

# MODELIZACION DE LA ECONOMIA CEREALERA EL CASO DEL TRIGO, MAIZ Y SORGO EN ARGENTINA

*Abner W. Womack\**

*Boubaker Ben Belhassen\*\**

*Marta Susana Picardi de Sastre\*\*\**

## Introducción

El desarrollo de los mercados de *commodities* y su importancia estratégica motivó el interés de economistas y analistas políticos por intentar entender y predecir sus movimientos, tanto de precios como de cantidades ofrecidas y demandadas. Para ello, la modelización, como instrumento metodológico, tiene poder analítico como herramienta para examinar la complejidad de estos sistemas.

Los modelos brindan un marco sistemático y complejo para analizar y predecir el comportamiento del mercado de *commodities*, lo que resulta relevante en el caso de países en desarrollo en los que la agricultura es un sector medular, productor de bienes transables en la economía global, pero que requiere una coordinación política estratégica para promover su crecimiento. Construyendo modelos se pone a disposición de políticos y analistas económicos una excelente herramienta para diseñar e implementar políticas con la posibilidad de evaluar ex ante el impacto esperado.

En función de ello, el objetivo de este trabajo es: 1) analizar los mercados de sorgo, trigo y maíz a través de instrumentos de la teoría económica y presentar un modelo econométrico (1) que refleje el comportamiento del mercado de cereales en nuestro país; 2) estimar elasticidades de respuesta de los tres cultivos mencionados y 3) proyectar la evolución esperada de cada uno de ellos hasta el 2005.

## I. Marco de referencia

### 1.1 Mercado de cereales y formación de precios en Argentina

En general la cadena de comercialización en el mercado de granos, durante el período tomado como base para este trabajo (1970-1995), se estructura a través

---

\* Director del Food and Agricultural Research Institute (FAPRI), University of Missouri, Columbia, USA.

\*\* Research Associate, Department of Agricultural Economics, University of Missouri, Columbia, USA.

\*\*\* Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.

de los siguientes eslabones: 1) del productor al acopiador o cooperativa, 2) desde este último a la industria o exportación, 3) de la industria al exportador o entre exportadores y 4) el exportador final.

Aproximadamente el 80% de los granos se comercializa a través de acopiadores. El remanente es autoconsumo o venta directa a exportadores.

Tanto los acopiadores zonales como las cooperativas proveen al productor de una serie de servicios que incluyen la provisión de insumos, transporte, financiamiento e incluso de sus necesidades de consumo.

Las transacciones en el segundo eslabón, de acopiadores o cooperativas a los molineros y exportadores, se sustentan generalmente en Buenos Aires, Rosario o Bahía Blanca.

El tercer mercado lo constituye el mercado FOB. Este incluye la transacción entre exportadores y entre exportadores e industria agroalimenticia.

Finalmente, el último estadio de comercialización en la mayoría de las operaciones se realiza entre exportadores.

Argentina es tomadora de precios y por lo tanto fija los precios internos a partir del FOB. La diferencia entre el FOB que es en dólares y el FAS que está en moneda nacional está determinada por tres componentes: impuestos, costos de manipuleo y costos de comercialización internos. Sumados a éstos, un factor importante es el tipo de cambio vigente. La tasa de cambio para transformar precios FOB a FAS tiene un efecto directo en la determinación del precio final al productor. Por lo tanto, durante todo el período en el cual el tipo de cambio comercial estuvo por debajo de la tasa de cambio en el mercado libre, actuó como si existiera un impuesto al productor.

Para obtener el precio al productor, partiendo del precio FAS se deben considerar nuevamente tres factores: costo de transporte del campo al acopiador y del acopio al puerto, los costos de acondicionamiento y almacenamiento durante el acopio, y los impuestos y aranceles.

## II. Marco teórico

### 2.1 Teoría de la oferta

#### 2.1.1 *Enfoque estático*

La función de oferta agregada es la suma horizontal de las ofertas individuales. Por lo tanto, para obtener la oferta de mercado se debe derivar la función de oferta individual representativa y luego agregar esta función de acuerdo al número de agentes económicos que intervienen.

Todos los estudios sobre la respuesta de la oferta incorporan dos componentes: área sembrada y rendimientos. Se supone que la superficie sembrada es función de las condiciones del mercado y del marco de políticas y, el rendimiento esta determinado por los precios, los programas políticos, la tecnología y el clima. Para derivar la función individual para el área sembrada, considerando empresas multi input/multi output bajo condiciones de competencia perfecta, se supone que la firma representativa produce n productos y que la función de producción de cada uno de ellos es del tipo (1). Se asume que  $f_i$  es cóncava y continua, diferenciable con respecto a  $x_{ij}$  y  $a_i$  ( $i=1, \dots, n$  y  $j=1, \dots, m$ ). Además  $f_i$  es creciente con respecto a  $x_{ij}$  y  $a_i$ .

$$f_i = f_i(x_{i1}, \dots, x_{im}, a_i) \quad (1)$$

donde  $x_{ij}$  es el nivel del insumo j usado en la producción del cultivo i y  $a_i$  es la tierra asignada a sembrar i. La función de producción definida por (1) puede escribirse como:

$$g_i(y_i, x_{i1}, \dots, x_{im}, a_i) \quad (2)$$

donde  $y_i$  es el volumen de producción de i y  $g_i$  es la función de producción implícita.

Como el objetivo de la firma es maximizar ganancias que están determinadas por la diferencia entre los ingresos totales por la venta de todos los productos y los gastos en insumos, la función de utilidades de la firma esta definida algebraicamente por:

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i y_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_j x_{ij} - r \sum_{i=1}^n a_i \quad (3)$$

donde  $p_i$ 's son precios de productos,  $w_j$ 's precios de insumos y  $r$  es la renta por unidad de tierra. Esta función es convexa, continua y linealmente homogénea en  $(p, w, r)$ , no decreciente en  $p$ , no creciente en  $w$  y  $r$ .

Las condiciones de primer orden se obtienen de la derivada parcial primera de (3) e igualando a cero:

$$\frac{\delta \pi}{\delta x_{ij}} = p_i \frac{\delta y_i}{\delta x_{ij}} - w_j = 0 \quad \frac{\delta \pi}{\delta a_i} = p_i \frac{\delta y_i}{\delta a_i} - r = 0 \quad (4)$$

Reordenando obtenemos:

$$p_i \frac{\partial y_i}{\partial x_{ij}} = w_j \quad p_i \frac{\partial y_i}{\partial a_i} = r \quad (5)$$

Las derivadas parciales de la función de producción con respecto a los insumos representan las productividades marginales (MP). El valor del producto marginal (VMP) es la tasa de crecimiento del ingreso de los productores por cada incremento marginal de insumo utilizado. Por lo tanto, la ecuación (5) evidencia que bajo condiciones de maximización de beneficios, la tierra será utilizada para aumentar la producción de  $i$  hasta el punto en el que el valor del producto marginal por unidad adicional de tierra iguale a la renta de la tierra. Lo mismo sucede con el resto de insumos. Por lo tanto, las condiciones de primer orden para maximizar utilidades muestran que el productor puede aumentar sus ganancias siempre que el aumento de su ingreso generado por una unidad adicional de insumo utilizado sea mayor que el aumento del costo.

Sin embargo, las condiciones de primer orden no son suficientes para maximizar beneficios ya que puede tender a un mínimo y no a un máximo. La condición de segundo orden para maximizar requiere que los determinantes de la matriz del Hessiano alternen de signo, empezando con signo positivo. Esta condición se cumple si la función  $f_i$  se supone cóncava respecto de  $x_i$  y  $a_i$ . Además, la solución simultánea de las condiciones de primer orden determina la demanda de factores:

$$x_{ij} = x_{ij}^*(p, w, r) \quad (6)$$

$$a_i = a_i^*(p, w, r) \quad (7)$$

donde  $p$  es el vector de precios de productos  $n \times 1$ ,  $w$  es el vector de precios de insumos  $m \times 1$  y  $r$  es la renta de la tierra. La ecuación (7) es la función de respuesta de la superficie para el cultivo  $i$  de un productor representativo. El área total asignada a  $i$ ,  $A_i$ , se obtiene agregando la ecuación (7) en función del número total de productores. Es una función de las mismas variables que  $a_i$ .

La función de oferta individual se obtiene sustituyendo las ecuaciones (6) y (7) en la (1). De la (1) podemos escribir:

$$S_i^* = f_i(x_{i1}^*, \dots, x_{im}^*, a_i^*), \quad i = 1, \dots, n \quad (8)$$

donde  $S^*$  es el nivel de producto que maximiza ganancias. Sustituyendo (6) y (7) en (8) obtenemos:

$$S_i^* = f_i(x_{i1}^*(p, w, r), \dots, x_{im}^*(p, w, r), a_i^*(p, w, r)) \quad (9)$$

o más explícita aún:

$$S_i^* = S_i^*(p, w, r), \quad i = 1, \dots, n \quad (10)$$

Esta ecuación representa la función de oferta de  $i$  por parte de la firma representativa bajo condiciones de competencia perfecta. Muestra como el nivel de producción depende del precio de  $i$ , del precio de los insumos y de la renta de la tierra.

### 2.1.2 Oferta dinámica

Hasta aquí consideramos el comportamiento de la oferta ignorando completamente el rol de la variable tiempo sobre los procesos de producción. Las relaciones dinámicas son particularmente importantes cuando se modeliza la oferta de mercado de un *commodity* agrícola en los que la respuesta a precios no es inmediata. Debido a los tiempos biológicos en los procesos agrícolas, los ajustes no tienen generalmente lugar en un solo período de tiempo. Por ello, el tiempo debe introducirse explícitamente en las funciones de producción.

#### 2.1.2.1 Modelo de rezagos distribuidos

Para capturar los rezagos en la respuesta de la oferta se puede desfasar una variable independiente. Uno de los modelos propuestos es el Cobweb en el que la producción corriente se supone que es función del precio de los últimos periodos. Algebraicamente:

$$S_t = \alpha + \beta P_{t-1} + u_t \quad (11)$$

Sin embargo, este es un caso especial. En general, el efecto de una variable sobre otra puede desfasarse varios periodos:

$$S_t = \alpha + \beta_0 P_t + \beta_1 P_{t-1} + \dots + \beta_k P_{t-k} + u_t \quad (12)$$

#### 2.1.2.2 Modelo de ajuste parcial

Este modelo se utiliza para representar movimientos graduales de la oferta desde un nivel de producto hacia niveles de nuevo equilibrio. En otras palabras, en cada período el producto se ajusta en proporción a la diferencia entre el producto deseado en el largo plazo y el nivel de producto actual.

$$S_t - S_{t-1} = \gamma(S_t^* - S_{t-1}^*) + u_t \quad (13)$$

$S^*$  es el nivel de equilibrio de la producción en el largo plazo y  $\gamma$  es el factor de ajuste con un valor numérico entre 0 y 1. Si  $\gamma=1$  el ajuste es total y si  $\gamma=0$  no hay ajuste y por lo tanto  $S_t = S_{t-1}$ .

El equilibrio a largo plazo no es observable y por lo tanto necesita expresarse como función de algunas variables observables para que se pueda estimar el modelo. Para simplificar se supone la siguiente relación:

$$S_t^* = \alpha + \beta P_{t-1} \quad (14)$$

#### 2.1.2.3 Modelo de expectativas adaptativas

La esencia de este modelo es que la producción agropecuaria y las decisiones de comercialización están basadas en cierto tipo de expectativas relacionadas a los valores futuros de las variables relevantes y supone que la oferta depende los precios esperados.

Matemáticamente:

$$S_t = \alpha + \beta P_t^e + m_t \quad (15)$$

donde  $P_t^e$  es el precio esperado en el momento  $t$  y se supone que se determina de la siguiente manera:

$$P_t^e - P_{t-1}^e = \gamma(P_{t-1} - P_{t-1}^e), \quad 0 < \gamma < 1 \quad (16)$$

donde  $\gamma$  es el coeficiente de expectativas.

#### 2.1.2.4 Modelo de expectativas racionales

Este modelo basa las expectativas en un set de información que no es más que la simple extrapolación de las variables de acuerdo a su comportamiento pasado, tal como se asume en el modelo de expectativas adaptativas.

#### 2.1.2.5 Modelo de Nerlove

Este modelo combina ambos, el ajuste parcial y las expectativas adaptativas. En forma simple supone que existe un nivel deseado de producción

$S^*$  que depende de los precios esperados  $P^e$ .

Algebraicamente:

$$S_t^* = \alpha + \beta P_t^e \quad (17)$$

También supone que la oferta actual  $S$  se ajusta al nivel esperado de producción a través del modelo de ajuste parcial y que los precios esperados se forman de acuerdo al modelo de expectativas adaptativas. Esto es:

$$S_t - S_{t-1} = \delta (S_t^* - S_{t-1}) + u_t \quad (18)$$

$$P_t^e - P_{t-1}^e = \gamma (P_{t-1} - P_{t-1}^e) \quad (19)$$

### 2.1.2 La función de rendimiento

Para obtener la función de rendimiento, se supone que el productor representativo maximiza utilidades en función de las restricciones de recursos disponibles. También se supone que es tomador de precios y que la oferta de fertilizantes es perfectamente elástica. Por lo tanto se define:

$$\text{Max NR} = pY(N, t, z) - wN \quad (20)$$

donde  $NR$  son los retornos por hectárea,  $p$  es el precio del producto,  $Y$  la función de respuesta en rendimiento,  $w$  el precio del fertilizante,  $N$  la cantidad de fertilizante nitrogenado por unidad del factor tierra,  $t$  es una proxy para tecnología y  $z$  un índice representativo de la variable clima. La respuesta de la producción en términos de rendimientos es cuadrática con respecto a la cantidad de fertilizante para satisfacer la ley de rendimientos decrecientes.

La condición de primer orden de la ecuación de rendimientos (20) determina la demanda derivada de este insumo, que puede expresarse como:

$$N = N(p, w, t, z) \quad (21)$$

Sustituyendo (21) en la ecuación de rendimiento obtenemos la respuesta en rendimiento:

$$Y = Y(p, w, t, z) \quad (22)$$

por lo tanto el rendimiento de cierto cultivo es función del precio del

grano sembrado, del precio de los insumos, del progreso tecnológico y de las condiciones climáticas.

## 2.2 Teoría de la demanda

### 2.2.1 *Demanda individual*

La función de demanda en el mercado minorista deriva de la aplicación de la teoría de la demanda individual en la que la unidad de consumo básica es el consumidor representativo.

Se supone que éste enfrenta una canasta de bienes de consumo  $g^*$  y que puede priorizar a estos en función de sus preferencias. Supone también que éstas preferencias son completas, reflexivas, transitivas, continuas y monótonas. Por lo tanto existe una función continua de utilidad que representa la satisfacción subjetiva derivada de ese consumo. El consumidor racional adquiere la combinación de bienes que le provee la mayor satisfacción, sujeto a su restricción presupuestaria.

Aplicando Lagrange se estima la utilidad marginal derivada de cada peso gastado en cada bien, o sea, la satisfacción derivada de gastar un peso adicional. El multiplicador de Lagrange ( $\lambda$ ) representa la utilidad marginal del ingreso.

Para asegurar que la solución es un máximo y no un mínimo, se deben cumplir las condiciones de segundo orden. La solución simultánea de las ecuaciones determina la demanda de cada bien en función de su precio, del precio de otros bienes y del ingreso.

$$x_i = x_i(p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n, M) \quad i=1, \dots, n \quad (23)$$

La demanda agregada se obtiene multiplicando la demanda individual por el número total de consumidores. Esta ecuación cumple con las cuatro propiedades requeridas: agregación de Euler, Engel y Cournot, y la condición de simetría.

### 2.2.2 *Demanda de semillas*

La semilla se utiliza como insumo para la producción de los distintos cereales, por lo tanto constituye una demanda derivada. Se obtiene resolviendo la función de maximización de ganancias dada en (3).

La solución simultánea de las condiciones de primer orden determina la función de demanda de insumos que definimos como (24). La demanda de semillas para cada cultivo será:

$$x_{s,i} = x_s(p_i, w) \quad (24)$$



donde  $p_i$  es el precio del grano y  $w$  es un vector  $m \times 1$  de precios de insumos.

### 2.2.3 Demanda para forraje

Esta demanda es una demanda derivada del grano  $i$  para suplementación animal por lo que se define a través de la condición de maximización de los beneficios en la producción de carne.

El método de derivación de esta función se basa fundamentalmente en el trabajo de Adams y Brown (1991) que consideran tres inputs (maíz, soja y la cantidad de animales) y un output, definen la función de producción de carne de la siguiente forma:

$$Q_L = f(Q_c, Q_m, Q_r) \quad (25)$$

donde  $Q_L$  es la producción de carne,  $Q_c$  la cantidad de maíz,  $Q_m$  la cantidad de soja y  $Q_r$  el total de animales.

De ella se puede derivar la demanda de granos para suplementación suponiendo condiciones de maximización de los beneficios y de competencia perfecta en ambos mercados, granos y ganado. Incluso siguiendo a Womack (1976) se puede asumir que el número de animales en un determinado año es fijo ( $Q_r^*$ ). Bajo estos supuestos, el problema del productor será:

$$\text{Max } M = P_L Q_L - P_c Q_c - P_m Q_m - P_r Q_r \quad (26)$$

donde  $P_L$  es el precio unitario del output y  $P_c$ ,  $P_m$  y  $P_r$  los precios del maíz, la soja y del novillito.

De las condiciones de primer orden se deriva la demanda de granos para suplementación. La demanda por un tipo de grano en particular es función de su propio precio, del precio de otros granos para forraje, del precio del producto (carne) y del tamaño del rodeo.

### 2.3 Inventario

Los inventarios son importantes en los modelos ya que son un componente de la oferta efectiva de cada año. Estos tienen un rol fundamental en el caso de los productos agropecuarios ya que el consumo y la producción son relativamente inelásticas. Hay tres motivos fundamentales por los cuales se mantienen inventarios: seguridad alimentaria, especulación y transacciones habituales.

Según el modelo de Goodwin (1947) los niveles deseados de inventario son proporcionales a la cantidad producida durante un determinado período y se van ajustando parcialmente a lo largo del tiempo:

$$S_t^* = \beta_0 + \beta_1 y_t \quad \text{y} \quad S_t - S_{t-1} = \delta (S_t^* - S_{t-1}), \quad 0 < \delta < 1 \quad (27)$$

$S^*$  es el stock deseado en  $t$ , y  $\delta$  denota la cantidad ajustada entre períodos.

$\delta$  es el coeficiente de ajuste, por lo tanto  $\delta = 1$  implica un ajuste completo,  $\delta$  menor que uno un ajuste entre el stock actual y el deseado y  $\delta = 0$  implica que no debe realizarse ningún ajuste durante ese período.  $U_t$  es el error.

Lovell (1961) propone una alternativa en la que incluye el efecto especulativo. Es una modificación del modelo anterior en el sentido que incorpora más factores para explicar el comportamiento del inventario. El acelerador flexible modificado considera los cambios en la producción, la especulación o expectativas de precios ( $P_t^*$ ) y los cambios de inventario ( $O_t$ ):

$$S_t = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 y_t + \delta\beta_2 (y_t - y_{t-1}) + \delta\beta_3 (P_t - P_{t-1})/P_t + \delta\beta_4 O_t + (1-\delta) S_{t-1} \quad (28)$$

$$S_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t+1} + \alpha_2 \Delta y_t + \alpha_3 \frac{\Delta P_t}{P_t} + \alpha_4 O_t + \alpha_5 S_{t-1} + u_t \quad (29)$$

Por su parte, Gallaher *et al.* (1981), utiliza la hipótesis de expectativas racionales para los precios futuros con el objeto de modelar el componente especulativo de los inventarios de trigo en USA. En el modelo, los stocks son función del precio esperado en  $t+1$ . Este precio esperado es función del precio corriente y de la producción esperada en  $t+1$ . Por lo tanto, los inventarios son función de los stocks iniciales, del precio corriente, de la producción corriente y de la producción en  $t+1$ .

## 2.4 Exportaciones

Las exportaciones constituyen en todo modelo de este tipo de productos el elemento que enlaza el mercado doméstico con el resto del mundo. La mayoría de ellos, construidos a nivel internacional, toman las exportaciones como residuo y luego las determinan como identidades. Sin embargo, para explicar el comportamiento exportador, las exportaciones deben estimarse a través de un modelo de comportamiento.

La especificación de la función se basa en las condiciones del mercado de los países importadores.

La ecuación de demanda por exportaciones debe ser:

$$X = X(P_t, Z_t) \quad (30)$$

donde  $X$  es la demanda por exportaciones de algún *commodity* en el período  $t$ ,  $P_t$  representa el precio y  $Z_t$  los determinantes de la oferta y la demanda de los países importadores.

## 2.5 Teoría de la formación de precios esperados

Desde el punto de vista econométrico se han propuesto varias teorías sobre la formación de precios esperados.

La teoría ingenua de Ezekiel (1938) supone que los precios esperados son iguales a los del último período.

En 1947 Goodwin propuso extrapolar sugiriendo que el precio esperado era igual al precio del último período más una fracción del último cambio sucedido.

Esta es también la hipótesis de la expectativa adaptativa de Nerlove, quien sugiere que la diferencia entre el precio esperado corriente y el esperado en el período anterior es una proporción de la diferencia entre el precio en el período anterior y el precio esperado en el período anterior:

$$P_t^e - P_{t-1}^e = \beta (P_{t-1} - P_{t-1}^e) \quad (31)$$

donde  $\beta$  es el factor de ajuste y la diferencia  $(P_{t-1} - P_{t-1}^e)$  es el error observado en la predicción.

Por su parte, el modelo de expectativas racionales de Muth (1961) considera que la formación del precio racional esperado en  $t+1$  ( $P_{t+1}^e$ ) depende de la información disponible en  $t$  y del grado de dependencia entre  $P_t$  y el nivel de precios en  $t+1$ . Estos dos factores están estrechamente relacionados al conocimiento del agente económico sobre el mercado y el sistema de precios. Para expresar los precios esperados se considera un mercado competitivo en el cual los precios se determinan de la siguiente forma:

$$P_t = f(C_t, DS_t, e_t) \quad (32)$$

donde  $C_t$  es el consumo total,  $DS_t$  son las variables determinantes de la demanda y  $e_t$  es el error.

Partiendo de las condiciones de equilibrio,  $C_t$  está determinado por:

$$C_t = \text{Prod}_t - \Delta S_t - NT_t \quad (33)$$

donde  $\text{Prod}_t$  es la producción corriente,  $\Delta S_t$  es el cambio de inventarios y  $NT_t$  es el comercio neto, o sea, exportaciones menos importaciones. Sustituyendo  $C_t$  en la función de demanda obtenemos:

$$P_t = f(\text{Prod}_t - \Delta S_t - NT_t, DS_t, e_t) \quad (34)$$

O sea, bajo la hipótesis de expectativas racionales y suponiendo que el error está normalmente distribuido con media cero y varianza  $s^2$ , tenemos

$$P^e_{t+1} = f(\text{Prod}^e_{t+1}, \Delta S^e_{t+1}, \text{NT}^e_{t+1}, \text{DS}^e_{t+1}) \quad (35)$$

Por lo tanto el precio esperado depende de las expectativas sobre el volumen total de producción, cambios de stocks, comercio y cambios en la demanda. Las expectativas sobre estas variables se determinan a través de la teoría y modelos econométricos donde se incluyen como variables endógenas.

## 2.6 Validación de modelos

Cuando se diseña un modelo es imprescindible su validación para asegurar que se ajusta estrictamente a la realidad a explicar. Para ello, las técnicas más utilizadas son: simulación, medidas estadísticas de medición del grado de confianza y, respuesta dinámica o multiplicador de impacto.

La simulación *ex post* o histórica se utiliza para corroborar el ajuste del modelo a la realidad, a lo largo del período base tomado para el análisis. En simulación estática los valores observados de la variable endógena rezagada se utilizan para generar las variables endógenas del período analizado. La simulación dinámica utiliza en cambio los valores estimados de la endógena rezagada para reproducir las variables dependientes del sistema.

Ambos tipos de simulación determinan los mismos valores de la endógena para el primer período pero no para los siguientes. El modelo dinámico es una herramienta más poderosa porque cuando existe un error éste se traslada a los siguientes y de esta forma es más fácil detectarlo. En el caso de la simulación estática, la variable endógena en cada período se genera independientemente de los valores en los períodos anteriores.

Los criterios o indicadores del grado de confianza de la estimación, utilizados con mayor frecuencia, son el  $R^2$ , los  $t$  y los valores de  $F$ . Sin embargo, además de los resultados de estos indicadores se debe evaluar si la especificación estructural del modelo es razonable y si los coeficientes son consistentes con la teoría y tienen el signo correcto.

En el caso de modelos multiecuacionales la evaluación es más específica dado que el analista está obligado a realizar ciertas simplificaciones debido a la complicación natural de cualquier sistema (a veces hay que aceptar la introducción de algunas ecuaciones que no tienen un buen ajuste estadístico porque son imprescindibles para disponer de un modelo estructural completo (Gujarati, 1995)).

Por otra parte, se construyen con el objeto de predecir la respuesta de variables endógenas a un shock en las exógenas. Estos cambios en las variables endógenas se denominan multiplicadores dinámicos. Por ello, la respuesta dinámica de un modelo es otro criterio importante para evaluar su consistencia. El multiplicador dinámico en el primer período es el cambio en la endógena y el multiplicador de largo plazo es la suma de todos los multiplicadores dinámicos a lo largo del horizonte de planificación.

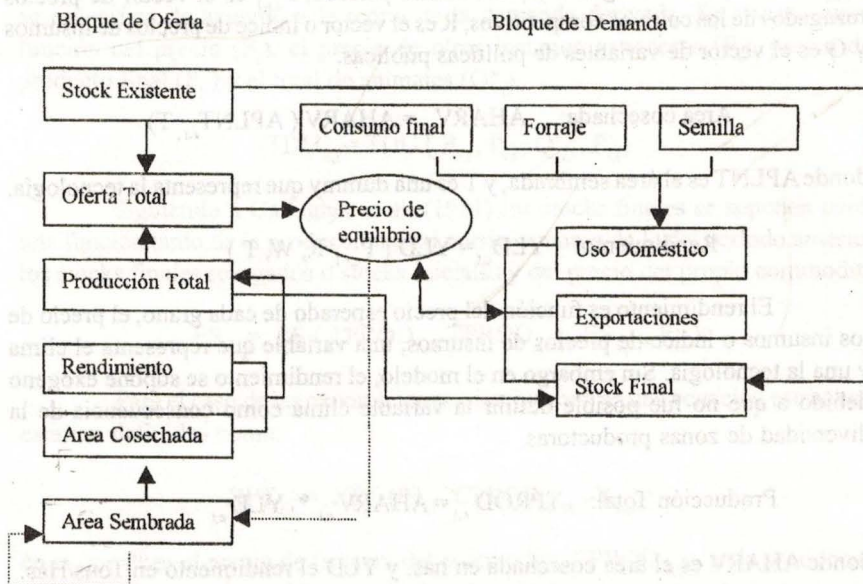
### III. Modelización del mercado de granos

En función de la revisión teórica realizada se diseña el modelo de acuerdo a la observación del comportamiento real del mercado, para cada cereal, compuesto básicamente por tres bloques: uno corresponde a la estimación de oferta, otro a la demanda y el tercero enlaza a ambos y corresponde a la determinación de precios. En la Fig. 1 se puede observar la interacción entre los diferentes componentes.

Como se muestra en la figura, la oferta total es la suma del stock inicial y la producción.

La producción es una identidad, se determina multiplicando el área cosechada por el rendimiento. El área cosechada es una función del área sembrada y la tecnología. El área sembrada esta determinada por la superficie sembrada el año anterior (variable dependiente rezagada) y la expectativa con respecto al precio. Las líneas de trazo discontinuo señalan los efectos rezagados. La superficie sembrada rezagada se incluyó para capturar la dinámica del modelo. La inclusión de precios desfasados como los precios esperados indican el uso de la hipótesis de expectativas ingenuas.

Figura 1: Diagrama de flujo del modelo para el caso de los *commodities*



El bloque que modeliza la demanda tiene tres componentes: uso doméstico, exportación y stocks. El uso doméstico distingue tres categorías: demanda para consumo final, demanda para forraje y demanda para semilla. Según los datos disponibles no hay estadísticas respecto de la demanda para semilla por lo que esta categoría se elimina del modelo. Las exportaciones no se determinan a través de una ecuación de comportamiento, se utilizan como el parámetro que ajusta el modelo, ya que se trata de commodities y se especifican como una identidad. Los stocks finales dependen de los niveles de producción corriente y de los stocks iniciales. La interacción entre la oferta y la demanda determina el precio de equilibrio.

El flujo unidireccional de la oferta hacia la ecuación de equilibrio de precios indica que la relación entre la oferta corriente y los precios corrientes es simultánea. El nivel de oferta determina el equilibrio corriente de precios pero el precio de cada período no afecta la cantidad ofrecida. Por otro lado, la relación entre la demanda y el equilibrio de precios también es simultánea, el flujo de demanda afecta el equilibrio corriente de precios y viceversa.

- Modelización de la oferta

$$\text{Area sembrada: } \text{APLNT}_{c,t} = \text{APLNT}(\text{APLNT}_{c,t-1}, P_{c,t-1}, P_{s,t-1}, R, G)$$

Para capturar la dinámica del modelo,  $\text{APLNT}_{c,t-1}$  es el área rezagada,  $P_{c,t-1}$  es el precio del grano (c) del último período,  $P_{s,t-1}$  es el vector de precios rezagados de los cultivos competitivos, R es el vector o índice de precios de insumos y G es el vector de variables de políticas públicas.

$$\text{Area cosechada: } \text{AHARV}_{c,t} = \text{AHARV}(\text{APLNT}_{c,t}, T)$$

donde  $\text{APLNT}$  es el área sembrada, y T es una dummy que representa la tecnología.

$$\text{Rendimiento: } \text{YLD}_{c,t} = \text{YLD}(P_{c,t-1}, R, W, T)$$

El rendimiento es función del precio esperado de cada grano, el precio de los insumos o índice de precios de insumos, una variable que representa el clima y una la tecnología. Sin embargo en el modelo, el rendimiento se supone exógeno debido a que no fue posible definir la variable clima como consecuencia de la diversidad de zonas productoras.

$$\text{Producción Total: } \text{TPROD}_{c,t} = \text{AHARV}_{c,t} * \text{YLD}_{c,t}$$

donde  $\text{AHARV}$  es el área cosechada en has. y  $\text{YLD}$  el rendimiento en Tons/Has.

$$\text{Oferta Total: } \text{TSUP}_{c,t} = \text{TPROD}_{c,t} + \text{IMP}_{c,t} + \text{BS}_{c,t}$$

donde TPROD es la producción total, IMP las importaciones y BS los stocks al principio de cada período.

- Modelización de la demanda

En Argentina el trigo se usa solo para consumo humano y el maíz y el sorgo se usan fundamentalmente para suplementación animal. Por ello, la función consumo per capita domestico de trigo se basa fundamentalmente en la teoría de la demanda final:

$$\text{PCDU}_{w,t} = \text{PCDU} ( P_{w,t}, P_{s,t}, M_t )$$

donde  $P_w$  es el precio del trigo,  $P_s$  el vector de precios de los sustitutos, y  $M$  es el ingreso per cápita. De aquí, el consumo doméstico total es:

$$\text{TDU}_{w,t} = \text{PCDU}_{w,t} * \text{POP}_{,t}$$

donde POP es la población total argentina en el período t.

El consumo doméstico para suplementación animal (caso maíz y sorgo) se especifica de acuerdo a la teoría de la demanda derivada. Se estima como función del precio ( $P_c$ ), el precio de otros insumos ganaderos ( $P_s$ ), precio del producto final ( $P_f$ ) y el total de animales ( $Q^*$ ).

$$\text{TDU}_{c,t} = \text{TDU} ( P_{c,t}, P_{s,t}, Q^*_{f,t}, P_{l,t} )$$

Siguiendo a Gallagher et al. (1981) los stocks finales se suponen como una función tanto de la producción total corriente como de la del período anterior, los stocks finales rezagados o stocks iniciales y del precio del propio commodity.

$$\text{ES}_{c,t} = \text{ES} ( \text{TPROD}_{c,t}, \text{TPROD}_{c,t-1}, \text{ES}_{c,t-1}, P_{c,t} )$$

Para el caso de las exportaciones, si se estiman en una ecuación estructural estarían definidas como:

$$\text{XPT}_{c,t} = \text{XPT} ( P^B_{c,t}, \text{CPROD}_{\text{ROW}}, Y_{\text{imp}} )$$

en la que  $P^B$  es el precio de frontera del commodity,  $\text{CPROD}_{\text{ROW}}$  es la producción del resto del mundo, y  $Y_{\text{imp}}$  un índice del nivel de ingresos de los mayores importadores. En este trabajo como se utilizan para cerrar el modelo, se definen

como la oferta excedente:

$$XPT_{c,t} = TSUP_{c,t} - TDU_{c,t} - ES_{c,t}$$

- Modelización de la ecuación de precios

Para cada modelo, el block de enlace que determina precios esta formado por tres ecuaciones: precios FOB de exportación, precio doméstico y precios mundiales. Los precios de exportación en el caso de commodities se especifican como función de los precios mundiales y los precios internos son función de los precios de exportación. Los precios de los commodities a nivel internacional se endogenizan porque Argentina es un operador importante del mercado. La ecuación de precios mundiales se deriva del modelo de comercio mundial de FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute) ya que depende de la posición neta de Argentina en el mercado, en cada uno de los cereales considerados.

La ecuación que enlaza los precios determina la relación o efecto que existe entre el mercado mundial y los precios en frontera y entre el precio en frontera y el precio en el mercado doméstico.

$$P_{ct} = P(P_{ct}^B, E, Z, MM)$$

$$P_{ct}^B = P^B(P_{ct}^W)$$

$$P_{ct}^W = P(\text{comercio argentino de trigo, maíz y sorgo})$$

donde  $P_c$  es el precio doméstico,  $P_c^B$  es el precio en frontera y  $P_c^W$  es el precio mundial,  $E$  es el tipo de cambio,  $Z$  el vector de variables de política comercial y  $MM$  es el margen comercial.

#### IV. Resultados y discusión

Los datos utilizados se obtiene del PS&D View del Departamento de Agricultura de USA (USDA) y se comparan con las fuentes de información de nuestro país para probar su consistencia. Los datos de precios corresponden a la Bolsa de Cereales de Buenos Aires y dado que no hay publicaciones del precio al productor se utilizan los precios mayoristas considerando el pizarra Buenos Aires como *proxy*. Se utilizó como deflactor el Índice de precios mayorista nivel general (IPMyNG - base 1993 = 100).

El precio efectivo al productor se obtiene de FIEL y los precios internacionales del International Financial Statistic Yearbook del FMI, así como también todos los datos macroeconómicos (PBI, tipo de cambio, población, etc.). Además, todos los valores monetarios se actualizan a pesos constantes de 1995.

El modelo se estimó utilizando Mínimos Cuadrados en Dos Etapas y el período analizado es 1970 - 1995. El objeto es proyectar los años 1996 a 2005.



Se presenta primero el caso del trigo. La intersección entre la oferta total y la demanda total determina el precio de equilibrio. El modelo esta compuesto por 11 ecuaciones, 5 de comportamiento y 6 identidades (Ver Anexo).

Los resultados evidencian que en nuestro país el trigo compite con respecto al insumo tierra con el maíz, la soja y la carne, obteniéndose las siguientes elasticidades cruzadas:  $-0,34$ ,  $-0,13$  y  $-0,49$  respectivamente.

Se estima una elasticidad de respuesta del área sembrada con respecto al precio de  $0,73$ , valor que difiere de las estimaciones de Bailey<sup>1</sup> (1988)  $0,32$  y de Westhoff<sup>2</sup> (1989)  $0,44$ : esto puede explicarse como una consecuencia de la pérdida de importancia del componente tradición en la conducta del productor. El coeficiente de la variable dependiente rezagada dio  $0,45$ .

Se incluyen dos *dummies* representando variables políticas, una (D73) para capturar los efectos negativos del segundo gobierno peronista y otra, (D76) que incorpora los efectos positivos del régimen militar que en marzo de 1976 libera el mercado y elimina los impuestos a las exportaciones.

No se incluye la variable precios de insumos que estaba representada en la ecuación por el precio del fertilizante ya que como se suponía no era un parámetro significativo.

Con respecto al consumo interno se obtuvo una elasticidad ingreso de  $-0,15$  resultado que es consistente con el obtenido por Bailey de  $-0,23$ . Esto se debe a que es un bien inferior.

La variable precio efectivo es muy significativa y la elasticidad consumo precio es baja,  $-0,17$  (Westhoff estimó  $-0,19$ ).

Con respecto a los precios, se modelaron los precios de exportación considerando que los FOB Argentina son función de los U.S Golfo, corrientes y desfasados. Se obtuvo una elasticidad de transmisión del precio de  $0,86$ .

Los precios mayoristas domésticos se estimaron en principio a través de una ecuación de comportamiento como función del FOB neto de impuestos, producción más stock inicial representando a la oferta y una dummy para incorporar el efecto de la política de control de precios durante el segundo gobierno peronista (1973-76). Los resultados dieron una baja elasticidad de transmisión:  $0,50$ . Esta débil relación entre precios domésticos y precios de exportación se puede explicar a través de diferentes elementos:

1. Los precios FOB netos de impuestos deberían haberse ajustado teniendo en cuenta los costos de manipuleo, transporte, almacenaje, acondicionamiento y márgenes de comercialización, y este FOB neto de todos los costos relacionados a los precios domésticos o pizarra Bs. As.
2. Un porcentaje importante de las ventas argentinas se realizan durante el 4° a 6° mes poscosecha y en ese momento no hay un mercado en el norte demasiado activo. Esto significa que la relación entre precios domésticos y precios FOB puede ser mayor en el primer semestre del año y menor en el segundo.

3. Durante el segundo gobierno peronista el mercado argentino de granos estaba totalmente controlado por el Estado, o sea, aislado del mercado internacional. Durante este período el productor recibía un precio que le compensaba los costos de producción más un plus razonable.

Todos estos factores evidenciaron la existencia de algún problema en la estimación y por ello se decide definirlos como una identidad. Los precios mayoristas internos se ligan a los FOB exportación a través de una identidad, considerando el margen diferencial entre ambos como un dato. Este se calcula como los costos de manipuleo, transporte y comercialización incurridos desde la puerta del campo al puerto.

La ecuación final del modelo es la de los precios mundiales. Esta ecuación no se estimó, sino que, como ya lo adelantamos, fue derivada del modelo de comercio internacional de FAPRI. Este determina los precios U.S Golfo como función de las exportaciones netas argentinas de trigo, maíz y sorgo. Esta ecuación se simuló suponiendo un incremento de las exportaciones de estos tres granos en 1000 toneladas métricas en el sistema de FAPRI para estimar el impacto que se producía sobre los precios mundiales. Durante esta simulación el modelo representando a Argentina se toma como exógeno con respecto al modelo global de FAPRI.

Dado que las exportaciones de trigo de Argentina no se estiman explícitamente en el modelo, la ecuación determinante del precio mundial resultó fundamental para asegurar completa simultaneidad al sistema.

Con el objeto de validar el modelo, se estiman los siguientes indicadores:

1. Error Medio Cuadrático para las diferentes ecuaciones. En todos los casos el valor obtenido indica que el modelo presenta un buen ajuste en la simulación histórica. Excepto la ecuación correspondiente a los stocks finales, el resto tiene un error menor al 20%.
2. El error estadístico de predicción de Theil da muy cercano a cero por lo que el modelo ajusta bien a los datos actuales.
3. Con respecto a la estimación por Mínimos Cuadrados en dos etapas, tanto con simulación estática como en el caso de la simulación dinámica, los gráficos indican que el modelo ajusta bien a la tendencia de la variable endógena y que captura correctamente los puntos de inflexión.
4. El criterio comúnmente utilizado para evaluar la performance de los modelos econométricos es probar la respuesta de la variable endógena a shocks exógenos. Esta se captura a través de los multiplicadores de impacto de corto y largo plazo. Se probó la respuesta a un aumento del 10% en los rendimientos, 10% de aumento en el precio de la soja y 5% de aumento en la producción de carne, obteniéndose en todos los casos la respuesta esperada.

En el caso del maíz, el modelo está formado por diez ecuaciones, cinco de comportamiento y cinco identidades. Es similar al de trigo ya que compete con otros cultivos y con la ganadería.

El área sembrada se estimó como función de sí misma rezagada y del precio, del precio del sorgo, la soja y el trigo, una variable representando el rodeo ganadero y del precio del fertilizante. El precio del sorgo resultó estadísticamente no significativo y su inclusión afecta la performance total de la ecuación por lo que se eliminó. La producción de carne y los precios de Liniers se utilizaron para probar la existencia del efecto sustitución entre carne y maíz. Ambas variables resultaron no significativas. Ello era esperado dado el fuerte desplazamiento de la ganadería por la agricultura a partir de los años 80 cuando se da el llamado proceso de agriculturización del campo argentino. El precio del fertilizante dio con signo erróneo y de poca significatividad por lo que también se eliminó de la ecuación.

Los resultados de la estimación fueron: elasticidad precio 0,43 (Westhoff estimó 0,59).

Con respecto a la competitividad con trigo y soja por la tierra se evidencia que no son fuertes competidores con el maíz, la elasticidad cruzada da  $-0,17$  y  $-0,09$  respectivamente, comparado con  $-0,06$  y  $-0,02$  estimados por Westhoff. Los coeficientes obtenidos parecieran bajos en relación a lo esperado. Suponemos que ello evidencia que el modelo ha capturado correctamente la reestructuración de la distribución de la tierra productiva como resultado del avance de las oleaginosas sobre los cereales.

El coeficiente de la variable dependiente rezagada es 0,68.

La superficie cosechada se estimó como función del área cultivada, una variable de tendencia para incorporar los efectos del cambio tecnológico y una dummy (D88) para clima severo.

La producción total es rendimiento por superficie cosechada y la oferta total es igual a la producción total más los stocks iniciales.

Dado que más del 85% del consumo doméstico de maíz se utiliza como insumo en la producción ganadera, se determina al consumo interno como una demanda derivada. Se la especifica como una función de su precio, del precio del sorgo y de la producción ganadera. La producción de cerdo se incluyó como proxy de la producción ganadera. Tanto el precio del maíz como del sorgo dieron con signo contrario al esperado y no significativas. Para solucionar esta complicación las elasticidades directas y cruzadas fueron impuestas, ya que representan una importante fuerza determinante del comportamiento del consumo doméstico. Los valores se tomaron de las estimaciones de Westhoff (1989) y del Static World Policy Simulation del USDA. La elasticidad precio consumo del maíz se supuso igual a  $-0,30$  y respecto del precio del sorgo de 0,16.

La producción de cerdo se usó para representar al sector ganadero y para capturar los efectos del crecimiento de este sector sobre la demanda interna. Esta

variable tiene un efecto positivo significativo, con una elasticidad de 0,34. La otra variable significativa fue la producción total de maíz, con una elasticidad de 0,46. La incorporación de ésta en la ecuación se justifica por el hecho que existe poca capacidad de almacenamiento en el país y a la debilidad de los canales comerciales que inducen al productor a consumir los excedentes en la propia explotación. Ello nos hace pensar que puede existir un sobre consumo doméstico.

Los stocks finales se estimaron como función de los stocks iniciales y de la producción total. Se intentó incluir el precio doméstico y el precio FOB pero ambos resultaron no significativos y con signo contrario al esperado. Las exportaciones se utilizan para equilibrar el modelo. El precio FOB se especificó como función del precio U.S Golfo. Tal como en trigo se regresionó con respecto al promedio de precios corrientes y rezagados para incorporar el tiempo en el modelo. La elasticidad transmitida fue del 1,03 entre el precio Golfo y el FOB argentina comparado con 0,99 obtenido por Westhoff.

También como en el caso de trigo, los precios mayorista se enlazaron con los precios de exportación a través de una identidad: FOB menos margen de comercialización (variable exógena al sistema).

Con respecto a la validación del modelo se hicieron los mismos análisis que para el modelo de trigo:

1. Los Errores Medios Cuadráticos (RMS) indican que el modelo ajusta bien replicando los períodos históricos, excepto para el caso de los stocks finales. Todas las ecuaciones muestran un RMS menor al 20% y tiene un estadístico U cercano a cero
2. La evolución de las variables observadas respecto a la simulación tanto estática como dinámica indican que el modelo ajusta bien la tendencia general de la endógena y los puntos de inflexión.
3. La respuesta del modelo a shocks exógenos da resultados razonables y consistentes con lo esperado. El multiplicador de impacto se estima para los tres efectos ya mencionados.

Para sorgo, el modelo también se determina en 10 ecuaciones, 5 de comportamiento y 5 identidades, y su diseño es similar al de trigo y maíz.

Se encontró que la producción ganadera no compite con este cultivo por el insumo tierra y que el precio del fertilizante afecta negativamente el ajuste por lo que se elimina.

También se elimina la variable precio del trigo por resultar estadísticamente no significativa.

El coeficiente de la variable desfasada área sembrada dio 0,76.

En Argentina el sorgo compite con el maíz y la soja, las elasticidades precio cruzadas lo evidencian  $-1,45$  y  $-0,28$  respectivamente. La elasticidad de la siembra con respecto al precio es 1,15. Los resultados según Westhoff son 0,70

elasticidad precio, y  $-0,09$ ,  $-0,10$  y  $-0,04$  con respecto al precio del maíz, trigo, y soja respectivamente. Esta diferencia en los valores puede explicarse por el importante cambio tecnológico incorporado y la adopción de las oleaginosas, sobre todo soja que ha avanzado fuertemente sobre los cultivos tradicionales a partir de los años 80.

A lo largo del período estudiado, un promedio del 92% de la producción se utiliza como input en la producción ganadera. Por lo tanto, la producción total se determina en función del precio del sorgo, el precio del maíz como sustituto de la producción de cerdos y de una variable de tendencia. Como el precio del sorgo y del maíz resultaron no significativos, las elasticidades cruzada y la elasticidad precio del sorgo se toman de la estimación de Westhoff. Se incluye también la producción total como variable explicativa del consumo interno. Esta variable se encontró significativa a un 5% con una elasticidad del 0,68. La producción de cerdos dio una elasticidad del 0,44.

Con respecto a precios, la elasticidad de transmisión 0,98 entre el precio USA y el FOB argentina, comparado con 0,91 que obtuvo Westhoff. La elasticidad de transmisión de precios en frontera a precios domésticos es 0,23 por lo que este bajo valor evidencia el mismo efecto que en el caso del trigo y del maíz.

Los precios mundiales se endogenizaron definiéndose para Argentina como función de las exportaciones netas de trigo, maíz y sorgo. Los coeficientes para las exportaciones netas se obtuvieron del modelo del mercado mundial de FAPRI.

Con respecto a la validación del modelo, su habilidad para replicar la historia se testeó usando tanto simulación estática como dinámica a lo largo del período 1970-1995. Los resultados evidencian una performance general aceptable. La mayoría de las ecuaciones presentan un RMS por debajo del 20% y con respecto a precio de menos del 10%.

Los errores de predicción estadísticos de Theil son cercanos a cero lo que confirma que el modelo simula razonablemente bien los datos actuales.

Como en trigo y maíz el error porcentual (RMS) y el U de Theil de los stocks finales de sorgo son elevados. Esto no representa un grave problema porque constituyen solo una pequeña proporción del total en los tres casos.

Al graficar los valores observados versus los estimados y los estáticos y simulados para cada endógena se comprueba que el modelo realiza un buen ajuste y capta los puntos de inflexión a lo largo del período estudiado.

Para completar la validación del modelo es fundamental analizar los multiplicadores de impacto del sistema. Nuevamente examinamos los tres diferentes shocks y se obtienen los resultados esperados.

#### 4.1 Proyección del modelo

Para cumplir con los objetivos del trabajo se realiza una proyección hasta el año 2005, considerando algunos supuestos (política agrícola, contexto macroeconómico y condiciones climáticas) que se los mantiene fijos y se incorporan los acuerdos surgidos de la Ronda Uruguay del Gatt, pero se excluye todo cambio surgido del ciclo de negocios. Se respeta la tendencia de los rendimientos y el supuesto de condiciones climáticas normales.

Se realiza la proyección de la oferta argentina de los tres cereales y su utilización hasta el 2005 y se presentan en la Tabla 1 (período proyectado 1996-2005).

Según el modelo el área sembrada con trigo aumenta durante los tres primeros años como consecuencia de los altos precios de la campaña 1995/96.

Dado que los precios mundiales de trigo se estabilizan (según nuestro modelo) durante la primera mitad de la próxima década, la superficie sembrada de trigo decrecerá ligeramente llegando en el 2005 a las 5.5 millones de has.. Esto se explica parcialmente por la expectativa de aumento en la producción de carne. Las exportaciones de trigo, según el modelo, aumentan a 10 millones de tn durante 1998 - 1999 y 1999-2000. Como los precios mundiales según la proyección comienzan a recuperarse hacia el 2000 y exceden los precios internos de la CEE, ésta podría aumentar su market share exportando sin subsidiar.

Como resultado, las exportaciones argentinas comienzan a caer llegando a las 8.62 millones de Tons. en el 2005/06. Según las proyecciones mundiales de FAPRI presentadas en 1997, éste nivel de exportación representaría en dicho año el 9% del comercio mundial.

## Proyecciones del modelo para el periodo 1996/2005

	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
<b>TRIGO</b>										
Area Sembrada	5.620	6.570	6.905	6.683	6.225	6.024	5.904	5.775	5.627	5.475
Area Cosechada	5.426	6.317	6.638	6.442	6.026	5.849	5.747	5.635	5.506	5.373
Rendimiento	2.15	2.18	2.22	2.25	2.28	2.31	2.34	2.37	2.4	2.43
Producción	11.666	13.771	14.737	14.494	13.740	13.511	13.447	13.354	13.215	13.056
Stock Inicial	445	463	618	712	694	611	557	522	490	456
Oferta Total	12.111	14.234	15.355	15.206	14.434	14.122	14.004	13.876	13.705	13.512
Consumo Interno	4.254	4.333	4.474	4.474	4.474	4.469	4.465	4.472	4.466	4.467
Export. Netas	7.394	9.283	10.169	10.038	9.349	9.096	9.017	8.914	8.783	8.625
Consumo Total	11.648	13.616	14.643	14.512	13.823	13.625	13.482	13.386	13.249	13.205
Stock Final	463	618	712	694	611	557	522	490	456	420
<b>MAIZ</b>										
Area Sembrada	3.011	3.016	2.981	2.952	2.905	2.843	2.805	2.792	2.787	2.783
Area Cosechada	2.675	2.686	2.622	2.642	2.508	2.561	2.525	2.529	2.529	2.530
Rendimiento	4.28	4.36	4.43	4.51	4.58	4.66	4.73	4.81	4.88	4.96
Producción	11.447	11.709	11.791	11.917	11.946	11.935	11.989	12.164	12.343	12.550
Stock Inicial	500	548	564	572	580	587	582	599	607	616
Oferta Total	11.947	12.257	12.355	12.489	12.526	12.522	12.581	12.763	12.950	13.166
Consumo Interno	5.758	5.960	5.858	6.261	6.373	6.453	6.505	6.623	6.448	6.160
Export. Netas	5.641	5.733	5.925	5.648	5.566	5.477	5.477	5.533	5.886	6.381
Consumo Total	11.399	11.693	11.783	11.909	11.939	11.930	11.982	12.156	12.334	12.544
Stock Final	548	564	572	580	587	582	599	607	616	625
<b>SORGO</b>										
Area Sembrada	524	435	462	558	614	652	649	596	520	421
Area Cosechada	508	424	450	539	591	626	623	574	503	411
Rendimiento	3.61	3.66	3.71	3.76	3.82	3.87	3.92	3.97	4.02	4.07
Producción	1.833	1.553	1.669	2.025	2.257	2.422	2.443	2.280	2.023	1.674
Stock Inicial	200	217	232	254	273	287	296	301	303	302
Oferta Total	2.033	1.770	1.901	2.279	2.530	2.709	2.739	2.581	2.326	1.976
Consumo Interno	1.599	1.544	1.451	1.788	1.903	1.991	2.018	2.007	1.778	1.446
Export. Netas	217	-6	196	218	340	422	420	271	246	230
Consumo Total	1.816	1.544	1.647	2.006	2.243	2.413	2.438	2.278	2.023	1.676
Stock Final	217	232	254	273	287	296	301	303	302	300

Area en miles de hectáreas, rendimiento en toneladas métricas por hectárea, oferta y consumos en miles de toneladas

El área sembrada con maíz decrece levemente llegando en el 2005/06 a las 2.78 millones de has. pero la producción aumenta alcanzando los 12.55 millones de tons. en ese año debido a aumentos de rendimientos e incrementos en la productividad. Las exportaciones presentan un rebote durante los dos últimos años de proyección llegando en el 2005/06 a representar el 6% del total mundial.

Respecto al sorgo, la superficie plantada se proyecta en crecimiento debido a precios favorables y una demanda sostenida. Unido a un crecimiento de los rendimientos, la expansión del área proyectada hasta el 2002/03 resulta en un crecimiento significativo de la producción, que luego decrece alcanzando en el 2005/06 las 1.67 millones de toneladas. Siguiendo a la producción, las

exportaciones crecen hasta las 422 mil toneladas en el 2001/02 y luego decrecen gradualmente.

## V. Conclusiones

El objetivo del trabajo fue diseñar un modelo econométrico para explicar el mercado de trigo, maíz y sorgo, y realizar una proyección hasta el año 2005.

Cada modelo contiene tres bloques: el bloque de la oferta, el de la demanda y el de precios que actúa como nexo entre los anteriores. Las especificaciones de cada modelo de comportamiento se apoyan en la teoría económica pero se especificaron de acuerdo a las características reales de cada mercado. El proceso de construcción del modelo comenzó con la estimación y evaluación de cada ecuación a lo largo del período 1970-95. Los índices de confiabilidad utilizados fueron el  $R^2$ , *t de student* y la *F*. Todas las ecuaciones se funden luego en un sistema y se estiman simultáneamente utilizando Mínimos Cuadrados en dos etapas. En los tres modelos las exportaciones se plantearon como la identidad que equilibra el sistema. Esto generó la necesidad de endogeneizar el precio mundial para asegurar completa simultaneidad y capturar la retroalimentación de los efectos de shocks exógenos sobre las variables endógenas. Las funciones de precios mundiales para los tres commodities se derivaron del modelo de comercio mundial de FAPRI. El desempeño de cada modelo se probó a través de simulaciones estáticas y dinámicas, su habilidad para capturar los puntos de inflexión y la respuesta a shocks exógenos. Los multiplicadores de impacto resultaron consistentes con las expectativas a priori.

El modelo permitió estimar valores de elasticidades que constituyen un aporte del trabajo para el conocimiento del sector y posibilitó realizar proyecciones para los tres tipos de granos a lo largo del período 1996 – 2005. Los valores de las variables exógenas se obtuvieron de las estimaciones del Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI) y del Wharton Econometric Forecasting Associated (WEFA). Sobre la base de los supuestos asumidos para proyectar se deducen conclusiones interesantes sobre el potencial impacto de los acuerdos de la OMC si estos se respetaran en su totalidad

## NOTAS:

1. Modelo diseñado por el Dr. Boubaker Ben Belhassen como parte de su tesis doctoral.
2. Bailey diseñó un modelo econométrico mundial para trigo para investigar el impacto del Acta 1985 sobre Seguridad alimentaria en las exportaciones de trigo de USA. Uno de los componentes del modelo era el sistema triguero argentino. Su estudio abarcó el período 1960 – 1985.
3. Westhoff diseñó un modelo para trigo, maíz y sorgo. Trabajó con OLS a lo largo del período 1966 – 1985 y determinó la producción en dos etapas. En la primera determinó



el área total asignada a estos cuatro productos en función del margen bruto esperado y del tamaño del rodeo ganadero. En una segunda etapa calculó la asignación del área total a cada producto como función de los márgenes brutos relativos.

Los autores agradecen la colaboración de la Lic. Liliana Cerioni cuyos comentarios permitieron mejorar significativamente esta presentación.

## ANEXO

### MODELO PARA TRIGO

Se presenta solamente el modelo para trigo, cuya estructura se mantiene para maíz y sorgo que no se incluyen por restricciones de espacio en la publicación

#### Area sembrada

$$\text{WHAPLAR} = +4261.76 + 0.452 \cdot \text{LAG}(\text{WHAPLAR}) + 28.642 \cdot \text{LAG}(\text{WHNWP} / \text{WP193AR})$$

$$(4.32) \quad (5.84) \quad (7.54)$$

$$<0.734>$$

$$- 15.311 \cdot \text{LAG}(\text{CONWP} / \text{WPI93AR}) - 2.750 \cdot \text{LAG}(\text{SBNWP} / \text{WP193AR})$$

$$(-2.25) \quad (-1.82)$$

$$<-0.341> \quad <-0.13>$$

$$- 1.039 \cdot \text{BFSPPR} - 1358.49 \cdot \text{D73} + 2480.12 \cdot \text{D76} - 786.60 \cdot \text{D8391}$$

$$(-3.74) \quad (-3.68) \quad (5.91) \quad (-3.03)$$

$$<-0.49>$$

$$R^2 = 0.920$$

$$\text{D.W.} = 2.52$$

#### Area cosechada

$$\text{WHAHHAR} = -705.75 + 0.926 \cdot \text{WHAPLAR} + 281.86 \cdot \text{LOG}(\text{TREND})$$

$$(-1.68) \quad (14.66) \quad (3.09)$$

$$R^2 = 0.916$$

$$\text{D.W.} = 2.03$$

#### Producción

$$\text{WHSPRAR} = \text{WHAHHAR} \cdot \text{WHYHHAR}$$

Oferta total

$$\text{WHSSTAR} = \text{WHSRAR} + \text{WHCITAR} + \text{WHSMTAR}$$

Consumo doméstico per cápita

$$\begin{aligned} \text{LOG(WHUPCAR)} = & + 6.93 - 0.175 * \text{LoG(WHNPAP/WPI93AR)} \\ & (14.26) \quad (-2.79) \\ & - 0.147 * \text{LOQ(GDPPCAR/WPI93AR)} - 0.010 * \text{TREND} \\ & (-2.03) \quad (-3.51) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.305$$

$$\text{D.W.} = 1.66$$

Consumo doméstico total

$$\text{WWDSTAR} = \text{WHUPCAR} * \text{DEOPAR}$$

Stock final

$$\begin{aligned} \text{WHCOTAR} = & + 2023.19 + 0.220 * \text{LAG(WHCOTAR)} + 0.079 * \text{WHSRAR} \\ & (2.25) \quad (1.12) \quad (2.02) \\ & - 713.99 * \text{LOG(ZTIME-1959)} \\ & (-2.28) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.344$$

$$\text{D.W.} = 1.96$$

Exportaciones totales

$$\begin{aligned} \text{WHUXTAR} = & \text{WHSRAR} + \text{WHSMTAR} + \text{LAG(WHCOTAR)} \\ & - \text{WHUDSTAR} - \text{WHCOTAR} \end{aligned}$$

Precio FOB

$$\text{WHPOBAR} = + 19.46 + 0.891 * (0.5 * \text{LAG(WHPOBUS-WHEEPUS)}) + 0.5 * (\text{WHPOBUS} -$$

$$\begin{aligned} & (1.16) \quad (6.75) \\ & < 0.86 > \end{aligned}$$

$$\text{WHEEPUS}) + 38.40 * \text{D80} + 16.15 * \text{D81}$$

$$(2.09) \quad (0.86)$$

$$\text{D.W.} = 1.78$$

$$R^2 = 0.798$$

Precio mayorista doméstico

$$WHRWPAR = ((WHFOBAR*(1-WHPOBAR/100)*NIMEARUS/WPI93AR)$$

Precio mundial

$$\begin{aligned} WHPQBUS = & - 2.04*WHNEXAR/1000 - 0.84*LAG1(WHNEXAR)/1000 \\ & - 0.09*LAG2(WHNEXAR)/1000 \\ & - 0.02*CONEXAR/1000 - 0.08*LAG1(CONEXAR)/1000 \\ & + 0.08*LAG2(CONEXAR)/1000 \\ & - 0.03*SGNEXAR/1000 - 0.38*LAG1(SGNEXAR)/1000 \\ & + 0.02*LAG2(SGNBXARI)/1000 \\ & + WHPADJF \end{aligned}$$

Definición de las variables:

WHAPLAR: área sembrada en miles de has.

WHAHHAR: área cosechada en miles de has.

WHYHHAR: rendimiento en toneladas por ha.

WHSSTAR: oferta total en miles de toneladas.

WHSPRAR: producción total en miles de toneladas.

WHCITAR: stocks iniciales en miles de toneladas.

WHSMSTAR: importaciones totales en miles de toneladas.

WHUPCAR: consumo per capita de trigo en toneladas.

WHUDTAR: uso domestico total en miles de tons.

WHUFEAR: uso en suplementación en miles de tons.

WHUXTAR: exportaciones totales en miles de tons.

WHCOTAR: stocks finales en miles de tons.

WHNEXAR: exportaciones netas en miles de tons.

CONEXAR: exportaciones netas de maiz en miles de tons.

SGNEXAR: Exportaciones netas de sorgo en miles de tons.

BFSRAR: producción de carne en tons.

WHNWPAR: precio mayorista nominal en pesos por ton.

WHPADDJF: factor de ajuste de precios en US\$ por ton.

CONWPAR: precio mayorista nominal de maiz en pesos por ton.

SBNWPAR: precio mayorista nominal de sorgo en pesos por ton.

WHPOBAR: precio FOB en US\$ por ton.

WHPOBUS: precio Golfo USA

WPI93AR: índice de precios mayorista base 1993=100

GDPPCAR: ingreso per capita en pesos

ZTIME: 1970, .... 1997

TREND: 1, 2, 3, .....

D73: Dummy = 1 para 1973 y 0 para el resto

D76: Dummy = 1 para 1976 y 0 para el resto

D80: Dummy = 1 para 1980 y 0 para el resto

- D81: Dummy = 1 para 1081 y 0 para el resto  
 D88: Dummy para 1988 y 0 para el resto  
 D7079: Dummy = 1 desde 1970 hasta 1979 y 0 para el resto  
 D8789: Dummy = 1 desde 1987 hasta 1989 y 0 para el resto  
 D8891: Dummy = 1 desde 1988 hasta 1991

## BIBLIOGRAFIA

- Abramovitz, M., *Inventories and Business Cycles*, National Bureau of Economic Research, Inc., New York, 1950.
- Adanis, G. M., and Brown, D. S., *Analysis of the Link Between Aggregate Livestock Production and Corn Feed Use*, Paper presented at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Dallas, Texas, February 1991.
- Bailey, K. W., *The Impacts of the Food Security Act of 1985 on the US. Wheat Exports: An Econometric Analysis*, Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, 1988.
- Ben Belhassen B., *Econometric Study of the Argentine Cereal Economy: A Focus on Policy Simulation Analysis*, Dissertation presented to the Faculty of the Graduate School, University of Missouri – Columbia, 1997.
- Berlinsky, J. and Schydlosky, D. M., "Argentina," In *Developing Strategies in Semi-Industrial Countries*, Bella Balassa (Ed.), World Bank, 1982.
- Bolsa de Cereales, *Número Estadístico 1993/94*, Prisma Color SRL Industria Gráfica, Buenos Aires, Republica Argentina.
- Bredahl, M. E., Meyers, W. H., and Collins, K. J., "The Elasticity of foreign demand for US. Agricultural Products: The Importance of the Price Transmission Elasticity," *American Journal of Agricultural Economics*, 61 (1979): 58-63.
- Clark, J. M., "Business Acceleration and the Law of Demand: A Technical Factor in Economic Cycles," *Journal of Political Economy*, 25 (1917): 217-235.
- Díaz Alejandro, C. F., *Essays on the Economic History of the Argentine Republic*, Yale University Press, New Haven, Conn., 1970.
- Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI), *FAPRI 1997 World Agricultural Outlook*, Staff Report#2-97, Iowa State University, Ames, Iowa and University of Missouri, Columbia, Missouri, January 1997.
- Friedman, M., "The Methodology of Positive Economics," In *Essays in Positive Economics*, University of Chicago Press, Chicago, 1953.
- Gallagher, P., Lancaster, M., Bredahl, and Ryan, T. J., *The U.S. Wheat Economy in an International Setting: An Econometric Investigation*, Economics and Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1644, Washington, D.C., 1981.

- Goodwin, R. M., "Dynamics Coupling with Special Reference to Markets Having Production Lags," *Econometrika* 15 (1947): 181-204.
- Houthakker, H. S. And Taylor, L. D., *Consumer Demand in the United States. 1929-1970*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1970.
- International Monetary Fund (IMF), *International Financial Statistics Yearbook*, IMF, Washington, D.C., 1996.
- , *International Financial Statistics Yearbook*, IMF, Washington, D.C., 1997.
- Koyck, L. M., *Distributed Lags and Investment Analysis*. Amsterdam, North-Holland Publishing Co., 1954.
- Labys, W. C., *Dynamic Commodity Models: Specification, Estimation and Simulation*, Lexington Books, MS: D.C. Heath and Company, Lexington, Massachusetts, 1973.
- Latin American Economic Research Foundation (FIEL), *Indicadores de Coyuntura*, Buenos Aires, The Republic of Argentina, several issues.
- Lovell, M., "Manufactures' Inventories, Sales, Expectations and the Accelerator Principle," *Econometrica*, 29(1961): 293-314.
- Mack, Ruth P., *Information Expectations and Inventory Fluctuations*, National Bureau of Economic research, New York, 1967.
- Mielke, Myles J., *Argentine Agricultural Policies in the Grain and Oilseed Sectors*, International Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture (USDA), Foreign Agricultural Economic Report No. 206, Washington, D.C., 1984.
- Mundlak, Y., Cavallo, D., and Domenech, R., *Agriculture and Economic Growth in Argentina, 1913-84*. International Food Policy Research Institute Research Report No. 76. Washington, D.C., 1989.
- Muth, J.R., "Rational Expectations and the Theory of Price Movements," *Econometrica*, 29 (1961): 315-335.
- Nerlove, M., "Estimates of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities," *Journal of Farm Economics*, 38 (1956): 496-509
- , "Distributed lags and Estimation of Long-run Supply and Demand Elasticities: Theoretical Considerations," *Journal of Farm Economics*, 40 (1958): 301-311.
- , "Adaptive Expectations and Cobweb Phenomena," *Quarterly Journal of Economics*, 72 (1958): 227-240.
- , "The Dynamics of Supply: Retrospect and Prospect," *American Journal of Agricultural Economics*, 61(1979): 874-888.
- Pindyck, R.S. and Rubinfeld, L. D., *Econometric Models and Economic Forecasts, Fourth Edition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1998.
- Reca, Lucio G., *Argentina: Country Case Study of Agricultural Prices and Subsidies*, World Bank Staff Working Paper, The World Bank, Washington,

D.C., 1980.

SAS Institute Inc. SAS/ETS Software: Application Guide 2, Version 6, First Edition: Econometric Modeling, Simulation and Forecasting, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1993. 429pp.

———, *SAS/ETS User's Guide, Version 6, Second Edition*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1993. 1,022pp.

Silberberg, E., *The Structure of Economics.. A Mathematical Analysis, Second Edition*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1990.

Sturzenegger, A., with the collaboration of Otrera, W., and the assistance of Mosquera, B., *Trade, Exchange Rate, and Agricultural Pricing Policies in Argentina*, World Bank Comparative Studies, The World Bank, Washington, D.C., 1990.

Sullivan, J., Vernon, Susan L., and Denice G., *A 1989 Global Database for the Static World Policy Simulation (SWOPSIM) Modeling Framework*, Economic Research Service, Agricultural and Trade Analysis, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., May 1992.

Theil, H. and Scholes, M., "Forecast Evaluation Based on a Multiplicative Decomposition of Mean Square Errors," *Econometrica*, Vol. 35 (1967): 70-88.

Varian, H.R., *Microeconomic Analysis; Second Edition*, W.W. Norton & Company, Inc., New York, 1984

Westhoff, P.C., *The Consequences for Argentina of Alternative US. And Argentine Trade and Agricultural Policies*, Unpublished Ph.D. Dissertation, Iowa State University, Ames, Iowa, 1989.

Wliarton Econometric Forecasting Associates (WEFA) Group, *World Economic Outlook: Developing and Centrally Planned Economies*, WEFA, Philadelphia, Pennsylvania, November, 1996.

Womack, A., *The US. Demand for Corn, Sorghum, Oats and Barley: An Econometric Analysis*. Economic Report 76-5. Department of Agricultural and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, 1976.

Womack, A. W., Johnson, R., Matthews, W., and Young II, R., *Impact Multipliers of the Crops: An Application for Corn, Soybeans, and Wheat*, Paper presented at the Conference on Applied Commodity Price Analysis and Forecasting, Iowa State University, Ames, Iowa, 1981.

Womack, A. and William, *The European Union's Proposed "Agenda 2000" CAP Reforms: A First Look*, Food and Agricultural Policy Research Institute, FAPRI Policy Working Paper 03-97, University of Missouri, Columbia, Missouri, and Iowa State University, Ames, Iowa, 1997.

U.S. Department of Agriculture (USDA), *Western Hemisphere*, Economic Research Service, RS-93-2, Washington, D.C., July 1993.

———, *Major World Crop Areas and Climatic Profiles*, World Agricultural Outlook Board, Joint Agricultural Weather Facility, Agricultural Handbook No. 664, Washington, D.C., September 1994.