Avances econométricos en modelos de ecuaciones simultáneas en presencia de cointegración estacional: Su aplicación al caso del mercado del Trigo de los Estados Unidos

Workshop

Instituto de Economía y Finanzas
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba

Dr. Walter Robledo
Profesor Dpto. Economía, UES21
Profesor Asoc.(DS) Dpto.Economía y Finanzas, FCE-UNC
wrobledo@uesiglo21.edu.ar

Estructura de la exposición

1. Modelos de mercado propuestos para el Trigo de los EEUU:
   a) Marco teórico económico
   b) Modelos destacados o “benchmarks”

2. Econometría de estos modelos
   a) El modelo estructural tradicional
   b) El modelo de series de tiempo
   c) Los modelos de ecuaciones simultáneas dinámicas
   d) Nuevos desarrollos

3. La aplicación al mercado del Trigo de los EEUU: Resultados y Conclusiones

Primer Sección de la Exposición

1. Modelos de mercado propuestos para el Trigo de los EEUU:

   a) Marco teórico económico

   b) Modelos destacados o "benchmarks"

Modelos de mercado propuestos para el Trigo de los EEUU: **a) Marco teórico económico**

El estudio de los mercados de granos ha sido el objeto de innumerables investigaciones

desde los ´30

Working (1931), Keynes (1933), Goodwin (1947), Nerlove (1953 y otros) Kendall (1953), Samuelson (1965), Shepherd (1966), Witherell (1967) Mo (1968), Labys (1973), Labys y Polak (1984) Chambers y Just (1981),	Devadoos et al. (1986, 1993), Bailey (1989), Lord (1991) Watanabe (1990), In y Mount (1994), Tomek and Myers (1993), Garcia y Leuthold (1997) Tomek (1997)

Marco teórico económico ...

- Las relaciones estáticas de la demanda y oferta de un commodity agrícola se derivan de la teoría económica del consumidor y la producción.

- Las relaciones dinámicas de la demanda, oferta y de inventario son derivadas de la teoría de ajuste parcial al equilibrio (Nerlove, 1958)

- Las relaciones de precios son derivadas de la naturaleza competitiva u oligopólica de estos mercados.

Marco teórico económico: Demanda

- Solución al problema de maximización de la utilidad del consumidor sujeto a una restricción presupuestaria:

$$q_{i,t}^{(d)} = f_i(p_{i,t}, p_{j,t} ..., p_{n,t}, y_t),\ i = 1,...,n$$

- La función de demanda de mercado de un commodity es una relación entre las cantidades agregadas demandadas y todos los factores que la afectan:

$$Q_t^{(d)} = f(p_t, p_{j,t}, ..., p_{n,t}, y_t, Pop_t, z_t)$$

- Las reacciones de los consumidores a cambios en los precios de un commodity no son instantáneos, por el contrario se distribuyen a lo largo de un cierto período de tiempo: *influencias de corto y largo plazo* ("Dynamic theory" de Nerlove, 1958)

Marco teórico económico: Demanda

- Nerlove propuso (fue ampliamante aceptado en el contexto del análisis de mercados de commodities agrícolas) que la demanda en un periodo se puede asumir que ajusta solo parcialmente hacia el equilibrio.

- La "demanda de largo plazo " $q_t^{*(d)}$ de un commodity (si no existen rigideces en la demanda) como una función del ingreso y los precios, ceretis paribus, como: $$q_t^{*(d)} = a_0 + a_1 y_t - a_2 p_t,$$

- Observar que $q_t^{*(d)}$ no es observable, por lo tanto los coeficientes en la ecuación anterior no pueden ser estimados directamente.

- Para resolver este problema Nerlove propuso la ecuación conocida como "ajuste al equilibrio" : $$q_t^{(d)} - q_{t-1}^{(d)} = d \times (q_t^{*(d)} - q_{t-1}^{(d)}),$$

- Esta relación puede ser usada para explicar el consumo actual como función de equilibrio en el consumo pasado: $$q_t^{(d)} = \sum_{i=0}^{t} d(1-d)^i q_{t-i}^{*(d)}$$

Marco teórico económico: Demanda

- Whiterell (1967) propuso mejorar la expresión de “ajuste al equiibrio” de Nerlove para explicar la demanda de commodities semidurables, para permitir explicar que las compras puede postergarse o anticiparse si el ingreso declina o crece, respectivamente.

- La demanda agregada de un commodity agrícola presenta los siguientes desafíos:

1. La demanda para consumo humano tiene distintas motivaciones (maximización de utilidad) que la demanda para almacenamiento (muchas veces expeculativas), la demanda para consumo animal (demanda derivada) y las de los exportadores/importadores (maximizadores de beneficios).

2. Los almacenamientos (stocks or inventories) suelen ser regulados por programas gubernamentales que cambian frecuentemente

3. Algunas actividades de los consumidores se miden a nivel de mayoristas o minoristas, y otras a nivel de la empresa agropecuaria (farmer), lo que implica “márgenes de comercialización” que suelen cambiar a lo largo del tiempo y en respuesta a los cambios en los usos como “input” de los procesos productivos de la cadena de valor

Marco teórico económico: Oferta

- Solución al problema de maximización de ganancias de una unidad de producción sujeta a la restricción que representa la función de producción (alternativamente vía la teoría de la dualidad: costos marginales por sobre costos promedios variables):

$$q_t^{(s)} = f\,(p_{1,t}, p_{2,t}, w_{1,t}, \ldots, w_{k,t})$$

- La función de oferta de mercado (o de la industria) de un commodity se deriva a partir de la suma delas ofertas de todos los agentes productores en la industria:

$$Q_t^{(s)} = \sum_i q_{i,t}^{(s)}$$

- Las reacciones de los productores a cambios en los precios de los insumos no son instantáneos, por el contrario se distribuyen a lo largo de un cierto período de tiempo: *influencias de corto y largo plazo* ("Dynamic theory" de Nerlove, 1958)

Marco teórico económico: Oferta

- Posible especificación para la función de oferta, basad en la teoría del ajuste al equilibrio parcial de Nerlove:

$$q_t^{(s)} = b_0 + b_1 p_t^* + b_2 z_t + b_3 w_t + b_4 q_{t-1}^{(s)} + u_t$$

- Observar que p_t^* representa el precio futuro esperado por el productor (en la práctica se sustituye por medio de supuestos acerca de la forma en que los productores forman sus expectativas:

    naive expectaction (Labys, 1973),
    extrapolative expectations (Goodwin, 1947),
    adaptive expectations (Cagan, 1956),
    rational expectactions (Muth, 1961).

Marco teórico económico: Oferta

- Desafíos que presentan los modelos de oferta agrícola en cultivos anuales:

  1. EL retardo natural existente entre la decisión de producir y la realización de la producción: las ganancias esperadas se asumen usualmente como función de los niveles de rendimientos y precios esperados.

  2. La mayoría de los cultivos anuales han sido fuertemente influenciados por los programas gubernamentales y cambiantes a lo largo del tiempo: cambios estructurales (Debadoos, 1986; Bailey, 1989, Lee y Helmberg, 1985), parámetros cambiantes o variables por sub-períodos.

  3. Las decisiones de inversiones pasadas afectan la producción observada en el presente, sin embargo el uso de *naive expectations* es frecuentemente usado por la alta correlación entre los precios de pizarra de los futuros y opciones (Tomek y Gray, 1970)

Marco teórico económico: Oferta

4. Los cambios tecnológicos (genética, maquinarias, agroquímicos, labranzas reducidas) han cambiado las curvas de oferta. No existen mdeiciones directas de estos cambios, por lo que se usan variables “Proxy”, tales como una variable de tendencia (lo más frecuentemente utilizado, ver Maddala, 1977; Tomek y Robinson, 1990). Raras veces se han utilizado medidas de los cambios en productividad, tales como los índices Divisia de cambios en productividad (ver Chambers, 1988).

5. Los niveles de producción actuales están fuertemente correlacionados con los niveles previos pasados. Más aún, estos niveles son altamente inelásticos frente en un amplio rango de precios alternativos (recursos fijos, habilidad-experiencia-conocimientos de los productores, hábitos y cultura de la producción de un commodity). EN síntesis, los retardos en las producciones, ayudan a explicar un “pool” de factores no separables de las influencias de las tecnologías, produciéndose posibles sobreestimaciones de los efectos de esta variable retardada (Tomek y Robinson, 1990).

Marco teórico económico: Organización del mercado

- Una organización de mercado competitiva es lo más aceptado (Working, 1921; Sheperd, 1966; Kendall, 1953; Samuelson, 1965; Labys, 1973; García y Leuthold, 1999; otros)

- Los desequilibrios coyunturales en el mercado son compensados por la teoría acerca de los inventarios (por parte de acopiadores, productores y de los mismos productores hoy en día): distintas teorías en la materia:

  la teoría del *"acelerador"* $s_t = a\, y_t$

  del "acelerador flexible" $\frac{ds_t}{dt} = a \frac{dy_t}{dt}$

(ver Goodwin, 1947, Nerlove, 1958)

Marco teórico económico: Formación de precios

- Si los intervalos de tiempo entre los retardos en consumo, producción, e inventarios son cortos pero variables, el precio puede explicarse en términos de los ajustes de los inventarios. Dos enfoques posibles:

1. Los precios pueden ser explicados por un proceso de ajuste de un “flujo” (teoría convensional):

$$
\begin{aligned}
q_t^{(d)} &= f(p_{t-1}, y_t, z_t, u_t^{(d)}) \\
q_t^{(s)} &= g(p_{t-1}, z_t, u_t^{(s)}) \\
p_t &= h(\Delta s_t, z_t, u_t^{(p)}) \\
\Delta s_t &= q_t^{(d)} - q_t^{(s)}.
\end{aligned}
$$

2. El proceso es de ajuste de un “stock”:

$$
\begin{aligned}
q_t^{(d)} &= f(p_{t-1}, y_t, z_t, u_t^{(d)}) \\
q_t^{(s)} &= g(p_{t-1}, z_t, u_t^{(s)}) \\
p_t &= h(s_t, z_t, u_t^{(p)}) \\
s_t &= s_{t-1} + q_t^{(d)} - q_t^{(s)}.
\end{aligned}
$$

Marco teórico económico: Demanda (oferta) de importaciones (exportaciones)

- Frecuentemente las cantidades toales demandadas (ofertadas) de un commodity no se resuelven dentro del mercado doméstico y pare de estas cantidades son exportadas (importadas) a mercados externos. La pregunta que se plantea es: ¿debe agregarse al modelo una ecuación que explique este comportamiento o debe determinarse incluyendo una identidad?

- Respuesta posible: si las fluctuaciones en las exportaciones (importaciones) son determinadas por factores diferentes a los que explican la demanda (oferta) debiera ser útil incluir una ecuación de comportamiento en el sistema que determina los precios (ver por ejemplo Houck y Mann, 1961; Chambers y Just, 1981)

Marco teórico económico: Un modelo posible (Chambers y Just, 1981)

1. Disappearance: $PWD_t = f(PWD_{t-1},...,PWD_{t-s}, RPW_t, RPDI_t, \Delta RPDI_t, FALL_t, WINT_t, SPRI_t)$

2. Inventory: $PWI_t = f(PWI_{t-1},...,PWI_{t-s}, RPW_t, \Delta RPW_t, FALL_t, WINT_t, SPRI_t)$

3. Exports: $PWX_t = f(PWX_{t-1},...,PWX_{t-s}, RPW_t, SDR_t, THPW_t, FALL_t, WINT_t, SPRI_t, DS_t, DX_t),$

4. Production: $PWPR_t = f(PWPR_{t-1},..., PWPR_{t-4}, RWAP_{t-2}, RWSP_{t-2}, D1_t, D2_t)$

5. Prices: $RPW_t = f(PWD_t, PWI_t, PWX_t, PWPR_t, RPW_{t-1},..., RPW_{t-s}, SDR_t, THPW_t, FALL_t, WINT_t, SPRI_t),$

6. Identity: $PWPR_t + PWI_{t-1} = PWD_t + PWI_t + PWX_t$

Segunda Sección de la exposición

Econometría de estos modelos:

a) El modelo estructural tradicional

b) El modelo de series de tiempo

c) Los modelos de ecuaciones simultáneas dinámicas

d) Nuevos desarrollos

Econometrics of Commodity Models

Structural approach (Section 2.2.1)

– **Structural Models**:
- Ordinary least squares
- Indirect least squares
- Two-stage least squares
- Three-stage least squares
- Limited information maximum likelihood
- Full information maximum likelihood

– **Reduced forms**

– **Recursive models**

Stochastic processes: (Section 2.2.2)

– **Univariate time series**:
- Deterministic linear trends
- ARIMA models
- Stochastic trends tests:
  (a) Unit roots
  (b) Stationarity
  (c) Seasonal unit roots
- ARCH and GARCH

– **Multivariate time series**:
- Vector autoregressive processes
- Vector autoregressive and moving average processes

Dynamic simultaneous equation models (Section 2.2.3)

– **Under the stationarity assumption:**
- ARMAX models
- Zellner-Palm final form
- DSEM & expectations of economic agents
- DSEM & exogeneity
- DSEM & causality
- SVAR

– **Nonstationary DSEM** (No short-run & long-run decomposition effects):
- Fully modified-OLS, -FM-VAR, FM-VARX

– **Nonstationary reduced form** (nonseasonal unit roots):
- Error correction model

New Developments (Section 2.2.4)

- ***Nonstationary DSEM: (Short-run & long-run decomposition effects):***
- *Nonparametric transformation and parametric estimation* (Choi and Phillips, 1997)
- *Parametric transformation and estimation* (Hsiao, 1997a and 1997b)

– ***Nonstationary reduced form (seasonal unit roots):***
- *Seasonal error correction model* (Johansen and Schaumburg, 1999)

Modelo Vectorial de Corrección del Error

$$\Delta \mathbf{y}_t = f_0 + \underbrace{\sum_{j=1}^{p-1} \Phi_j^* \Delta \mathbf{y}_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \Theta_j^* \Delta \mathbf{x}_{t-j}}_{\text{Short-run dynamic}}$$

$$\underbrace{-\Phi^* \mathbf{y}_{t-1} - \Theta^* \mathbf{x}_{t-1}}_{\text{Long-run equilibrium}} + \underbrace{f^* \mathbf{S}_t}_{\substack{\text{Deterministic} \\ \text{Seasonal dummies}}} + \underbrace{\mathbf{u}_t}_{\substack{\text{Error} \\ \text{Term}}} ,$$

$$t = 1, \ldots, T,$$

Estimation: Restricted Maximum Likelihood (Johansen, 1996)

Modelo Vectorial Estacional de Corrección del Error

$$
\begin{aligned}
\Delta \mathbf{w}_t = \quad & m + \underbrace{A_1^{*}\Delta \mathbf{w}_{t-1} + \cdots + A_{p^{*}-4}^{*}\Delta \mathbf{w}_{t-p^{*}+4}}_{\text{Short-run dynamics}} \\
& \underbrace{+p_1^{*}\mathbf{w}_{1,t-1} + p_2^{*}\mathbf{w}_{2,t-1} + p_3^{*}\mathbf{w}_{3,t-1} + p_4^{*}\mathbf{w}_{3,t-1}}_{\text{Seasonal long-run equilibrium terms}} \\
& + \underbrace{d\,\mathbf{S}_t}_{\text{Seasonal constants}} + \underbrace{e_t^{*}}_{\textit{Error term}} ,
\end{aligned}
$$

<u>Estimation</u>: Restr.Max.Likelihood (Johansen & Schaumburg, 1999)

Modelo Vectorial Estacional de Corrección del Error

$$\mathbf{S}_t = \left(1, \cos p(t-1), \cos\frac{p}{2}(t-1), \cos\frac{p}{2}(t-2)\right)'$$

Son ordenadas estacionales (Frances y Kunst, 1999)

$$\mathbf{w}_{1,t-1} = (B + B^2 + B^3 + B^4)\mathbf{w}_t$$

Tiene raíz unitaria en $w = 0$

$$\mathbf{w}_{2,t-1} = -(B - B^2 + B^3 - B^4)\mathbf{w}_t$$

Tiene raíz unitaria en $w=1/2$

$$\mathbf{w}_{3,t-2} = -(B^2 - B^4)\mathbf{w}_t \qquad \mathbf{w}_{3,t-1} = -(B - B^3)\mathbf{w}_t$$

Tienen raíz unitaria en $w=1/4$

Modelo Vectorial Estacional de Corrección del Error

Tomando $\mathbf{w}_t = (\mathbf{y}_t', \mathbf{x}_t')'$ el sistema se re-expresa así:

$$\Delta_4 \begin{bmatrix} \mathbf{y}_t \\ \mathbf{x}_t \end{bmatrix} = p_1^* \begin{bmatrix} \mathbf{y}_{1,t-1} \\ \mathbf{x}_{1,t-1} \end{bmatrix} + p_2^* \begin{bmatrix} \mathbf{y}_{2,t-1} \\ \mathbf{x}_{2,t-1} \end{bmatrix} + p_3^* \begin{bmatrix} \mathbf{y}_{3,t-2} \\ \mathbf{x}_{3,t-2} \end{bmatrix} + p_4^* \begin{bmatrix} \mathbf{y}_{3,t-1} \\ \mathbf{x}_{3,t-1} \end{bmatrix} + A_1^* \begin{bmatrix} \Delta\mathbf{y}_{1,t-1} \\ \Delta\mathbf{x}_{1,t-1} \end{bmatrix} + \cdots + A_{p^*}^* \begin{bmatrix} \Delta\mathbf{y}_{1,t-p^*+4} \\ \Delta\mathbf{x}_{1,t-p^*+4} \end{bmatrix} + \mathbf{e}_t^*,$$

Donde $p_j^\circ = [I \ \vdots\ -\Theta_0]p_j^* = \left[p_j \ \vdots\ P_j\right],\ j = 1,\ldots,4$

$$A_i^\circ = [I \ \vdots\ -\Theta_0]A_i^* = [A_i \ \vdots\ B_i],\ i = 1,\ldots, p^* - 4$$

Lo que permite re-expresar a su vez el modelo vectorial en el que las endógenas son explicadas así:

Modelo Vectorial Estacional de Corrección del Error

$$\Delta_4 \mathbf{y}_t = p_1 \mathbf{y}_{1,t-1} + p_2 \mathbf{y}_{2,t-1} + p_3 \mathbf{y}_{3,t-2} + p_4 \mathbf{y}_{3,t-1} +$$

$$P_1 \mathbf{x}_{1,t-1} + P_2 \mathbf{x}_{2,t-1} + P_3 \mathbf{x}_{3,t-2} + P_4 \mathbf{x}_{3,t-1} +$$

$$A_1 \Delta_4 \mathbf{y}_{t-1} + \cdots + A_{p^*-4} \Delta_4 \mathbf{y}_{t-p^*+4} +$$

$$B_0 \Delta_4 \mathbf{x}_t + B_1 \Delta_4 \mathbf{x}_{t-1} + \cdots + B_{p^*-4} \Delta_4 \mathbf{x}_{t-p^*+4} + e_t^{\circ},$$

Modelo Vectorial Estacional de Corrección del Error

Con los siguientes vectores de cointegración en las frecuencias $w = 0,\ w=1/2,\ w=1/4$:

$$p_1 \mathbf{y}_{1,t} + P_1 \mathbf{x}_{1,t} = J_{1,t},$$

$$p_2 \mathbf{y}_{2,t} + P_2 \mathbf{x}_{2,t} = J_{2,t},$$

$$p_3 \mathbf{y}_{3,t} + P_3 \mathbf{x}_{3,t} = J_{3,t}, \text{ and}$$

$$p_4 \mathbf{y}_{4,t} + P_4 \mathbf{x}_{4,t} = J_{4,t}$$

Modelo Dinámico de Ecuaciones Simultáneas en sistemas cointegrados

:

$$
\begin{aligned}
\boldsymbol{y}_g &= Z_g \boldsymbol{d}_g + \boldsymbol{e}_g \\
&= Z_g \tilde{M}_g \tilde{M}_g^{-1} \boldsymbol{d}_g + \boldsymbol{e}_g \\
&= Z_g^* \boldsymbol{d}_g^* + \boldsymbol{e}_g \\
&= \underbrace{Z_{g1}^* \boldsymbol{d}_{g1}^*}_{\text{Short-run dynamics}} + \underbrace{Z_{g2}^* \boldsymbol{d}_{g2}^*}_{\text{Long-run equilibrium}} + \underbrace{\boldsymbol{e}_g}_{\text{Error term}}
\end{aligned}
$$

<u>Transformation</u>: Hsiao (1997), <u>Estimation</u>: 2SLS (i.e., Theil, 1971)

Modelo Dinámico de Ecuaciones Simultáneas en sistemas cointegrados

Donde:

$$Z_{g1}^{*} = [\Delta_4 \boldsymbol{Y}_g, \Delta_4 \tilde{\boldsymbol{Y}}_{g,-1}, \ldots, \Delta_4 \tilde{\boldsymbol{Y}}_{g,-p+4}, \Delta_4 \boldsymbol{X}_g, \Delta_4 \boldsymbol{X}_{g,-1}, \ldots, \Delta_4 \boldsymbol{X}_{g-q+4}],$$

representa variables linealmente independientes I(0)

$$Z_{g2}^{*} = \left[\boldsymbol{X}_{g2_{1,t-1}}, \boldsymbol{X}_{g2_{2,t-1}}, \boldsymbol{X}_{g2_{3,t-2}}, \boldsymbol{X}_{g2_{3,t-1}}, \tilde{Y}_{g2_{1,t-1}}, \tilde{Y}_{g2_{2,t-1}}, \tilde{Y}_{g2_{3,t-2}}, \tilde{Y}_{g2_{3,t-1}} \right]$$

representa variables linealmente independientes I(1)

<u>Transformation</u>: Hsiao (1997), <u>Estimation</u>: 2SLS (i.e., Theil, 1971)

Modelo Dinámico de Ecuaciones Simultáneas en sistemas cointegrados

Estimador 2SLS de $\hat{\boldsymbol{d}}_g^*$ es el estimador con instrumentos W^* :

$$\hat{\boldsymbol{d}}_g = \tilde{M}_g\{[\tilde{M}_g' Z_g' W \tilde{M}_w (\tilde{M}_w' W' W \tilde{M}_w)^{-1} \tilde{M}_w W' Z_g \tilde{M}_g]^{-1} \times [\tilde{M}_g Z_g' W \tilde{M}_w (\tilde{M}_w' W' W \tilde{M}_w)^{-1} \tilde{M}_w' W' \boldsymbol{y}_g]\}$$

$$= \tilde{M}_g\{[Z_g^{*\prime} W^* (W^{*\prime} W^*)^{-1} W^{*\prime} Z_g^*]^{-1} [Z_g^{*\prime} W^* (W^{*\prime} W^*)^{-1} W^{*\prime} \boldsymbol{y}_g]\}$$

$$= \tilde{M}_g \hat{\boldsymbol{d}}_g^*,$$

Donde : $W\tilde{M}_w = (W_1^*, W_2^*) = W^*$ $\qquad W = (\boldsymbol{Y}_{-1}, \boldsymbol{Y}_{-2} \ldots, \boldsymbol{Y}_{-p^\circ}, \boldsymbol{X}, \boldsymbol{X}_{-1}, \ldots, \boldsymbol{X}_{-q^\circ}, \boldsymbol{S})$

y el estimador 2SLS tradicional es:

$$\hat{\boldsymbol{d}}_g = [Z_g' W (W'W)^{-1} W' Z_g]^{-1} [Z_g' W (W'W)^{-1} W' \boldsymbol{y}_g]$$

Modelo Dinámico de Ecuaciones Simultáneas en sistemas cointegrados estacionales no estocásticos

Para estimar via 2SLS en la práctica tomar :

$$
\begin{aligned}
W_w^* &= W\tilde{M}_w \\
&= (\boldsymbol{Y}_{-1}, \boldsymbol{Y}_{-2} \ldots, \boldsymbol{Y}_{-p}, \boldsymbol{X}, \boldsymbol{X}_{-1}, \ldots, \boldsymbol{X}_{-q}, \boldsymbol{S})\tilde{M}_w \\
&= (\Delta\boldsymbol{Y}_{-1}, \ldots, \Delta\boldsymbol{Y}_{-p+1}, \Delta\boldsymbol{X}, \Delta\boldsymbol{X}_{-1}, \ldots, \boldsymbol{X}_{-q+1}, \boldsymbol{S}, \boldsymbol{Y}_{-1} - \boldsymbol{X}_{-1}\Pi^{*\prime}, \boldsymbol{X}_{-1}) \\
&= (W_1^*, W_2^*),
\end{aligned}
$$

Donde $W_1^* = (\Delta\boldsymbol{Y}_{-1}, \ldots, \Delta\boldsymbol{Y}_{-p+1}, \Delta\boldsymbol{X}, \Delta\boldsymbol{X}_{-1}, \ldots, \Delta\boldsymbol{X}_{-q+1}, \boldsymbol{S}, \boldsymbol{Y}_{-1} - \boldsymbol{X}_{-1}\Pi^{*\prime})$ es I(0) y

$W_2^* = \boldsymbol{X}_{-1}$ es I(1)

Modelo Dinámico de Ecuaciones Simultáneas en sistemas cointegrados estacionales cointegrados

Para estimar via 2SLS (Robledo, 2002) en la práctica tomar :

$$W_1^* = \quad [\Delta_4 \boldsymbol{Y}_{-1}, \ldots, \Delta_4 \boldsymbol{Y}_{-p^\circ+4}, \Delta_4 \boldsymbol{X}, \Delta_4 \boldsymbol{X}_{-1}, \ldots, \Delta_4 \boldsymbol{X}_{-q^\circ+4},$$

$$\boldsymbol{Y}_{1,t-1} - \boldsymbol{X}_{1,t-1}\Pi_1^{*\prime}, \boldsymbol{Y}_{2,t-1} - \boldsymbol{X}_{2,t-1}\Pi_2^{*\prime}, \boldsymbol{Y}_{3,t-2} - \boldsymbol{X}_{3,t-2}\Pi_3^{*\prime}, \boldsymbol{Y}_{3,t-1} - \boldsymbol{X}_{3,t-1}\Pi_4^{*\prime}]$$

$$W_2^* = [\boldsymbol{X}_{1,t-1}, \boldsymbol{X}_{2,t-1}, \boldsymbol{X}_{3,t-2}, \boldsymbol{X}_{3,t-1}]$$

Evaluación de la capacidad predictiva de los modelos

$$H_0 : E\{u_{1,t+1}^2\} = E\{u_{2,t+1}^2\} \text{ vs. } H_0 : E\{u_{1,t+1}^2\} \neq E\{u_{2,t+1}^2\}$$

$$H_0 : E\{u_{1,t+1}^2\} - E\{u_{2,t+1}^2 = 0\} \text{ vs. } H_0 : E\{u_{1,t+1}^2\} - E\{u_{2,t+1}^2\} \neq 0$$

$$DM = \frac{P^{-1/2} \sum_{t=R}^{T-1} \hat{d}_{t+1}}{[\hat{\mathbf{V}}_1]^{1/2}} \xrightarrow{d} N(0,1)$$

$$\hat{d}_{t+1} = \hat{u}_{1,t+1}^2 - \hat{u}_{2,t+1}^2 = g_1' \begin{pmatrix} \hat{u}_{1,t+1}^2 \\ \hat{u}_{2,t+1}^2 \end{pmatrix}, \; g_1 = (1,-1)', \; \hat{\mathbf{V}}_1 = g_1' \hat{\mathbf{V}} g_1$$

Test: Diebold and Mariano (1995)

Evaluación de las funciones de impulso-respuesta

Monte Carlo Simulation

(1) DGP $y_t = f(z_t),\ x_t = f(y_t),\ z_t = z_{t-4},$

$$\begin{bmatrix} \Delta_4 y_t \\ \Delta_4 x_t \\ \Delta_4 z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_y \\ m_x \\ 0 \end{bmatrix} + \sum_{j=1}^{4} l_{1,j} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & x_{1(1,j)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_j(B) y_t \\ S_j(B) x_t \\ S_j(B) z_t \end{bmatrix}$$

$$+ \sum_{j=1}^{4} \frac{l_{2,j}}{1 - x_{2(2,j)} x_{1(2,j)}} \begin{bmatrix} 0 \\ x_{2(2,j)} \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & x_{1(2,j)} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_j(B) y_t \\ S_j(B) x_t \\ S_j(B) z_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{y,t} \\ e_{x,t} \\ e_{z,t} \end{bmatrix},$$

(2) 1000 samples

(3)For each model, de median impulse responses are considered

Tercera Sección de la exposición

La aplicación al mercado del Trigo de los EEUU:

Resultados y Conclusiones

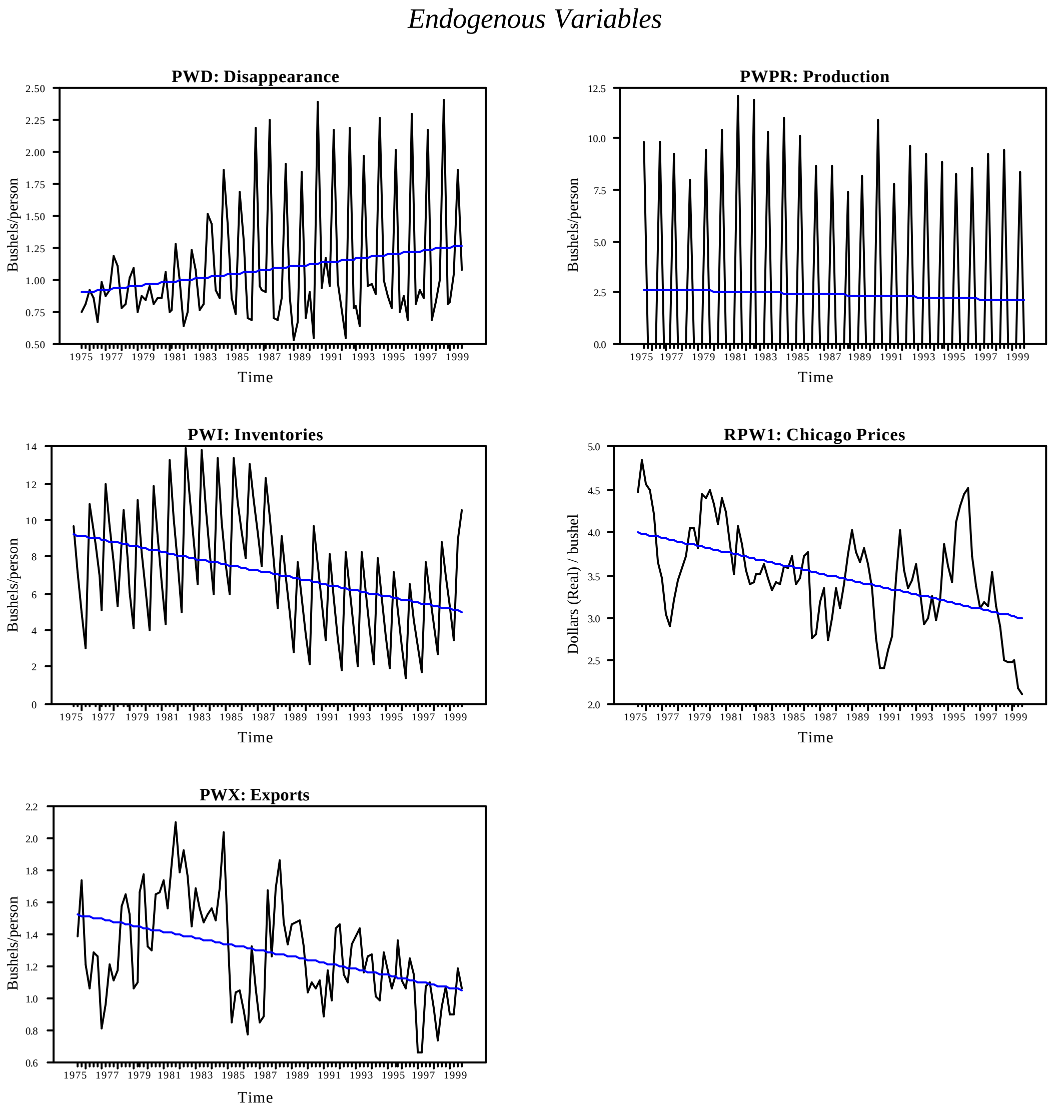
Los datos de mercado del Trigo en EEUU

Fuentes

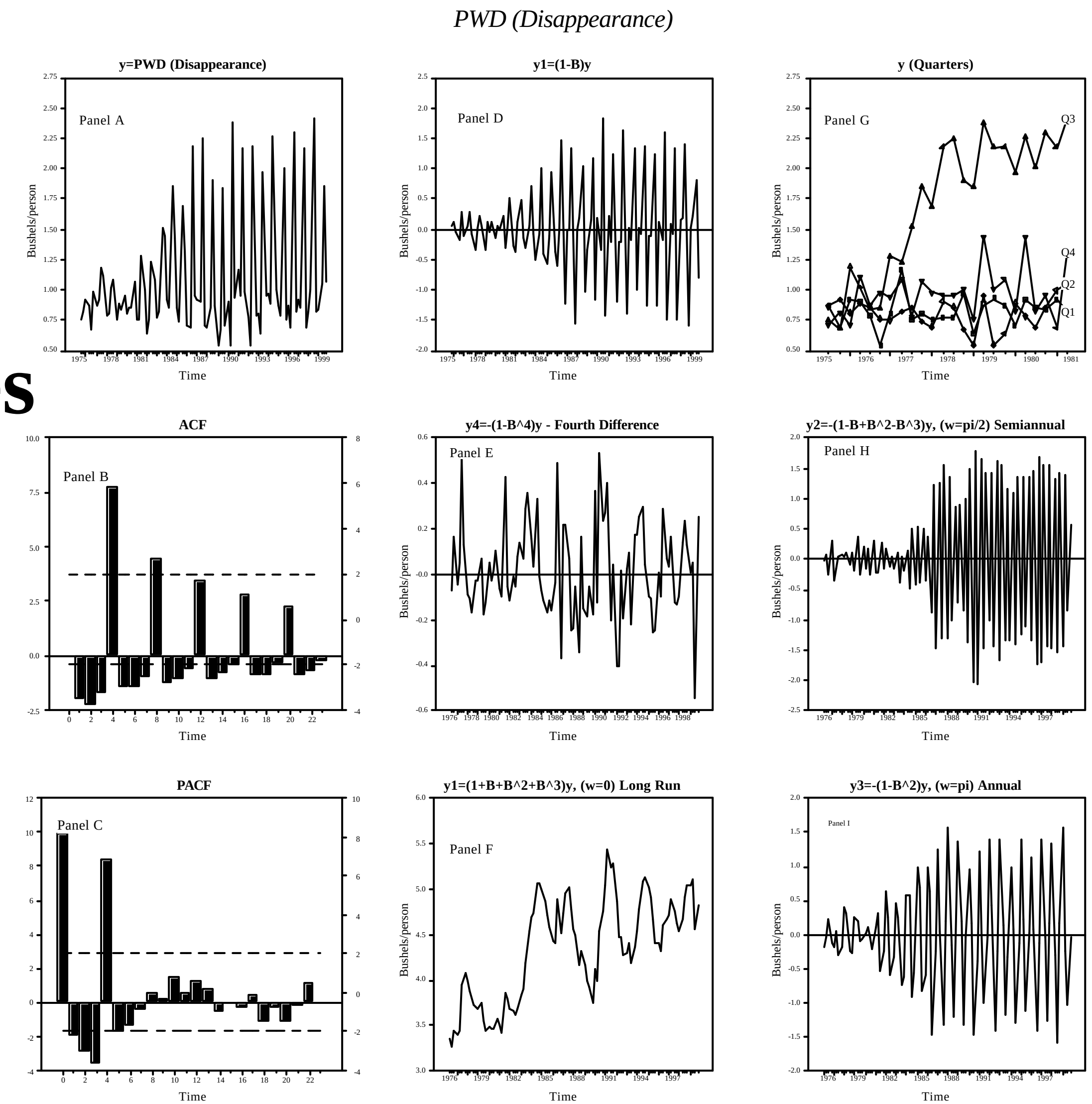
U.S. real disposable income: Bureau of Economic Analysis;
U.S. Exchange: CitiBase databank;
All the other variables :

Wheat Situation and Outlook Yearbook 2002
Market and Trade Economics Division,
Economic Research Service,
U.S. Department of Agriculture.

Gráficos de las exógenas



Componentes estacionales



Selección de modelos
Schwarz (BIC) Critera

	Lags					
Models	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
VECM	-12.9536	-12.9564	-12.9348	**-16.9418**	..	..
SVECM	*	*	-6.5028	**-11.2347**	-10.9762	..
CDSEM	•	•	-20.4404	-21.3266	**-22.9287**	•
SCDSEM	*	*	-21.320	-22.1523	**-22.5577**	•

Adecuación de los modelos

Autocorrelation: Only present in Model 1

ARCH:Some equations of Model 2 and 4

Normality:Some equations of Model 2 and 4

Coefficient of Determination:

Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
0.99	0.85	0.88	0.87
0.99	0.95	0.99	0.99
0.99	0.93	**0.65**	**0.62**
1.00	0.87	0.99	0.99
0.99	0.96	**0.55**	**0.77**

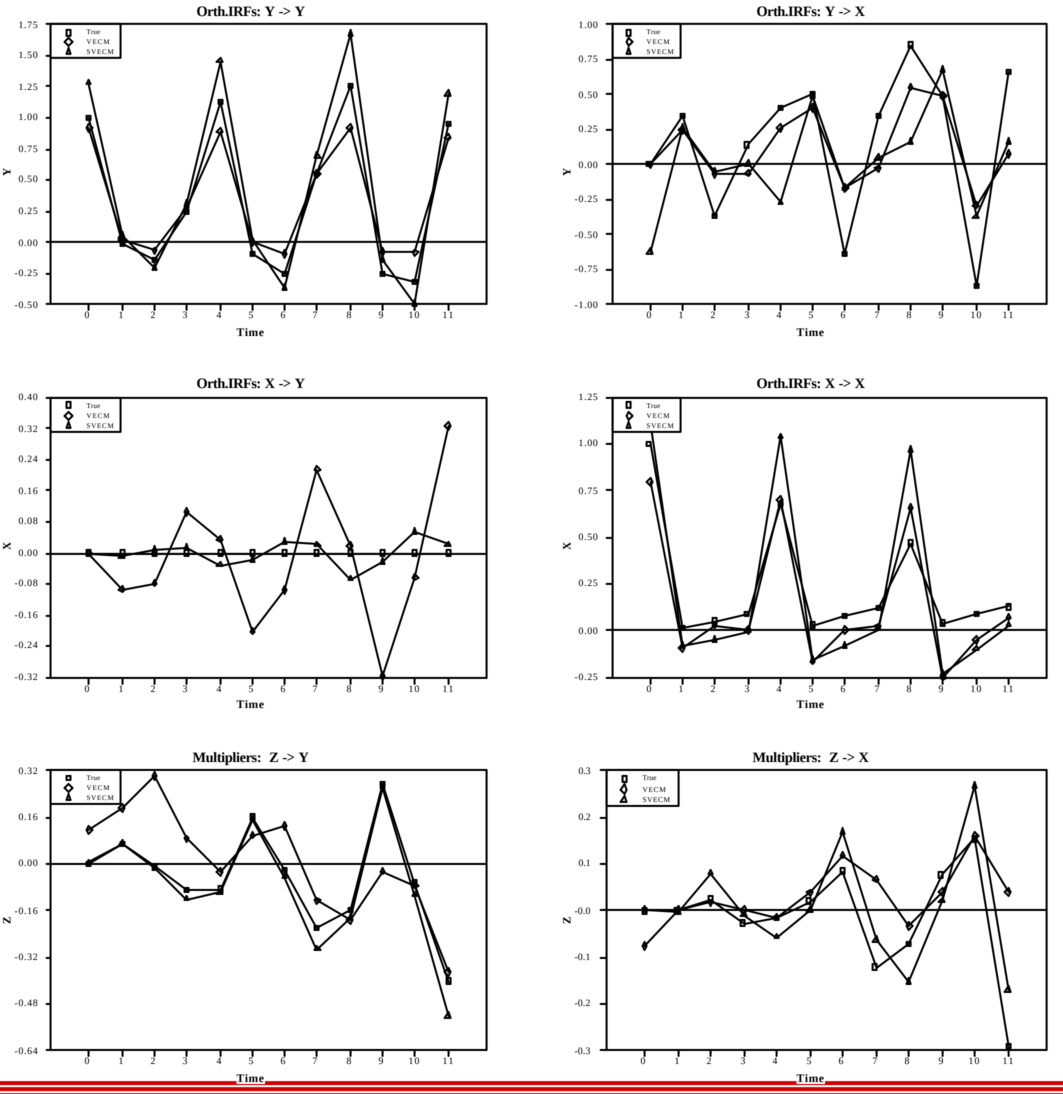
Evaluación de pronósticos

Horizons	Forecasting Model	Models M1:VECM	M2:SVECM	M3:CDSEM	M4:SCDSEM
2	**PWD**:Disappearance	**0.011**	0.090	0.167	0.167
	PWI:Inventories	165.228	11.130	0.314	**0.032**
	PWX:Exports	12.474	1.822	0.099	**0.068**
	PWPR:Production	148.508	17.288	0.078	**0.002**
	RWP:Chicago prices	57.408	0.657	**0.354**	0.511
4	**PWD**:Disappearance	4.187	0.412	0.111	**0.097**
	PWI:Inventories	7.402	4.061	0.618	**0.113**
	PWX:Exports	3.459	1.260	0.191	**0.146**
	PWPR:Production	34.937	14.486	0.113	**0.011**
	RWP:Chicago prices	2.463	1.041	4.450	**0.193**
8	**PWD**:Disappearance	5.625	0.959	**0.044**	0.097
	PWI:Inventories	52.917	85.385	0.578	**0.149**
	PWX:Exports	4.692	3.149	**0.086**	0.266
	PWPR:Production	66.443	25.350	**0.091**	0.102
	RWP:Chicago prices	18.303	3.281	**0.152**	1.358

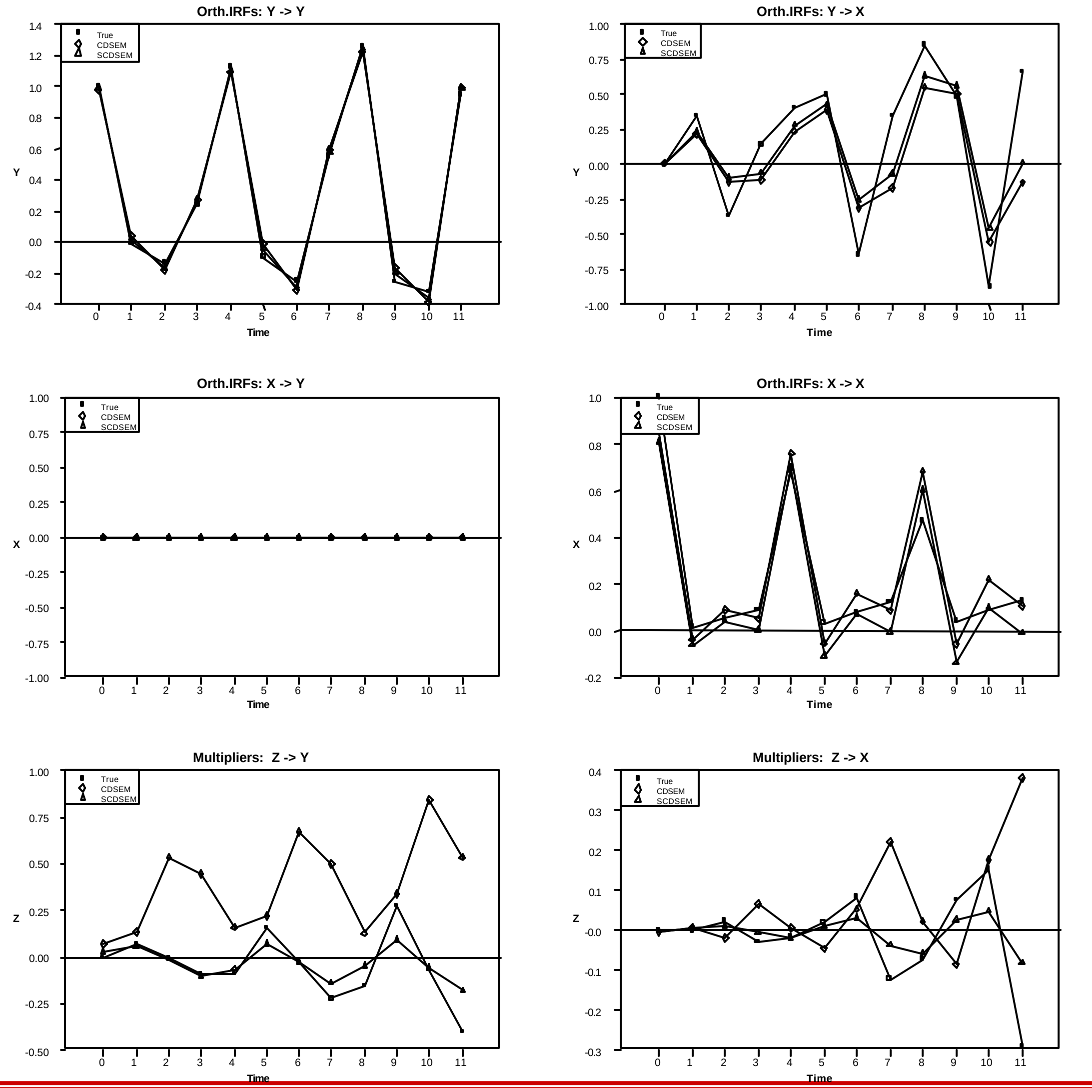
Evaluación de pronósticos

		8-quarters Horizon		
Variable	**Model**	M1	M2	M3
PWD: Disappearance	M1: VECM	**2.354**	**2.648**	**2.625**
	M2: SVECM		**2.542**	**2.387**
	M3: CDSEM			**-2.364**
	Ranking	M1<M2<M3<M4		

Funciones Impulso-Respuesta VAR: Evaluación



Funciones Impulso-Respuesta DCSEM: Evaluación



Conclusiones

1. No tiene sentido no incorporar la teoría económica al usar un modelo puro de series de tiempo. Por el contrario, debe imponerse al frente del modelo

2. Si los datos son mensuales o trimestrales, los pronósticos y análisis dinámicos pueden tener niveles de incertidumbre más altos de los esperados si los datos son no estacionarios

3. Si los datos son no estacionarios y estacionales, el modelo 4 debiera ser usado para realizar pronósticos y análisis dinámicos