

**Documento de Trabajo  
No. 107**



## **MODEXC**

**Modelo de Análisis  
de Excedentes  
Económicos**

QA  
276  
.R5  
C.3



**Centro Internacional de Agricultura Tropical**

MODELO DE ANALISIS DE EXCEDENTES ECONOMICOS

( M O D E X C )

Libardo Rivas R., James García, Carlos Seré.  
Lovell S. Jarvis y Luis R. Sanint\*

Abril 1992



12001  
2 ASR. 1993

15985

- 
- \* L. Rivas: MSc, Investigador Asociado, CIAT, Programa Pastos Tropicales-Economía, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.  
J. García: MSc, Investigador Asociado, CIAT, Unidad de Servicio de Datos.  
C. Seré: Dr. Agr., Ex-economista Principal, CIAT, Programa Pastos Tropicales. Actualmente Consultor Internacional.  
L.S. Jarvis: PhD, Profesor Asociado, Universidad de California, Davis, California, USA.  
L.R. Sanint: PhD, Economista Principal, CIAT, Programa de Arroz.

# CONTENIDO

	<u>Página</u>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>2. MODELO TEORICO Y MODELO MATEMATICO</b> .....	2
2.1 Modelo Teórico .....	3
2.2 El Modelo Matemático .....	8
2.3 Funciones de Oferta .....	8
2.4 Desplazamiento de las Funciones de Oferta .....	10
2.5 Función Logística .....	11
2.6 Funciones de Demanda .....	11
2.7 Factores Diferentes al Cambio Tecnológico Analizado que Alteran el Equilibrio del Mercado .....	12
2.7.1 Desplazamiento de la demanda .....	12
2.7.2 Desplazamiento de la oferta .....	14
<b>3. USO DE MODEXC</b> .....	16
3.1 Opciones del Menú Principal .....	16
3.1.1 Parametr .....	16
3.1.2 Logistic .....	18
3.1.3 N-Period .....	19
3.1.4 Fracción .....	19
3.1.5 Solución .....	20
3.1.6 Excedent .....	20
3.1.6.1 Economía .....	21
3.1.6.2 Cálculo .....	22
3.1.6.3 Inversión .....	22
3.1.6.4 Tasa interna de retorno (TIR) .....	23
3.1.6.5 1Print-Exced .....	24
3.1.6.6 2Print-Tasa .....	31
3.1.6.7 Grafica .....	31
3.1.7 Cambios .....	36
3.1.8 Quit .....	36

4.	OTROS USOS DE MODEXC .....	37
5.	ANEXOS .....	38
1	AJUSTE DE LA FUNCION LOGISTICA .....	39
A1.1	Ajuste .....	39
A1.2	Corrección del factor K cuando existe desplazamiento autónomo de la oferta .....	40
2	USO DE MODEXC POR TRAMOS O SEGMENTOS .....	46
A2.1	Corrida del Primer Tramo .....	53
A2.2	Corrida del Segundo Tramo .....	54
A2.3	Corrida del Tercer Tramo .....	58
A2.4	Archivo Consolidado .....	59
3	PRECAUCIONES Y TIEMPO DE EJECUCION AL CORRER MODEXC .....	70
A3.1	Precauciones que se Deben Tener al Correr MODEXC .....	70
A3.2	Tiempo de Ejecución según Número de Períodos de Evaluación y Equipo Utilizado .....	71
6.	REFERENCIAS .....	72

## 1. INTRODUCCION

La investigación científica es una actividad crítica en la búsqueda de tecnologías que permitan incrementar producción y productividad y de esta forma hacer disponible para la sociedad, mayores cantidades de bienes a menores precios, lo cual es particularmente importante para los grupos de población de menores ingresos. Cuando se trata de alimentos, ésto es muy relevante, dado que los grupos más pobres de la población gastan una proporción muy alta de su ingreso en estos productos.

En el esfuerzo de generación de tecnologías, se emplea en una alta proporción fondos públicos, los cuales tienen un alto costo de oportunidad, especialmente en los países en desarrollo. Lo anterior debido a que los fondos públicos resultan ser muy escasos, dadas las numerosas y crecientes necesidades de la población: educación, salud, electrificación, infraestructura vial, etc.

Por lo tanto, en el diseño y planificación de la investigación es preciso un riguroso proceso de priorización, para asegurar que los fondos invertidos se empleen en las alternativas más convenientes para la sociedad en su conjunto.

Para evaluar el potencial de las nuevas tecnologías y fijar prioridades existen varios criterios alternativos no excluyentes: magnitud de los beneficios en relación con las inversiones necesarias, distribución de los mismos entre productores y consumidores (grandes y pequeños, ricos y pobres), externalidades de la tecnología en relación con su impacto sobre el medio ambiente y los recursos naturales y sobre otras actividades económicas. Por lo tanto, la evaluación del impacto socioeconómico de las nuevas tecnologías es un concepto muy amplio que va más allá del simple efecto directo sobre producción y precios.

El modelo de excedentes económicos (MODEXC), es una herramienta útil para estimar algunos indicadores para priorizar tecnologías (análisis ex-ante) y para evaluarlas una vez se han adoptado y difundido (análisis ex-post).

MODEXC estima los beneficios sociales de la nueva tecnología a través del tiempo y su distribución entre productores y consumidores. Igualmente permite estimar indicadores de la rentabilidad social de las inversiones en investigación y desarrollo de las tecnologías tales como valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio/costo (B/C), en dos escenarios alternativos: economía abierta y economía cerrada.

Se decidió implementar el modelo en LOTUS 123 porque es una herramienta de cálculo disponible o de fácil acceso para numerosos investigadores de la región. La velocidad de procesamiento de la información dependerá del equipo (HARDWARE) utilizado y de la versión de LOTUS empleada. Diferentes tiempos de proceso, según equipo y versión de LOTUS, aparecen en el Anexo 3. Algunas precauciones que deben observarse para el manejo correcto del programa también aparecen en el Anexo 3.

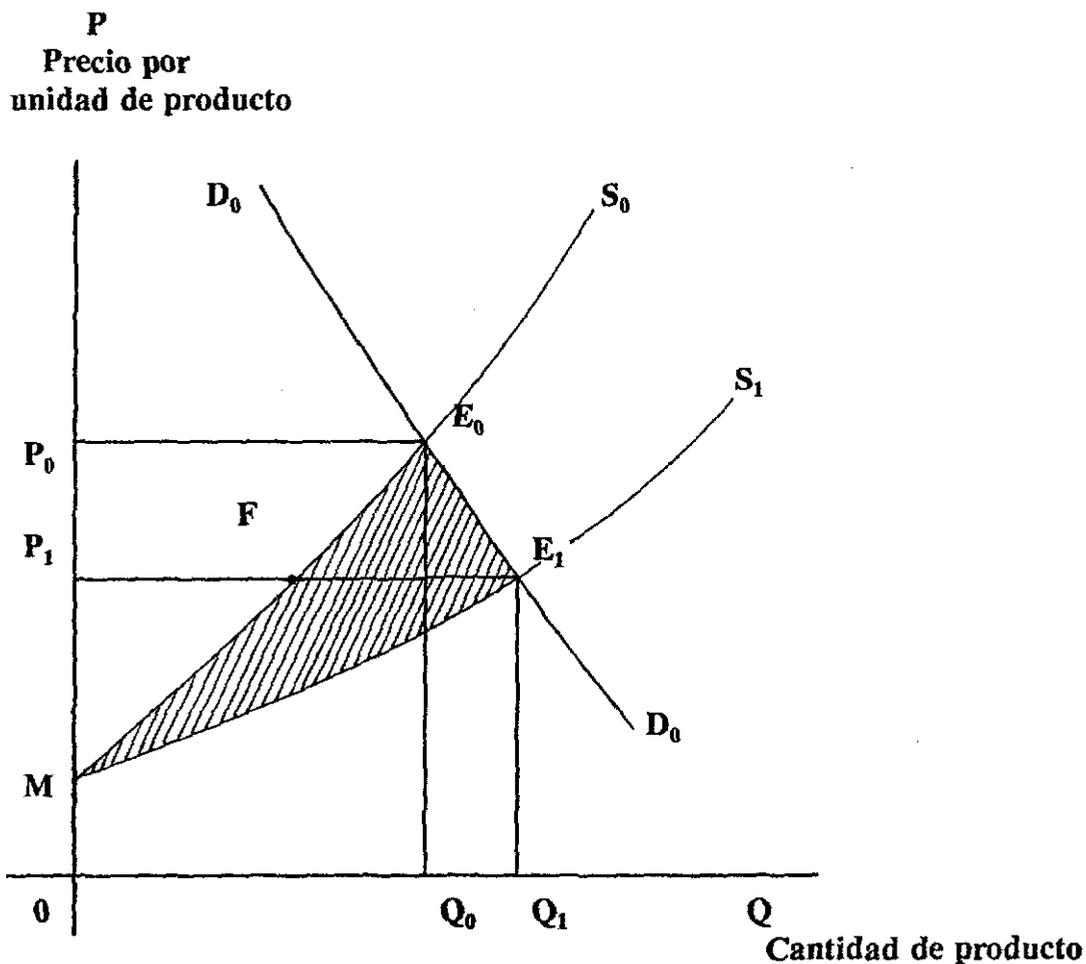
MODEXC está disponible para ser utilizado en las versiones 1, 2 y 3 de LOTUS. Se denomina MODEXC2.WK1 para versiones 1 y 2 de LOTUS y MODEXC3.WK3 para versiones 3 de LOTUS.

## **2. MODELO TEORICO Y MODELO MATEMATICO**

MODEXC es un modelo que permite calcular y analizar los beneficios derivados de un cambio tecnológico, medidos éstos como los excedentes económicos de productores y consumidores. Adicionalmente, el modelo estima indicadores de la rentabilidad social de las inversiones en investigación, ya que introduciendo al modelo los flujos anuales de las inversiones en investigación y desarrollo, es posible elaborar cálculos de valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y de relación beneficio/costo (B/C).

## 2.1 Modelo Teórico

El modelo está basado en la teoría Marshalliana de excedentes económicos. Estos se originan en los desplazamientos a través del tiempo de las curvas de oferta y demanda. En la **Figura 1** el desplazamiento de la curva original de oferta ( $S_0$ ) hacia la derecha ( $S_1$ ) genera excedentes económicos a productores y consumidores. Tal desplazamiento puede originarse en cambios en la tecnología de producción.



**FIGURA 1.**

Considerando que la función de demanda permanece constante, el equilibrio original de mercado  $E_0 (P_0, Q_0)$  se traslada por efecto del cambio tecnológico a  $E_1 (P_1, Q_1)$ .

Los consumidores ganan porque consumen una cantidad mayor ( $Q_1$ ) a un precio menor ( $P_1$ ). Esa ganancia está representada por el área  $P_0P_1E_0E_1$ . Los productores debido a la nueva tecnología son afectados de dos formas:

- 1) Reducción de sus costos marginales de producción (según la teoría la curva de oferta es la curva de costos marginales a partir del valor mínimo de la curva de costos variables promedios), y
- 2) Disminución del precio de mercado (reducción de  $P_0$  a  $P_1$ ).

Las ganancias de los productores debidas a reducción de costos están representadas por el área  $MFE_1$ . Las pérdidas por reducción de precios, por el área  $P_0E_0FP_1$ . Por tanto, los excedentes netos de los productores (ENP) se definen como  $MFE_1 - P_0E_0FP_1$ .

$$\text{Si: } MFE_1 > P_0E_0FP_1 \implies ENP > 0$$

$$\text{Si: } MFE_1 < P_0E_0FP_1 \implies ENP < 0$$

El excedente neto social está representado por el área  $ME_0E_1$ .

El nivel y distribución de los excedentes entre productores y consumidores está determinado en gran medida por la naturaleza del desplazamiento de las curvas de oferta y demanda, de sus elasticidades precio y del precio mínimo de oferta (véase Alston et al., 1988).

El valor absoluto de la elasticidad precio de la demanda, es fundamental para determinar si los productores obtienen un excedente positivo en un proceso de cambio tecnológico. Si el valor absoluto de la elasticidad precio de la demanda que enfrentan los productores es muy reducido, quiere decir que para colocar en el mercado las cantidades adicionales de producción derivadas del cambio tecnológico, el precio de mercado debe reducirse mucho y esto aumenta la probabilidad de que  $P_0E_0FP_1$  sea mayor que  $MFE_1$ , es decir, que el efecto de las reducciones en precios sea mayor que el efecto de las reducciones en costos (aumento en productividad).

El hecho de que la economía sea cerrada o abierta (sin o con comercio internacional) tiene un efecto directo sobre los excedentes de productores y consumidores, dado que la apertura de la economía en una situación de precios domésticos por debajo del precio internacional, hace que los primeros tiendan a igualarse con los segundos, lo cual frena la baja de los precios primeros, reduciendo los excedentes de consumidores e incrementando los de los productores.

El modelo empleado asume condiciones de mercado libre, vale decir, no existen distorsiones de política como subsidios, cuotas de producción o de comercio, tarifas, etc. Es preciso reconocer que muchos mercados, particularmente los de productos agrícolas, están afectados por distorsiones de políticas, lo cual tiene implicaciones sobre el nivel y distribución de los beneficios derivados de un cambio tecnológico (véase Alston et al., 1988).

A diferencia de otros modelos, MODEXC considera explícitamente los desplazamientos de la demanda debidos a diferentes factores como crecimiento de la población y el ingreso. Estos desplazamientos de la demanda se introducen en el modelo a través de la tasa de crecimiento neto anual de la demanda que se puede calcular como:

$$\dot{\Omega} = \dot{P} + N\dot{y} - E\dot{P}R \pm S\dot{P}C_r$$

siendo:

$\dot{\Omega}$	=	tasa anual de crecimiento de la demanda
$\dot{P}$	=	tasa anual de crecimiento de la población
$N$	=	elasticidad ingreso de la demanda
$\dot{y}$	=	tasa anual de crecimiento del ingreso real
$E$	=	elasticidad precio de la demanda
$\dot{P}R$	=	tasa de crecimiento anual del precio real
$S$	=	elasticidad de sustitución o de complementaridad
$\dot{P}C$	=	tasa de crecimiento anual del precio real de bienes sustitutos o complementarios

Como se trata de una situación de equilibrio parcial  $\dot{P}C$  es igual a cero y  $\dot{P}R$  está considerado explicitante en la función de demanda, la tasa neta de crecimiento de la demanda se reduce a:  $\dot{\Omega} = \dot{P} + N\dot{y}$ . El considerar explícitamente el crecimiento de la demanda es muy importante en el análisis de largo plazo dado que tiene una clara incidencia sobre el nivel de los excedentes económicos.

Cuando se consideran situaciones de economía abierta, el modelo trabaja con el supuesto de país pequeño, en relación al mercado internacional, es decir, que los excedentes que se comercializan en el exterior no afectan el precio internacional por lo cual la demanda externa que enfrenta el país es infinitamente elástica ( $\epsilon = \infty$ ). Se trata de un modelo de equilibrio parcial, que asume que no hay otros ajustes en la economía, especialmente en los precios de los sustitutos y que los ajustes son instantáneos.

El factor de expansión de la oferta (K) puede ser interpretado como una reducción de los costos absolutos, para cada nivel de producción, o como un aumento de producción para cada nivel de precio.

En la **Figura 2**, con la antigua tecnología, al nivel de producción  $Q_0$ , la última unidad se produce al costo AB, la nueva tecnología reduce el costo de la última unidad a AC, la reducción absoluta del costo es BC. En este caso K desplaza verticalmente la función de oferta, determinando explícitamente una reducción de costos e implícitamente un incremento de producción. En un modelo de excedentes económicos desarrollado por Davis et al. (1987), K representa el efecto directo sobre la oferta, de la reducción de costos originada por el uso de la nueva tecnología.

El factor K puede actuar desplazando horizontalmente la función de oferta a un precio dado ( $P_0$ ). Con la nueva tecnología se generan mayores niveles de producción, a ese precio con la antigua tecnología se produce  $Q_0$ , mientras con la nueva tecnología se produce  $Q_1$  unidades (**Figura 3**).

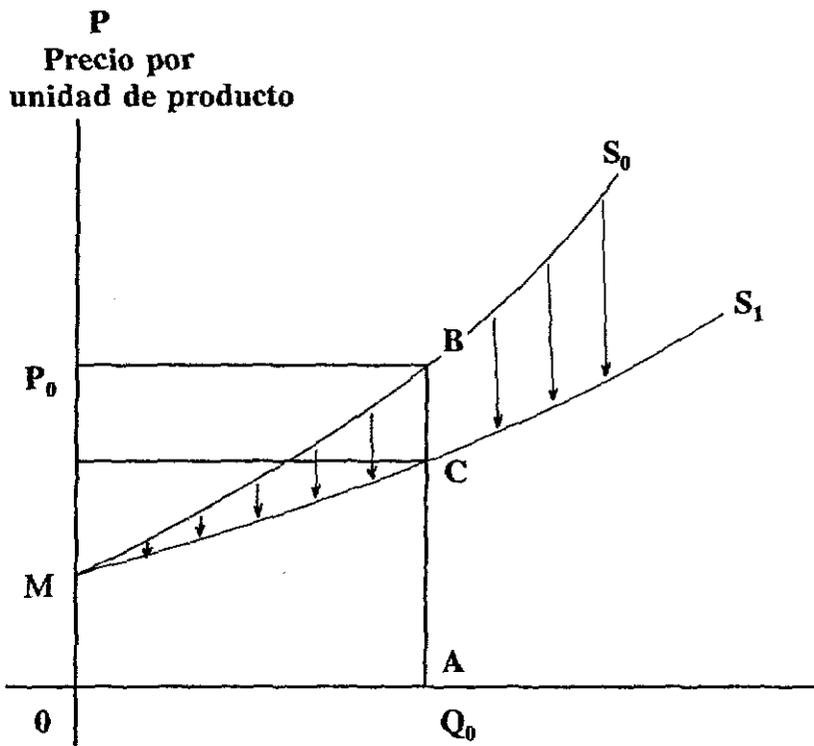


FIGURA 2.

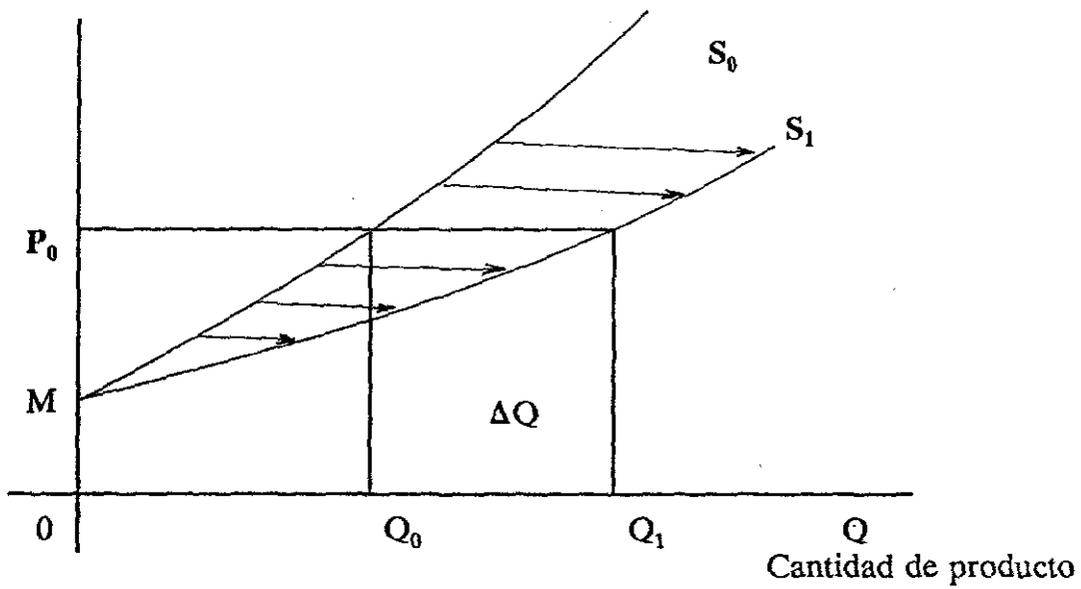


FIGURA 3.

En MODEXC, K actúa desplazando la función de oferta horizontalmente, es decir, representa un aumento explícito en producción y una reducción implícita en costos.

K se estima como:

$$K = \frac{Q_0 + (Q_1 - Q_0)}{Q_0} = \frac{Q_0 + \Delta Q}{Q_0}$$

Siendo  $\Delta K$  el aumento de producción que al precio  $P_0$  se obtiene con la nueva tecnología.

## 2.2 El Modelo Matemático

El modelo matemático utilizado, se basa en el esquema planteado por Pachico et al. (1987), cuyas funciones de oferta y demanda son no-lineales de elasticidad constante<sup>1/</sup>.

## 2.3 Funciones de Oferta

Se asume que las curvas de oferta corresponden a la siguiente forma funcional:

$$S_0 = C (P-M)^d \quad (1)$$

donde:

- $S_0$  = oferta antes de producirse el cambio tecnológico
- $C, D$  = constantes
- $P$  = precio del producto
- $M$  = precio mínimo a partir del cual los productores están dispuestos a ofrecer en el mercado

---

1/ Otros tipos de modelos pueden verse en: Norton y Davis (1981), Seré y Jarvis (1988), Lindner y Jarret (1978), Miller et al. (1988).

Para plantear matemáticamente la curva de oferta inicial se requiere conocer a priori:

- 1) El punto de equilibrio del mercado antes del cambio tecnológico  $E_0$ , en términos de cantidad y precio de equilibrio ( $Q_0, P_0$ )
- 2) El valor de la elasticidad precio de la oferta ( $\epsilon_p$ )
- 3) Precio mínimo de oferta ( $M$ )

El precio mínimo de oferta, es el precio a partir del cual se comienza a generar producción. Puede considerarse como aquel precio que cubre los costos variables de producción. Es de esperar que los productores pequeños requieran de un precio mínimo menor que los grandes para comenzar a ofertar.

Una vez definidos los numerales 1 a 3 se calculan las constantes  $C$  y  $d$  de la ecuación (1) en la siguiente forma:

$$d = \frac{\epsilon_p (P_0 - M)}{P_0} \quad (2)$$

$$C = \frac{Q_0^{1/}}{(P_0 - M)^d} \quad (3)$$

donde:

$\epsilon_p$  = elasticidad precio de la oferta

---

1/ Para mayor información véase Pachico et al. (1987)

## 2.4 Desplazamiento de las Funciones de Oferta

Se asume que la curva de oferta una vez iniciado el cambio tecnológico, se desplaza gradualmente a través del tiempo. En la literatura corriente<sup>1/</sup> el factor de desplazamiento de la oferta debido al cambio tecnológico es conocido como K, el cual es variable en el tiempo. Ese desplazamiento puede ser de diversa naturaleza: paralelo, pivotal, divergente, convergente, etc.

Pachico et al. (1987) definen tres tipos de desplazamiento de la oferta según la posición que tome K dentro de la función original.

- Desplazamiento Pivotal:  $S_1 = CK (P-M)^d$  (4)

- Desplazamiento Divergente:  $S_1 = C (KP-M)^d$  (5)

- Desplazamiento Convergente:  $S_1 = C (P-M/K)^d$  (6)

La forma general de la oferta desplazada es:

$$S_1 = CK_1 (K_2P-M/K_3)^d \quad (7)$$

Definiéndose  $K_i$  como ( $i=1... 3$ ):

$K_1$  cuando el desplazamiento es pivotal

$K_2$  cuando el desplazamiento es divergente, y

$K_3$  cuando el desplazamiento es convergente

---

<sup>1/</sup> Norton y Davis (1981) han elaborado una muy buena revisión de literatura sobre el tema.

Si  $K_1$  toma un valor  $>1$  los  $K$  restantes toman valores de 1. No se pueden usar combinaciones de los diferentes  $K$ . Una vez seleccionado uno de ellos (que toma valor  $>1$ ), los restantes  $K$  permanecen fijos, tomando el valor de uno (1). Por ejemplo, si:

$$K_3 = 1.5 \implies K_1=1 \text{ y } K_2=1$$

## 2.5 Función Logística

Dado que el proceso de cambio tecnológico es gradual y de diversa magnitud a través del tiempo, se emplea una función logística para simular este proceso. La función logística reproduce bien la adopción, la cual se caracteriza por ser lenta en sus etapas iniciales, luego de que la tecnología se va adoptando y se conoce más su comportamiento y rentabilidad se acelera la adopción, para finalmente, en las etapas avanzadas del proceso, disminuir su ritmo y finalmente estabilizarse.

El modelo asume que el factor de desplazamiento de la oferta  $K$  obedece a un patrón de tipo logístico.

Para estimar las funciones de oferta en condiciones de cambio tecnológico, se precisa conocer a priori, el valor máximo que tomará  $K$ , una vez finalice el proceso de adopción.

## 2.6 Funciones de Demanda

La demanda original se establece como:

$$D_0 = BP^{Np} \quad (8)$$

donde:

$B$  es una constante. El valor de  $B$  se calcula como:

$$B = \frac{Q_0}{(P_0)^{N_p}} \quad (9)$$

Para determinar la función de demanda original se requiere conocer:

- 1) El equilibrio inicial ( $P_0, Q_0$ )
- 2) El valor de la elasticidad precio de la demanda ( $N_p$ )

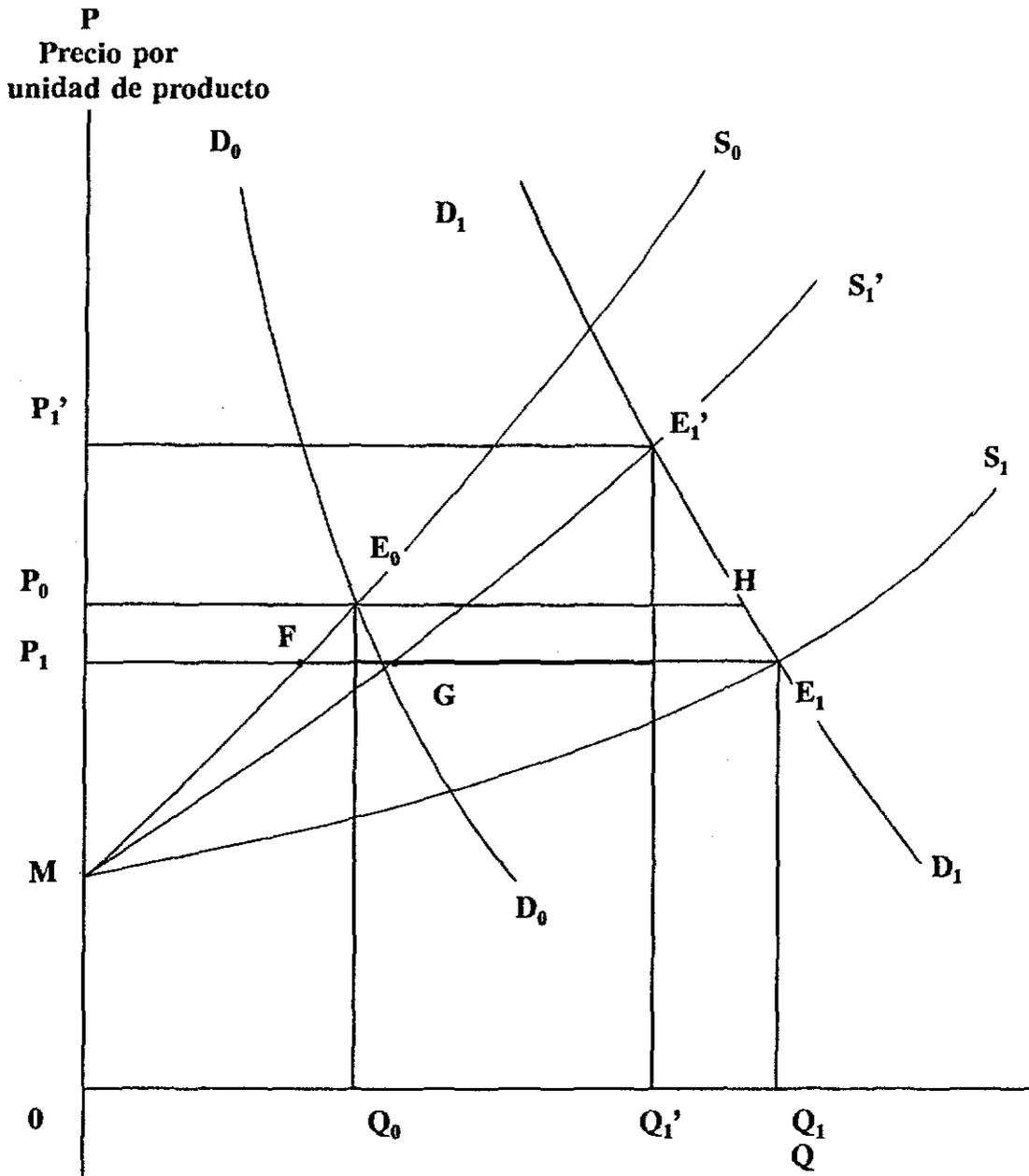
## 2.7 Factores Diferentes al Cambio Tecnológico Analizado que Alteran el Equilibrio del Mercado

Aunque no se produzca un cambio tecnológico del tipo que se intenta analizar, las evidencias indican que a través del tiempo la oferta y demanda se desplazan por factores diferentes al cambio técnico en cuestión. La oferta puede crecer por otros cambios tecnológicos de diferente naturaleza. MODEXC involucra explícitamente en el análisis desplazamientos de oferta independientes a los ocasionados por el cambio tecnológico que interesa evaluar. Esquemáticamente la Figura 4 ilustra la situación.

Las curvas  $S_0$  y  $D_0$  determinan el equilibrio inicial antes del cambio tecnológico. Factores autónomos independientes del cambio tecnológico analizado, desplazan la oferta inicial a  $S_1'$  y la demanda inicial a  $D_1$ . Posteriormente, el cambio tecnológico a evaluar desplaza la oferta desde  $S_1'$  a  $S_1$  para llegar al equilibrio final del período  $t$  ( $E_1$ , Figura 4).

### 2.7.1 Desplazamiento de la demanda

El modelo asume que existe un desplazamiento de la demanda a través del tiempo, originado en factores tales como variaciones de población e ingresos. El factor de desplazamiento de la demanda original se denomina  $K_D$  el cual es variable en el tiempo y se expresa como:



$$S_0 = C (P-M)^d$$

$$S_1' = C (1+\theta)^t (P-M)^d$$

$$S_1 = C (1+\theta)^t K (P-M)^d$$

$$D_0 = BP^{Np}$$

$$D_1 = (1+\Omega)^t BP^{Np}$$

FIGURA 4.

$$K_{Dt} = (1 + \Omega)^t \quad (10)$$

Siendo  $\Omega$  la tasa neta de crecimiento anual de la demanda y  $t$  el tiempo.

### 2.7.2 Desplazamiento de la oferta

La oferta se desplaza en el tiempo, no solo debido al cambio tecnológico que interesa analizar, sino debido también a otros factores autónomos, que pueden ser otros cambios tecnológicos. MODEXC incorpora estos otros factores a través de un factor de expansión de la oferta que se define como:

$$K_{ot} = (1 + \Theta)^t$$

Siendo

$\Theta$  = tasa anual de crecimiento esperado de la oferta debido a factores autónomos

$K_{ot}$  = factor de expansión de la oferta debido a factores autónomos, en el período  $t$

Dentro de este esquema las funciones de oferta y demanda se definen como:

$$S_0 = C (P-M)^d$$

$$S_1' = C (1+\Theta)^t (P-M)^d$$

$$S_1 = C (1+\Theta)^t K_1(K_2 P-M/K_3)^d$$

$$D_0 = B P^{Np}$$

$$D_1 = B (1+\Omega)^t P^{Np}$$

Cuando  $\Theta$  es diferente de cero, el valor anual de  $K$  se ajusta, debido a que se está aplicando sobre una base diferente a la que sirvió para estimar el valor final de  $K$ . Detalles de tal ajuste aparecen en el Anexo 1. Cuando existen desplazamientos

autónomos de oferta y demanda el excedente económico total de la sociedad, debido al cambio tecnológico y a los factores autónomos es (Figura 4):

$$P_1 P_0 H E_1 + (M E_1 F - P_1 P_0 E_0 F)$$

(véase Figura 4)

El excedente económico debido al cambio tecnológico de interés es:

$$P_1 P_1' E_1' E_1 + (M E_1 G - P_1 P_1' E_1' G)$$

En términos matemáticos los excedentes al consumidor debido a cambio tecnológico y a factores autónomos se expresan como:

$$= \int_{P_1}^{P_0} D_1 d_p = \int_{P_1}^{P_0} (1+\Omega)^t B P^N d_p = (1+\Omega)^t \frac{Q_0}{P_0^N (N+1)} [P_0^{N+1} - P_1^{N+1}]$$

El excedente al consumidor debido únicamente al cambio tecnológico de interés se expresa como:

$$= \int_{P_1}^{P_1'} D_1 d_p = (1+\Omega)^t \frac{Q_0}{P_0^N (N+1)} [P_1'^{N+1} - P_1^{N+1}]$$

El excedente total al productor debido a cambio tecnológico y a factores autónomos se computa como:

$$\int_M^{P_1} S_1 d_p - \int_M^{P_1} S_0 d_p + \int_{P_0}^{P_1} S_0 d_p = \frac{(1+\theta)^t K_1 C [P_1 K_2 - M/K_3]^{d+1}}{K_2(d+1)} - \frac{C}{d+1} [P_0 - M]^{d+1}$$

El excedente al productor debido únicamente a cambio tecnológico de interés se define como:

$$\int_M^{P_1} S_1 d_p - \int_M^{P_1'} S_1' d_p = \frac{C(1+\theta)^t}{d+1} [K_1/K_2 (K_2 P_1 - M/K_3)^{d+1} - (P_1' - M)^{d+1}]$$

### 3. USO DE MODEXC

MODEXC para facilidad del usuario trabaja empleando menús y submenús. El programa se puede correr desde el disco duro o desde un diskette.

Para trabajar con MODEXC se debe entrar a LOTUS-123 e invocar MODEXC. Una vez cargado el programa en LOTUS, se invoca el menú principal tecleando simultáneamente las teclas [ALT] y [R] (Figura 5). En el menú principal aparecerán ocho opciones (casillas 1 a 8 en la Figura 5).

#### 3.1 Opciones del Menú Principal

El menú principal consta de ocho opciones. Ellas son:

##### 3.1.1 Parametr

La opción PARAMETR (casilla 1 en la Figura 5) carga al programa los parámetros de oferta y demanda.

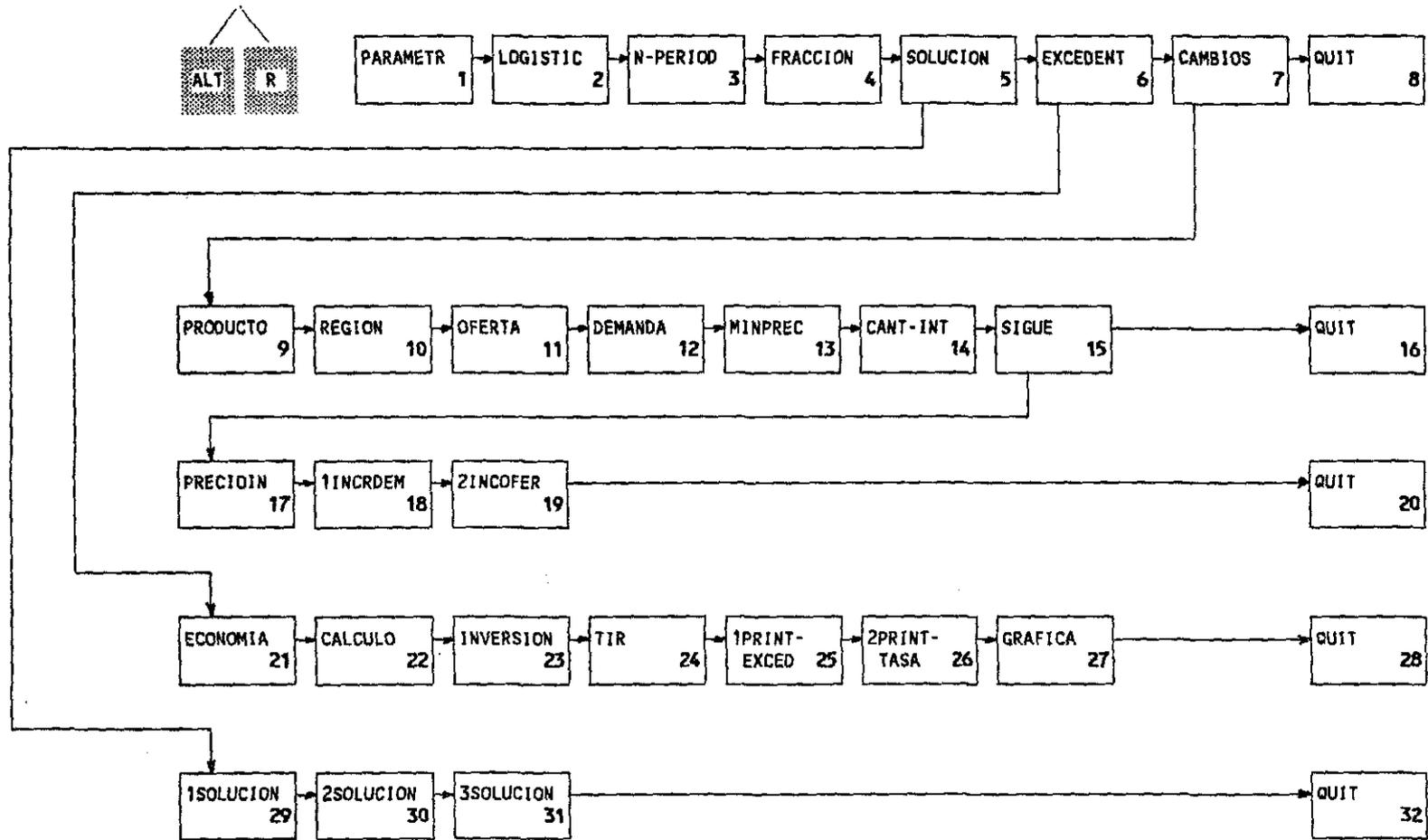


FIGURA 5. DIAGRAMA DEL MENU PRINCIPAL DE MODXC

Al teclear PARAMETR el programa pide secuencialmente los siguientes parámetros:

- a) 1.1 Nombre del producto:
- b) 1.2 Nombre del país o región:
- c) 1.3 Elasticidad precio de oferta:
- d) 1.4 Elasticidad precio de demanda:
- e) 1.5 Valor precio mínimo de oferta:
- f) 1.6 Valor de la cantidad inicial de equilibrio antes del cambio tecnológico ( $Q_0$ )
- g) 1.7 Precio de equilibrio antes del cambio tecnológico ( $P_0$ ):
- h) 1.8 Tasa neta de crecimiento de la demanda (%):
- i) 1.9 Tasa de crecimiento de la oferta (%):
- j) 1.10 Quit. Salida del menú principal

Una vez que se entra al programa cada parámetro, se teclea ENTER.

### 3.1.2 Logistic

Esta opción (casilla 2 - **Figura 5**), permite cargar al programa los parámetros para la estimación de la función de adopción de nueva tecnología o función logística. Los parámetros de esta función son:

- a) 2.1 Porcentaje de adopción en el período inicial:
- b) 2.2 Tiempo en el período inicial (1, 2..... n):
- c) 2.3 Porcentaje de adopción en el período final:
- d) 2.4 Tiempo en el período final (2, 3..... n):
- e) 2.5 Valor de la asíntota de la función K (corresponde al valor máximo que puede alcanzar el valor de K a través del período de difusión)

Para mayor información véase Anexo 1.

### 3.1.3 N-Period

Mediante esta opción (casilla 3 - Figura 5) se define la duración del período de evaluación del cambio tecnológico. La palabra período en el contexto de este programa se utiliza para referirse a unidades de tiempo de un año. Por convención se toma como período 0 el punto de equilibrio inicial de mercado, antes del lanzamiento de la tecnología. El programa permite hacer evaluaciones para un lapso de  $t$  períodos (no mayor de 50), los cuales son definidos por el usuario. Las evaluaciones se pueden efectuar para el lapso completo o subdivididas por tramos o segmentos (véase Anexo 2). Los parámetros que se deben incluir en la opción 3 son:

- a) 3.1 Número de períodos ( $>2$ ):
- b) 3.2 Período inicial (0, 1, 2..... n):

El mínimo de períodos de evaluación es de dos y el máximo de 50.

### 3.1.4 Fracción

MODEXC encuentra los puntos de equilibrio, a través del tiempo, por aproximaciones sucesivas. El modelo evalúa las funciones de oferta y demanda para diferentes niveles de producción y calcula los precios de oferta y demanda, cuando éstos presentan una diferencia entre sí menor o igual a uno, se considera que los dos precios son iguales y en consecuencia se ha encontrado un punto de equilibrio. Para aproximarse al punto de equilibrio el modelo evalúa las funciones de oferta y demanda para cantidades variables, el incremento (o decremento) lo calcula dividiendo la cantidad inicial por el valor FRACCION que se suministra al modelo el cual puede ser 10, 100, 1000 o un múltiplo de 10. Elaborando varias corridas con diferentes valores alternativos de fracción, 10, 100, 1000, no se encontraron diferencias significativas en el tiempo de proceso. Si no se suministra fracción el modelo trabaja con un valor de 100 (Default).

### 3.1.5 Solución

La opción SOLUCION (casilla 5 - Figura 5) invoca el procedimiento para iniciar el cálculo de los puntos de equilibrio. SOLUCION presenta un submenú, el cual incluye las siguientes alternativas: 1SOLUCION, 2SOLUCION, 3SOLUCION y QUIT (véase casillas 29, 30, 31 y 32, Figura 5).

Estas alternativas permiten seleccionar el tipo de desplazamiento de la función de oferta:

- a) 1SOLUCION: desplazamiento pivotal ( $K_1$ )
- b) 2SOLUCION: desplazamiento divergente ( $K_2$ )
- c) 3SOLUCION: desplazamiento convergente ( $K_3$ )

Una vez seleccionada la opción (tecleando ENTER), el programa solicita la cantidad en el período inicial de equilibrio. Si la corrida comienza en el período cero, la cantidad será  $Q_0$ . Cuando la corrida no comienza en el período cero sino en otro período diferente, ello quiere decir que se está efectuando una corrida por tramos. Por ejemplo, que el período de evaluación sea de 30 años y se comience la corrida en el año 12. En este caso, el usuario ha debido correr previamente el modelo para el subperíodo cero al 12. Para completar todo el período se hace una nueva corrida del subperíodo 12 a 30, siendo el 12 el año inicial. La cantidad inicial a suministrar al modelo para esta segunda corrida será  $Q'_{12}$  (cantidad de equilibrio parcial en el año 12). En esta situación, el modelo pide posteriormente el valor de  $K_{t-1}$  (valor de  $K$  en la primera corrida en el año  $t-1$ ), que sería  $K_{11}$  ( $K$  del año once). Mayor información sobre este punto puede verse en el Anexo 2.

### 3.1.6 Excedent

Una vez calculados los puntos de equilibrio de mercado a través del período de evaluación, el paso siguiente es el cálculo de los excedentes utilizando la opción

EXCEDENT (casilla 6 de la **Figura 5**). Esta opción calcula los excedentes totales, discriminándolos según se originen en el cambio tecnológico analizado o en factores autónomos y los distribuye entre productores y consumidores.

EXCEDENT presenta un submenú que incluye:

- a) 6.1 Economía
- b) 6.2 Cálculo
- c) 6.3 Inversión
- d) 6.4 Tasa interna de retorno (TIR)
- e) 6.5 1Print-Exced
- f) 6.6 2Print-Tasa
- g) 6.7 Grafica
- h) 6.8 Quit

(véase casillas 21 a 28 de la **Figura 5**)

### **3.1.6.1 Economía**

El paso inicial para el cálculo de los excedentes es determinar el tipo de economía que se asume: puede ser cerrada (sin comercio internacional) o abierta (con comercio internacional). Al teclear ECONOMIA (casilla 21 de la **Figura 5**), el programa pregunta el tipo de economía que se asume para el cálculo de los excedentes. El código cero le indica economía cerrada y el código uno economía abierta. Si no se invoca esta opción del submenú, el modelo asume economía cerrada (default).

Cuando se trabaja con un esquema de economía abierta, debe suministrarse al modelo dos nuevos parámetros: (1) el precio internacional y (2) el porcentaje límite del precio interno, expresado como porcentaje del precio internacional. Este último porcentaje se emplea para introducir al modelo la posibilidad de considerar importaciones. El porcentaje límite del precio internacional permite calcular el máximo nivel que se admite alcanzar al precio doméstico, antes de comenzar a

importar; por ejemplo, si el precio internacional es de US\$1500/TM y se supone que el porcentaje es de 20%, ésto significa que si el precio doméstico llega a niveles iguales o superiores a US\$1800/TM ( $1500 \times 1.20$ ), el país o región comenzará a importar. Si no se desea que se produzcan importaciones, se suministra al modelo un porcentaje límite del precio internacional muy alto, por ejemplo 100%, 200%, etc.

Reiterando, el modelo admite que el país exporte o importe. Se generarán exportaciones cuando el precio doméstico sea inferior al precio internacional, vale decir, si el precio interno es de US\$1100/TM y el precio externo es de US\$1500/TM. Se producirán importaciones cuando el precio doméstico sea igual o mayor que US\$1800/TM tal como se explicó anteriormente.

### **3.1.6.2 Cálculo**

Una vez definido el tipo de economía, se procede al cálculo de los excedentes mediante la opción CALCULO (casilla 22 de la Figura 5). Dentro de esta opción se calculan también los valores presentes de los excedentes y las anualidades, por lo cual es preciso suministrar al programa la tasa anual de descuento.

### **3.1.6.3 Inversión**

Empleando INVERSION se entra al programa la información sobre inversiones y gastos en investigación para un determinado período.

Las unidades monetarias en que se expresa la inversión deben ser consistentes con las unidades monetarias en que están expresados los excedentes. Por ejemplo, si para una corrida la cantidad inicial ( $Q_0$ ) está expresada en miles de toneladas y el precio inicial ( $P_0$ ) en US\$/TM, el valor de los excedentes estará expresado en miles de US\$. En consecuencia al entrar las inversiones al programa, éstas deben ser expresadas en miles de dólares; por ejemplo si la inversión en el año  $t$  es de US\$3 millones, tal valor debe entrar al programa como 3000.

El modelo permite incluir gastos de inversión para períodos anteriores y posteriores al lanzamiento de la nueva tecnología. El máximo de períodos anteriores al punto de equilibrio inicial es de diez y el de períodos posteriores es la duración del proceso de evaluación. Vale decir, si se está evaluando un proceso de 20 años de difusión, se pueden incluir costos por un máximo de 30 períodos, 10 anteriores al punto de equilibrio inicial y 20 posteriores.

#### **3.1.6.4 Tasa interna de retorno (TIR)**

Esta opción permite el cálculo de la tasa interna de retorno. Para este cálculo el modelo pide una tasa interna de retorno (semilla), a partir de la cual se inicia el proceso de cálculo de TIR. Esta semilla entra al modelo expresada en porcentaje, por lo tanto al introducir este valor se debe teclear por ejemplo 5, 10, 30, etc.

El modelo elabora un análisis de sensibilidad de TIR en función de la proporción de beneficios de la investigación que se atribuye a la entidad que genera la tecnología. Como en el proceso de generación y difusión de una nueva tecnología, otras entidades diferentes a la que aportó los fondos y esfuerzos de investigación, mantenimiento y desarrollo de la nueva tecnología, contribuyen a la generación y difusión de la misma, no necesariamente el 100% de los beneficios debe atribuirse a la entidad investigadora. Debido a esto, MODEXC elabora un análisis de sensibilidad para la tasa interna de retorno con respecto al porcentaje de beneficios atribuibles a la entidad investigadora, en un rango que va del 5% al 100% (véase Cuadro 7).

El programa estima flujos netos de beneficios tecnológicos, según la participación de la institución investigadora en los beneficios tecnológicos totales, la cual puede variar entre el 5% y el 100%. Para cada flujo calcula su correspondiente tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio/costo (B/C) y valor presente de los beneficios (VP). LOTUS para el cálculo de TIR precisa de un valor tentativo inicial de la TIR o semilla ("Guess") como ya se mencionó, en algunos casos, poco frecuentes, una misma semilla no es adecuada para el cálculo de todo el espectro de TIR y en algunas de

ellas aparecerá ERROR. En estos casos se debe trabajar alternativamente con diferentes semillas y calcular por separado los diferentes segmentos del espectro de TIR. Por ejemplo, puede suceder que para las TIRs correspondientes a los flujos que van del 5% al 40% de los beneficios tecnológicos una semilla del 30% sea adecuada, pero para los flujos entre el 45% y el 100% no lo sea, entonces, en las TIRs correspondientes a este último tramo aparecerá ERROR, siendo necesario usar otra semilla para calcular este último tramo del espectro de TIR.

### 3.1.6.5 1Print-Exced

Es la opción que permite imprimir los resultados de la corrida. Esta opción imprime seis cuadros. El Cuadro 1 imprime la fecha, los nombres del producto analizado y de la región, país o localidad; los parámetros de oferta y demanda, los parámetros de la función logística y el tipo de economía asumido para el calculo de los excedentes. También incluye los parámetros C y B que son empleados para las corridas por tramos (véase Anexo 2).

El Cuadro 2 presenta los puntos de equilibrio de mercado antes y después del cambio tecnológico. Este cuadro está organizado así:

<u>Número de Columna</u>	<u>Contenido</u>
1	Período
2	Cantidad de equilibrio parcial después de los cambios autónomos pero antes del cambio tecnológico ( $Q_1'$ )
3-4	Precios de oferta y demanda en el punto de equilibrio parcial de cada período
5	Cantidad de equilibrio final, después del cambio tecnológico ( $Q_1$ )
6-7	Precios de oferta y demanda en el punto de equilibrio final de cada período (se asume que estos



**CUADRO 1. RESULTADOS**

FECHA:	09-feb-92
PRODUCTO:	MAIZ
REGION:	ZONA ANDINA
<b>PARAMETROS</b>	
EOFER----->	0.50
EDEMA ---->	-0.60
PMIN----->	500.00
QINIC----->	6173.0
PINIC----->	1390.00
INCR.DEMANDA--->	0.025
INCR.OFERTA---->	0.015
<b>LOGISTICA</b>	
PUNTO 1 ---->	1.00
TIEMPO1 ---->	1
PUNTO 2 ---->	99.90
TIEMPO2 ---->	15
ASIMPTOTA-->	2.00
<b>TIPO DE ECONOMIA</b>	
TECON ---->	1
PINTER----->	1100.0
LIM.SUP ---->	2200.0
%LIMITE ---->	100.0%
C --->	877.52
B --->	687326.60

**C y B:** constantes de la función de oferta y demanda respectivamente. Estos valores se requieren cuando el modelo se corre por segmentos o tramos.

CUADRO 2. RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA

AÑOS	CANTIDAD (Q1')	PRECIO DEM.1'	PRECIO OFER.1'	CANTIDAD (Q1)	PRECIO DEM.1	PRECIO OFER.1	K1
0	6173.0	1390.0	1390.0	6173.0	1390.0	1390.0	1.0000
1	6293.4	1402.5	1402.4	6327.3	1390.0	1390.0	1.0099
2	6416.1	1415.2	1414.9	6493.7	1387.1	1387.2	1.0221
3	6541.2	1427.9	1427.7	6714.5	1367.0	1367.1	1.0489
4	6668.8	1440.8	1440.6	7040.2	1316.3	1316.5	1.1046
5	6798.8	1453.7	1453.7	7533.0	1225.4	1225.2	1.2095
6	6931.4	1466.8	1466.9	8208.7	1106.5	1106.6	1.3749
7	7065.8	1480.3	1480.1	8955.7	1100.0	998.0	1.5742
8	7203.6	1493.6	1493.7	9600.5	1100.0	924.9	1.7493
9	7343.4	1507.3	1507.2	10090.1	1100.0	887.6	1.8654
10	7485.8	1521.1	1520.9	10453.4	1100.0	872.3	1.9287
11	7631.1	1535.1	1534.8	10741.9	1100.0	868.2	1.9595
12	7779.1	1549.2	1548.9	10999.7	1100.0	870.1	1.9738
13	7930.0	1563.4	1563.2	11241.7	1100.0	874.3	1.9801
14	8083.9	1577.7	1577.6	11477.8	1100.0	879.6	1.9830
15	8240.7	1592.2	1592.3	11718.8	1100.0	885.9	1.9842

Cantidad expresada en '000 TM y precios en US\$/TM

CUADRO 3. RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES AL CONSUMIDOR Y AL PRODUCTOR<sup>1/</sup> (US\$'000)

AÑOS	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR			EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
0	0	0	0	0	0	0
1	0	79008	-79008	104041	-37008	141049
2	19036	181292	-162257	201578	-84893	286471
3	153639	403558	-249918	247880	-188516	436396
4	510251	852420	-342169	191396	-399561	590956
5	1193568	1632761	-439194	-22291	-772579	750288
6	2169191	2710372	-541181	-390571	-1305101	914530
7	2278327	2928366	-650038	158739	-926797	1085536
8	2335286	3097885	-762599	711460	-548625	1260085
9	2393668	3276213	-882545	1112794	-329005	1441800
10	2453509	3461900	-1008391	1373483	-255648	1629132
11	2514847	3655214	-1140366	1546367	-275879	1822246
12	2577718	3856429	-1278711	1674040	-347272	2021312
13	2642161	4065833	-1423672	1780749	-445758	2226506
14	2708215	4283720	-1575505	1878523	-559485	2438008
15	2775921	4510397	-1734476	1972998	-683005	2656003

1/ Nótese en el Cuadro 2 - Columna 6, que la economía es cerrada inicialmente porque el precio doméstico es mayor que el precio internacional y se abre a partir del periodo siete, cuando el precio doméstico (US\$998/TM) es menor que el precio internacional (US\$1100/TM)

CUADRO 4. RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES TOTALES (US\$'000)

				EXCEDENTE TECNOLOGICO NETO	AÑO	INVERSION
				-2300	-10	2300
				-2400	-9	2400
				-2500	-8	2500
				-2700	-7	2700
				0	-6	0
EXCEDENTES TOTALES				0	-5	0
				0	-4	0
AÑOS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	-2800	-3	2800
				-2800	-2	2800
				-2800	-1	2800
0	0	0	0	-2900	0	2900
1	104041	42000	62041	41500	1	500
2	220614	96399	124214	96399	2	0
3	401519	215041	186478	215041	3	0
4	701646	452859	248787	452859	4	0
5	1171277	860183	311094	860183	5	0
6	1778620	1405272	373349	1405272	6	0
7	2437067	2001569	435498	2001569	7	0
8	3046746	2549260	497486	2549260	8	0
9	3506462	2947208	559254	2947208	9	0
10	3826993	3206252	620741	3206252	10	0
11	4061214	3379335	681879	3379335	11	0
12	4251759	3509157	742601	3509157	12	0
13	4422910	3620075	802835	3620075	13	0
14	4586739	3724236	862503	3724236	14	0
15	4748919	3827392	921527	3827392	15	0

En la Columna 7 se puede observar que es posible incluir inversiones de investigación y desarrollo a la tecnología para el periodo -10-0 (antes del lanzamiento) e inversiones de mantenimiento de la tecnología en el periodo 1 al 15 (después del lanzamiento).

CUADRO 5. VALOR PRESENTE NETO Y ANUALIDADES DE LOS EXCEDENTES ECONOMICOS (US\$'000)<sup>a/</sup>

TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
VALOR PRESENTE----->	9555181	13834809	-4279629
ANUALIDAD----->	1256256	1818915	-562659
TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
VALOR PRESENTE----->	3924424	-3046978	6971402
ANUALIDAD----->	515959	-400598	916557
TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTES TOTALES		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
VALOR PRESENTE----->	13479605	10787831	2691773
ANUALIDAD----->	1772215	1418317	353898
TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTE TECNOLOGICO NETO	INVERSION	
VALOR PRESENTE----->	11830820	35795	
ANUALIDAD----->	1555443	4706	

a/ Dado que la cantidad inicial de equilibrio se expresó en miles de toneladas métricas y el precio de equilibrio en US\$/TM, los excedentes están expresados en miles de US\$.

doméstico, (2) si las exportaciones netas son positivas (exportaciones > importaciones) aparecerá la proporción de exportaciones en relación a la producción doméstica total. En la columna 8 se muestra el índice de autosuficiencia que es la relación entre producción total y el consumo doméstico.

**CUADRO 6. PRODUCCION Y CONSUMO DOMESTICO EN ECONOMIA ABIERTA**

AÑOS	PRECIO		OFERTA TOTAL	CONSUMO INTERNO	EXPORT NETAS	PROPORC IMP..EXP	INDICE AUTO-SUF.
	DEM.1	OFER.1					
0	1390.0	1390.0	6173.0	6173.0	-0.0	0.00	100.0
1	1390.0	1390.0	6327.3	6327.3	0.0	0.00	100.0
2	1387.1	1387.2	6493.4	6493.7	-0.3	0.00	100.0
3	1367.0	1367.1	6714.2	6714.5	-0.4	0.00	100.0
4	1316.3	1316.5	7039.7	7040.2	-0.5	0.00	100.0
5	1225.4	1225.2	7533.6	7533.0	0.6	0.00	100.0
6	1106.5	1106.6	8208.2	8208.7	-0.5	0.00	100.0
7	1100.0	998.0	9505.9	8443.8	1062.1	0.11	112.6
8	1100.0	924.9	10722.0	8654.9	2067.1	0.19	123.9
9	1100.0	887.6	11605.0	8871.2	2733.8	0.24	130.8
10	1100.0	872.3	12178.6	9093.0	3085.6	0.25	133.9
11	1100.0	868.2	12559.0	9320.3	3238.6	0.26	134.7
12	1100.0	870.1	12839.9	9553.4	3286.6	0.26	134.4
13	1100.0	874.3	13074.7	9792.2	3282.5	0.25	133.5
14	1100.0	879.6	13289.8	10037.0	3252.8	0.24	132.4
15	1100.0	885.9	13497.7	10287.9	3209.8	0.24	131.2

Las diferencias entre oferta total y consumo interno entre el período 0 y el período 6 son debidas a redondeo.

Nótese que cuando se trabaja con economía abierta se generan los Cuadros 2 y 6. En el primero aparecen cantidades y precios de equilibrio en economía cerrada, en este caso producción y consumo son iguales. En el Cuadro 6 se elaboran los ajustes correspondientes en producción y consumo debidos a la apertura de la economía. En este ejemplo, en el año 7 el país comienza a exportar (Cuadro 6 - Columna 1) y es a partir de ese año cuando producción y consumo difieren. La diferencia constituye las importaciones o exportaciones del país.

### 3.1.6.6 Print-Tasa

Esta opción imprime los cálculos de tasa interna de retorno, relación beneficio/costo y valor presente de los excedentes tecnológicos, para diferentes niveles de participación de la institución investigadora en los beneficios totales, en una escala que va del 5% al 100%. Estos resultados se presentan en el Cuadro 7.

**CUADRO 7. CALCULOS DE TASA INTERNA DE RETORNO Y DE RELACION BENEFICIO/COSTO**

TASA DE RETORNO SUPUESTA (SEMILLA) (%) -----> 100.00				
(% ) BENEFICIOS ATRIBUIBLES A LA INSTITUCION -----> 100.00				
TASA INTERNA DE RETORNO -----> 59.68%				
	% PART	+ TIR (%)	BENEF/ COSTO	VP EXC. TEC.TOT
	5	31.34	15.1	539392
	10	37.28	30.1	1078783
	15	40.91	45.2	1618175
	20	43.56	60.3	2157566
	25	45.66	75.3	2696958
	30	47.41	90.4	3236349
	35	48.90	105.5	3775741
	40	50.22	120.6	4315133
	45	51.39	135.6	4854524
	50	52.45	150.7	5393916
	55	53.42	165.8	5933307
	60	54.31	180.8	6472699
	65	55.13	195.9	7012090
	70	55.90	211.0	7551482
	75	56.62	226.0	8090874
	80	57.30	241.1	8630265
	85	57.94	256.2	9169657
	90	58.55	271.2	9709048
	95	59.12	286.3	10248440
	100	59.68	301.4	10787831

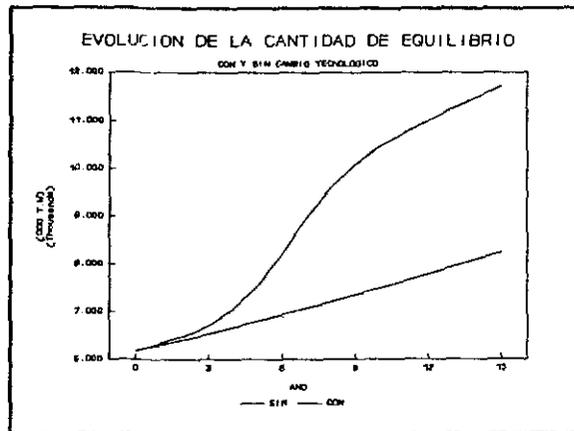
### 3.1.6.7 Grafica

Mediante la opción GRAFICA, el modelo genera nueve gráficas. Ellas son:

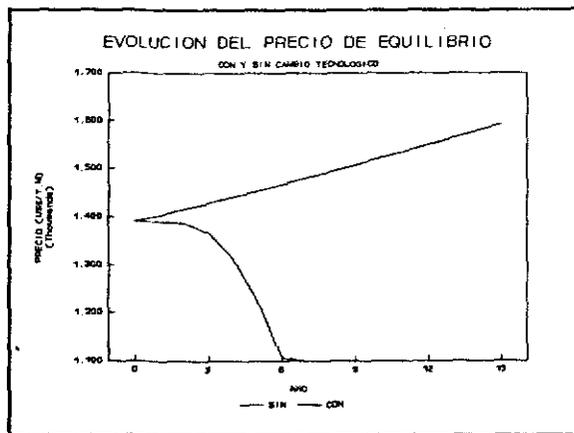
- a) GRAFICA-1. Evolución de la cantidad de equilibrio del mercado con y sin cambio tecnológico.
- b) GRAFICA-2. Evolución del precio de equilibrio del mercado con y sin cambio tecnológico.
- c) GRAFICA-3. Representa los valores anuales de la función de adopción (logística).
- d) GRAFICA-4. Muestra los excedentes económicos totales originados en el cambio tecnológico y en factores exógenos (autónomos).
- e) GRAFICA-5. Presenta los excedentes económicos debidos exclusivamente al cambio tecnológico que se evalúa.
- f) GRAFICA-6. Muestra la tasa interna de retorno a diferentes niveles de participación en los beneficios del cambio tecnológico, de la institución investigadora.
- g) GRAFICA-7. Muestra la relación beneficio/costo a diferentes niveles de participación en los beneficios del cambio tecnológico, de la institución investigadora.
- h) GRAFICA-8. Muestra el valor presente de los excedentes tecnológicos totales a diferentes niveles de participación de la institución investigadora.
- i) GRAFICA-9. Presenta los niveles de producción, consumo y comercio cuando se elabora la evaluación bajo el esquema de economía abierta.

- Cuando las tasas de crecimiento de oferta y demanda por factores autónomos son iguales ( $\theta = \eta$ ) la Gráfica 1 no se genera.
- Cuando no se calculan las tasas internas de retorno la Gráfica 6 no se genera.
- Cuando se trabaja con el esquema de economía cerrada, la Gráfica 9 no aparece.
- En las situaciones donde la tasa de crecimiento de la demanda ( $\eta$ ) es igual a la tasa de crecimiento de la oferta ( $\theta$ ) e igual a cero la Gráfica 4 no se genera ( $\eta = \theta = 0$ ).

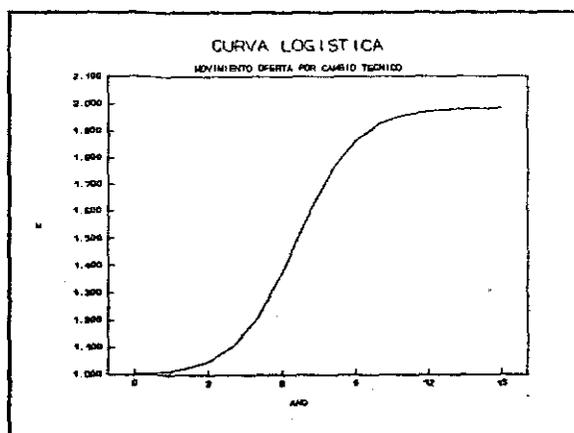
**GRAFICA-1.**



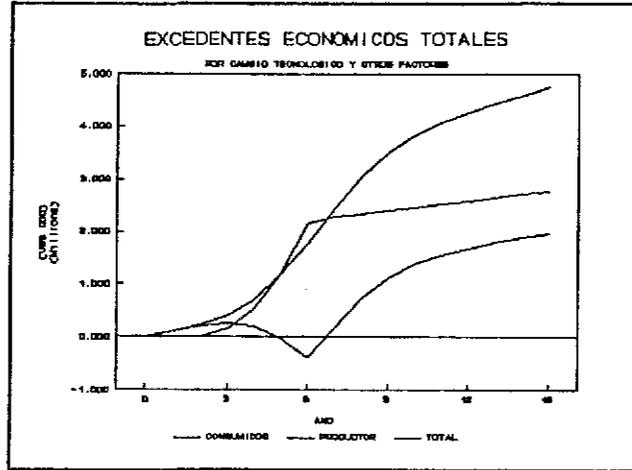
**GRAFICA-2.**



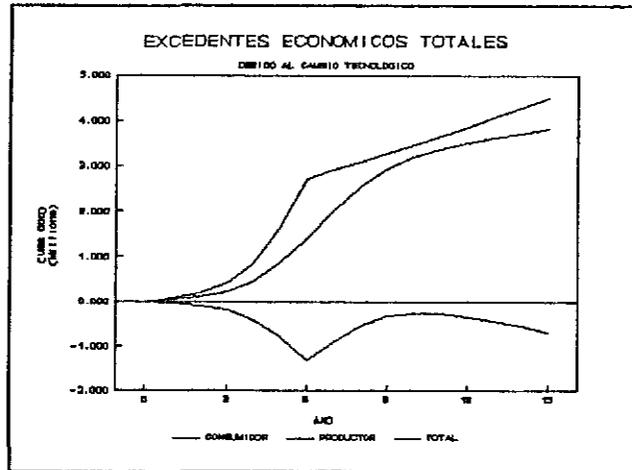
**GRAFICA-3.**



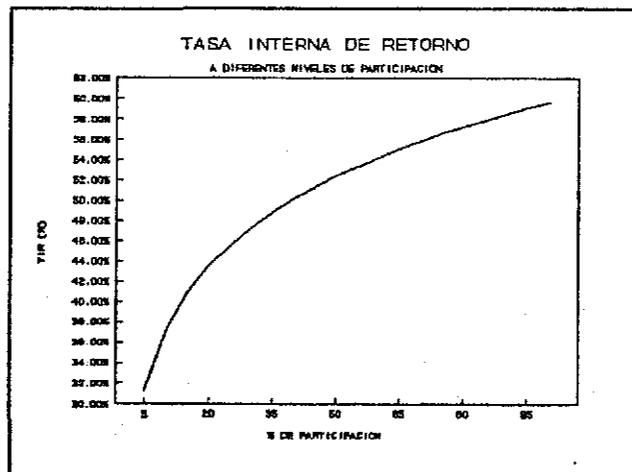
GRAFICA-4.



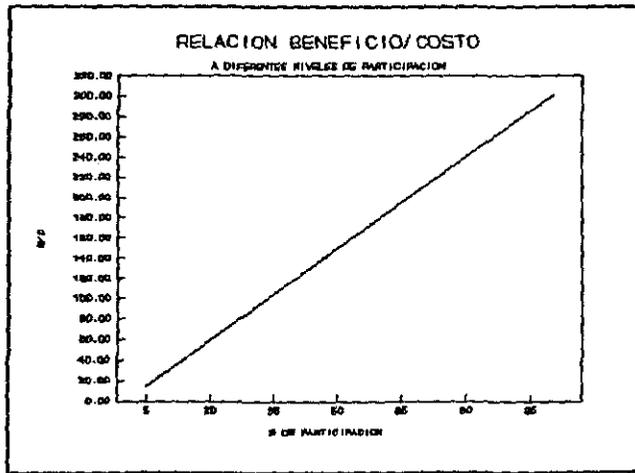
GRAFICA-5.



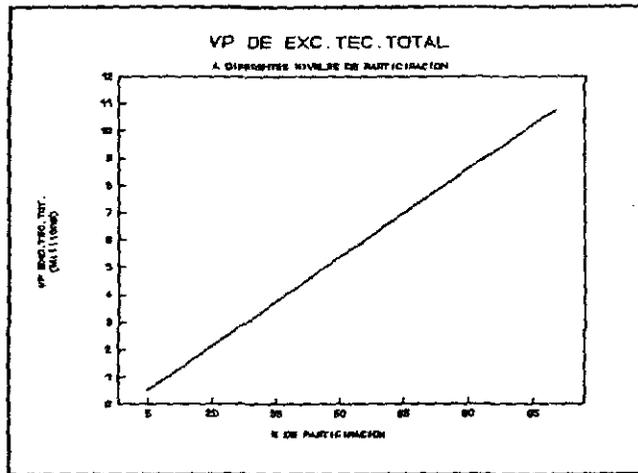
GRAFICA-6.



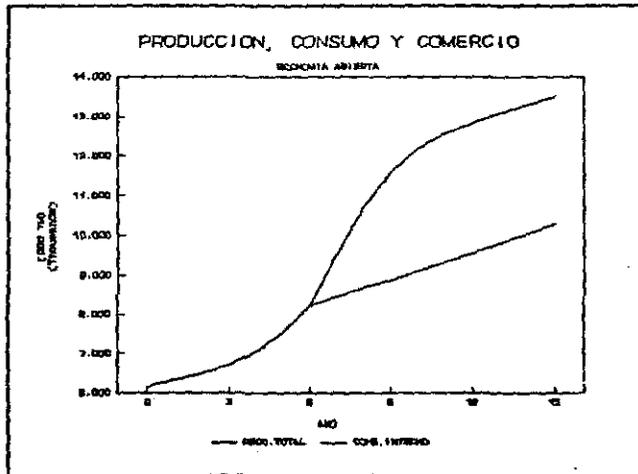
GRAFICA-7.



GRAFICA-8.



GRAFICA-9.



### 3.1.7 Cambios

Una vez corrido MODEXC y el usuario desea correrlo nuevamente cambiando algunos parámetros, puede hacerlo utilizando la opción CAMBIOS, la cual incluye un submenú:

- a) 7.1 PRODUCTO: para cambiar el nombre del producto
- b) 7.2 REGION: para cambiar el nombre de la región
- c) 7.3 OFERTA: para cambiar la elasticidad precio de oferta
- d) 7.4 DEMANDA: para cambiar la elasticidad precio de demanda
- e) 7.5 MINPREC: para cambiar el precio mínimo de oferta
- f) 7.6 CANT-INI: para cambiar la cantidad de equilibrio inicial
- g) 7.7 SIGUE: para cambiar otros parámetros
- h) 7.8 QUIT: para salir del menú principal

SIGUE incluye las opciones:

- i) 7.9 PRECIOIN: para cambiar el precio inicial de equilibrio
- j) 7.10 1INCRDEM: para cambiar la tasa de crecimiento autónomo de la demanda
- k) 7.11 2INCOFER: para cambiar la tasa de crecimiento autónomo de la oferta
- l) 7.12 QUIT: para salir al menú principal

### 3.1.8 Quit

Salir del menú principal.

## **5. ANEXOS**

#### 4. OTROS USOS DE MODEXC

- a) MODEXC puede ser utilizado en el análisis de los mercados, aún en situaciones donde no hay cambio tecnológico ( $K_1 = K_2 = K_3 = 1$ ). En estos casos el modelo permite proyectar cantidades y precios de equilibrio del mercado conociendo los valores de las tasas esperadas de crecimiento de la oferta ( $\Theta$ ) y de la demanda ( $\Omega$ ).
- b) Para la toma de decisiones de investigación, uno de los criterios importantes es el de equidad. Es decir, cómo se distribuyen los beneficios del cambio tecnológico entre los diferentes grupos sociales: consumidores pobres y ricos, productores grandes y pequeños. Un método práctico y sencillo es el de distribuir el valor presente de los excedentes tecnológicos a productores y consumidores, según la distribución del consumo entre grupos o estratos de ingreso y la distribución de la producción según estratos de tamaño de finca.
- c) Generalmente una nueva tecnología está representada por un conjunto de elementos que la conforman: nueva variedad, nuevos insumos, diferente manejo, etc. Cuando evaluamos la nueva tecnología, el valor de K utilizado representa el conjunto de estos factores. Si se desea conocer el valor de los beneficios atribuibles a cada uno de estos factores individualmente, es posible hacerlo si se tiene una estimación tentativa del aporte individual de cada factor al beneficio total. Esta estimación lógicamente debe estar basada en el criterio de los técnicos que trabajan con la tecnología que se evalúa.
- d) Cuando se evalúan lapsos de tiempo largos, compuestos por diversos subperíodos en los cuales existen diferentes condiciones de mercado y tecnologías con diferentes patrones de adopción, es posible hacer una evaluación del período global, corriendo MODEXC para las condiciones particulares de cada subperíodo y posteriormente consolidar los resultados empleando las opciones de LOTUS correspondientes a importación y combinación de archivos.

**ANEXO 1**  
**AJUSTE DE LA FUNCION LOGISTICA**

**A1.1 Ajuste**

El factor de desplazamiento de la oferta, debido al cambio tecnológico analizado, se denomina K y se asume que obedece a una función logística del tipo:

(1)

$$K_t = \frac{A}{1+e^{\alpha+\beta t}}$$

donde:

$K_t$  = factor de desplazamiento de la oferta en el período t  
 $A$  = asíntota de la función logística  
 $\alpha$  y  $\beta$  = parámetros  
 $t$  = tiempo

Para estimar la función logística es preciso determinar a priori el valor máximo de K (asíntota de la función, en este caso denominada A) y dos puntos situados sobre la curva. Estos puntos se definen en términos de porcentaje de adopción en un año determinado. Una vez definidos tales puntos, se pueden estimar los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  de la función logística.

Denominada como punto 1 al porcentaje de adopción en el período t (año inicial de adopción) y como punto 2, al porcentaje de adopción en el año t+n (año final de adopción), se tiene:

	<u>% de adopción</u>	<u>Período</u>
Punto 1	$W_t$	$t$
Punto 2	$W_{t+n}$	$t+n$

$$\beta = \frac{\text{logit } W_{t+n} - \text{logit } W_t}{t+n - t}$$

$$\beta = \frac{\text{logit } W_{t+n} - \text{logit } W_t}{n}$$

$$\alpha = \text{logit } W_t - \beta$$

$$\text{logit } W_t = \ln \left[ \frac{W_t / 100}{1 - W_t / 100} \right]$$

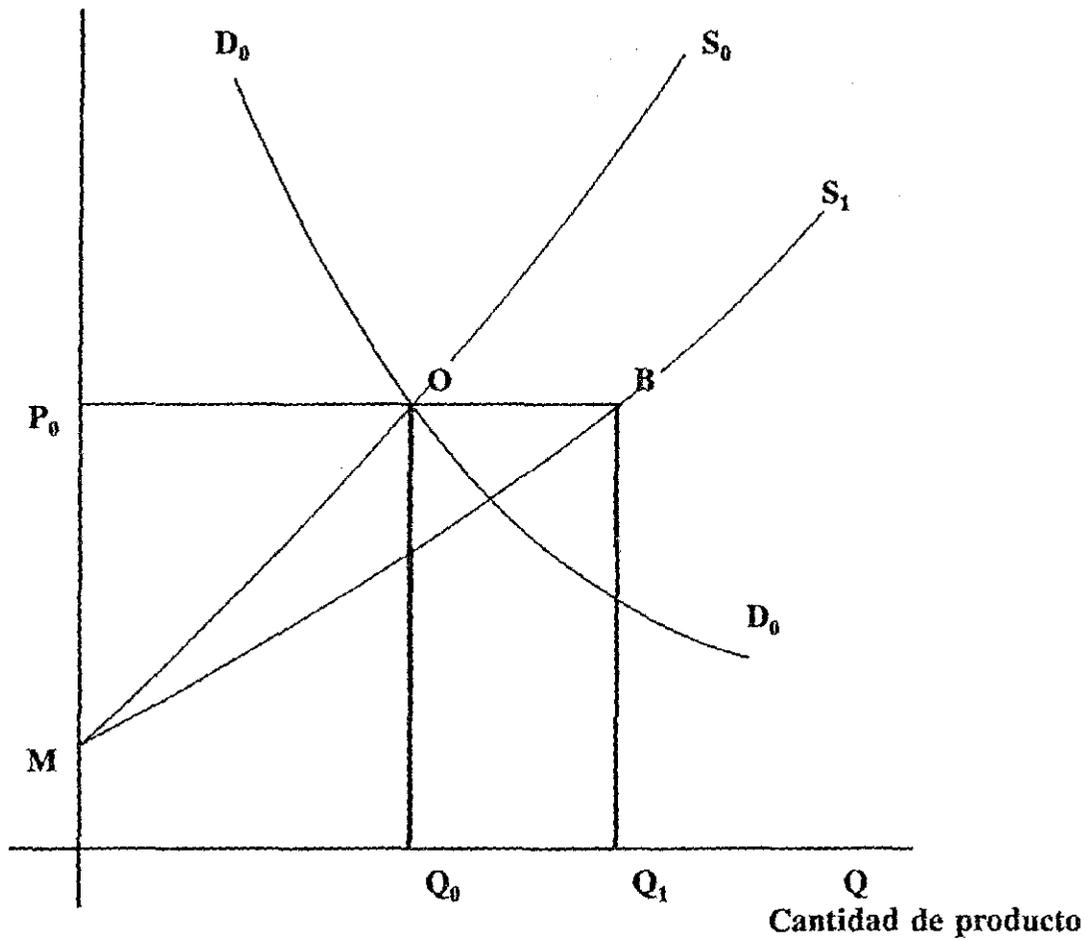
$$\text{logit } W_{t+n} = \ln \left[ \frac{W_{t+n} / 100}{1 - W_{t+n} / 100} \right]$$

Conociendo  $A$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  la función logística queda definida.

#### **A1.2 Corrección del factor K cuando existe desplazamiento autónomo de la oferta**

En MODEXC se pueden simular dos situaciones respecto a la evolución futura del mercado: en la primera situación, la más simple, se puede asumir que el mercado solo es afectado por el cambio tecnológico que interesa evaluar, en consecuencia, éste se constituye en la única fuerza que desplaza la oferta y está expresada en el factor K.

**P**  
 Precio por  
 unidad de producto



**FIGURA A1.1**

La función de demanda ( $D_0$ ) se asume que permanece constante a través de todo el período de evaluación. En esta situación:

$$S_0 = C (P-M)^d$$

$$D_0 = \beta P^{Np}$$

$$S_1 = CK (P-M)^d = S_0K$$

Siendo:

$S_0$  = la función de oferta antes del cambio tecnológico y

$S_1$  = la función de oferta al finalizar el proceso de adopción.

$D_0$  = la función de demanda

Debido al cambio tecnológico la cantidad ofrecida en el mercado al precio inicial  $P_0$  se incrementa desde  $Q_0$  hasta  $Q_1$  ( $\delta Q = Q_1 - Q_0$ ), vale decir el segmento OB. En este caso, el factor de expansión de la oferta debido a la tecnología se define como:

$$K = \frac{Q_0 + \delta Q}{Q_0}$$

Nótese que  $K$  queda definido como un factor de desplazamiento de la oferta inicial  $S_0$ .

Una segunda situación se puede simular en MODEXC en relación al comportamiento del mercado, se trata de una situación más compleja donde aparte del cambio tecnológico evaluado, otras fuerzas afectan la demanda y oferta y son independientes del cambio tecnológico analizado. La demanda cambia por variaciones del ingreso, de precios relativos, de gustos de los consumidores, etc. El factor de desplazamiento anual de la demanda, se define como  $\alpha$  y representa la tasa neta anual de crecimiento de la demanda. La oferta crece también por otros factores independientes a la tecnología evaluada, ellos pueden ser, incremento de recursos empleados, cambios técnicos de otra naturaleza; el efecto de estos factores se define como  $\theta$ .

MODEXC asume que el equilibrio de mercado de cada año, durante el proceso de adopción, se produce por el desplazamiento inicial de oferta y demanda debido a los factores  $\alpha$  y  $\theta$ , que llevarían al equilibrio final de mercado de no existir el cambio tecnológico. Pero el factor  $K$  desplaza nuevamente la oferta para alcanzar el equilibrio final de mercado del respectivo período.

La Figura A1.2 ilustra la situación. El movimiento de  $S_0$  a  $S_1'$  es debido a los factores exógenos ( $\theta$ ) y el movimiento desde  $S_1'$  a  $S_1''$  es debido a factores tecnológicos ( $K$ ). Las ecuaciones del modelo se plantean como:

$$S_0 = C (P-M)^d$$

$$S_1' = C (1+\theta)^t (P-M)^d = (1+\theta)^t S_0$$

$$S_1'' = CK (1+\theta)^t (P-M)^d = (1+\theta)^t K.S_0$$

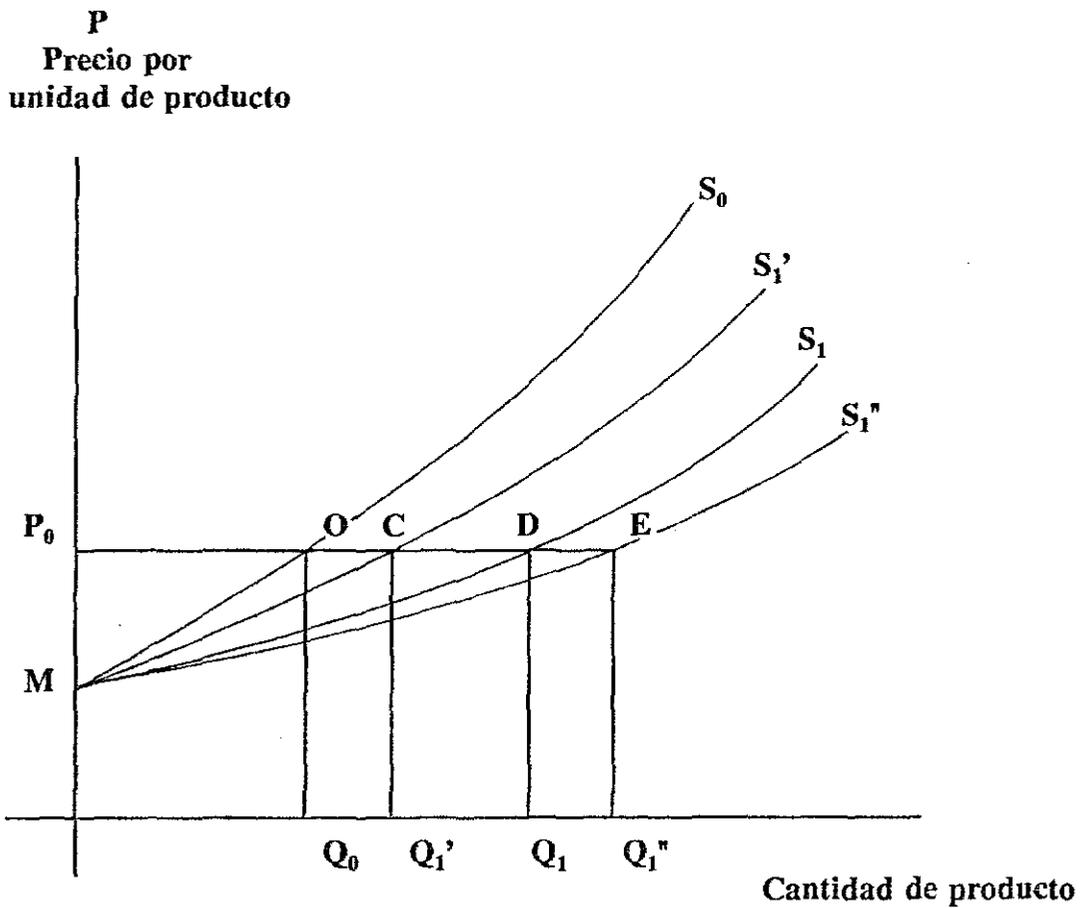


FIGURA A1.2

Dado que el factor de cambio tecnológico ( $K$ ) se definió inicialmente como el factor de desplazamiento de la oferta inicial  $S_0$ , al aplicar tal factor sobre la función  $S'_1$  ya previamente desplazada en la magnitud  $OC$ , el efecto del cambio tecnológico se sobreestima dado que el  $K$  está definido como factor de desplazamiento de  $S_0$ . La sobreestimación es la distancia  $DE$  en la **Figura A1.2**, ya que el aumento de la oferta por factores tecnológicos al precio inicial ( $P_0$ ) debe ser la distancia  $CD$  en la **Figura A1.2**, igual a la distancia  $OB$  en la **Figura A1.1**.

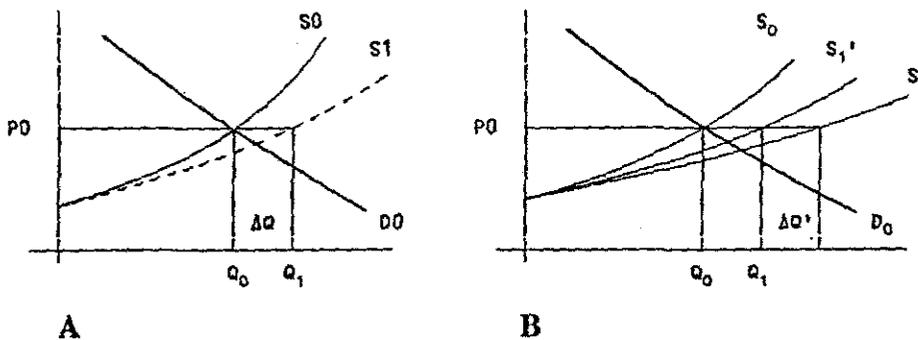
Para solucionar este problema y para efectos prácticos, MODEXC elabora un ajuste del valor de  $K$  para eliminar tal sobreestimación. Por esto la función de oferta después del cambio tecnológico se plantea como:

$$S_1 = C(1+\theta)^t \hat{K}(P-M)_d$$

$$S_1 = S'_1 \hat{K}$$

Siendo  $\hat{K}$  el factor de desplazamiento de la oferta, ajustado para ser aplicado sobre la función  $S'_1$ .

La justificación matemática al ajuste de  $K$  se presenta a continuación:



**FIGURA A1.3**

En la situación A (Figura A1.3), no hay desplazamiento autónomo de la oferta ( $\theta=0$ ), en este caso:

$$K = \frac{Q_0 + \Delta Q}{Q_0}$$

En la situación B, hay un desplazamiento autónomo de la oferta ( $\theta > 0$ ), que hace que la oferta inicial ( $S_0$ ) se desplace hasta  $S_1'$ , posteriormente el cambio tecnológico a través del factor K hace que la oferta inicial se sitúe en  $S_1$ . Como el factor K está definido para operar sobre la oferta inicial ( $S_0$ ), en la situación B se sobreestima el valor de  $\Delta Q$ , denominado en la Figura B como  $\Delta Q'$ , el  $\Delta Q$  de la Figura A, se define como:

$$\begin{aligned} \Delta Q = Q_1 - Q_0 &= CK (P-M)^d - C (P-M)^d \\ &= C (P-M)^d (K-1) \\ &= S_0 (K-1) \end{aligned}$$

$\Delta Q'$  se define como:

$$\begin{aligned} \Delta Q' &= CK (1+\theta) (P-M)^d - C (1+\theta) (P-M)^d \\ \Delta Q' &= C (1+\theta) (P-M) (K-1) \\ \Delta Q' &= S_0 (K-1) (1+\theta) \end{aligned}$$

Vale decir,  $\Delta Q'$  con respecto a  $\Delta Q$  está sobreestimado por el factor  $(1+\theta)$ , por lo tanto, el factor K debe ser corregido. El K original que actúa en la situación A es:

$$(1) \quad K = \frac{Q_0 + Q_0(K-1)}{Q_0}$$

Nótese que la función  $S_0$  evaluada al precio  $P_0$  es igual a  $Q_0$ .

El K implícito que actúa en la segunda situación, al cual denominamos K', se expresa como:

$$(2) \quad K' = \frac{Q_0 + Q_0(K-1)(1+\theta)}{Q_0}$$

Comparando las expresiones (1) y (2), se nota que en la segunda el factor (K-1) está sobreestimado en (1+θ).

El ajuste del factor K está en función de la magnitud de θ, en la medida en que θ sea mayor, mayor será el ajuste de K dado que va a ser aplicado sobre una base cada vez más grande. Cuando θ=0 implica que K=K'. El K ajustado se define como:

$$\hat{K}_t = \left[ \frac{K_t - 1}{1+\theta} \right] + 1$$

$$\hat{K}_{t+1} = \hat{K}_t + \left( \frac{K_{t+1} - K_t}{1+\theta} \right)$$

No es necesario que el usuario elabore este ajuste, el modelo está programado para efectuarlo cuando se precise. Se debe suministrar al modelo el valor de la asymptota sin ninguna clase de ajuste.

A continuación se presentan dos corridas de MODEXC para ilustrar la evolución de K cuando θ>0 y cuando θ=0. Los supuestos empleados son:

	Caso A	Caso B
Elasticidad precio de: oferta	0.60	0.60
demanda	-0.50	-0.50
Precio mínimo	150	150
Cantidad inicial de equilibrio	4240	4240
Precio inicial de equilibrio	580	580
Incremento autónomo anual de: oferta	0	2.5
demanda	0	3.0
Porcentaje de adopción en el año: 4	0.5	0.5
35	99.9	99.9
Valor de K (asíntota)	1.80	1.80
Tipo de economía	cerrada	cerrada

La diferencia entre los casos A y B es que en el primero no hay movimientos autónomos de oferta y demanda en tanto que en el segundo si los hay. En el caso B, por el hecho de que  $\theta > 0$ , MODEXC efectúa un ajuste en el valor de K.

El Cuadro A1.1 muestra los excedentes económicos totales en las dos situaciones, nótese que en la situación B a pesar de que se trabaja con un valor de K ajustado, el valor presente de los excedentes económicos totales es mayor que en la situación A, donde no se ajusta el valor de K.

Cuadro A1.1 Valor presente de los excedentes tecnológicos totales (VPEET)\*

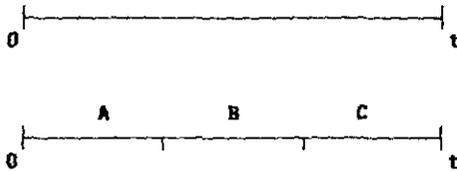
Situación	VPEET (US\$ millones)	Valor final de K
A	927	1.7992
B	1398	1.7789

\* Tasa de descuento = 10%

## ANEXO 2

### USO DE MODEXC POR TRAMOS O SEGMENTOS

MODEXC puede ser corrido para un período completo de difusión de una nueva tecnología o para el mismo período pero haciendo la evaluación por tramos o segmentos. Por ejemplo, el período  $0t$ , se puede correr por completo desde  $0$  hasta  $t$ , o corriendo individualmente los tramos A, B y C para posteriormente unirlos.



La ventaja de correr el modelo por subperíodos es que se pueden cambiar a través del tiempo las tasas de crecimiento autónomo de oferta y demanda y los precios internacionales, por ejemplo si se está trabajando sobre la base de tres tramos se puede tener una situación como ésta:

TRAMO (parte)	Tasa de Crecimiento Autónoma de		Precio Internacional (PI)
	Oferta ( $\theta$ )	Demanda ( $\Omega$ )	
A	$\theta_1$	$\Omega_1$	$PI_1$
B	$\theta_2$	$\Omega_2$	$PI_2$
C	$\theta_3$	$\Omega_3$	$PI_3$

donde:

$$\theta_1 \neq \theta_2 \neq \theta_3, \quad \Omega_1 \neq \Omega_2 \neq \Omega_3 \quad \text{y} \quad PI_1 \neq PI_2 \neq PI_3$$

Cuando se efectúa una corrida para todo el período  $0t$ , MODEXC se maneja en la forma en que se ha señalado anteriormente.

Para correrlo por tramos (o partes), MODEXC tiene un menú especial que permite consolidar los subperíodos o partes una vez que éstos se han corrido individualmente. El máximo de subperíodos (tramos o partes) en los que se puede subdividir un período es de cinco.

Para correr MODEXC por tramos se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Definir el número de segmentos o tramos que se van a correr, el cual no puede ser mayor que cinco.
- 2) Efectuar individualmente las corridas para cada uno de los tramos, en cada uno de ellos se puede cambiar  $\Theta$ ,  $\Omega$  y  $PI$ . Las otras variables, deberán permanecer en los niveles de la corrida del primer tramo.
- 3) Para efectuar la corrida de cualquier tramo diferente del primero se precisa:
  - a)  $Q'_t$  = cantidad de equilibrio parcial en el año  $t$ , el cual es el año final del tramo anterior.
  - b)  $K_{t-1}$  = valor de  $K$  un año antes del fin del tramo anterior.
  - c) Cuando cambia  $\Theta$  se precisa el valor de la constante  $C$  en el tramo anterior.
  - d) Cuando cambia  $\Omega$  se precisa el valor de  $B$  en el tramo anterior.

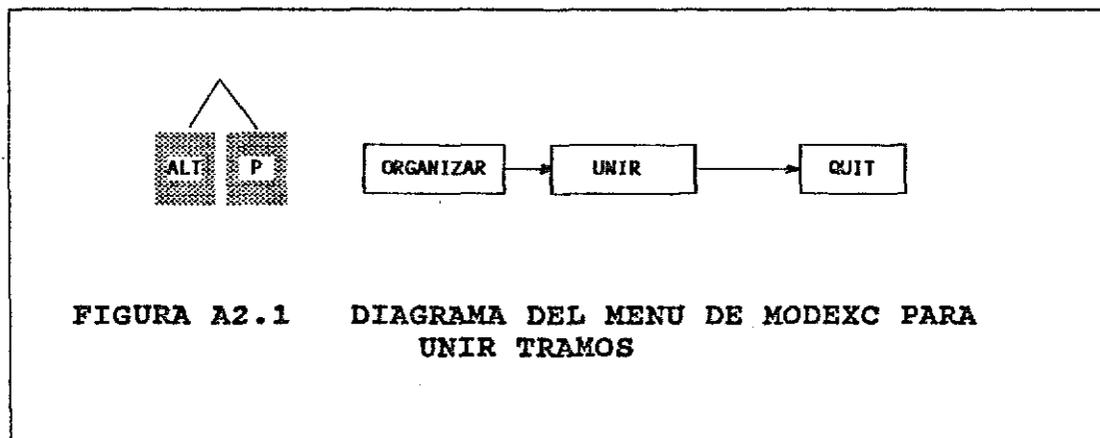
Al efectuar la impresión de resultados empleando la opción 1PRINT, los valores de  $C$  y  $B$  aparecerán en la primera página y los de  $Q'_t$  y  $K_{t-1}$  en la segunda.

- 4) Una vez efectuada la corrida de cada tramo, se debe proceder al cálculo de los excedentes correspondientes.

- 5) Cada tramo debe ser grabado por separado y todos los tramos deben grabarse en el mismo disco o diskette que defina el usuario.
- 6) El punto inicial de cada tramo debe ser el último del tramo anterior. Por ejemplo, si se tiene un período de seis años y se subdivide en dos tramos de tres años cada uno, los tramos quedan así:

	<u>Tramo 1</u>	<u>Tramo 2</u>
Período inicial	0	3
Período final	3	6
Número de períodos (años)	3	3

- 7) Para consolidar todos los tramos en un archivo único, MODEXC debe procesar cada uno de los tramos diferentes al primero, corridos previamente, y para ello tiene un menú especial, el cual se invoca tecleando simultáneamente [ALT] [P] (Véase Figura A2.1).



**FIGURA A2.1** DIAGRAMA DEL MENU DE MODEXC PARA UNIR TRAMOS

El procesamiento de los tramos diferentes al primero, mediante la opción organizar, consiste en que MODEXC crea nuevos archivos a partir de ellos y estos archivos son los que se unen al tramo inicial, el cual no debe someterse al proceso de preparación que se efectúa para los otros tramos.

Para procesar cada uno de los n-1 tramos diferentes al primero, es preciso entrar a cada uno de ellos y teclear simultáneamente [ALT] [P]. Inmediatamente aparece el menú de la **Figura A2.1**.

- Al teclear la opción ORGANIZAR (la cual debe ser utilizada en todos los tramos diferentes al primero), el programa pregunta:  
INDIQUE NUMERO DE ESTA PARTE (> 1): 2..3..5  
(el número debe ser 2, 3...5)
- Una vez cargado el número correspondiente, el programa pide definir el drive de trabajo:  
DEFINA DRIVE DE ARCHIVOS: (dar enter)  
ENTER DEFAULT DIRECTORY: A:, B:, etc.

Una vez definido el drive de trabajo, **MODEXC** crea un archivo de trabajo el que denomina PARTEX.WK1, de tal manera que si el tramo en el que se está trabajando es el dos, el archivo se denominará PARTE2.WK1. Este archivo lo graba en el drive previamente definido.

Si el número total de tramos es de cinco, es necesario entrar a los tramos dos a cinco y efectuar esta operación, empleando la opción ORGANIZAR. Una vez procesados los archivos se procede a unirlos.

La operación de unir los tramos se efectúa entrando a la parte inicial (primer tramo) y tecleando [ALT] [P] y utilizando la opción UNIR. Esta opción une las partes dos a cinco con la primera parte. Al usar esta opción el programa pregunta:

ESTA WK ES LA PARTE #1 (0:no, 1:si).

Se teclaea el número 1 para confirmar que se trata de la primera parte. Una vez hecho lo anterior, el programa pregunta cuál es el número de tramos a unir al primero. Este

número es  $n-1$ , es decir, que si estamos trabajando con cinco tramos se debe teclear el número 4. A continuación el programa pide definir el drive donde están los archivos a unir (2 a 5) y efectúa la unión de los archivos.

Finalmente pregunta el período (año) inicial, que debe ser el cero y el número total de períodos (años) (puede ser de 2 a 50). Finalmente se teclaea ENTER para confirmar que las diferentes partes o tramos se han incorporado correctamente.

Una vez cumplido el anterior proceso, se tiene un archivo consolidado que incluye las cantidades y precios de equilibrio y los excedentes en los diferentes tramos. Para conservar este archivo se debe proceder a grabarlo. A partir de este archivo consolidado el usuario puede cargar costos e inversiones, efectuar cálculos de TIR y B/C y elaborar gráficas e impresiones.

A continuación se presenta un pequeño ejemplo para ilustrar el uso de MODEXC por tramos:

#### SUPUESTOS:

##### a. PARAMETROS

- Nombre del producto:	CARNE VACUNA
- Nombre del país o región:	Colombia
- Elasticidad precio de oferta:	0.50
- Elasticidad precio de demanda:	-0.60
- Precio mínimo de oferta:	US\$500 por TM
- Cantidad inicial de equilibrio ( $Q_0$ ):	6173
- Precio inicial de equilibrio ( $P_0$ ):	1390
- Tasa neta crecimiento de la demanda (%) ( $\Omega$ ):	2.5
- Tasa de crecimiento de la oferta (%) ( $\Theta$ ):	1.5

##### b. LOGISTICA

- Porcentaje de adopción en el período inicial:	1
- Período inicial:	1
- Porcentaje de adopción en el período final:	99.99
- Período final:	10
- Valor asíntota de la función K:	2

c. DEFINICION DE TRAMOS

- Número de tramos:	3
- Número total de períodos (años)	10

d. TRAMOS

	<u>TRAMOS</u>		
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
- Longitud (períodos)	3	3	4
- Período inicial	0	3	6
- Período final	3	6	10
- Valor de $\theta$ (%)	1.5	1.5	-0.2
- Valor de $\eta$ (%)	2.5	1.5	1.0
- Precio internacional (PI) (US\$/TM)	1300	1000	850
- Porcentaje límite del precio internacional	100	100	100
- Tasa de descuento: 10%			

e. INVERSIONES EN INVESTIGACION

<u>Período</u>	<u>Valor</u> <u>(US\$ miles)</u>	<u>Período</u>	<u>Valor</u> <u>(US\$ miles)</u>
-10	2340	-4	2000
-9	2340	-3	2000
-8	2340	-2	2000
-7	2340	-1	2000
-6	2340	0	2000
-5	2340	1	2000

**A2.1 Corrida del Primer Tramo**

Se entra a LOTUS y desde Lotus se invoca a MODEXC. Suponiendo que MODEXC está ubicado en el directorio C:\LOTUS2\MODEXC se teclaea \FILE RETRIVE MODEXC (puede ser MODEXC2.WK1 o MODEXC3.WK3).

Estando dentro de MODEXC se teclEAN simultáneamente [ALT][R] y aparece el menú principal de MODEXC (véase Figura 5). A continuación se cargan al programa todos los parámetros, la función logística y se define el número de años de la corrida (0 al 3). Enseguida se pasa a determinar los puntos de equilibrio de cada período

empleando la opción SOLUCION y dentro de ella 1SOLUCION, es decir, el desplazamiento de la función de oferta será de tipo pivotal divergente. Para iniciar el proceso de cálculo de los puntos de equilibrio el programa pide la cantidad de equilibrio en el año inicial (cero), en este caso es 6173.

Una vez el programa calcula los puntos de equilibrio se tecléa EXCEDENT para estimar los excedentes del período. Dentro de EXCEDENT se define el tipo de economía, el cual se define como uno (1), es decir se trata de una economía abierta. A continuación se tecléa CALCULO y se suministra al programa la tasa de descuento para el cálculo del valor presente de los excedentes. En este caso se supone una tasa de descuento del 10%. Los resultados pertinentes del primer tramo aparecen en los Cuadros A2.1 a A2.3.

Para calcular los excedentes se carga al programa el precio internacional, que se supone de US\$1300/TM y el límite al precio internacional de 100% (véase página 21, punto 3.1.6.1). Finalmente se graba esta corrida; en este ejemplo se grabó en el drive A con el nombre de P1.WK1, para indicar que se trata de la parte 1. Los resultados anteriores son la base para correr el segundo tramo.

## **A2.2 Corrida del Segundo Tramo**

Para correr el segundo tramo se entra al menú principal tecleando [ALT][R] y se usa la opción CAMBIOS, para cambiar la tasa de crecimiento de oferta. Usando las opciones SIGUE, 1INCRENDEM se carga el valor 1.5 que es la tasa de crecimiento autónoma de la demanda en el segundo tramo. Empleando N-PERIODO se define el período del segundo tramo, en este caso el número de años es de tres (3) y el año inicial del tramo es el 3.

Para determinar los puntos de equilibrio del segundo tramo se emplea nuevamente SOLUCION 1SOLUCION y el programa pide la cantidad en el año inicial. En este caso Q', es 6541.2, cifra que aparece subrayada en el Cuadro A2.2 del primer tramo.

CUADRO A2.1 PRIMER TRAMO:  
RESULTADOS

FECHA:	09-feb-92
PRODUCTO:	CARNE VACUNA
REGION:	Colombia
<b>PARAMETROS</b>	
EOFER----->	0.50
EDEMA ----->	-0.60
PMIN----->	500.00
QINIC----->	6173.0
PINIC----->	1390.00
INCR.DEMANDA---->	0.025
INCR.OFERTA---->	0.015
<b>LOGISTICA</b>	
PUNTO 1 ---->	1.00
TIEMPO1 ---->	1
PUNTO 2 ---->	99.99
TIEMPO2 ---->	10
ASIMPTOTA-->	2.00
<b>TIPO DE ECONOMIA</b>	
TECON ----->	1
PINTER----->	1300.0
LIM.SUP ---->	2600.0
%LIMITE ---->	100.0%
C ---->	733.95
B ---->	<u>511065.7</u>

CUADRO A2.2 PRIMER TRAMO:  
RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA

AÑOS	CANTIDAD (Q1')	PRECIO DEM.1'	PRECIO OFER.1'	CANTIDAD (Q1)	PRECIO DEM.1	PRECIO OFER.1	K1
0	6173.0	1390.0	1390.0	6173.0	1390.0	1390.0	1.0000
1	6293.4	1402.5	1402.4	6327.3	1390.0	1390.0	1.0099
2	6416.1	1415.2	1414.9	6567.8	1361.1	1360.2	<u>1.0441</u>
3	<u>6541.2</u>	1427.9	1427.7	7137.2	1300.0	1234.6	1.1758

CUADRO A2.3 PRIMER TRAMO:  
RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES  
AL CONSUMIDOR Y AL PRODUCTOR

AÑOS	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR			EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
0	0	0	0	0	0	0
1	0	79008	-79008	104041	-37008	141049
2	188566	350823	-162257	123916	-162555	286471
3	610329	860247	-249918	283219	-153177	436396

A continuación el programa pregunta si los parámetros han cambiado, se tecléa 1 para indicar que por lo menos algún parámetro cambió. Luego pregunta si la tasa de crecimiento de la demanda cambió, se tecléa 1 para indicar que sí (pasó de 2.5 en el primer tramo a 1.5 en el segundo). Posteriormente pregunta si la tasa de crecimiento de la oferta cambió, se tecléa 0 (cero) para indicar que no (permaneció en el nivel de 1.5).

Por último, el programa pide el valor de B del primer tramo, el cual aparece subrayado en el Cuadro A2.1 de resultados del primer tramo y es de 511065.7 y el valor de  $K_{t-1}$ , es decir un año antes de terminar el primer tramo (año 2) el cual es 1.0441.

Los resultados pertinentes del segundo tramo aparecen en los Cuadros A2.4 a A2.6.

CUADRO A2.4 SEGUNDO TRAMO:  
RESULTADOS

FECHA:	09-feb-92
PRODUCTO:	CARNE VACUNA
REGION:	Colombia
<b>PARAMETROS</b>	
EOFER----->	0.50
EDEMA ---->	-0.60
PMIN----->	500.00
QINIC----->	6173.0
PINIC----->	1390.00
INCR.DEMANDA--->	0.015
INCR.OFERTA--->	0.015
<b>LOGISTICA</b>	
PUNTO 1 ---->	1.00
TIEMPO1 ---->	1
PUNTO 2 ---->	99.99
TIEMPO2 ---->	10
ASIMPTOTA--->	2.00
<b>TIPO DE ECONOMIA</b>	
TECON ---->	1
PINTER----->	1000.0
LIM.SUP ---->	2000.0
%LIMITE ---->	100.0%
C ---->	<u>767.47</u>
B ---->	<u>534410.4</u>

CUADRO A2.5 SEGUNDO TRAMO:  
RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA

AÑOS	CANTIDAD (Q1')	PRECIO DEM.1'	PRECIO OFER.1'	CANTIDAD (Q1)	PRECIO DEM.1	PRECIO OFER.1	K1
3	6541.2	1427.9	1427.7	7136.5	1235.0	1234.3	1.1758
4	6639.3	1427.9	1427.7	8181.9	1008.0	1008.1	1.4943
5	6738.9	1427.9	1427.7	9082.0	1000.0	868.3	<u>1.8114</u>
6	<u>6840.0</u>	1427.9	1427.7	9499.7	1000.0	825.7	1.9417

CUADRO A2.6 SEGUNDO TRAMO:  
RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES  
AL CONSUMIDOR Y AL PRODUCTOR

AÑOS	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR			EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
3	1067275	1317192	-249918	-187351	-623747	436396
4	2827799	3081465	-253666	-1013078	-1518445	505366
5	2937125	3194596	-257471	-368317	-943689	575371
6	2981181	3242515	-261333	-34409	-680835	646427

Los excedentes se calculan en condiciones de economía abierta con un precio internacional de US\$1000/TM. Una vez calculados los excedentes se grabó este tramo en el drive A con el nombre de P2.WK1.

### A2.3 Corrida del Tercer Tramo

El tercer tramo se corre de manera similar al segundo y como en el caso anterior, los datos iniciales de este tramo son los resultados del segundo. En este caso se redefine el tramo, empezando éste en el período 6 y terminando en el período 10, para un total de cuatro años. En el tercer tramo cambian  $\theta$  y  $\omega$ , la primera se reduce a -0.2 y la segunda a 1.0.

Usando las opciones CAMBIOS, SIGUE, 1INCRENDEM y 2INCOFER (véase **Figura A2.1**) se introduce al programa estos nuevos valores. Usando SOLUCION se calculan los puntos de equilibrio del tramo. Los valores de la segunda corrida que se emplean en esta tercera, aparecen subrayadas en los cuadros de resultados del segundo tramo.

$$\begin{aligned} Q'_t &= 6840.0 \\ C &= 767.47 \\ B &= 534410.4 \\ K_{t-1} &= 1.8114 \end{aligned}$$

Los resultados del tercer tramo se presentan en los **Cuadros A2.7 a A2.9**. Estos resultados se graban en el drive A con el nombre de P3.WK1.

#### **A2.4 Archivo Consolidado**

Una vez corridos los tres tramos se procede a procesarlos y a unirlos invocando el menú correspondiente, se debe teclear [ALT][P]. En este caso los archivos que se procesan son P2.WK1 y P3.WK1, los cuales se unirán al archivo P1.WK1. El método de procesamiento y unión de los tramos ya fue explicado.

Es importante resaltar que es necesario calcular los excedentes de cada tramo antes de elaborar la unión de los tramos. Una vez efectuada la unión de tramos, empleando la opción EXCEDENTES, INVERSION se cargan al programa los valores supuestos de inversiones en investigación y mantenimiento, y mediante la opción TIR, se calcula la tasa interna de retorno y la relación beneficio/costo. Los resultados consolidados aparecen en los **Cuadros A2.10 a A2.15**. Es preciso aclarar que en el **Cuadro A2.10** aparece  $\theta = 2.5$  y  $\alpha = 1.5$ , que son los correspondientes al primer tramo, porque la unión se efectúa desde este tramo; por lo tanto, tales valores no deben ser tomados en consideración porque de hecho tales parámetros variaron en los distintos tramos.

CUADRO A2.7 TERCER TRAMO:  
RESULTADOS

FECHA:	09-feb-92
PRODUCTO:	CARNE VACUNA
REGION:	Colombia
<b>PARAMETROS</b>	
EOFER----->	0.50
EDEMA ---->	-0.60
PMIN----->	500.00
QINIC----->	6173.0
PINIC----->	1390.00
INCR.DEMANDA--->	0.010
INCR.OFERTA--->	-0.002
<b>LOGISTICA</b>	
PUNTO 1 --->	1.00
TIEMPO1 --->	1
PUNTO 2 --->	99.99
TIEMPO2 --->	10
ASIMPTOTA--->	2.00
<b>TIPO DE ECONOMIA</b>	
TECON ----->	1
PINTER----->	850.0
LIM.SUP --->	1700.0
%LIMITE --->	100.0%
C --->	761.35
B --->	556109.6

CUADRO A2.8 TERCER TRAMO:  
RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA

AÑOS	CANTIDAD (Q1')	PRECIO DEM.1'	PRECIO OFER.1'	CANTIDAD (Q1)	PRECIO DEM.1	PRECIO OFER.1	K1
6	6840.0	1427.9	1427.7	9507.6	824.8	825.4	1.9439
7	6863.3	1443.6	1443.5	9621.7	850.0	821.7	1.9783
8	6886.6	1459.4	1459.5	9689.0	850.0	826.9	1.9861
9	6909.3	1475.7	1475.5	9737.5	850.0	833.2	1.9877
10	6932.8	1491.9	1492.1	9786.2	850.0	840.4	1.9881

CUADRO A2.9 TERCER TRAMO:  
RESULTADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES  
AL CONSUMIDOR Y AL PRODUCTOR

AÑOS	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR			EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
6	4551486	4812821	-261335	-1823942	-2470349	646407
7	4357041	4729013	-371972	-1541039	-2285218	744179
8	4400612	4885885	-485274	-1536049	-2379348	843299
9	4444618	5047600	-602982	-1539077	-2484555	945478
10	4489064	5210850	-721786	-1543842	-2591211	1047368

CUADRO A2.10 RESULTADOS  
CONSOLIDADOS

FECHA:	09-feb-92
PRODUCTO:	CARNE VACUNA
REGION:	Colombia
<b>PARAMETROS</b>	
EOFER----->	0.50
EDEMA ---->	-0.60
PMIN----->	500.00
QINIC----->	6173.0
PINIC----->	1390.00
INCR.DEMANDA--->	0.025
INCR.OFERTA---->	0.015
<b>LOGISTICA</b>	
PUNTO 1 --->	1.00
TIEMPO1 --->	1
PUNTO 2 --->	99.99
TIEMPO2 --->	10
ASIMPTOTA-->	2.00
<b>TIPO DE ECONOMIA</b>	
TECON ----->	1
PINTER----->	1300.0
LIM.SUP --->	2600.0
%LIMITE ---->	100.0%
C --->	814.57
B --->	607496.5

CUADRO A2.11 RESULTADOS CONSOLIDADOS EN ECONOMIA ABIERTA

AÑOS	CANTIDAD (Q1')	PRECIO DEM.1'	PRECIO OFER.1'	CANTIDAD (Q1)	PRECIO DEM.1	PRECIO OFER.1	K1
0	6173.0	1390.0	1390.0	6173.0	1390.0	1390.0	1.0000
1	6293.4	1402.5	1402.4	6327.3	1390.0	1390.0	1.0099
2	6416.1	1415.2	1414.9	6567.8	1361.1	1360.2	1.0441
3	6541.2	1427.9	1427.7	7137.2	1300.0	1234.6	1.1758
4	6639.3	1427.9	1427.7	8181.9	1008.0	1008.1	1.4943
5	6738.9	1427.9	1427.7	9082.0	1000.0	868.3	1.8114
6	6840.0	1427.9	1427.7	9499.7	1000.0	825.7	1.9417
7	6863.3	1443.6	1443.5	9621.7	850.0	821.7	1.9783
8	6886.6	1459.4	1459.5	9689.0	850.0	826.9	1.9861
9	6909.3	1475.7	1475.5	9737.5	850.0	833.2	1.9877
10	6932.8	1491.9	1492.1	9786.2	850.0	840.4	1.9881

CUADRO A2.12 RESULTADOS CONSOLIDADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES AL CONSUMIDOR Y AL PRODUCTOR

AÑOS	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR			EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
0	0	0	0	0	0	0
1	0	79008	-79008	104041	-37008	141049
2	188566	350823	-162257	123916	-162555	286471
3	610329	860247	-249918	283219	-153177	436396
4	2827799	3081465	-253666	-1013078	-1518445	505366
5	2937125	3194596	-257471	-368317	-943689	575371
6	2981181	3242515	-261333	-34409	-680835	646427
7	4357041	4729013	-371972	-1541039	-2285218	744179
8	4400612	4885885	-485274	-1536049	-2379348	843299
9	4444618	5047600	-602982	-1539077	-2484555	945478
10	4489064	5210850	-721786	-1543842	-2591211	1047368

CUADRO A2.13 RESULTADOS CONSOLIDADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES TOTALES

				EXCEDENTE TECNOLOGICO NETO	AÑO	INVERSION
				-2340	-10	2340
				-2340	-9	2340
				-2340	-8	2340
				-2340	-7	2340
				-2340	-6	2340
EXCEDENTES TOTALES				-2340	-5	2340
				-2000	-4	2000
				-2000	-3	2000
AÑOS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	-2000	-2	2000
				-2000	-1	2000
0	0	0	0	-2000	0	2000
1	104041	42000	62041	40000	1	2000
2	312483	188268	124214	188268	2	0
3	893548	707070	186478	707070	3	0
4	1814721	1563021	251700	1563021	4	0
5	2568807	2250907	317900	2250907	5	0
6	2946773	2561679	385093	2561679	6	0
7	2816002	2443796	372207	2443796	7	0
8	2864563	2506537	358025	2506537	8	0
9	2905541	2563046	342495	2563046	9	0
10	2945222	2619639	325583	2619639	10	0

CUADRO A2.13 RESULTADOS CONSOLIDADOS EN ECONOMIA ABIERTA: EXCEDENTES TOTALES

				EXCEDENTE TECNOLOGICO NETO	AÑO	INVERSION
				-2340	-10	2340
				-2340	-9	2340
				-2340	-8	2340
				-2340	-7	2340
				-2340	-6	2340
EXCEDENTES TOTALES				-2340	-5	2340
				-2000	-4	2000
				-2000	-3	2000
AÑOS	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS	-2000	-2	2000
				-2000	-1	2000
0	0	0	0	-2000	0	2000
1	104041	42000	62041	40000	1	2000
2	312483	188268	124214	188268	2	0
3	893548	707070	186478	707070	3	0
4	1814721	1563021	251700	1563021	4	0
5	2568807	2250907	317900	2250907	5	0
6	2946773	2561679	385093	2561679	6	0
7	2816002	2443796	372207	2443796	7	0
8	2864563	2506537	358025	2506537	8	0
9	2905541	2563046	342495	2563046	9	0
10	2945222	2619639	325583	2619639	10	0

CUADRO A2.14 RESULTADOS CONSOLIDADOS: VALOR PRESENTE NETO Y ANUALIDADES DE LOS EXCEDENTES ECONOMICOS (US\$'000)<sup>a/</sup>

TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTES AL CONSUMIDOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
VALOR PRESENTE----->	12687987	14347622	-1659636
ANUALIDAD----->	2064911	2335009	-270098
TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTES AL PRODUCTOR		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
VALOR PRESENTE----->	-986906	-6023489	3036583
ANUALIDAD----->	-486105	-980295	494190
TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTES TOTALES		
	TOTAL	TECNOLOGICO	OTROS
VALOR PRESENTE----->	9701081	8324134	1376947
ANUALIDAD----->	1578806	1354714	224092
TASA DE DESCUENTO: 10%	EXCEDENTE TECNOLOGICO NETO	INVERSION	
VALOR PRESENTE----->	9113441	43105	
ANUALIDAD----->	1483171	7015	

a/ Dado que la cantidad inicial de equilibrio se expresó en miles de toneladas métricas y el precio de equilibrio en US\$/TM, los excedentes están expresados en miles de US\$.

CUADRO A2.15 RESULTADOS CONSOLIDADOS: PRODUCCION Y CONSUMO DOMESTICO EN ECONOMIA ABIERTA

AÑOS	PRECIO		OFERTA TOTAL	CONSUMO INTERNO	EXPORT NETAS	PROPORC IMP..EXP	INDICE AUTO-SUF.
	DEM.1	OFER.1					
0	1390.0	1390.0	6173.0	6173.0	-0.0	0.0	100.0
1	1390.0	1390.0	6327.3	6327.3	0.0	0.0	100.0
2	1361.1	1360.2	6570.1	6567.8	2.3	0.0	100.0
3	1300.0	1234.6	7334.8	6920.1	414.8	0.1	106.0
4	1008.0	1008.1	8181.6	8181.9	-0.3	0.0	100.0
5	1000.0	868.3	10015.5	8344.7	1670.8	0.2	120.0
6	1000.0	825.7	10897.1	8469.8	2427.3	0.2	128.7
7	850.0	821.7	9884.5	9430.7	453.8	0.0	104.8
8	850.0	826.9	9903.3	9525.0	378.3	0.0	104.0
9	850.0	833.2	9891.9	9620.3	271.6	0.0	102.8
10	850.0	840.4	9873.9	9716.5	157.4	0.0	101.6

Las figuras correspondientes al archivo consolidado van de la Figura A2.2 a la Figura A2.10.

FIGURA A2.2

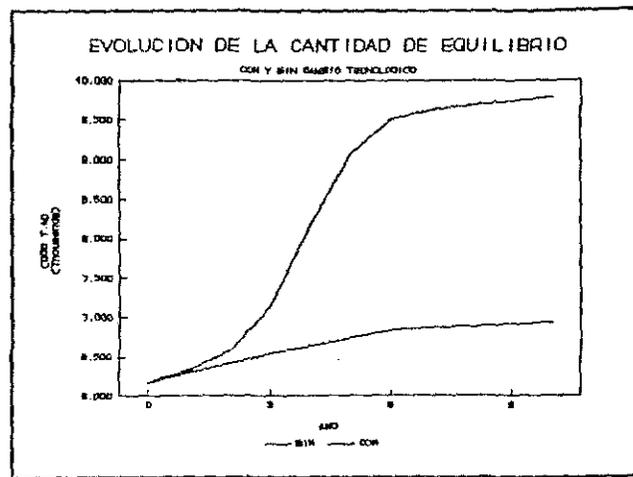


FIGURA A2.3

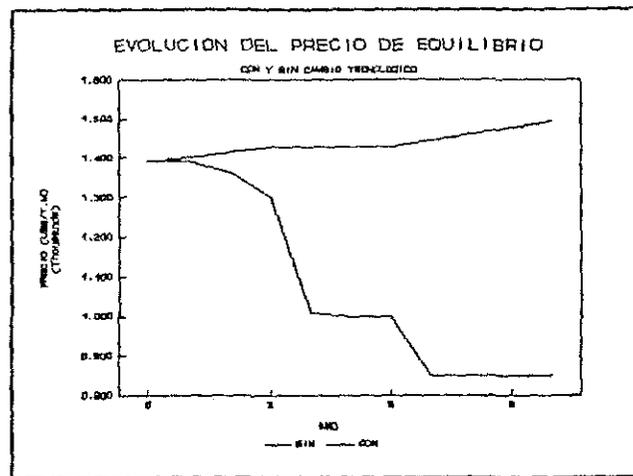


FIGURA A2.4

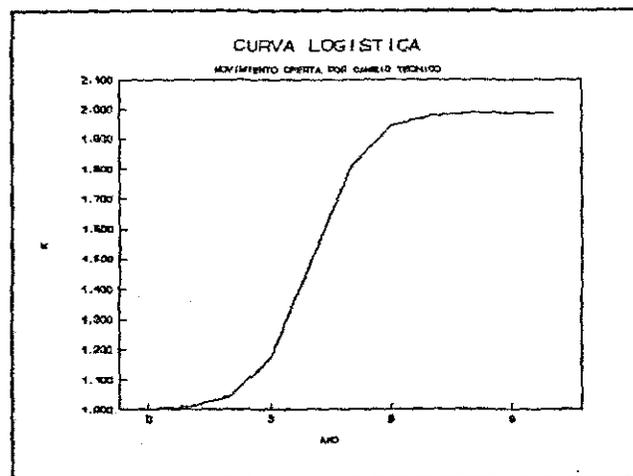


FIGURA A2.5

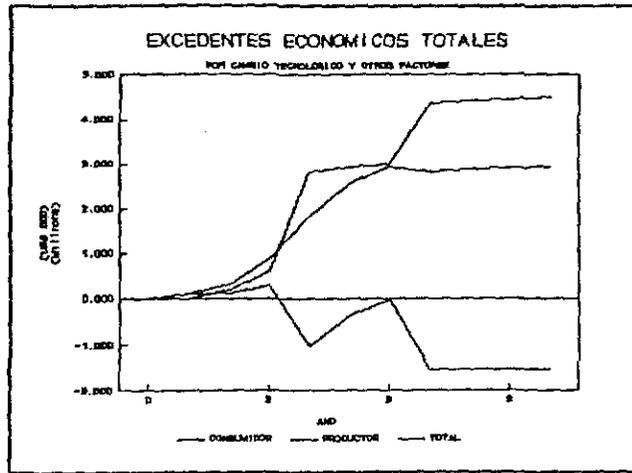


FIGURA A2.6

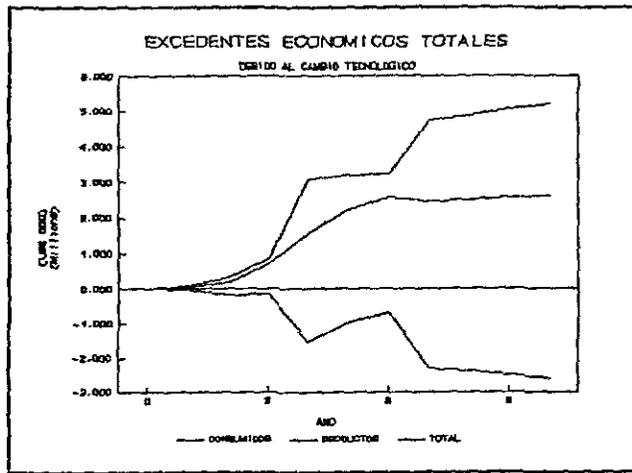


FIGURA A2.7

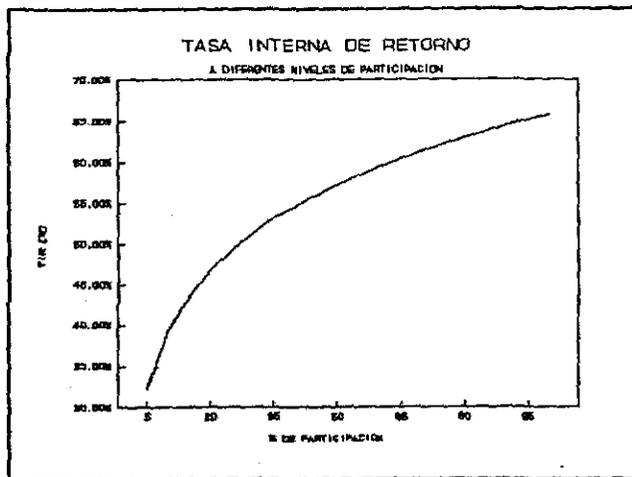


FIGURA A2.8

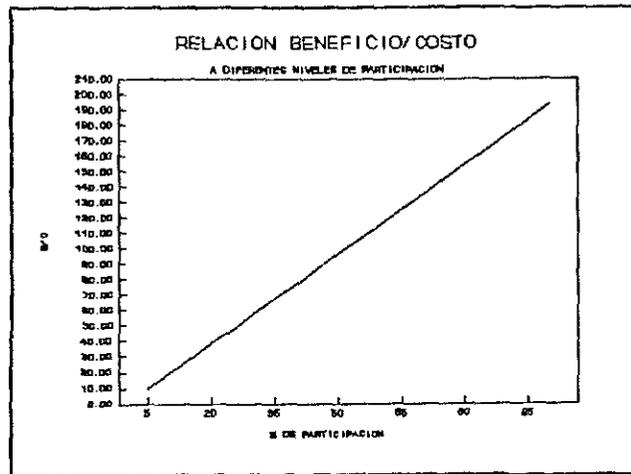


FIGURA A2.9

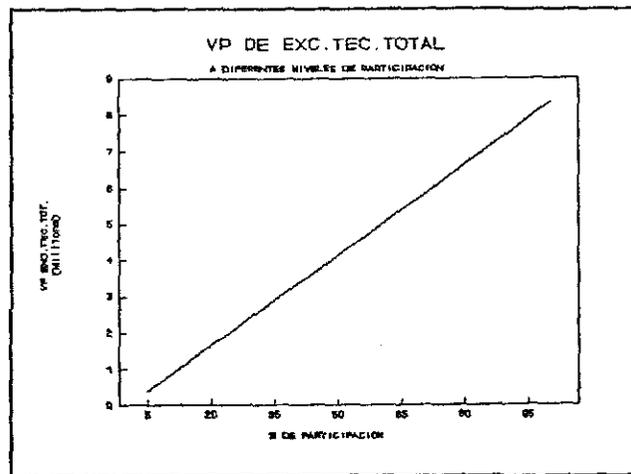
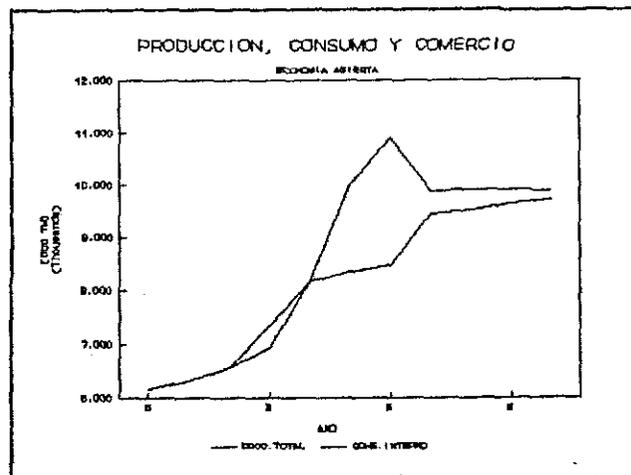


FIGURA A2.10



**ANEXO 3**  
**PRECAUCIONES Y TIEMPO DE EJECUCION**  
**AL CORRER MODEXC**

**A3.1 Precauciones que se Deben Tener al Correr MODEXC**

Al emplear MODEXC se recomienda tener las siguientes precauciones:

- 1) Conserve siempre la versión original de MODEXC, es decir que al correr el programa grabe la corrida con un nombre diferente al de MODEXC.
- 2) Cuando esté imprimiendo los resultados con las opciones 1PRINT o 2PRINT nunca apague la impresora al ejecutar esta operación.
- 3) Cuando efectúe corridas por partes o tramos, calcule los excedentes individualmente para cada tramo, antes de efectuar la unión de los mismos.
- 4) Cuando por cualquier circunstancia se presentan fallas en el proceso de cálculo por errores al introducir los datos o por inconsistencias de los mismos, se recomienda reiniciar los cálculos invocando nuevamente la versión original del programa.

- 5) Cuando se trabaja con cifras de precios y/o de producción de muchos dígitos es aconsejable transformar su escala. Por ejemplo, si son toneladas expresarlas como miles de toneladas. Esto, porque si los números son muy grandes, puede sobrepasarse el ancho de las columnas definido dentro del modelo.

**A3.2 Tiempo de Ejecución según Número de Períodos de Evaluación y Equipo Utilizado**

Número períodos de cálculo	Tipo de máquina	Versión de Lotus	Tiempo de cálculo (horas:minutos)
35	IBM System 2, Modelo 30 Coprocesador 286	Lotus 1.1	1:17
35	IBM System 2, Modelo 30 Coprocesador 286	Lotus 2.1	0:37
35	IBM XT sin coprocesador matemático	Lotus 2.1	3:20
35	System Plus Coprocesador 386	Lotus 3.1	0:09

## 6. REFERENCIAS

- ALSON, J.M., G.W. EDWARDS and J.W. FREEBAIRN (1988). Market distortions and benefits from research. American Journal of Agricultural Economics, 70(2):281-288.
- DAVIS, J.S., P.A. ORAM and J.G. RYAN (1987). Assessment of agricultural priorities: an international perspective. Australian Centre of International Agricultural Research in collaboration with International Food Research Institute, Canberra, Australia.
- LINDNER, R.K. and F.G. JARRET (1978). Supply shifts and the size of research benefits. American Journal of Agricultural Economics 60(1):48-58.
- MILLER, G.Y., J.M.ROSENBLATT and L.J.HUSHAK (1988). The effects of supply shifts on producers' surplus. American Journal of Agricultural Economics 70(4):886-891.
- NORTON, W.G. and J.S. DAVIS (1981). Evaluating returns to agricultural research: a review. American Journal of Agricultural Economics 63(4):685-699.
- PACHICO, D., J.K.LYNAM and P.G.JONES (1987). The distribution of benefits from technical change among classes of consumers and producers: an ex-ante analysis of beans in Brazil. Research Policy, Volume 16, No.5, pp.279-285.
- SERE, C. and L.S. JARVIS (1988). The betting line of beef: ex-ante estimates of improved pasture: research benefits for the Latin American tropics. Presentado en "ISNAR/RUTGERS Agricultural Technology Management Workshop", Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, July 6-8, 1988.