

**Modelos de equilibrio general computable.  
Teoría y aplicaciones al comercio internacional**

RAMOS-ARGUDO, R.  
PHILIPPIDIS, G.

Documento de Trabajo 2007/1

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA  
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN (CITA)**

**UNIDAD DE ECONOMÍA AGRARIA**

---

## **Introducción**

### **Teoría y matemática detrás de los Modelos de Equilibrio General Computacional**

1- Formas funcionales y funcionamiento de las ecuaciones

1.1- Formas funcionales de Leontief

1.2- Formas funcionales de Cobb-Douglas (CD)

1.3- Formas funcionales de la Elasticidad Constante de Sustitución (CES)

1.4- Formas funcionales de la Elasticidad Constante de Transformación (CET)

2- Linealización

2.1- Interpretación gráfica de los métodos de solución

3- *Nesting* (“Anidando”)

### **Modelos de Equilibrio General Computable e Investigaciones sobre Comercio Internacional Agroalimentario**

4- Una visión panorámica del comercio internacional agroalimentario

5- El papel de la agroexportación en España

6- Modelos de equilibrio general computacional

6.1- Antecedentes de los modelos de equilibrio general computacional

6.2- Características de los modelos de equilibrio general computacional

6.3- Argumentos a favor y en contra del uso de los MEGC

7- Revisión de investigaciones sobre MEGC y comercio agrícola

7.1- Libre comercio y ganancias en bienestar

7.2- Cantidades de comercio bilateral, precios mundiales y asignación de factores primarios

7.3- Revisión de investigaciones sobre MEGC y PAC

### **Resumen y conclusiones**

### **Bibliografía**

### **Índice de figuras y cuadros**

Figura 1: Representación del método de Euler

Figura 2: Comparación del método del Punto medio y el de Gragg con el de Euler

Figura 3: Estructura de producción anidada con dos niveles

Figura 4: Esquema operativo de un MEGC

Cuadro 1: Características de los MEGC

Cuadro 2: Ventajas de los MEGC respecto a MEP

Cuadro 3: Inconvenientes de los MEGC respecto a MEP

---

## PARTE I

### Teoría y matemática detrás de los Modelos de Equilibrio General Computacional

#### Introducción

El presente trabajo muestra una visión sintética sobre la teoría matemática y algunas aplicaciones llevadas a cabo sobre comercio internacional agrario de los modelos de equilibrio general computable (MEGC).

La primera parte del estudio muestra la formulación matemática que hay detrás de las aplicaciones de equilibrio general computable, fundamentalmente en lo que se refiere a formas funcionales, linealización y anidado de funciones.

Una segunda parte es presentada en forma de revisión de la literatura acerca del origen intelectual de los MEGC y sus características, así como sus fortalezas y debilidades respecto de las aplicaciones al comercio internacional y política comercial agrícola de los modelos de equilibrio parcial. Del mismo modo, se presentan los resultados y conclusiones de numerosos estudios internacionales llevados a cabo sobre aproximaciones multilaterales de liberalización comercial y aplicaciones llevadas a cabo sobre los efectos de las sucesivas reformas de la PAC en la UE.

#### 1- Formas funcionales y funcionamiento de las ecuaciones

Los Modelos de Equilibrio Computacional (MEGC) usan los conceptos neoclásicos sobre el comportamiento de los distintos agentes económicos, como la maximización de la utilidad y la minimización de costes. Aunque tales principios han sido ampliamente reconocidos por los economistas, su empleo en modelos de EGC multi-región a gran escala ha sido sólo posible a través de mejoras en la computación.

Una vez que la estructura del modelo está formalizada y calibrada para un conjunto de datos estáticos, las cuestiones específicas a nivel macroeconómico o los escenarios de política comercial pueden ser planteados. Para asegurar que el modelo obedece las leyes walrasianas<sup>1</sup> del equilibrio general, un amplio sistema de identidades contables, son introducidas para garantizar que los hogares y los productores

---

<sup>1</sup> La ley de Walras afirma que para un conjunto dado de precios, la suma de excesos de demanda en todos los mercados debe ser igual a cero, o dicho de otro modo, si un mercado tiene un exceso positivo de demanda, algún otro de tener un exceso de oferta. Formalmente enuncia que en un modelo de equilibrio general con  $m$  agentes económicos y  $n$  mercados, si todos los agentes están satisfaciendo sus restricciones presupuestarias y  $n-1$  mercados están en equilibrio, con la cantidad demandada igual a la ofertada, entonces el último mercado automáticamente estará también en equilibrio.

---

permanecen sobre sus restricciones presupuestarias al tiempo que se asume beneficio nulo en todos los sectores de producción.

La fortaleza de los MEGC radica en su habilidad para caracterizar todos los efectos de retroalimentación económicos no inherentes en los estudios de EP.

Comenzaremos hablando sobre las formulas funcionales ampliamente adoptadas en los MEGC, funcionamiento de las ecuaciones y formas de los nidos sobre la base de incorporar la hipótesis de Armington<sup>2</sup>.

El MEGC que vamos a utilizar usa las formas funcionales de Leontief, Cobb-Douglas (CD) y la Elasticidad Constante de Sustitución (CES).

### 1.1- Formas funcionales de Leontief

La función de Leontief asume complementariedad perfecta entre insumos en la función de producción, lo que implica que las posibilidades de sustitución son nulas entre insumos. Suponemos además que hay un solo método de producción para cada nivel de producto y coeficientes técnicos de producción constantes (parámetros insumo-producto). Para el caso de n insumos, la expresión algebraica de la función de Leontief quedaría:

$$Q_j = \min \left[ \frac{X_{1,j}}{A_{1,j}}, \frac{X_{2,j}}{A_{2,j}}, \dots, \frac{X_{n,j}}{A_{n,j}} \right] \quad (1)$$

Donde  $X_{i,j}$  representa la cantidad del bien  $i$  usada en la producción doméstica de  $j$ , y  $A_{i,j}$  es la cantidad mínima de  $i$  necesaria para producir una unidad del bien  $j$  (coeficientes fijos insumo-producto). Esta relación fija entre producto y cada insumo implica Rendimientos Constantes de Escala (RCE).

La naturaleza de esta función implica que para producir una unidad adicional, el comportamiento racional de los productores será minimizar los costes empleando el mínimo número de unidades de insumos, dando lugar a las funciones de demanda:

$$X_{i,j} = A_{i,j} Q_j \quad (2)$$

donde la demanda para cada insumo  $i$  es una función del coeficiente constante de insumo-producto  $A_{i,j}$ . Nótese, que la demanda de Leontief permanece inalterada para cambios en los precios relativos (sustituibilidad nula entre insumos).

---

<sup>2</sup> El supuesto de Armington (1969) sugiere la sustitución imperfecta entre bienes y servicios nacionales e importados. Suele emplearse para economías pequeñas.

El compuesto del precio del producto para todos los insumos  $i$  ( $i=1\dots n$ ),  $P_j$ , puede ser obtenido asumiendo beneficio nulo en la industria  $j$ :

$$P_j Q_j = \sum_{i=1}^n R_{i,j} X_{i,j} \quad (3)$$

donde  $Q_j$  es el producto de la industria  $j$ ,  $P_j$  es el precio del producto en la industria  $j$ ,  $X_{i,j}$  es la demanda de insumo  $i$  en la industria  $j$  y  $R_{i,j}$  es el precio del insumo  $i$  en la industria  $j$ .

Sustituyendo la expresión (2) y dividiendo por  $Q_j$  tenemos que:

$$P_j = \sum_{i=1}^n A_{i,j} R_{i,j} \quad (4)$$

La función de Leontief es una especificación muy común en los MEGC para las funciones de producción, lo que nos ha llevado a su utilización en este trabajo<sup>3</sup>.

Por otra parte, las funciones de CD y CES son mejores para la representación del comportamiento del consumidor y productor porque ambas permiten la sustitución entre insumos.

## 1.2- Formas funcionales de Cobb-Douglas (CD)

Frecuentemente, la función de CD tiene la propiedad matemática de que es homogénea de grado 1, esto es, que  $\alpha + \beta = 1$  (RCE). En este caso se suele decir que la función es linealmente homogénea y puede verse que un incremento en el uso de los insumos da lugar a un incremento proporcional de producto.

La función de CD será:

$$Q = AX_1^\alpha X_2^\beta \quad (5)$$

donde  $X_1$  y  $X_2$  son la demanda del insumo 1 e insumo 2 respectivamente,  $Q$  es el producto,  $A$  es un parámetro de eficiencia, mientras que  $\alpha$  y  $\beta$  son elasticidades. Las derivadas parciales de primer orden nos dan el producto marginal a corto plazo:

$$\frac{\partial Q}{\partial X_1} \Rightarrow MP_1 = \alpha AX_1^{\alpha-1} X_2^\beta \quad (6)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial X_2} \Rightarrow MP_2 = \beta AX_1^\alpha X_2^{\beta-1} \quad (7)$$

<sup>3</sup> En la producción agraria tal comportamiento no tiene porque ser así, ya que un agricultor puede sustituir unos insumos por otros (abonos, semillas...) en función de cambios en los precios relativos de estos, respecto de la tierra. La dificultad en la obtención de datos sobre las posibilidades de sustitución de tales insumos hace que la especificación de Leontief sea ampliamente aceptada en los MEGC de tipo agrario.

El producto medio para el insumo 1 sería:

$$\frac{Q}{X_1} = AP_1 = AX_1^{\alpha-1} X_2^\beta \quad (8)$$

Sustituyendo (8) en (6) obtenemos la relación entre el producto marginal y el producto medio:

$$MP_1 = \alpha AP_1 \quad (9)$$

Veamos que su elasticidad de sustitución es constante e igual a 1,

$$\sigma = \frac{MRS_{12}}{X_2 / X_1} \cdot \frac{d(X_2 / X_1)}{d(MRS_{12})} \quad (10)$$

donde MRS es la Relación Marginal de Sustitución, dividiendo (6) por (7) tenemos que:

$$MRS_{12} = \left( \frac{\alpha}{\beta} \right) \left( \frac{X_2}{X_1} \right) \quad (11)$$

y sustituyendo (11) en (10), tenemos que:

$$\sigma = \frac{\left( \frac{\alpha}{\beta} \right) \left( \frac{X_2}{X_1} \right) \cdot d\left( \frac{X_2}{X_1} \right)}{\left( \frac{X_2}{X_1} \right) \cdot \left( \frac{\alpha}{\beta} \right) d\left( \frac{X_2}{X_1} \right)} = 1 \quad (12)$$

En el equilibrio, la RMS (pendiente de la isocuanta) es igual a los precios relativos de los insumos (pendiente de la línea isocoste), por lo que la expresión (10) puede describirse como:

$$\sigma = \frac{(R_1 / R_2)}{(X_2 / X_1)} \times \frac{d(X_2 / X_1)}{d(R_1 / R_2)} = 1 \quad (13)$$

Así, un incremento en los precios relativos de los factores (R1/R2) del 1%, da un incremento en el empleo del factor (X2/X1) del 1%. Esto implica que en las funciones de CD, la proporción de gasto es fija.

No siempre la CD es linealmente homogénea, aunque siempre  $\alpha + \beta$  es constante. La suma  $\alpha + \beta$  es un indicador de los efectos de escala (cambios iguales en todos los insumos). Sea una función de producción de CD con dos insumos y asumimos que la relación  $X_2/X_1$  es constante con incrementos en la escala, por lo que la función de CD puede describirse como:

$$Q = AX_1^\alpha X_2^\beta = A g^\beta X_1^{\alpha+\beta} \quad (14)$$

En tal caso, la elasticidad del producto respecto a cambios proporcionales en los insumos será:

$$\frac{dQ}{dX_1} \frac{X_1}{Q} = \alpha + \beta \quad (15)$$

Como  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes, la elasticidad de escala para la función de CD es también constante, entonces no varía a cambios en el nivel de producto.

Los modelos estándar de equilibrio general computable usan estructuras perfectamente competitivas. En tal caso, la teoría económica dicta que la condición de maximización de los beneficios hace que el ingreso marginal sea igual al coste marginal y que con RCE el coste medio a corto y largo plazo es igual al coste marginal de corto y largo plazo. Dado que se supone beneficio nulo, el precio del producto es igual coste unitario medio, así como también al coste marginal a largo plazo. Por lo tanto, asumiendo RCE, el compuesto de precios del producto (P), es linealmente homogéneo en  $R_i$  y homogénea de grado cero en el producto (Q).

### 1.3- Formas funcionales de la Elasticidad Constante de Sustitución (CES)

La función CES puede expresarse como:

$$Q = A[\delta_1 X_1^{-\rho} + (1 - \delta_1) X_2^{-\rho}]^{\frac{\nu}{\rho}} \quad (16)$$

Donde A es un parámetro de eficiencia,  $\delta_1$  es un parámetro de distribución,  $\rho$  es un parámetro de elasticidad y  $\nu$  es un parámetro de escala. Asumiendo  $\nu = 1$  y haciendo condiciones de primer orden obtenemos el producto marginal a corto plazo:

$$\frac{\partial Q}{\partial X_1} = MP_1 = A[\delta_1 X_1^{-\rho} + (1 - \delta_1) X_2^{-\rho}]^{\left(\frac{\nu+\rho}{\rho}\right)} \cdot \delta_1 X_1^{-(1+\rho)} \quad (17)$$

Que puede simplificarse a:

$$MP_1 = A^{-\rho} Q^{1+\rho} \delta_1 X_1^{-(1+\rho)} \quad (18)$$

Y para el insumo 2:

$$MP_2 = A^{-\rho} Q^{1+\rho} (1 - \delta_1) X_2^{-(1+\rho)} \quad (19)$$

El producto medio (AP) puede relacionarse con el producto marginal a través de las expresiones (18) y (19), observemos que:

$$MP_1 = A^{-\rho} Q^{\rho} \delta_1 X_1^{-\rho} AP_1 \quad (20)$$

$$MP_2 = A^{-\rho} Q^{\rho} (1 - \delta_1) X_2^{-\rho} AP_2 \quad (21)$$

Al igual que la CD, la CES es respecto a cada factor (corto plazo), estrictamente cóncava.

La RMS de la función será:

$$MRS_{12} = \left[ \frac{\delta_1}{(1-\delta_1)} \right] \left[ \frac{X_2}{X_1} \right]^{1+\rho} \quad (22)$$

Para derivar la elasticidad de sustitución, diferenciamos  $MRS_{12}$  respecto de la relación de los insumos, de tal forma que:

$$\frac{dMRS_{12}}{d(X_2/X_1)} = (1+\rho) \left[ \frac{\delta_1}{(1-\delta_1)} \right] \left[ \frac{X_2}{X_1} \right]^\rho \quad (23)$$

Además, como:

$$\frac{MRS_{12}}{(X_2/X_1)} = \left[ \frac{\delta_1}{(1-\delta_1)} \right] \left[ \frac{X_2}{X_1} \right]^\rho \quad (24)$$

Sustituimos (CES.9) en (CES.8) para obtener:

$$\frac{dMRS_{12}}{d(X_2/X_1)} = (1+\rho) \frac{MRS_{12}}{(X_2/X_1)} \quad (25)$$

Reagrupando para obtener el valor de la elasticidad de sustitución CES:

$$\sigma = \frac{1}{1+\rho} \quad (26)$$

Por lo tanto, la elasticidad de sustitución CES es constante y depende del parámetro de elasticidad  $\rho$  que no puede ser mayor de -1.

Como con la función de CD, resulta posible medir cambios en la escala de producción (Q) con cambios proporcionales en todos los insumos. En lo que se refiere a la función CES con dos factores de producción (expresión 16), asume que  $X_2 = \vartheta X_1$  y como el ratio  $X_2/X_1$  es constante con incrementos en escala, entonces CES puede describirse como:

$$Q = X_1^\nu A [\delta_1 + (1-\delta_1)\vartheta^{-\rho}]^{\frac{\nu}{\rho}} \quad (27)$$

Donde la elasticidad del producto con respecto a cambios proporcionales en los insumos es:

$$\frac{dQ}{dX_1} \frac{X_1}{Q} = \nu \quad (28)$$

Para nuestra aplicación de MEGC, en el que asumimos RCE,  $\nu = 1^4$ . Nótese que la elasticidad de escala es una función del parámetro de escala ( $\nu$ ). Si tuviésemos  $\nu < 1$ , entonces CES expresaría Rendimientos Decrecientes a Escala. Dado la relación entre homogeneidad y rendimientos a escala, la función CES es homogénea de grado  $\nu$  en

<sup>4</sup> En lo sucesivo, el valor de  $\nu$  siempre se asumirá tanto para CES como para CET (Constant Elasticity of Transformation) igual a la unidad.



insumos y el compuesto de la función de precios del producto es también homogéneo de grado  $v$  en el precio de los insumos, y la demanda compensada es homogénea de grado  $v-1$  en precios.

Para derivar la demanda compensada, minimizando costes y sujeta a la función CES obtenemos las condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial Z}{\partial X_1} = R_1 - \left[ -\frac{1}{\rho} \Lambda A [\delta_1 X_1^{-\rho} + (1-\delta_1) X_2^{-\rho}]^{\frac{1}{\rho}-1} - \rho \delta_1 X_1^{-(1+\rho)} \right] = 0 \quad (29)$$

$$\frac{\partial Z}{\partial X_2} = R_2 - \left[ -\frac{1}{\rho} \Lambda A [\delta_1 X_1^{-\rho} + (1-\delta_2) X_2^{-\rho}]^{\frac{1}{\rho}-1} - \rho (1-\delta_1) X_2^{-(1+\rho)} \right] = 0 \quad (30)$$

$$\frac{\partial Z}{\partial \lambda} = Q - A [\delta_1 X_1^{-\rho} + (1-\delta_2) X_2^{-\rho}]^{\frac{1}{\rho}} = 0 \quad (31)$$

Dividiendo (29) por (30), cancelando términos y despejando para obtener el valor de  $X_1$ , tenemos que:

$$X_1 = \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{R_2\delta_1} \right]^{\frac{1}{1+\rho}} X_2 \quad (32)$$

Sustituyendo (32) en (31) y simplificando obtenemos:

$$Q = AX_2 \left[ \delta_1 \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{R_2\delta_1} \right]^{\sigma\rho} + (1-\delta_1) \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (33)$$

Donde  $\sigma$  es definido en la ecuación (26). Despejando  $X_2$  obtenemos la función de demanda CES para el insumo 2:

$$X_2 = \frac{Q}{A} \left[ \delta_1 \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{R_2\delta_1} \right]^{\sigma\rho} + (1-\delta_1) \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (34)$$

Análogamente para  $X_1$ :

$$X_1 = \frac{Q}{A} \left[ \delta_1 + (1-\delta_1) \left[ \frac{R_2\delta_1}{R_1(1-\delta_1)} \right]^{\sigma\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (35)$$

Y diferenciando (34) con respecto a  $R_2$ :

$$\frac{\partial X_2}{\partial R_2} = \frac{1}{\rho} \frac{Q}{A} \left[ \delta_1 \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{R_2\delta_1} \right]^{\sigma\rho} + (1-\delta_1) \right]^{\frac{1}{\rho}-1} \cdot -\sigma\rho \delta_1 \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{\delta_1} \right]^{\sigma\rho} R_2^{-\sigma\rho-1} \quad (36)$$

Multiplicando por  $R_2/X_2$  y simplificando obtenemos la elasticidad precio de la demanda compensada para el insumo 2:

$$\frac{\partial X_2}{\partial R_2} \cdot \frac{R_2}{X_2} = -\sigma \left[ \frac{X_2 A}{Q} \right]^{-\rho} \delta_1 \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{R_2 \delta_1} \right]^{\sigma\rho} \quad (37)$$

Análogamente para el insumo 1:

$$\frac{\partial X_1}{\partial R_1} \cdot \frac{R_1}{X_1} = -\sigma \left[ \frac{X_1 A}{Q} \right]^{-\rho} (1-\delta_1) \left[ \frac{R_2 \delta_1}{R_1(1-\delta_1)} \right]^{\sigma\rho} \quad (38)$$

La elasticidad precio cruzada de la demanda compensada será:

$$\frac{\partial X_2}{\partial R_1} \cdot \frac{R_1}{X_2} = \sigma \left[ \frac{X_2 A}{Q} \right]^{-\rho} \delta_1 \left[ \frac{R_1(1-\delta_1)}{R_2 \delta_1} \right]^{\sigma\rho} \quad (39)$$

$$\frac{\partial X_1}{\partial R_2} \cdot \frac{R_2}{X_1} = \sigma \left[ \frac{X_1 A}{Q} \right]^{-\rho} (1-\delta_1) \left[ \frac{R_2 \delta_1}{R_1(1-\delta_1)} \right]^{\sigma\rho} \quad (40)$$

#### 1.4- Formas funcionales de la Elasticidad Constante de Transformación (CET)

La función CET (*Constant Elasticity of Transformation*) en la que las posibilidades de producción de la industria son una función de las diferentes combinaciones de oferta, se reprecisa algebraicamente de la siguiente forma:

$$Z = B \left[ \sum_{i=1}^n \gamma_i Q_i^{-\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (41)$$

Donde Z es una medida de la capacidad total de producción de la empresa y Q una medida del nivel de producción para cada actividad de oferta (i). Al igual que en el caso de CES, B y  $\gamma_i$  son parámetros de cuota y de eficiencia respectivamente, y  $\rho$  es una elasticidad de transformación<sup>5</sup>. Además, es linealmente homogénea, de manera que doblando la producción de cada actividad de la oferta (Q) dobla la capacidad total de producción de la empresa (Z).

Su derivación es idéntica al caso de CES, donde la elasticidad de transformación entre las actividades de oferta es equivalente a la elasticidad de sustitución entre insumos.

<sup>5</sup> La diferencia entre CES y CET es que para CET,  $\rho$  debe ser menor que -1, mientras que en las CES es mayor que -1. En tal caso, la CES es cóncava respecto al origen y la CET es convexa respecto al origen.

---

## 2- Linealización

La linealización ha sido usada frecuentemente en los MEGC para simplificar las relaciones funcionales y para la obtención de soluciones. Su base, como es bien sabido son los desarrollos de Taylor, ver por ejemplo Chiang (1987) y Dixon et al. (1992). En los procesos de linealización, las tres reglas más usadas son:

$$\text{Regla del producto} \quad R = PQ \Rightarrow r = p + q \rightarrow \ln R = \ln P + \ln Q \rightarrow d \ln R = r = d \ln P + d \ln Q = p + q$$

$$\text{Regla de la potencia} \quad R = P^\alpha \Rightarrow r = \alpha p \rightarrow \ln R = \alpha \ln P \rightarrow d \ln R = r = \alpha d \ln P$$

$$\text{Regla de la suma} \quad R = P + Q \Rightarrow r = pS_p + qS_q \rightarrow dR/R = dP/R + dQ/R \rightarrow r = dP/P * P/R + dQ/Q * Q/R = p * S_p + q * S_q$$

donde  $r$ ,  $p$  y  $q$  son cambios porcentuales o también se pueden interpretar como cambios en logaritmos de  $R$ ,  $P$  y  $Q$ ,  $S_p$  y  $S_q$  son las cuotas de  $P$  y  $Q$  en  $P+Q$ .

Las aproximaciones de paso único, usadas entre otros por Johansen (1960), dan lugar a los errores bien conocidos, fruto de utilizar sólo el primer término del desarrollo de Taylor. Estos errores crecen con el tamaño de los incrementos de las variables. Así por ejemplo, utilizando la regla del producto y suponiendo que las variables de niveles toman valor de 10 y 5, su producto será 50. Cambios en ambas variables del + 10%, da valores para  $P$  y  $Q$  de 11 y 5,5 respectivamente, de modo que:

$$R = 11 * 5,5 = 60,5$$

Observemos que esto supone un incremento, del  $10,5/50 * 100 = 21\%$ , mientras que la regla del producto nos daría  $r = p + q = 0,1 + 0,1 = 0,2$ . Esto es, un 20%, menos del cambio real del 21%.

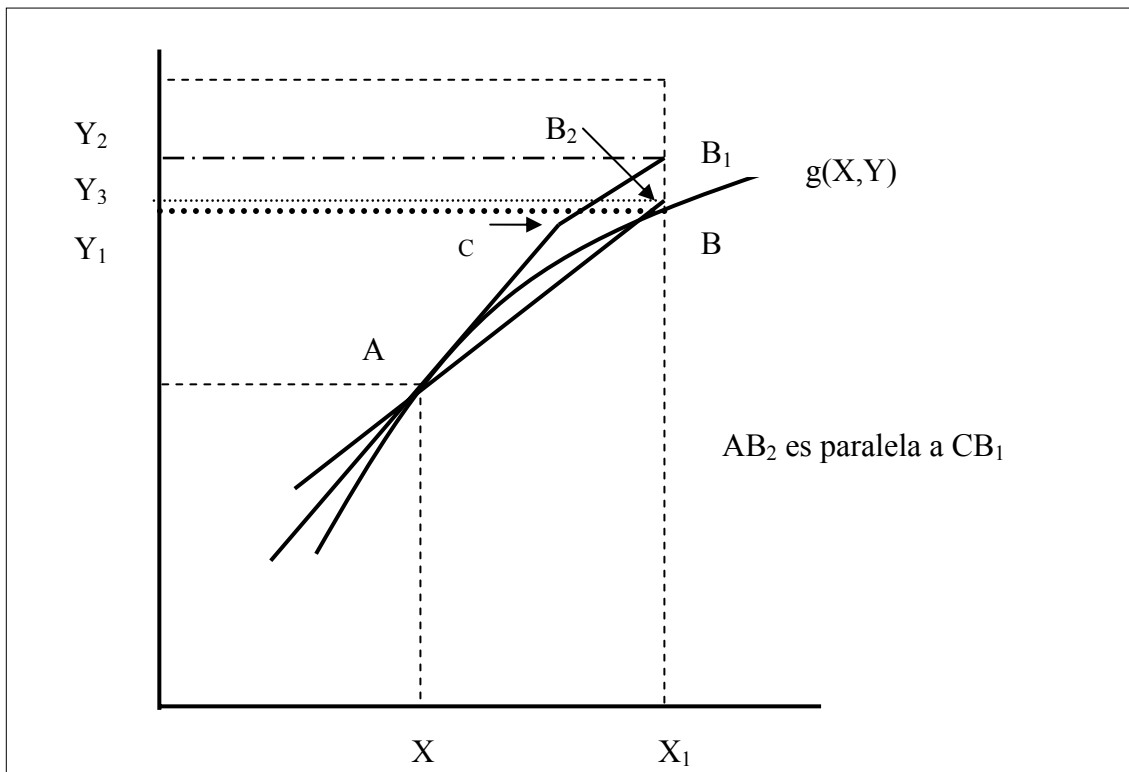
Del mismo modo, para *shocks* más grandes, por ejemplo del 20%, obtenemos valores para  $P$  y  $Q$  de 12 y 6 respectivamente e incrementos en el producto del 44%, mayores que el resultado de la regla del producto, que es del 40%. Para disminuir estos errores, cuando los incrementos son grandes, existen los procedimientos multi-paso de aproximación, que básicamente consisten en dividir el intervalo en varios y aplicar la aproximación en cada uno de ellos.

Nótese que los cambios porcentuales o cambios en las formas logarítmicas no son apropiados para aquellas variables que presentan un valor inicial de cero. Si los valores iniciales en niveles son cero los cambios porcentuales no se pueden calcular. Para soslayar este problema trabaja con formas transformadas de las variables. Un ejemplo muy común de esto sucede en aquel caso en el que el valor inicial de un arancel



pequeños; por ejemplo el método de Euler divide el *shock*  $(X, X_1)$  en un número  $n$  de subintervalos o pasos iguales. La solución mediante el método de Euler con aproximación en dos pasos se muestra en la figura 8, en la que la senda desde  $A$  a  $C$  a  $B^*$  nos da la solución  $Y^*$ . El punto  $C$  muestra el procedimiento actualizado de la variable endógena  $Y$  para verificar su posición, consiguiendo una solución más próxima a la verdadera solución de  $Y_1$ .

Figura 2: Comparación del método del Punto medio y el de Gragg con el de Euler



Fuente: Harrison y Pearson (1994).

Harrison y Pearson (1994) apuntan que el método de Gragg en un paso y los métodos de Punto medio son similares al método de Euler. La diferencia es que el método de Euler sigue la tangente del punto medio desde el punto  $C$  (ver figura 2), mientras que con el método de Gragg y del Punto medio se sigue esa dirección desde el punto inicial. Esta diferencia se aprecia en la figura 2, con dos pasos el método de Euler sigue la línea quebrada  $ACB_1$ , la cual da la solución  $Y_2$ , mientras que con Gragg y el Punto medio se sigue la línea  $AB_2$ , la cual da la solución  $Y_3$ . En el gráfico la solución obtenida usando Gragg y el Punto medio está más próxima a la verdadera solución  $Y_1$ .

Otra forma de aumentar la precisión es hacer dos o más pasos (e.g. 5, 10 o 20 pasos de extrapolación) y calcular la solución. No obstante, ello a veces hace difícil el

---

cálculo, así por ejemplo, con el método de Euler, la solución alcanzada para grandes modelos es lenta desde el punto de vista computacional.

### 3- *Nesting* (“Anidando”)

El desarrollo de los MEGC y su aplicación tienen en sí mismos una profunda contradicción. Su calibración es más fácil cuanto más sencillas son las formas funcionales utilizadas y hay menos parámetros. Sin embargo, las formas funcionales simples restringen mucho el número de parámetros dentro de la función y sus grados de flexibilidad, lo que dificulta la caracterización del comportamiento del productor y consumidor.

Una solución común a esta contradicción, es el empleo de una estructura de “anidado separable o jerárquica”, en la cual se asume la partición de los elementos esenciales de la función de producción/utilidad en diferentes grupos y agregaciones. El supuesto de separabilidad implica que el problema de optimización restringida es abordado en varias etapas. En cada etapa se asume la variabilidad de un conjunto de parámetros propio. Esto se traduce en un aumento de la flexibilidad del modelo, sin que ello suponga un obstáculo para su resolución computacional.

En lo que se refiere a la separabilidad y agregación, para aplicar el procedimiento de optimización de dos etapas anidado, se deben dar dos condiciones. Veamos la primera de ellas asociada con la partición de los insumos. Para ilustrarla vamos a emplear el siguiente ejemplo con tres factores ( $x_i, i=1,2,3$ ) y la función de producción en la forma<sup>6</sup>:

$$Y = f(X, x_3) \quad (42)$$

Donde el insumo  $X$  es una función de los insumos  $x_1$  y  $x_2$ , de forma que:

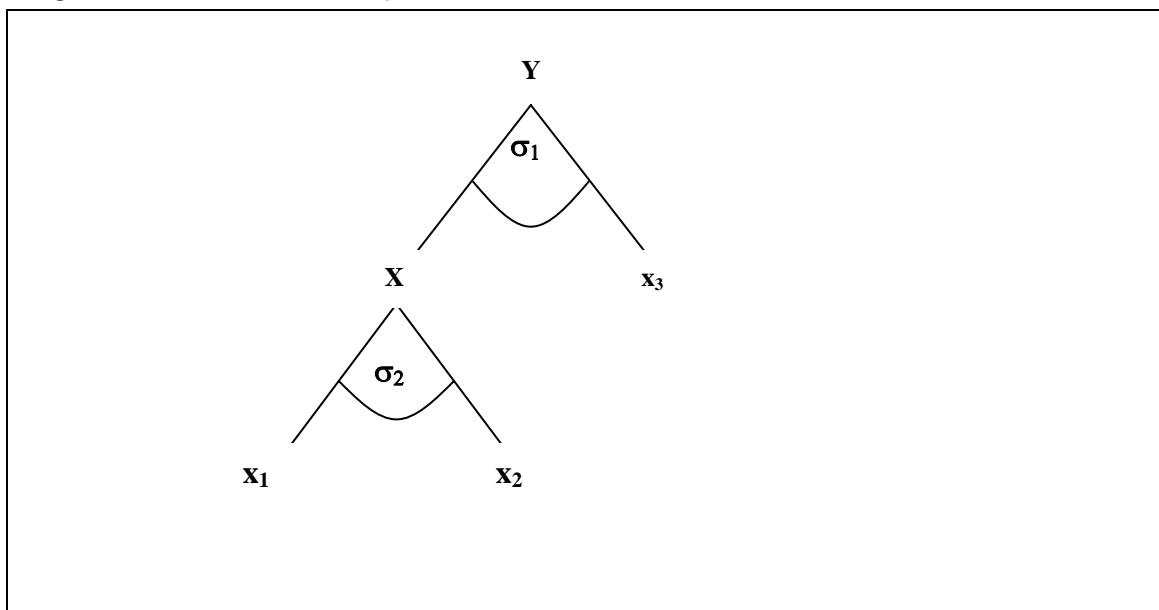
$$X = g(x_1, x_2) \quad (43)$$

De manera que la representación esquemática de esta estructura anidada de dos niveles (figura 3) es:

---

<sup>6</sup> Es aplicable igualmente a la función de utilidad del consumidor.

Figura 3: Estructura de producción anidada con dos niveles



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la notación empleada por Chambers (1988), se asume que la función de producción (N.1) es débilmente separable, lo que caracterizamos con:

$$\frac{\partial}{\partial x_3} \left( \frac{\partial X / \partial x_1}{\partial X / \partial x_2} \right) = 0 \quad (44)$$

Esta expresión afirma que la relación de productos marginales (MRTS) de los insumos  $x_1$  y  $x_2$ , perteneciente al mismo nido de insumos  $X$ , no es afectado por cambios en el nivel del uso del insumo  $x_3$ , que no está en ese nido. Hay numerosas funciones, entre las que se encuentran las CD y CES, que muestran separabilidad débil. En concreto, si:

$$Y = AX_1^\alpha X_2^\beta \quad y \quad X_1 = Ax_{11}^\gamma x_{21}^\delta \quad (45)$$

La  $MRTS_{11,21}$ , como se mostró en 11 será:

$$MRTS_{11,21} = \frac{MP_{11}}{MP_{21}} = \frac{\gamma}{\delta} \frac{x_{21}}{x_{11}} \quad (46)$$

Por lo que cambios en el nivel de  $X_2$  en el nido de CD superior, no afectan a la MRTS entre los insumos  $x_{11}$  y  $x_{21}$  en el nido más bajo, en otras palabras, la segunda condición es que la función agregadora (expresión 43) debe de ser linealmente homogénea con respecto a cada uno de sus insumos.

$$\frac{\partial}{\partial X_2} \left( \frac{\gamma}{\delta} \frac{x_{21}}{x_{11}} \right) = 0 \quad (47)$$

Así, tenemos que el compuesto de precios del producto es una función linealmente homogénea en el precio de los insumos. En este caso, la cantidad agregada y los índices de precios son iguales a la suma de los precios y las cantidades de los insumos derivadas en cada nido:

$$RX = \sum_{i=1}^n r_i x_i \quad (48)$$

Donde RX representa el sumatorio de precios por cantidades de insumos derivado de cada nido.

Una propiedad básica de las funciones linealmente homogéneas, es que las derivadas de primer orden (e.g. producto marginal/utilidades) son homogéneas de grado cero<sup>7</sup>. Podemos por tanto asegurar, que los aumentos en el nivel agregado de producto (utilidad), si el ratio de los precios de los insumos es fijo, no afecta a la intensidad en el empleo de los factores, ya que la senda de expansión sería una línea recta desde el origen. Además, como la MRS es el ratio de MPs, incrementos proporcionales en ambos insumos al multiplicar por el escalar, no afectan a la MRS.

Por otro lado, el supuesto de separabilidad débil asegura que la introducción de otros insumos en la parte “no agregada” no tiene consecuencia sobre el uso de los factores. De ahí, que cambios en las intensidades de uso de los insumos  $x_i$  solamente será en función de los precios relativos de varios tipos de insumos  $x_i$  en esa parte del nido.

No obstante, Allanson (1989), apunta como cambios en los precios relativos en un nido puede tener efectos indirectos sobre la asignación de los insumos en otro lugar en el nido. Así, en la figura 3, que representa una estructura anidada, si el precio del

---

<sup>7</sup> Para demostrar esta propiedad, tomamos el caso de una función de producción de CD linealmente homogénea. En tal caso, para una función de producción de dos insumos,  $MP_1$  será:

$$MP_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = \alpha A x_1^{\alpha-1} x_2^\beta$$

Multiplicando ambos insumos por un escalar el producto marginal de  $x_1$  no ha cambiado, o dicho de otro modo, el producto marginal es homogéneo de grado cero en insumos. Para  $x_2$  se procede de forma análoga.

$$MP_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = \alpha A (\lambda x_1)^{\alpha-1} (\lambda x_2)^\beta$$

$$MP_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = \lambda^{\alpha-1+\beta} \alpha A x_1^{\alpha-1} x_2^\beta$$

$$MP_1 = \frac{\partial Y}{\partial x_1} = \lambda^0 [\alpha A x_1^{\alpha-1} x_2^\beta]$$



---

insumo  $x_2$  aumenta, este afectará a la combinación óptima de  $x_1$  y  $x_2$  en el nido agregado, pero debido a la restricción de separabilidad, no afectará el empleo óptimo de  $x_3$ . Sin embargo, encontramos un efecto indirecto en el uso del insumo  $x_3$  debido al aumento en el compuesto del precio del insumo agregado  $X (x_1, x_2)$ . Esto implica que la empresa sustituirá  $x_3$  por el agregado  $X$  en el nido de arriba. Además, si  $x_3$  fuese un insumo agregado, entonces como una consecuencia de la homogeneidad lineal, el incremento en su uso sería trasladado proporcionalmente a todos los insumos en ese nido.

Es por ello, que si la expresión (expresión 42) satisface ambas propiedades, es decir, es débilmente separable y linealmente homogénea, entonces a la función subyacente de producción se la denomina débil y homotéticamente separable o también, homogéneamente separable, en palabras de Green (1971) y asegura una agregación consistente<sup>8</sup>. Ozanne (1992) señala como la agregación consistente hace posible catalogar correctamente precios y cantidades cuando se forman compuestos en cada procedimiento de optimización anidado multi-etapa dando resultados equivalentes a los problemas de optimización de una única etapa.

---

<sup>8</sup> Nótese que el hecho de que sea débil y homotéticamente separable no implica que la función de producción sea en si misma homotética.

---

## PARTE II

### Modelos de Equilibrio General Computable e Investigaciones sobre Comercio Internacional Agroalimentario

#### 4- Una visión panorámica del comercio internacional agroalimentario

En un contexto global, Bonete y Bataller (2005), señalan que, a pesar de que la PAC ha sido reiteradamente acusada de distorsionar los flujos internacionales de productos agrarios, la UE es el primer importador mundial de productos agrícolas procedentes de países en desarrollo (el 85 % de las exportaciones agrícolas de África y el 45 % de América Latina). Además, es importador de más productos agrarios que EE.UU, Canadá, Japón, Australia y Nueva Zelanda conjuntamente

El comercio mundial de bienes y servicios está creciendo con mayor rapidez que el PIB mundial. El comercio mundial de productos agrícolas ha aumentado también de manera más rápida que el PIB agrícola mundial, aunque a un ritmo más lento que el comercio global de bienes y servicios y que el PIB global (FAO, 2005).

A pesar de la pérdida relativa de importancia de la agricultura en la actividad económica, la FAO (2005), señala que la intensidad de comercio de productos agrícolas, forestales y pesqueros, expresada como la relación entre el comercio total de productos agrícolas y el PIB agrícola, ha pasado del 60%, hace treinta años, a más del 100% en la actualidad. Por otra parte, a pesar de estos datos, la participación del comercio agrícola en el comercio total de mercancías no ha dejado de disminuir, pasando de algo más del 30% hace cuarenta años a aproximadamente un 10%, en la actualidad.

Una parte creciente de las exportaciones agrícolas mundiales proceden de los países desarrollados. La mayor parte de este crecimiento se debe a la UE, cuya participación en las exportaciones agrícolas totales ha pasado de algo más del 20% a principios de 1960 a más del 40% en el momento actual. Este aumento se debe en gran medida al comercio intracomunitario, que representa cerca del 30% del comercio agrícola mundial FAO (2005). Esto se debe en buena medida al alto nivel de protección que aplica la UE, ya que como apunta Serrano Sanz (1997), los aranceles y los tratados han sido los dos instrumentos esenciales de la política comercial general en España y de los principales países europeos. La combinación de ambos expresaba la voluntad de

---

conseguir, simultáneamente, cierta reserva del mercado y el fomento de las exportaciones.

Demekas et al. (1988), señalaba que, el hecho de que algunos países en desarrollo son importadores netos de productos agrícolas de clima templado, es debido a que políticas como la PAC aplicadas en países desarrollados, presionan a la baja sobre los precios mundiales y hacen no rentables tales exportaciones agrícolas. En tal caso, la abolición de la PAC implica un coste a corto plazo para los países en desarrollo, pero sin embargo, a largo plazo el aumento en los precios estimularía la producción y exportación agrícola al tiempo que cambiaría la pauta de comercio, de tal forma que los países en desarrollo tendrían importantes ganancias derivadas del comercio.

En los últimos 40 años, los países en desarrollo han pasado de tener un saldo neto positivo de su comercio agrícola, con un nivel de sus exportaciones sustancialmente superior al nivel de importaciones, a estar en una situación en la que las importaciones y exportaciones se han mantenido más o menos en equilibrio. Sólo América Latina y el Caribe han mantenido su posición como exportadores netos de productos agrícolas (FAO, 2005).

Dentro del grupo de países desarrollados, el comercio agrícola sigue siendo en gran medida endógeno, y alrededor del 80% de las exportaciones agrícolas de los países desarrollados se destinan a otros países desarrollados y más del 70% de las importaciones agrícolas de los países desarrollados proceden de otros países desarrollados (FAO, 2005).

La economía mundial, incluida la agricultura, se está integrando rápidamente a través del comercio. La tasa de crecimiento del comercio agrícola en los últimos diez años se ha situado entorno al 3% anual, cifra más de tres veces superior a la tasa de crecimiento de la producción agrícola (FAO, 2005).

## **5- El papel de la agroexportación en España**

La importancia del comercio exterior agroalimentario español no es nueva; así Asensio (1997), señala como ya en los años cincuenta, España presenta una importante corriente exportadora de productos agroalimentarios, cuyo grupo de mayor especialización comercial eran las frutas y hortalizas, aceite de oliva, cereales, pescado, especias y algunas bebidas alcohólicas, orientado según Pinilla (2001), hacia segmentos de calidad media, media-baja o de venta al por mayor.

---

Actualmente, España exporta no sólo productos agrarios poco diferenciados sino cada vez más, alimentos transformados; en ello juega un papel muy importante el desarrollo y crecimiento de las industrias agroalimentarias.

Hasta los años cincuenta, el comercio exterior español respondía bien a un patrón intersectorial de país atrasado, con abundancia de factor trabajo y escasez relativa de capital; es decir, se cumpliría el teorema de Heckscher-Ohlin. Serrano Sanz (1997), sostiene que algunos estudios para períodos posteriores a la II Guerra Mundial muestran con cierta frecuencia la paradoja de Leontief<sup>9</sup>, no obstante, en el caso español, si se desagrega el comercio en países desarrollados y no desarrollados, se ve que España exporta bienes trabajo-intensivos hacia los primeros y capital-intensivos a los segundos, lo que es coherente con el teorema y disuelve la paradoja.

MAPA (2005) apunta que durante el año 2004, el sector agrario y pesquero español exportó productos por valor de 21.284,2 millones de euros, mientras que las importaciones totalizaron 19.950,8 millones de euros, presentando la balanza comercial un superávit de 1.333,3 millones de euros. España envía a la UE algo más del 80% de sus exportaciones agrarias y pesqueras y recibe de la misma casi el 60% de sus importaciones, siendo la balanza comercial entre España y la UE de 5.704,7 millones de euros favorable a nuestro país. Respecto a los intercambios con terceros países, España destinó a los mismos, el 17% del valor de sus exportaciones y recibe alrededor del 40% del valor de las importaciones agrarias y pesqueras, siendo la balanza comercial entre España y los terceros países de 4.371,4 millones de euros favorable a estos últimos. Al analizar la balanza comercial de los principales subsectores, ésta resultó positiva en los subsectores de frutas (3.056,9 millones de euros), hortalizas (2.496,1 millones), grasas y aceites (1.347,2 millones), preparados vegetales (992,8 millones), carnes y despojos comestibles (885,3 millones), bebidas (523,2 millones), conservas de pescado (106,7 millones), pieles –excepto peletería y cuero– (78,6 millones), productos de molinería (68,5 millones), conservas de carne (68,4 millones), huevos y miel (59,8 millones), corcho (57,5 millones), gomas y resinas (49,7 millones), algodón (31,2 millones), así como plantas vivas y productos de la floricultura (25,6 millones de euros); resultó negativa en el resto de los subsectores entre los que destaca el de pescado con 2.254,0 millones de euros, tabaco 1.396,8 millones; madera y carbón vegetal 1.102,6 millones, cereales 1.042,4 millones, semillas oleaginosas 963,5 millones, residuos de la industria

---

<sup>9</sup> Leontief probó que las importaciones americanas eran más intensivas en capital que sus exportaciones, lo que contradecía el teorema de Heckscher-Ohlin.

---

agroalimentaria 871,9 millones, leche y productos lácteos 708,4 millones, café, té y especias 208,9 millones, cacao 203,4 millones, preparados alimenticios diversos 309,2 millones, preparados de cereales 121,2 millones, azúcares 118,9 millones y, las demás fibras textiles vegetales con 27,7 millones de euros.

## **6- Modelos de equilibrio general computacional**

### **6.1- Antecedentes de los modelos de equilibrio general computacional**

El origen intelectual de los MEGC son los trabajos sobre equilibrio general, mayormente aún los de corte neoclásico, que partiendo sobretodo de Walras y continuados por Arrow, Debreu y otros muchos, dieron el sustento teórico definitivo al *laissez faire* y a las nociones de eficiencia del mercado que A. Smith había introducido con su metáfora de la “mano invisible”. La obtención de las condiciones de existencia, unicidad y estabilidad del equilibrio general han sido el eje central de estas investigaciones (Gómez, 2002; Shoven y Whalley, 1984).

François Quesnay (1694-1774) fue quién construyó el primer modelo matemático del conjunto de una economía, su *Tableau économique* (Steinberg, 2004; Tarancón, 2003; Schwartz, 2001). Mas el paso decisivo, como O’Ryan et al. (2000) apunta, Leon Walras en su obra *Eléments d’économie pure* (1926) abordó la teoría del equilibrio general de n mercados con productores y consumidores. Su obra de la teoría del equilibrio general busca superar el marco analítico Marshalliano de análisis parcial.

Los modelos de equilibrio general eran inicialmente teóricos y su introducción en el terreno aplicado fue lenta y posterior. Se considera a Johansen (1960) como punto de partida de los MEGC, ya que fue el primero en presentar un sistema de ecuaciones de equilibrio general que se resolvía a través de su linealización. Sus resultados eran válidos para el caso en el que se aplicaba un cambio marginal en una de las variables exógenas de las ecuaciones. Johansen (1960) y Scarf (1967) son considerados los padres de las dos escuelas que trabajan con los MEGC, es decir, la escuela de linealización noruego-australiana y la escuela de niveles norteamericana, que trabaja con sistemas de ecuaciones no lineales, respectivamente.

Para ver una comparación entre las dos escuelas puede consultarse Hertel et al. (1992). Las conclusiones más relevantes de este artículo (Hertel et al., 1992) son que ambas versiones (ecuaciones en niveles o linealizadas) de un modelo de EG no lineal ofrecen un punto de partida válido para obtener soluciones de precisión de un problema de equilibrio no lineal. Cuando no se emplea información actualizada, las

---

representaciones linealizadas son particularmente propensas a errores en las conclusiones sobre bienestar. Por otro lado, las representaciones por niveles ofrecen un punto de partida más lógico para expresar las identidades contables, sin embargo las expresiones de comportamiento son relativamente más fácilmente expresadas en las representaciones linealizadas.

## **6.2- Características de los modelos de equilibrio general computacional**

Los modelos generalmente permiten dibujar los efectos de las relaciones intersectoriales e intertemporales de las políticas agrarias, al tiempo que revelan los efectos en la distribución del ingreso entre los diversos grupos sociales aunque los resultados obtenidos de estudios de EP frente a las aproximaciones multisectoriales suelen resultar bastante diferentes (de Janvry y Sadoulet, 1987).

Las simplificaciones que se hacen en los modelos de naturaleza económica se consideran una herramienta útil y legítima, y es una realidad que la metodología del análisis económico en muchas ocasiones se vale de supuestos irreales conscientemente para lograr obtener conclusiones que ayuden a comprender la realidad, aunque no la describan con la absoluta fidelidad (véase Blaug, 1985).

Los modelos multisectoriales proveen un marco útil para entender y planificar los cambios estructurales, resaltando las interrelaciones e interdependencias entre sectores productivos, mercados, agentes, etc. Así, desde la década de los sesenta los modelos I-O se han empleado como la principal herramienta en el análisis de políticas (véase por ejemplo a Midmore (1993) para prever los impactos regionales de política agraria). Sin embargo, los modelos I-O tienen serias limitaciones, como su incapacidad de incorporar los mecanismos de mercado y los procesos de optimización, sus coeficientes fijos, y la ausencia de variables sociales (O’Ryan et al., 2000).

De acuerdo con Tarancón (2003), las tablas I-O permiten recoger los flujos de bienes y servicios entre los sectores de la economía a nivel desagregado por ramas de actividad. Estos flujos pueden venir expresados en términos de unidades físicas, si bien lo más corriente es la utilización de unidades de valor, a fin de lograr una mayor homogeneización entre ramas productivas y facilitar la obtención de diversos coeficientes y aplicaciones. Típicamente una tabla I-O de un sistema económico se compone de tres matrices de valores: la matriz de compras y ventas intermedias, la matriz de demanda final y la matriz de inputs primarios.

---

Los MEGC, también son modelos multisectoriales pero resuelven algunas de las limitaciones de los modelos input-output, representando de forma más realista la economía de un país al incorporar también los mecanismos de la demanda en la asignación de recursos. Además estos modelos permiten analizar mejor que los modelos I-O, los efectos directos e indirectos de un cambio exógeno de política, identificando a los ganadores y perdedores de las medidas políticas (Gómez, 2005; O’Ryan et al., 2000; Kehoe y Kehoe, 1994; Greenaway et al., 1993; y Demekas et al., 1988).

Por estos motivos, en los últimos años han ganado peso los MEGC, que se definen como un conjunto de ecuaciones numéricas que representan las relaciones económicas y que se calibran (ajustan) de acuerdo con los datos disponibles de la economía a la que se aplica (Valle, 2004). Desde los años ochenta los MEGC se han utilizado ampliamente como un instrumento para el análisis de políticas estrategias comerciales (O’Ryan et al., 2000). Entre los estudios pioneros sobre EGC y sus aplicaciones al comercio internacional, tenemos por mencionar entre otros, los de Shoven y Whalley (1984), De Melo y Robinson (1989) y Bouët et al. (2005).

A pesar de sus limitaciones, los MEGC son ahora una de las principales herramientas de planificación económica, ya que sus ventajas superan a sus limitaciones, de manera que tanto los MEGC como las MCS<sup>10</sup> deberían ser insumos indispensables en la negociación comercial, y en la formulación de políticas públicas que contrarresten los efectos negativos y potencien las oportunidades (Sánchez, 2005). Otro aspecto importante de recalcar es que los resultados obtenidos deben interpretarse en términos de variaciones relativas, cambios de signos, dirección y tamaño de los cambios, y nunca en valores absolutos (Sánchez, 2005).

Shoven y Whalley (1984) definen los MEGC como un paso adelante desde la estructura de equilibrio general Walrasiano, que representa de forma abstracta la economía, hacia modelos más realistas de la misma. Dinwiddy y Teal<sup>11</sup> (1988) subrayan que el equilibrio en un modelo de equilibrio general debe ser tal que las funciones de oferta y de demanda para el mercado de bienes y de factores estén relacionadas con todos los precios del sistema, al tiempo que las relaciones de ingresos y gastos de todos

---

<sup>10</sup> De acuerdo con Kehoe (1996) una MCS es una representación de todas las transacciones que tienen lugar en una economía determinada para un período de tiempo dado. En inglés, Social Accounting Matrix (SAM). Las MCS incorporan relaciones institucionales que no incluían las TIO y son modelos de equilibrio general estáticos. Por ello son frecuentemente la base utilizada para construir un MEGC.

<sup>11</sup> Véase Dinwiddy, C.L. y Teal, F.J. (1988), para el análisis introductorio a un modelo de equilibrio general con dos sectores productivos.

---

los agentes económicos (empresas, hogares y Estado) tienen que estar expresa y claramente modelizadas. Hubbard (1995) explica que en esencia un equilibrio general puede representarse en términos de un exceso de demanda, de la forma siguiente:

$$D_i - S_i = E_i = E_i(p_1, p_2, \dots, p_n);$$

donde  $D_i$ ,  $S_i$ ,  $E_i$  y  $p_i$  son demanda, oferta, exceso de demanda y precio en el mercado  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), de manera que los  $n$  mercados son tratados como endógenos y la solución de equilibrio se alcanza vía un conjunto de precios ( $p^*$ ), mientras todos los mercados se vacían simultáneamente. Para un modelo multi-región que incorpore comercio internacional, el exceso de demanda es modificado para contabilizar las exportaciones ( $X$ ) e importaciones ( $M$ ) en la región  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ), de tal forma que:

$$E_{ij} = (D_{ij} + X_{ij}) - (S_{ij} + M_{ij});$$

En el equilibrio, el modelo verificará:

$$E_{ij} = E_{ij}(p^*_{11}, \dots, p^*_{n1}, p^*_{12}, \dots, p^*_{n2}, \dots, p^*_{1m}, \dots, p^*_{nm}) = 0,$$

para todo  $i$  y todo  $j$ , esto es, todos los mercados quedan vacíos.

Esta representación subraya la interdependencia entre mercados y regiones, y muestra como cambios en el precio en un mercado, tendrá repercusiones en todos los otros mercados. Por este hecho, su capacidad para describir las relaciones de comercio internacional es muy elevada. Este es el principal motivo que me ha llevado a estudiar los efectos de la PAC y de su desaparición con MEGC.

Desde la óptica metodológica empleada, podemos encontrarnos con tres tipos de MEGC (Baldwin y Venables, 1995):

- Modelos de primera generación. Serían aquellos que suponen competencia perfecta en todos los mercados en un marco comparativo estático; siguen los lineamientos de la teoría económica ortodoxa y el modelo de Arrow- Debreu.
- Modelos de segunda generación. Incorporan la idea de economías de escala y competencia imperfecta en un marco comparativo estático.
- Modelos de tercera generación: Introducen aspectos dinámicos de crecimiento mediante cambios en el stock de capital.

Desde el punto de vista de la evolución teórico-ideológica, Sánchez (2005) apunta como existen dos grandes corrientes teóricas en la aplicación de los MEGC:

- Modelos neoclásicos. En los que precios y cantidades se ajustan de manera endógena para determinar un conjunto de precios que vacía el mercado; con



---

mercados de competencia perfecta que asignan los recursos eficientemente, con comportamiento racional y optimizador de los agentes, en los que el ahorro determina la inversión.

- Modelos estructuralistas o postkeynesianos. Incorporan aspectos estructurales como los oligopolios, desempleo, complementariedad de importaciones y en los que la inversión determina el ahorro.

Cualquiera que sea el planteamiento metodológico, los MEGC utilizan normalmente las hipótesis de optimización (para alcanzar el equilibrio general, es decir, para vaciar los mercados y hacer que  $E_i = 0$ ). Para una determinada tecnología de producción, los productores eligen una combinación de inputs tal que reduzcan al mínimo sus costes de producción. Para unas determinadas preferencias, los consumidores buscan el patrón de consumo que maximice su satisfacción.

Estos modelos normalmente asumen como hipótesis una tecnología de rendimientos constantes, preferencias nomotéticas (es decir, una demanda que no depende de la distribución del ingreso) y mercados de competencia perfecta. El cuadro 1 recoge un listado de sus características más usuales.

En general, para su construcción se usan funciones CES, pues permiten la sustitución entre factores productivos e insumos intermedios. Además, se cumple el supuesto de rendimientos constantes a escala y, según la especificación de los parámetros, pueden transformarse en funciones de Cobb-Douglas o Leontief (Sánchez, 2005).

La idea subyacente en la mayoría de las aplicaciones de los MEGC es la modificación de uno o varios parámetros del equilibrio de referencia inicial (*benchmark equilibrium*) para generar un nuevo equilibrio (*counterfactual equilibrium*) y ver en que situación se encontraría la economía bajo la aplicación de determinados *shocks*. En tal caso una vez se formulen las funciones de oferta y demanda para el país y productos involucrados, se procede a resolver el sistema como un equilibrio inobservado. La figura 4 describe el método de análisis con un MEGC.

### **6.3- Argumentos a favor y en contra del uso de los MEGC**

Los modelos de equilibrio del mercado pueden clasificarse en modelos de equilibrio parcial o modelos de equilibrio general, dependiendo de si se modeliza un solo sector de la economía o la economía en su conjunto.

---

Una vez que la economía se ajusta a los cambios de una política o de un *shock*, se alcanza un nuevo equilibrio, valorable en términos de ingresos o de efectos sobre el bienestar social, variaciones en los flujos de comercio y cambios en los rendimientos de los factores productivos.

De acuerdo con Hubbard (1995), los MEGC han sido algo ignorados por parte de los economistas agrarios, particularmente en el Reino Unido, en donde han sido ampliamente ignorados en favor del análisis del EP. Del mismo modo, Hertel (1990) señala la falta de atención en la formación de estudiantes de grado e investigadores sobre los efectos de conjunto en una economía acarreados por los problemas agrícolas e implicaciones económicas.

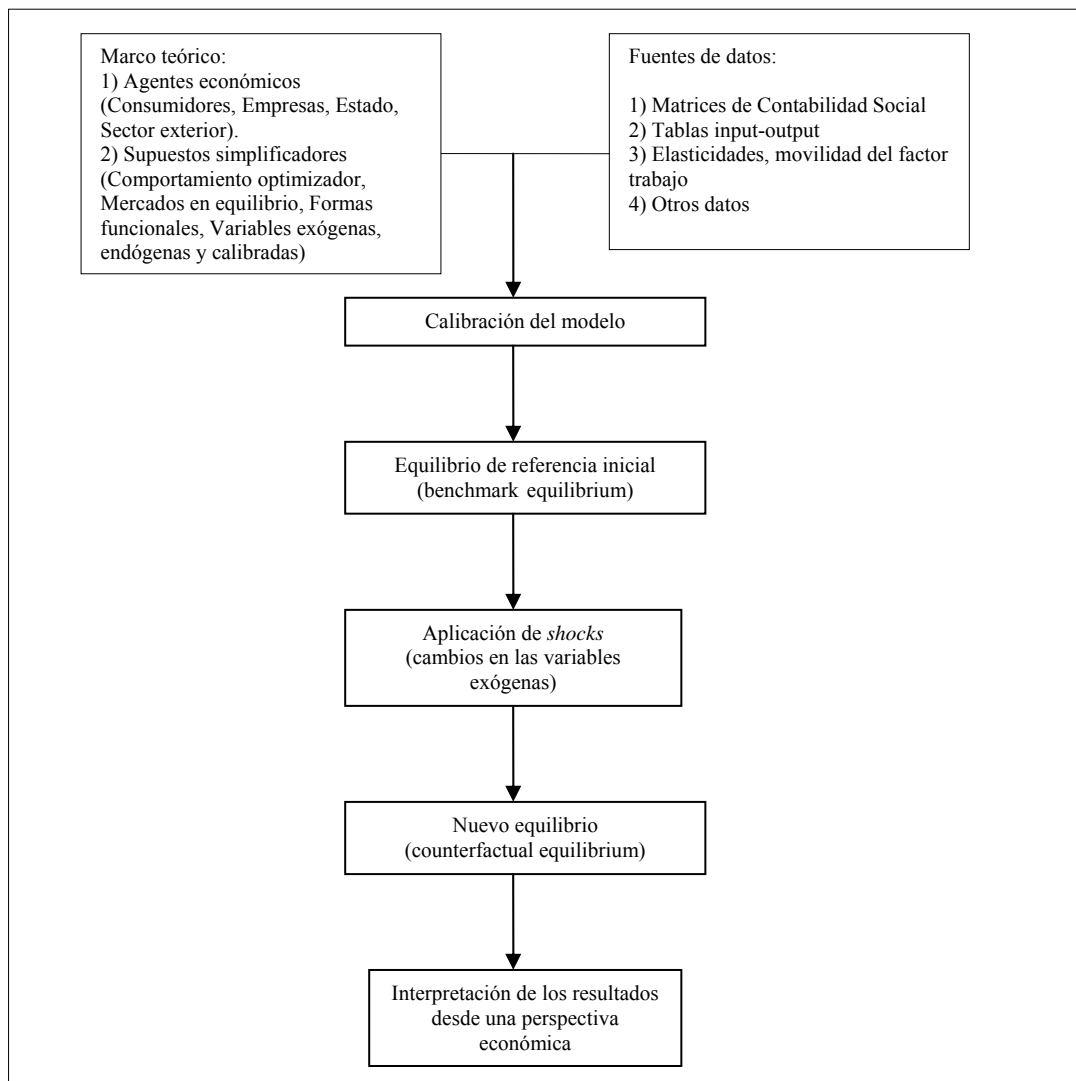
Cuadro 1: Características de los MEGC

- Pueden representar uno o varios países.
- Representa para cada economía regional los vínculos intersectoriales mediante una estructura input-output.
- Las economías regionales están relacionadas a través del comercio bilateral y los flujos de inversión.
- Asumen competencia perfecta en todos los mercados.
- Están formulados en términos reales, reflejando la dicotomía neoclásica entre la esfera monetaria y real (no es posible responder a preguntas monetarias).
- Las funciones de oferta se fundamentan en el comportamiento maximizador de los beneficios por parte de los productores.
- La producción asume rendimientos constantes de escala.
- Cada sector productivo produce bienes homogéneos perfectamente sustitutivos en el mercado doméstico pero imperfectamente sustitutivos respecto de los bienes importados (supuesto de Armington).
- Las funciones de demanda se basan en un proceso de maximización de la utilidad por parte de los consumidores sujeta a su restricción presupuestaria.
- Las demandas de mercado de los bienes dependen de todos los precios, siendo las mismas; continuas, no negativas, homogéneas de grado cero y cumplen la ley de Walras. Para cualquier conjunto de precios, el valor total del gasto del consumidor es igual a su nivel de ingresos. La homogeneidad de grado cero de las funciones de demanda junto con la homogeneidad lineal de los beneficios respecto a los precios implica que sólo los precios relativos son relevantes para estos modelos y que el nivel absoluto de precios no tiene impacto en ningún resultado del equilibrio.
- Incluyen los mercados de factores de tierra, mano de obra y capital.
- El factor trabajo y el capital son móviles, mientras que la tierra se encuentra “atrapada” por el sector agrícola y ganadero.
- La economía se encuentra en una situación de pleno empleo.
- Todos los mercados (factores y bienes) se vacían, dando lugar a un nuevo equilibrio.
- Facilita la evaluación de situaciones de *second best* y de varias alternativas.
- No asumen fallos de mercado.
- En la práctica los métodos de solución y la parametrización restringen las posibilidades en los experimentos.
- No siempre resulta posible testear la conveniencia o no de las formas funcionales adoptadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Sánchez (2005), O’Ryan et al. (2000), Kehoe y Kehoe (1994), Greenaway et al. (1993) y Hertel et al. (1992).

Hasta el momento los MEGC para el sector agrario español han sido poco aplicados en España, quizá en parte, por su complejidad matemática y por ser el sector agrario un campo relativamente poco atractivo para los economistas.

Figura 4: Esquema operativo de un MEGC



Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez (2002, 2005); Cicowicz y Di Gresia, (2004); Greenaway et al. (1993); y Shoven y Whalley (1984).

Podemos afirmar que la mayor parte de los MEGC aplicados en España se han identificado con la simulación de políticas económicas en materia de reformas fiscales (véase por ejemplo a Llop y Manresa, 2001; para la reforma del IRPF en Cataluña) y modelos multisectoriales para CC.AA (e.g. Valle (2004) para la economía balear). Por otro lado existen aplicaciones para países latinoamericanos como el ECOGEM-Chile Model (O’Ryan et al., 2003).

---

Siguiendo a Hubbard (1995) las razones por las que la profesión se ha inclinado a favor de los estudios de EP pueden ser varias. Primero, porque debido a la pérdida de peso relativo de la agricultura en el PIB de los países industrializados y a la consideración del principio *ceteris paribus*, todos los vínculos con los sectores agrícolas pueden ser ignorados, ya que la agricultura de los países desarrollados no representa más de un 5% del PIB y no tiene mucha más participación en el total del comercio, por lo que la aproximación desde una perspectiva de EP no es inapropiada<sup>12</sup>. Segundo, los modelos de EP permiten un mayor grado de detalle. Tercero, la percepción que se tiene sobre los MEGC, dejando de lado las aplicaciones más elementales, es que se trata de modelos demasiado complejos que generan resultados de “caja negra”. Además, con frecuencia requieren de una gran cantidad de datos y un alto requerimiento de medios computacionales. Aunque esto es cierto en buena medida, los últimos avances en computación y la disponibilidad de marcos de modelización estandarizados (como GTAP) facilitan enormemente la labor.

Las ventajas e inconvenientes de los modelos EGC respecto de los de EP para el análisis del comercio internacional agrario pueden verse en los cuadros 2 y 3.

#### Cuadro 2: Ventajas de los MEGC respecto a MEP

- Suponen que los cambios inducidos por las políticas de un sector tienen repercusiones sobre el resto de sectores.
- Representan tanto los sectores productivos agrícolas como no agrícolas de una economía.
- Representan el mercado de factores y la macroeconomía, en su formulación.
- El sustento teórico de los MEGC es muy sólido desde un punto de vista de la teoría económica neoclásica.
- En el análisis *counterfactual* del EP los efectos del apoyo vía precios tanto en el mercado doméstico como internacional son bastante complicados.

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2005), Gómez (2002), Hertel et al. (1992) y Demekas et al. (1988).

#### Cuadro 3: Inconvenientes de los MEGC respecto a MEP

- Los modelos de EP suelen emplearse para modelizar el comercio de productos básicos primarios sin considerar el comercio de productos alimentarios elaborados, que cada vez más representan una parte importante del comercio mundial agroalimentario.
- Los MEGC se construyen con frecuencia a niveles elevados de agregación geográfica y sectorial, de forma que pueden perderse detalles específicos de los países y productos.
- El análisis desde una óptica de estática comparativa no permite vislumbrar los procesos de ajuste y los posibles costes al introducir medidas de política.
- El sustento estadístico que emplea es pobre

---

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2005), Gómez (2002), Hertel et al. (1992) y Demekas et al. (1988).

En el caso de reformas que afectan tanto a los sectores agroalimentario como no agroalimentario, los modelos de EP tienen dificultades para predecir cambios en las pautas de la producción agroalimentaria y comercio. Cuando el shock es específico para un sector, sin embargo, los modelos de EP resultan muy adecuados. En tal caso, el principal beneficio del análisis con EG es su capacidad para representar las interrelaciones entre los sectores agrícolas y no agrícolas en política comercial (Hertel, 1992; Hertel, 1990).

La literatura empírica en un entorno de EP y EGC sobre el impacto de la PAC en el comercio mundial agrícola dista mucho de apuntar idénticos resultados. Las diferencias metodológicas y los datos empleados en cada sector son los responsables de los distintos efectos sobre los precios estimados. De este modo, Demekas et al. (1988) subraya como aquellos modelos que cubren un pequeño grupo de productos y/o no toman en cuenta las interacciones del mercado (caso del EP), tienden a predecir precios más altos en el nuevo equilibrio (*counterfactual equilibrium*) y por lo tanto sobreestiman los efectos del apoyo vía precios de la PAC sobre los mercados mundiales.

## **7- Revisión de investigaciones sobre MEGC y comercio agrícola**

Los modelos de equilibrio general ofrecen una representación más completa de las economías nacionales (FAO, 2005), aunque requieren especificar los mercados de factores relativos a la tierra, la fuerza laboral y el capital, considerando así tanto los movimientos de factores entre sectores como las interacciones de la demanda. Hay modelos de equilibrio general que tienen en cuenta las consecuencias del comercio internacional para la economía en conjunto, abarcando el flujo circular de ingresos y gastos, las interacciones entre las distintas economías nacionales y entre sectores diferentes. En esencia, los modelos de equilibrio general de tipo global (abarcando amplias áreas geográficas) pueden ver como los recursos se mueven entre usos alternativos dentro de un país o región, o incluso entre países o regiones, si los factores de producción tienen movilidad internacional. Son por tanto excelentes instrumentos para analizar los impactos en el comercio internacional.

---

## 7.1- Libre comercio y ganancias en bienestar

Las presiones de los contribuyentes y los productores no agrícolas europeos, junto con las presiones por parte de los países exportadores de alimentos han aumentado la probabilidad para una liberalización del comercio internacional agrícola durante las negociaciones multilaterales de la Ronda Uruguay por parte de los países de la OCDE, cuyos principales beneficiarios serían los consumidores de Europa Occidental y Japón, así como a los agricultores de los países en desarrollo (Tyers y Anderson, 1988). Así, Anderson y Tyers (1993) afirman que no sólo los países exportadores de alimentos sino también muchos países en desarrollo importadores podrían ganar ante una eliminación de la protección agrícola y el cese de aplicación de políticas de precios; del mismo modo, las ganancias en bienestar de los países menos desarrollados serían incluso mayores si estos países también suprimiesen sus políticas que afectan sus mercados de alimentos.

En este contexto, los MEGC tratan de medir el aumento del bienestar social económico producido por las mejoras en eficiencia distributiva provocadas por los posibles cambios. De acuerdo con Francois et al. (2005), la liberalización comercial global ofrece la oportunidad de compensar las pérdidas o ganancias derivadas de los cambios en las relaciones de intercambio de mercancías, con las mejoras de la eficiencia y ganancias en la competitividad. Por tanto, una liberalización y acceso a los mercados a través de las negociaciones de la OMC son una vía importante para obtener ganancias en los países en desarrollo, quizás mejor que cualquier otra aproximación bilateral.

Los resultados obtenidos de las simulaciones en un entorno de EGC referentes a los ingresos o bienestar social obtenidos en los MEGC se expresan utilizando una medida de bienestar económico denominada *Variación Equivalente*<sup>13</sup> (VE). La VE mide el cambio en el ingreso motivado por un cambio de política, es decir, la cifra de ingresos que debería de proporcionarse o detraerse a los hogares de un agregado regional para lograr el mismo bienestar social que con el *shock* considerado.

---

<sup>13</sup> La VE mide el potencial cambio sobre el bienestar de un agregado regional, pero no considera sus efectos redistributivos. Su expresión matemática es:  $VE = [(C_1/C_0) - 1] * 100$ , en donde  $C_1$  es la utilidad en el *counterfactual equilibrium* y  $C_0$  es la utilidad en el *benchmark equilibrium*.

Esto significa, que ex-post, las políticas adoptadas a favor de una liberalización comercial agrícola podrían perjudicar a determinados grupos sociales (e.g. hogares agrícolas con explotaciones poco competitivas el seno de la UE). Debemos de hacer notar, que una VE positiva únicamente refleja el hecho de que aquellos que resultan beneficiados obtienen unos beneficios mayores que las pérdidas que sufren los perjudicados. Económicamente, debido a los cambios en la política los beneficiarios obtendrán los ingresos suficientes que les permitirían compensar las pérdidas de los grupos perjudicados.

---

Hertel et al. (2000) subraya como una reducción del 40% en los aranceles agrícolas, subsidios a la producción y exportación a nivel global provocaría ganancias en bienestar de cerca de 70 millones de \$ por año. Las principales ganancias serían para los países desarrollados, aunque en términos de ganancias respecto del PIB son mayores en las regiones de países en desarrollo como el sur y sudeste de Asia, excepto para la India e Indonesia.

Algunos estudios (Anderson y Martin, 2005 a,b) apuntan como la eliminación de aranceles y los programas de apoyo doméstico supondrían un espaldarazo para el bienestar global de casi 300 billones<sup>14</sup> de \$ al año en 2015. Cerca de dos terceras partes de estas ganancias vendrían de las reformas de políticas comerciales agrícolas, ya que la agricultura está mucho más distorsionada que otros sectores. Estas cifras no son muy grandes, la FAO (2005) considera como los posibles beneficios de bienestar social mundial derivados de la liberalización del comercio son, en conjunto, relativamente modestos referidos al PIB mundial, sin embargo, como señalan Anderson y Martin (2005b), la eliminación de los subsidios a las exportaciones agrícolas son muy importantes para facilitar el acceso a los mercados agrícolas. Así, los altos aranceles sobre los productos agrícolas en relación a los no agrícolas son la principal razón por las que las políticas agroalimentarias contribuyen en un 63% al total de pérdidas de bienestar derivadas de las actuales distorsiones del comercio. Los subsidios a la producción y a la exportación agrícola contribuyen de manera secundaria a tales pérdidas.

El FMI y Banco Mundial (2002) a partir del Modelo de GTAP estiman unas mejoras en el bienestar derivadas de la liberalización del comercio agrícola a nivel mundial de 128.000 millones de \$ de 1997 (30.000 millones de \$ para los países en desarrollo y 98.000 para países desarrollados). Si por el contrario la liberalización comercial agrícola es unilateral y la llevan a cabo los países desarrollados las ganancias en bienestar se situarían en 102.000 millones de \$, de los cuales 93.000 millones de \$ serían ganancias en bienestar para los países desarrollados y 9.000 millones de \$ para los países en desarrollo. De igual forma, una liberalización comercial agrícola unilateral llevada a cabo por los países en desarrollo originaría unas ganancias en bienestar para los mismos de unos 22.000 millones de \$ y para los países desarrollados entorno a 5.000 millones de \$. Estos números nos arrojan la idea de que la liberalización comercial

---

<sup>14</sup> En EE.UU, R.U y Brasil, entre otros países, 1 billón de \$ se corresponden con mil millones de \$. Por el contrario, en España y Latinoamérica, 1 billón de \$ corresponderían a un millón de millones de \$.

---

agrícola acaba por beneficiar en términos de bienestar en mayor medida a aquellos países que toman la iniciativa en liberalizar su comercio, y que en términos estrictamente económicos los países proteccionistas acaban por ser víctimas de sus propias políticas comerciales. La FAO (2005) apunta como entre el 70% y el 85% de los posibles beneficios obtenidos por los países en desarrollo de la liberalización derivan de sus propias reformas de políticas agrícolas.

Otros MEGC estáticos (USDA, 2001), suponiendo una situación de libre comercio agrícola entre los miembros de la OMC (sin consideración de China) y suponiendo que los pagos directos a los agricultores se desvinculan de la producción, estiman ganancias de bienestar a nivel mundial entorno a 31.000 millones de \$ de 1997, de los cuales 28.000 millones serían para los países desarrollados.

En lo que a comercio global se refiere, otras estimaciones con MEGC estáticos, muestran como la liberalización comercial general (sectores agrícolas y no agrícolas) supondría ganancias de bienestar global situadas entre 254 y 291 miles de millones de \$ de 1997 (Banco Mundial, 2003 y Anderson et al., 2001). Posteriormente, el Banco Mundial (2005) revisó su estudio de 2003, empleando la versión 6 de la base de datos de GTAP obteniendo en esta ocasión unas ganancias en bienestar mundial de 263.000 millones de \$ de 2001 (cifra ligeramente inferior a la inicial de 291 mil millones de \$, estimada con la versión 5).

Normalmente, las estimaciones realizadas sobre las ganancias de bienestar realizadas por el Banco Mundial suelen arrojar resultados muy halagüeños; un estudio realizado por Oxfam International (2006) demuestra como tales estimaciones estarían “infladas” debido a la metodología empleada. Así, Taylor y von Arnim (Oxfam Internacional, 2006) señalan como los modelos de EGC presentan debilidades en conceptualizar y medir el bienestar, argumentando que los estudios del Banco Mundial hacen asunciones “poco convincentes” acerca de las elasticidades, el tipo de cambio y la causalidad macroeconómica, de manera que los indicadores macroeconómicos fundamentales no cambian en respuesta a cualquier escenario de liberalización comercial, lo que particularmente si sucede en países en desarrollo, con históricos déficit comerciales que suponen problemas de deuda y una gran actividad económica informal, con alto desempleo en sectores modernos.

En cualquier caso, la FAO (2005) afirma que las mejoras en el bienestar social derivadas de la liberalización total del comercio superan en un tercio o dos tercios a las derivadas de la liberalización agrícola solamente.



---

## **7.2- Cantidades de comercio bilateral, precios mundiales y asignación de factores primarios**

Hertel et al. (2000), con proyecciones para 2005, sostienen como el efecto combinado de una liberalización comercial multilateral de los sectores agrícolas y no agrícolas a nivel global conduciría a incrementos en la balanza comercial agroalimentaria para muchas regiones de países en desarrollo, con las notables excepciones de India, China, Oriente Medio y el Norte de África. Los mercados altamente protegidos de la Europa Occidental y Japón experimentarían el empeoramiento más significativo de sus balanzas comerciales agroalimentarias.

Bouët et al. (2005) subrayan como desde un punto de vista global, la liberalización multilateral del comercio agrícola haría que las cantidades de comercio agrícola comercializadas internacionalmente crecieran alrededor de un 6%; el principal responsable de ello sería la reducción arancelaria, mientras que la supresión de los subsidios a las exportaciones tendría sólo un efecto limitado; en parte debido a que los recientes cambios en la PAC ya han reducido los precios y el nivel de producción doméstica en la UE. Otros estudios, como el de Francois et al. (2005) suponiendo una liberalización general a todos los sectores de la economía y suponiendo rendimientos crecientes de escala, sostienen que el comercio mundial se expandiría en un 11%, mientras que el comercio de la UE disminuiría un 2%. Igualmente, los países en desarrollo verían incrementar sus exportaciones a la UE en un 16% y tal impulso exportador se debería principalmente a las exportaciones agrícolas.

En lo que al nivel de los precios mundiales se refiere, la FAO (2003) considera que el precio de los productos básicos de zonas templadas aumentaría entre un 5% y un 20% dependiendo del nivel inicial de distorsión del mercado y la capacidad de otros productores de ampliar la producción. Del mismo modo parece que los países en desarrollo especializados en exportar productos de origen tropical, como el café y el cacao, obtendrían beneficios relativamente bajos de la liberalización comercial debido a que los obstáculos a la importación en los países de la OCDE ya son bajos y el consumo está saturado (FAO, 2005). El mismo informe señala que la liberalización del comercio agrícola y de otros sectores podría contribuir considerablemente a aumentar los sueldos de los trabajadores no especializados y poco especializados de los países en desarrollo, que se encuentran a menudo entre los más pobres de los pobres.

---

### 7.3- Revisión de investigaciones sobre MEGC y PAC

Los resultados sobre los costes económicos de la PAC obtenidos mediante modelización en un entorno de equilibrio general computable distan de ser iguales, entre otras cosas, por las asunciones realizadas (competencia perfecta o imperfecta, rendimientos constantes o crecientes a escala, etc.).

Hubbard (1995) demuestra como la completa abolición de la PAC, muestra significativas caídas, tanto en la producción como en la exportación de los sectores agrícolas y de transformación en la UE, al tiempo que se incrementa la producción de manufacturas (5%) y de servicios (2%) y sus correspondientes exportaciones (17% y 10%, respectivamente). En otras regiones del mundo, generalmente se produce tanto un aumento en la producción como en las exportaciones de productos agroalimentarios y una caída en el nivel de actividad de las manufacturas y de los servicios. En un contexto global, se produce un proceso de cambio estructural, especialmente en lo que se refiere a los flujos comerciales. Sin embargo, en lo que respecta a los impactos sobre el bienestar, resultado de la eficiencia y de las relaciones de intercambio, los cambios son pequeños, con mejoras del 0,8% para la UE y del 0,4% para el resto del mundo.

Otros estudios (Philippidis y Hubbard, 2001) incorporan por el lado de la demanda competencia imperfecta, caracterizada de manera endógena a través de una preferencia jerárquica del consumidor en base a la región de origen y por el lado de la oferta lo hacen incorporando rendimientos crecientes a escala para caracterizar a los sectores no primarios. Sus resultados muestran como el incremento en la variedad pueden tener un marcado efecto gracias a la PAC en la UE, incrementándose así la utilidad del consumidor, por lo que una eliminación de la PAC supondría una pérdida de bienestar del consumidor comunitario. En términos globales, la heterogeneidad de las preferencias tiene un insignificante impacto en el coste neto de la PAC, el cual se ha cifrado para UE en un 0,19 % del PIB comunitario.

Estimaciones posteriores para determinar los impactos con motivo de la reforma de la Agenda 2000 de la PAC (Philippidis y Hubbard, 2003) muestran como la producción de cereales, oleaginosas y ganado vacuno de carne decaen en la mayor parte de los socios comunitarios, mientras que la producción porcina, aves y de leche se ve aumentada. Igualmente, se aprecia un cambio en el uso de la tierra de labranza, de oleaginosas a cereales y un cambio en el uso de las pasturas, de vacuno de carne a vacuno de leche, al tiempo que el efecto deflacionista sobre el precio de los alimentos causa ligeras caídas en el índice de precios global minorista en todos los estados

---

miembros. En lo que se refiere a las ganancias en términos de bienestar se estiman en 2.082 millones de euros (a precios de 1997) en el año 2008, o dicho de otro modo, un incremento del 0,05% del PIB comunitario.

El impacto sobre el sector agrario de las nuevas adhesiones a la UE ha sido ampliamente estudiado; así, Jensen y Frandsen (2003a) y Jensen y Frandsen (2003b) subrayan como el potencial incremento de la producción agrícola en los diez últimos países incorporados a la UE causará efectos negativos marginales sobre la producción agraria de la UE15. De igual modo, las pérdidas globales de bienestar de la UE15 por las últimas adhesiones son mínimas a pesar de sus contribuciones al presupuesto comunitario, por lo que en términos económicos la ampliación de la UE con sus diez nuevas adhesiones es asequible.

Del mismo modo, el impacto sobre la producción agraria del desacoplamiento de las ayudas ha sido estudiado por varios autores. Algunos estudios (Frandsen et al., 2002), presentan las implicaciones económicas de transformar los pagos acoplados de la UE en pagos nacionalmente homogéneos y completamente desacoplados del uso de la tierra, probando que esto no distorsiona el comercio internacional. En su trabajo plantean la forma en la que el desacoplamiento de las ayudas de la PAC puede ser incorporado en la base de datos de GTAP y como los impactos de esto pueden ser evaluados en un modelo de equilibrio general.

Estudios más recientes (Jensen y Frandsen, 2003b) sostienen como el desacoplamiento de las ayudas tendría un impacto significativo, aunque variaría entre países. Así, la oferta de cereales en los diez últimos países incorporados a la UE será muy pequeña; igualmente el desacoplamiento en el sector ganadero de la UE15 haría disminuir la cabaña de vacuno de carne entre un 7% y un 10% y la reducción de los precios de intervención en el sector lácteo implicaría que las cuotas lácteas en algunos países de la UE15 no serían cubiertas. Del mismo modo, el ingreso rural de la UE se incrementaría entre un 3% y 4% debido a la reforma de 2003.

### **Resumen y conclusiones**

Los modelos multisectoriales proveen un marco útil para entender y planificar los cambios estructurales, resaltando las interrelaciones e interdependencias entre sectores productivos, mercados, agentes, etc. Así, desde la década de los sesenta los modelos I-O se han empleado como la principal herramienta en el análisis de políticas. Sin embargo, los modelos I-O tienen serias limitaciones, como su incapacidad de

---

incorporar los mecanismos de mercado y los procesos de optimización, sus coeficientes fijos, y la ausencia de variables sociales.

Los MEGC, también son modelos multisectoriales pero resuelven algunas de las limitaciones de los modelos input-output, representando de forma más realista la economía de un país al incorporar también los mecanismos de la demanda en la asignación de recursos. Además estos modelos permiten analizar mejor que los modelos I-O, los efectos directos e indirectos de un cambio exógeno de política, identificando a los ganadores y perdedores de las medidas políticas

El origen intelectual de los MEGC son los trabajos sobre equilibrio general, mayormente aún los de corte neoclásico, que partiendo sobretodo de Walras y continuados por Arrow, Debreu y otros muchos, dieron el sustento teórico definitivo al *laissez faire* y a las nociones de eficiencia del mercado que A. Smith había introducido con su metáfora de la “mano invisible”.

Los MEGC usan los conceptos neoclásicos sobre el comportamiento de los distintos agentes económicos, como la maximización de la utilidad y la minimización de costes. Otro aspecto importante de recalcar es que los resultados obtenidos deben interpretarse en términos de variaciones relativas, cambios de signos, dirección y tamaño de los cambios, y nunca en valores absolutos.

La idea subyacente en la mayoría de las aplicaciones de los MEGC es la modificación de uno o varios parámetros del equilibrio de referencia inicial (*benchmark equilibrium*) para generar un nuevo equilibrio (*counterfactual equilibrium*) y ver en que situación se encontraría la economía bajo la aplicación de determinados *shocks*.

En el caso de reformas que afectan tanto a los sectores agroalimentario como no agroalimentario, los modelos de equilibrio parcial (MEP) tienen dificultades para predecir cambios en las pautas de la producción agroalimentaria y comercio, siendo por ello, la consideración de los efectos de segundo orden la principal fortaleza de los MEGC respecto a los MEP.

Los resultados obtenidos de las simulaciones en un entorno de EGC referentes a los ingresos o bienestar social se expresan utilizando una medida de bienestar económico denominada *Variación Equivalente (VE)*, que mide el cambio en el ingreso motivado por un cambio de política.

Podemos afirmar que la mayor parte de los MEGC aplicados en España se han identificado con la simulación de políticas económicas en materia de reformas fiscales y modelos multisectoriales para CC.AA. Hasta el momento los MEGC para el sector

---

agrario español han sido poco aplicados en España, quizá en parte, por su complejidad matemática y por ser el sector agrario un campo relativamente poco atractivo para los economistas.

### **Bibliografía**

- Allanson, P. (1989) Homotheticity and Separability, University of Dundee. Mimeo.
- Anderson, K., Dimaranan, B., Francois, J., Hertel, T., Hoekman, B. y Martin, W. (2001). The cost of rich (and poor) country protection to developing countries. *Journal of African Economies*, **10**(3): 227-257.
- Anderson, K. y Martin, W. (2005a). *Agricultural Trade Reform and the Doha Development Agenda*. Palgrave Macmillan, New York.
- Anderson, K. y Martin, W. (2005b). Agricultural Trade Reform and the Doha Development Agenda. *World Economy* **28**(9): 1301-1327.
- Anderson, K. y Tyers, R. (1993). More on welfare gains to developing countries from liberalizing world food trade. *Journal of Agricultural Economics* 44(2): 189-204.
- Armington, P. (1969). A theory of demand for products distinguished by place of production. *IMF Staff Paper* **16**.
- Asensio, M.J. (1997). Especialización y determinantes del comercio exterior español en los cincuenta. *Cuadernos Aragoneses de Economía* **2**(7): 485-501.
- Baldwin, R. E. y Venables, A. J. (1995). *Regional Economic Integration*. En: Handbook of International Economics (ed. por G. M. Grossman y K. Rogoff). North-Holland, Amsterdam.
- Banco Mundial. (2003). *Global Economic Prospects 2004: realizing the development promise of the Doha Agenda*. Banco Mundial, Washington, DC.
- Banco Mundial. (2005). *Global Economic Prospects 2005: trade, regionalism, and development*. Banco Mundial, Washington, DC.
- Blaug, M. (1985). *La metodología de la economía*. Alianza Universidad, Madrid.
- Bonete, R. y Bataller, F. (2005). Apéndice. *La UE y la OMC: la multilateralización de las políticas comerciales*. En: Economía de la Unión Europea. 5º ed. Eds. Thomson Civitas.
- Bouët, A., Bureau, J.C., Decreux, Y. y Jean, S. (2005). Multilateral Agricultural Trade Liberalisation: The Contrasting Fortunes of Developing Countries in the Doha Round. *World Economy* **28**(9): 1329-1354.

- 
- Chambers, R.G. (1988). *Applied Production Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chiang, A.C. (1987). *Métodos fundamentales de economía matemática* (3° ed.). McGraw Hill, Santiago de Chile.
- Cicowiez, M. y Di Gresia, L. (2004). Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología. *Trabajo Docente n° 7*. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de La Plata.
- De Janvry, A. y Sadoulet, E. (1987). Agricultural Price Policy in General Equilibrium Models: Results and Comparisons. *American Journal of Agricultural Economics* **69**(2): 230-246.
- Demekas, D.G., Bartholdy, K., Gupta, S., Lipschitz, L., y Mayer, T. (1988). The Effects of the Common Agricultural Policy of the European Community: A Survey of the Literature. *Journal of Common Markets Studies* **27**(2): 113-145.
- De Melo, J. y Robinson, S. (1989). Product differentiation and the treatment of foreign trade in computable general equilibrium models of small economies. *Journal of International Economics* **27**: 47-67.
- Dinwiddie, C.L. y Teal, F.J. (1988). *The two-sector general equilibrium model: a new approach*. St. Martin's Press, New York.
- Dixon, P.B., Parmenter, B.R., Powell, A.A. y Wilcoxon, P.J. (1992). *The Johansen Approach*. En: Notes and Problems in Applied General Equilibrium Economics. North Holland, Amsterdam.
- FAO. (2003). *World agriculture: towards 2015/2030. An FAO perspective*. <http://www.fao.org/>.
- FAO. (2005). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*. Colección FAO: Agricultura n° 36, Roma.
- FMI y Banco Mundial. (2002). Market access for developing countries exports- selected issues. Banco Mundial, Washington, DC.
- Francois, J.F., McQueen, M. y Wignaraja, G. (2005). European Union-Developing Country FTAs: Overview and Analysis. *World Development* **33**(10): 1545-1565.
- Francois, J.F., van Meijl, H. y van Tongeren, F.W. (2005). Trade liberalization in the Doha Development Round. *Economic Policy*, **20**(42): 349-391.
- Frandsen, S.E., Gersfelt, B. y Jensen, H.G. (2002). Decoupling Support in Agriculture. Impacts of redesigning European Agricultural Support. *Fifth Annual Conference on Global Economic Analysis*. Taipei, June 5-7.

- 
- Gómez, A. (2002). Simulación de políticas económicas: los modelos de equilibrio general aplicado. *Papeles de trabajo del Instituto de Estudios Fiscales*. Serie economía nº 35: 1-28.
- Gómez, A. (2005). Simulación de Políticas Económicas: los Modelos de Equilibrio General Aplicado. *Cuadernos económicos de ICE* **69**: 197-218.
- Green, H.A.J. (1971). *Consumer Theory*. MacMillan, Londres.
- Greenaway, D., Leybourne, S.J., Reed, G.V. and Whalley, J. (1993). *Applied General Equilibrium Modelling: Applications, Limitations and Future Development*. HMSO Report, London.
- Harrison, J. and Pearson, K. (1994) *GEMPACK User Documents*. Release 5.1, KPSOFT and IMPACT Project, Monash University.
- Hertel, T.W. (1990). General Equilibrium Analysis of U.S. Agriculture: What Does It Contribute?. *The Journal of Agricultural Economics Research* **42**(3): 3-9.
- Hertel, T.W. (1992). Partial vs General Equilibrium Analysis of Trade Policy Reform. *Journal Agricultural Economics Research* **44**: 3-15.
- Hertel, T.W., Anderson, K., Francois, J.F. y Martin, W. 2000. Agriculture and Non-Agricultural Liberalisation in the Millennium Round. *Policy Discussion Paper No. 0016*. Centre for International Economic Studies, University of Adelaide.
- Hertel, T.W., Horridge, J.M., y Pearson, K.R. (1992). Mending the family tree. A reconciliation of the linearization and levels schools of AGE modelling. *Economic Modelling*. Oct 92: 385-401.
- Hubbard, L.J. (1995). General Equilibrium Analysis of the CAP using the GTAP Model. *Oxford Agrarian Studies* **23**(2): 163-176.
- Jensen, H.G. y S.E. Frandsen. (2003a). Implications of EU Accession of Ten New Members. The Copenhagen Agreement. *6th Annual Conference on Global Economic Analysis*. The Hague, June 12-14.
- Jensen, H.G. y S.E. Frandsen. (2003b). Impacts of the Eastern European Accession and the 2003-reform of the CAP. Consequences for Individual Member Countries. *Working Paper 11/03*. Danish Research Institute of Food Economics.
- Johansen, L. (1960). *A multi-sectorial study of Economic Growth*. North-Holland, Amsterdam.
- Kehoe, P.J. y Kehoe, T.J. (1994). A primer on static applied general equilibrium models. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* **18**(1): 1-16.

- 
- Kehoe, T. J. (1996). Social Accounting Matrices and Applied General Equilibrium Models. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Working Paper 563*.
- Llop, M. y Manresa, A. (2001). Un análisis de equilibrio general de la reforma del IRPF sobre la economía catalana. *IV Encuentro de Economía Aplicada*. Reus 7-8-9 de junio. <http://www.revecap.com/>.
- MAPA (2005). *Hechos y cifras sobre agricultura. Comercio exterior*. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. <http://www.mapa.es/>.
- Midmore, P. (1993). Input-output forecasting of regional agricultural policy impacts. *Journal of Agricultural Economics* **44**(2): 284-300.
- O’Ryan, R. de Miguel, C. y Millar, S. (2000). Ensayo sobre Equilibrio General Computable: teoría y aplicaciones. *Documento de trabajo*, Universidad de Chile.
- O’Ryan, R. de Miguel, C. y Millar, S. (2003). The ECOGEM-Chile Model: A CGE Model for Environmental and Trade Policy Analysis. *Working Papers Central Bank of Chile 247*, Central Bank of Chile.
- Oxfam International. (2006). *Modelling the Impact of Trade Liberalisation. A Critique of Computable General Equilibrium Models*. Oxfam International Research Report.
- Ozanne, A. (1992) *Peverse Supply Response in Agriculture*. Avebury Publishing, Aldershot.
- Philippidis, G and Hubbard, L.J. (2001). The economic cost of the CAP revisited. *Agricultural Economics* **25**: 375-385.
- Philippidis, G. and Hubbard, L.J. (2003). Agenda 2000 Reform of the CAP and its Impacts on Member States: A note. *Journal of Agricultural Economics* **54**(3): 479-486.
- Pinilla, V. (2001). El comercio exterior en el desarrollo agrario de la España contemporánea: un balance. *Historia Agraria* **23**: 13-37.
- Sánchez, M.A. (2005). Modelos de Equilibrio General Aplicado: Un enfoque microeconómico para hogares rurales. *Reflexiones Económicas*: 1-30.
- Scarf, H. (1967). The approximation of fixed points of a continuous mapping. *SIAM Journal of Applied Mathematics* **15**: 1328-1343.
- Schwartz, P. (2001). El comercio internacional en la historia del pensamiento económico. *Documento de Trabajo 2001-3 IUDEM*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Schweissshelm, E. (2003). Democracia, transparencia y progresos en la lucha contra la pobreza y en el desarrollo sustentable. Reivindicaciones de los Global Unions para



- 
- la 5ta. Conferencia de Ministros de la OMC. *Documento de trabajo del Friedrich Ebert Stiftung*. Division for Internacional Cooperation and Global trade. Bonn.
- Serrano Sanz, J.M. (1997). Sector exterior y desarrollo en la economía española contemporánea. *Papeles de Economía Española* **73**: 310-335.
- Shoven, J.B. y Whalley, J. (1984). Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey. *Journal of Economic Literature* **22**: 1007-1051.
- Steinberg, F. (2004). *La nueva teoría del comercio internacional y la política comercial estratégica*. [www.eumed.net/cursecon/libreria/](http://www.eumed.net/cursecon/libreria/).
- Tarancón, M.A. (2003). *Técnicas de Análisis Económico Input-Output*. Editorial Club Universitario, Alicante.
- Tyers, R. and Anderson, K. (1988). Liberalising OECD agricultural policies in the Uruguay Round: effects on trade and welfare. *Journal of Agricultural Economics* **39**: 197-216.
- USDA. (2001). *The road ahead: agricultural policy reform in the WTO, summary report*. Informe nº 797. Economic Research Service, US Department of Agriculture, Washington DC.
- Valle, E. (2004). *Modelos multisectoriales aplicados a la economía balear*. Tesis doctoral. Departament d'Economia Aplicada. Universitat de les Illes Balears.