período estudado.

A partir dos resultados obtidos pode deducirse que o modelo proposto é capaz de explicar, en certa medida, a formación de prezos do papel e cartón, aínda que presenta certas limitacións.

O feito de incluí-lo prezo da pasta de papel na ecuación de prezos fai necesario un estudio da formación de prezos da pasta debido á súa continua fluctuación cíclica. Como xa se viu, este é o determinante directo máis importante dos prezos do papel pero, ademais, o incremento no custo dos demais factores inflúe nos prezos do papel e cartón de dúas formas: a) directamente, aumentando os custos de manufactura, e b) indirectamente, aumentando o custo da pasta.

Pode aceptarse o suposto de competencia monopolista, sen embargo sería conveniente incluír unha forma de oligopolio máis xeral que teña en conta a interdependencia estratéxica das empresas (Rich, 1978, 1983). A industria de papel e cartón presenta unha concentración moderada³ e obsérvase a existencia de liderato na determinación de prezos e cantidades producidas. Ademais, a posición do líder cambia frecuentemente entre as firmas.

A forma da función de produción tamén debería ser obxecto dun estudio polo miúdo no futuro, co obxecto de incluír funcións máis flexibles.

BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO, M.; BOVER, O. (1990): "La econometría de datos de panel", *Investigaciones Económicas*, (segunda época), vol. 14, núm. 1, pp. 3-45.
- BALESTRA, P. (1996): "Introduction to Linear Models for Panel Data", en L. Mátyás e P. Sevestre [ed.]: *The Econometrics of Panel Data. A Handbook of the Theory with Applications*, pp. 25-33. The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- BALTAGI, B.H. (1995): *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons.
- BANCO MUNDIAL (1995): *World Tables*.
- BOOTH, D.L.; KANETKAR, V.; VERTINSKY, Y.; WHISTLER, D. (1991): "An Empirical Model of Capacity Expansion and Pricing in an Oligopoly with Barometric Price Leadership: A Case Study of the Newsprint Industry in North America", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 39, núm. 3, pp. 255-276.
- BUONGIORNO, J.; FARIMANI, M.; CHUANG, W.J. (1983): "Econometric Model of Price Formation in the United States Paper and Paperboard Industry", *Wood and Fiber Science*, vol. 15, núm. 1, pp. 28-39.
- BUONGIORNO, J.; GILLES, J.K. (1980): "Effects of Input Costs, Economics of Scale, and Technological on International Pulp and Paper Prices", *Forest Science*, vol. 26, núm. 2, pp. 261-274.

³ En 1994 as tres principais firmas da Unión Europea representaban máis do 20% da produción total de papel e cartón nesta área, e as oito máis grandes producían máis do 40% (Matussek *et al.*, 1995).

- DAGENAIS, M.G. (1976): "The Determination of Newsprint Prices", *Canadian Journal of Economics*, vol. 9, núm. 3, pp. 442-461.
- FAO (1994): *Anuario de productos forestales 1993*.
- GREENE, W.H. (1993): *Econometric Analysis*. New York: McMillan Publishing Company.
- HSIAO, C. (1986): *Analysis of Panel Data*. Cambridge University Press.
- MATUSSEK, H.; PAPPENS, R.; BRENNAN, W. (1995): "Huge Rise in Profits for Pulp and Papermakers", *Pulp and Paper International*, vol. 38, núm. 9, pp. 33-47.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (1970-1994): *Yearbook of Labour Statistics*.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (1970-1994): *International Trade Statistics Yearbook*.
- RICH, S.U. (1978): "Pricing Patterns in the Paper Industry", *Forest Products Journal*, vol. 28, núm. 4, pp. 13.
- RICH, S.U. (1983): "Price Leadership in the Paper Industry", *Industrial Marketing Management*, vol. 12, pp. 101-104.

