

CAPITULO 3. MODELO BOYD-M Y LOS ESCENARIOS

3.1. Modelo de equilibrio general computable BOYD-M y sus supuestos

Introducción

En la vida real los mercados están muy interconectados y los eventos que afectan a un sector repercuten en otros, para ello un modelo de equilibrio general es la herramienta idónea para analizar los impactos de establecer ciertas políticas o choques en varios mercados a la vez. Esto difiere con un modelo de equilibrio parcial donde se tiene la limitante de estudiar sólo un único mercado. Aunque el desarrollo de este tipo de modelos captó la atención de los economistas durante el siglo pasado, fue hasta la llegada de la tecnología informática moderna cuando se empezó a explotar estos modelos (Nicholson, 1997).

Fue durante 1950 y 1970 cuando se produjeron los avances más importantes con relación a la teoría de equilibrio general, la cual es la base de los modelos de equilibrio general. Entre otros, se desarrolló el lenguaje Arrow-Debreu, los métodos recursivos, la teoría del capital y la teoría de decisiones estadística. Paralelamente, se avanzó en la recolección de datos y en el desarrollo de técnicas computacionales que permitieran resolver estos modelos (Bergoeing, 1998).

Los modelos de equilibrio general computable (MEGC) se definen como un tipo de modelo multisectorial que buscan representar de una forma más realista la economía de un país para evaluar cuantitativamente ex-ante los efectos sobre ésta de determinadas políticas apoyándose de un paquete computacional. Por ello en las últimas décadas, estos modelos se han desarrollado en aplicaciones que anteriormente eran evaluadas mediante modelos de equilibrio parcial. La idea medular de estos modelos se basa en el análisis Walrasiano siendo Debreu quien lo elaboró en 1959, y posteriormente tomado por Arrow y Hahn en los setentas para desarrollar sus modelos (O’Ryan, et. al., 2000).

Fue en 1960 cuando Johansen unió la teoría con la práctica para desarrollar el primer modelo de equilibrio general computable aplicado a la economía de Noruega, el cual era muy simple pudiéndose resolver de forma manual. Harberger en 1962 fue otro de los primeros en usar el análisis de equilibrio general para evaluar el impacto de un impuesto a un modelo de sólo dos sectores. Los trabajos de Scarf en 1967 y 1973 sirvieron de base para el fortalecimiento de estos modelos e influenció a otros

economistas para hacer ramificaciones más complicadas. Los modelos posteriores se orientaron a diversos temas como impuestos óptimos, políticas de comercio exterior, y controles de precios (Zalai, 1998; Kehoe, 2002).

El objetivo de estos modelos es evaluar el impacto de los cambios en la política económica sobre la asignación de recursos y la distribución del ingreso, junto con otras aplicaciones para la resolución de problemas ambientales, especialmente en problemas energéticos. De esta manera los modelos de equilibrio general se han convertido en un método para analizar una gran variedad de políticas: comerciales, impositivas, de cambio estructural, cambiarias, sociales, y ambientales (O’Ryan, et. al., 2000).

Estos modelos deben tener ciertas especificaciones para su correcto funcionamiento. Así, al tratar de representar a la realidad, deben poseer distintos mercados, donde habrán agentes económicos estableciendo intercambios para alcanzar equilibrios de mercado determinando los precios y las cantidades. Por lo tanto, esas especificaciones deben incorporar: precios, factores de producción y oferta de bienes, ingreso, ahorro y formación de capital, demanda, importaciones, oferta y demanda de exportaciones, equilibrio en los mercados domésticos, equilibrio en la balanza de pagos, entre otros, los cuales dependerán, además, de lo que se esté modelando (O’Ryan, et. al., 2000; Cardenete y Sancho, 2002).

La estructura que normalmente maneja un modelo de equilibrio general consiste en diferentes mercados, bienes, y un número definido de consumidores, cada uno de los cuales tiene ciertas preferencias con una dotación inicial de bienes. El objetivo de los agentes es maximizar su utilidad, siguiendo la perspectiva neoclásica, con una función de demanda por cada bien y la oferta de los factores de producción. Para el caso de las funciones de oferta de bienes y servicios, éstas se definen por la maximización de las ganancias de los productores. La tecnología se plantea como funciones de producción con rendimientos constantes a escala. Además, se supone que sólo los precios relativos son relevantes, puesto que las funciones de demanda son homogéneas de grado cero y las de producción son homogéneas en precios. Así, el equilibrio se dará cuando la demanda sea igual a la oferta en todos los mercados al mismo tiempo (Ibarrarán, 1999).

Entre las ventajas de usar un MEGC sobresale que resuelve problemas no lineales, obtiene precios en forma endógena, incorpora múltiples mercados, analiza la estructura

de una determinada economía, permite incorporar restricciones o variables estructurales concretas, puede cuantificar la eficiencia económica y los impactos distributivos y ambientales de políticas económicas, sociales o ambientales en forma simultánea. Un problema que en ocasiones tienen estos modelos es el gran número de datos que se requieren para su construcción y que la calidad de estos no sea la mejor. No obstante, con un mayor tiempo en la búsqueda de información esta limitación puede ser eliminada (O’Ryan, et. al., 2000).

Para el caso del modelo BOYD-M, éste fue diseñado para investigar las diferentes estrategias que se pudieran llevar a cabo en el sector energético mexicano, así como el impacto que tendrían diversas políticas fiscales y ambientales en el uso de combustibles, el bienestar de los consumidores y la tasa de crecimiento de las emisiones. La programación de este modelo fue realizada en el General Algebraic Modeling System (GAMS), el cual permite realizar simulaciones sobre diversas políticas que afecten a la economía mexicana.

3.1.1. Estructura del modelo¹

El MEGC tiene como objetivo evaluar el impacto de diferentes políticas en la economía nacional para escoger las que más beneficios provean a los diferentes sectores productivos. La especificación de estos modelos asumen que la economía parte del equilibrio, esto se logra mediante el ajuste de la base de datos que se obtuvo de las instituciones gubernamentales (cuentas nacionales, información de ingreso-gasto de los hogares, matrices insumo-producto, información de impuestos, comercio, balanza de pagos). Una vez que se tiene esta información, se escoge la forma funcional de las funciones de utilidad y de producción para que se calibre el modelo con el fin de replicar el equilibrio inicial y verificar que se está cumpliendo con la especificación correcta.

Los parámetros se determinan a partir de este proceso de calibración de tal manera que el modelo reproduzca la base de datos inicial como solución de equilibrio del caso de referencia. Después de realizar lo anterior, se deben introducir las políticas a evaluar en el modelo y realizar las simulaciones respectivas. Los parámetros generados con anterioridad pueden usarse para simular diferentes políticas, obteniéndose así nuevos equilibrios. Los resultados obtenidos por estas corridas se comparan con las que se tenían

¹ Esta sección se basa en el trabajo de Ibararán y Boyd (2001).

con el equilibrio inicial para decidir cuál es la política más conveniente de aplicar (Ibarrarán, 1999).

En es caso del modelo BOYD-M, éste se compone por nueve sectores productivos, dieciséis bienes intermedios y finales, cuatro categorías de ingreso, siete bienes de consumo, un sector externo y el gobierno, como lo muestra las tablas 3.1. y 3.2. Además, las variables económicas que comprende son inversión, acumulación de capital, producción por sector, consumo de los agentes por sector, importaciones y exportaciones y precios relativos para cada año. La producción del sector refinería se segmenta en gasolina, queroseno, coque, combustóleo, petroquímicos, gas LP y diesel, donde estos insumos son utilizados para todos los sectores y se pueden intercambiar en los mercados internacionales.

Tabla 3.1 Clasificación de los sectores y bienes productivos, y de los bienes y servicios de consumo final

Sectores Productivos	Bienes Producidos	Bienes y Servicios de Consumo Final
Agricultura	Bienes agropecuarios	Alimentos
Extracción de Carbón	Carbón	Vivienda
Manufacturas	Bienes manufacturados	Autos
Químicos y Plásticos	Químicos y plásticos	Gasolina
Refinación	Coque, diesel, combustóleo, gas LP, gasolina, queroseno	Energía
Petróleo y Gas Natural	Petróleo crudo, gas natural	Transporte
Electricidad	Electricidad	Bienes de Consumo
Transporte	Transporte para producción	
Servicios	Servicios de Producción	

En lo que respecta a los consumidores, estos están clasificados en cuatro grupos dependiendo de su nivel de ingreso. El primer grupo está conformado por el 20% más pobre de la población, el grupo 2 por el siguiente 30%, el grupo 3 por el 30% que sigue y el grupo 4 por el 20% más rico, como lo muestra la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Grupos por nivel de ingreso

Categoría	Ingreso
Agente 1	Deciles 1 al 2
Agente 2	Deciles 3 al 5
Agente 3	Deciles 6 al 8
Agente 4	Deciles 9 y 10

Los parámetros utilizados en el modelo son de dos tipos: exógenos y otros que se determinan endógenamente. Los parámetros endógenos son el valor de la tasa de descuento social, y del rendimiento privado del capital. Existen otras variables endógenas como la recaudación, o la inversión, que pueden calcularse a partir de los precios y las cantidades del modelo. Otros parámetros como la tasa de crecimiento demográfico, económico, y la tasa de depreciación se determinan de manera exógena. Finalmente, las elasticidades de sustitución entre el capital y el trabajo para todos los sectores se estiman econométricamente y por lo tanto son parámetros exógenos. Con la ayuda de estos parámetros y mediante las simulaciones respectivas se obtendrá el equilibrio en todos los mercados de oferta y demanda al mismo tiempo para conocer el valor de las variables endógenas, precio y cantidad, que se compararán con las del equilibrio inicial.

Los MEG requieren cumplir con diferentes supuestos para su correcta implementación, en el caso del modelo Boyd-M no es la excepción, por lo que se utilizan los siguientes supuestos: competencia perfecta en los mercados de bienes de consumo y factores de producción, no hay excesos de demanda en todos los mercados, no hay costos de transacción, existe información perfecta en los mercados de precios, los agentes maximizan su utilidad con respecto a su restricción presupuestaria, y las empresas maximizan sus ganancias respecto a sus restricciones tecnológicas. Aunque en los mercados mexicanos no se cumple con la mayoría de los supuestos anteriores, como la competencia perfecta o la información perfecta para todos los participantes, se puede establecer los resultados obtenidos por el modelo como un límite mínimo de lo que en la realidad podría suceder a la economía nacional. Esto se traduce en una simplificación de la economía que permite evaluar la interrelación entre los sectores enfocándose al sector energético. Además, la literatura de estos modelos utiliza esta especificación, por ejemplo el conocido modelo GTAP maneja como supuesto la competencia perfecta en los sectores

de la economía. Esto se debe a que si no se tendría que requerir información adicional de la forma en que las industrias están concentradas, así como de las economías de escala, lo que no en conjunto no se encuentra fácilmente disponible y dificultades computacionales (Hertel y Tsigas, 1997). No obstante, para un estudio posterior sería interesante modificar estos supuestos de tal forma que los mercados se representen como monopolios y se analicen los efectos de las políticas a evaluar.

A continuación se describirá brevemente cada una de las partes de este modelo para conocer su diseño y funcionamiento.

Producción

Para la parte de producción se utiliza una matriz insumo-producto con la posibilidad de sustitución entre trabajo y capital e insumos materiales para otros sectores productivos. Las distintas tecnologías son representadas por las funciones de producción, las cuales muestran una elasticidad de sustitución constante entre insumos. El cambio tecnológico es exógeno al modelo.

La producción de cada sector para cada periodo se representa como:

$$V_t = f_t \left[d_L L_t^{(s-1)/s} + d_K K_t^{(s-1)/s} + d_M M_t^{(s-1)/s} \right]^{s/(s-1)}$$

donde V_t es el valor agregado en el periodo t , σ es la elasticidad de sustitución entre insumos, f_t es un parámetro de eficiencia que desplaza la función producción, L_t es el trabajo en el periodo t , K_t es el capital en el periodo t , M_t son los materiales en el periodo t , y las d 's son los parámetros de proporcionalidad para cada sector de producción restringidas de la siguiente manera:

$$d_L, d_K, d_M > 0$$

$$d_L + d_K + d_M = 1$$

Para el caso de los insumos materiales, M_t , es un insumo compuesto producido por funciones de elasticidad de sustitución constante cuyos argumentos son los insumos de los sectores productivos. Los precios de los insumos y los productos son parámetros del modelo; mientras que los productores enfrentan precios sin impuestos, los

consumidores lo hacen con impuestos. La oferta de productos y la demanda de factores para cada sector de producción se obtiene a partir de la maximización de beneficios, sujeta a la tecnología.

Mercado laboral

El equilibrio en este mercado es endógeno, donde las empresas pagan un salario bruto y los consumidores reciben un salario neto de impuestos laborales. La demanda por trabajo se establece por la maximización de beneficios de las empresas. El crecimiento de la fuerza de trabajo está determinado exógenamente, pero la oferta de trabajo está determinada por el intercambio entre trabajo y ocio sujeta a una restricción de tiempo. La población crece a una tasa γ , que se define de manera exógena y que es igual a la tasa de crecimiento de la población más la tasa de cambio tecnológico.

Consumo

Los consumidores nacionales se agrupan por su nivel de ingreso en cuatro grupos, los cuales tienen una dotación inicial de capital y trabajo que ofrecen para financiar la compra de bienes y servicios nacionales e importados, ahorrar o pagar impuestos al gobierno. Cada grupo de agentes tiene un conjunto de consumo diferente que dependerá de su ingreso percibido. Los cuatro grupos de consumidores tienen una dotación inicial de capital y trabajo que venden para financiar la adquisición de bienes y servicios nacionales e importados, ahorrar o pagar impuestos al gobierno. En el caso de los dos primeros deciles, su capital inicial es de cero.

Para cada grupo de consumidores, c , la utilidad total está dada por la siguiente función:

$$U_c = \sum_t U_{c,t}(X_{c,t}, R_{c,t})^* (1 + \mathbf{r})^{-t} \quad t = 1, \dots, n$$

donde U_c es la utilidad total del agente a lo largo de los n periodos, $U_{c,t}$ es la utilidad derivada, en el periodo t , del consumo de bienes y servicios, y donde ρ es la tasa de preferencia intertemporal. Cada U_c es una función de producción de elasticidad de sustitución constante anidada definida para todos los bienes de consumo y para todos los periodos. El valor de la utilidad de cada grupo de consumidores está dado por la suma del

valor del consumo y del valor del ocio. Cada consumidor enfrenta la siguiente restricción presupuestal:

$$\sum_t (TG_{c,t} + TF_{c,t} + (P_{L,t} * L_{c,t}) + (r * K_t * S_{c,t})) = \sum_t ((INV_t * S_{c,t}) + (P_{I,t} * X_{c,t}) + (P_{L,t} * R_{c,t}))$$

donde los ingresos están representados en el lado izquierdo de la ecuación y las erogaciones del lado derecho. $TG_{c,t}$ y $TF_{c,t}$ representan las transferencias del gobierno y de los agentes externos a los consumidores, $P_{L,t}$ es el precio del trabajo y r es la tasa de renta del capital. K_t es el nivel del acervo de capital en el periodo t , $S_{c,t}$ es la proporción del capital total que pertenece al consumidor c , INV_t es la inversión total en el periodo t , y $P_{I,t}$ es el vector de precios de los bienes de consumo. Así, esta restricción establece que todo lo que el agente recibe por transferencias, gubernamentales o externas, por su trabajo y por las ganancias por la renta de capital, deben ser usado para ahorrar, para el consumo de los bienes y servicios de la economía, y para el consumo del ocio. Donde, por ejemplo, si se incrementan los ingresos y el ahorro y el consumo de bienes y servicios queda sin alterar, habría un aumento en el consumo del ocio. Esto se daría debido a que se obtendrían mayores recursos que permitiría a los agentes trabajar menos y con ello consumir más ocio. Finalmente, para establecer al mismo tiempo el nivel de demanda de los siete bienes, la oferta de trabajo, y el nivel de ahorro e inversión, se maximiza la función de utilidad sujeta a su restricción presupuestal.

Gobierno

El gobierno se modela a partir de la siguiente función de elasticidad Cobb-Douglas:

$$G_u = A x_1^{a_1} x_2^{a_2} x_i^{a_i} x_n^{a_n}$$

$$\sum_i a_i = 1$$

donde G_u es la utilidad del gobierno y α_i representa los bienes del productor. Es decir, la utilidad gubernamental dependerá de bienes que se consumen y que se producen en la economía nacional.

El gobierno redistribuye lo recaudado por medio de los subsidios y de transferencias a los consumidores de tal manera que gasta todos sus ingresos. Se asume que el gobierno no ahorra, por ello no puede tener superávit en sus cuentas.

El modelo maneja impuestos *ad valorem* los cuales incluyen el impuesto al ingreso personal, al trabajo, al capital, a la propiedad, a las ganancias, al valor agregado, a las ventas, y a las importaciones. Los bienes finales como la electricidad reciben un trato especial al ser subsidiados por el gobierno, de hecho son tratados como impuestos negativos donde el gobierno transfiere fondos a un sector en proporción a su producción.

Distribución del ingreso

De acuerdo a su nivel de ingreso se dividieron a los consumidores en cuatro grupos, el primero, denominado Agente 1, comprende a los dos deciles de ingreso más bajo. El Agente 2 lo componen los tres deciles siguientes, el Agente 3 esta integrado por los tres deciles subsecuentes, y el Agente 4 incluye a los dos deciles de ingresos más altos. Para cada uno de estos grupos su ingreso bruto se incrementa conforme a la tasa de crecimiento de la población y a la tasa de crecimiento de la tecnología, y se les aplica una tasa de impuestos marginal donde sus decisiones entre trabajo y ocio dependen de los precios relativos.

Sector Externo

En el mercado internacional se intercambia la producción que cada sector exporta por importaciones. El nivel de las importaciones individuales puede cambiar debido a alteraciones en los precios relativos. Las exportaciones son exógenas con un crecimiento constante, las cuales responden a cambios en los precios y pueden modificarse por choques en los distintos sectores. Las transferencias externas son endógenas al modelo y sirven para equilibrar el mercado. El equilibrio de la balanza comercial está dado por la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n P_{m,t} * IM_{j,t} = \sum_{t=1}^n P_{j,t} * EX_{j,t} + \sum_{t=1}^n TF_{c,t}$$

donde $IM_{j,t}$ es un vector de nueve dimensiones que representa la cantidad importada de cada uno de los sectores, $P_{m,t}$ es el vector de precios de los bienes importados, $EX_{j,t}$ es el

vector de productos exportados, $P_{j,t}$ es el vector de precios de los bienes producidos, y $TF_{c,t}$ es el nivel de transferencias extranjeras que puede ser positivo, cero o negativo. Los precios de las importaciones se suponen iguales a los nacionales. El valor total de las importaciones será igual al valor de las exportaciones más las transferencias externas en cada periodo, por lo que al financiarse las inversiones domésticas la inversión será igual al ahorro interno menos las exportaciones netas.

Crecimiento de la oferta de trabajo y formación de capital

El crecimiento de la oferta laboral es ocasionado por cambios tanto de la fuerza laboral como del acervo de capital a través del tiempo. Los cambios en la población se modelan como exógenos y constantes a lo largo del periodo bajo consideración. Así, el crecimiento en la fuerza de trabajo se representa por la siguiente ecuación:

$$L_{t+1} = L_t(1 + g)$$

donde g es la tasa compuesta de crecimiento de la fuerza laboral y el crecimiento en la productividad de un trabajador típico. La función de oferta de trabajo se obtiene multiplicando la fuerza de trabajo efectiva por el número de horas que cada trabajador ofrece.

En este modelo el capital que entra a cada sector adquiere características de permanencia con respecto a ese sector. Al principio se supone que el nuevo capital puede combinarse con otros insumos para producir bienes finales. Sin embargo, a lo largo del tiempo, este capital se encuentra ligado a tecnologías viejas y por lo tanto es más difícil combinarlo con otros insumos para producir.

La formación de capital se basa en la teoría del capital y se representa a través de un sistema de tres ecuaciones. Para cada periodo t se tiene que:

$$P_{A,t} = P_{k,t+1} \quad t = 1, \dots, T$$

donde $P_{A,t}$ es el precio agregado ponderado de los bienes de consumo, y $P_{k,t+1}$ es el precio del capital en el periodo siguiente. Por lo tanto, el costo de oportunidad de adquirir

una unidad de capital el próximo periodo es igual a una unidad de consumo en este periodo. La segunda ecuación es:

$$P_{k,t} = (1 + r_t) P_{k,t+1} \quad t = 1, \dots, n$$

donde el precio del capital en el periodo t deberá ser igual al valor presente de la renta del capital en el periodo t más el precio neto del capital en el siguiente periodo. Por último, la tercera ecuación es:

$$K_{t+1} = K_t (1 - \Delta) + INV_t \quad t = 1, \dots, n$$

donde Δ representa la tasa de depreciación. Por lo tanto, el acervo de capital en el siguiente periodo deberá ser igual al acervo neto de capital en este periodo más la inversión. Tomando esas ecuaciones se asegura que el crecimiento económico sea consistente con el comportamiento de maximización de beneficios de los inversionistas.

Condiciones Terminales

Este modelo no tiene el inconveniente de resolverse para un número limitado de periodos. Así, aunque se resuelva para un número finito de periodos, éste se puede aproximar a uno infinito dividiendo al problema en dos sub-problemas, uno definido para el periodo finito y un segundo periodo para el infinito. El primer problema se plantea como:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+r} \right)^t U_{c,t}(X_{c,t}, R_{c,t}) \quad \text{S.T.} \\ & \sum_{t=0}^T P_{A_t} X_{c,t} = \sum_{t=0}^T P_{L_t} L_{c,t} + P_{k0} K_{c0} S_{c,t} - P_{k,T+1} \bar{K}_{c,T+1} S_{c,T+1} \\ & \bar{L}_{c,t} = L_{c,t} + R_{c,t} \quad \text{para todo } t = 0, 1, \dots, T \end{aligned}$$

y el segundo problema como:

$$\begin{aligned}
& \text{Max } \sum_{t=T+1}^X \left(\frac{1}{1+r} \right)^t U_{c,t}(X_{c,t}, R_{c,t}) \quad \text{S.T.} \\
& \sum_{t=T+1}^X P_{A,t} X_{c,t} = \sum_{t=T+1}^X P_{L,t} L_{c,t} + P_{k,T+1} \bar{K}_{c,T+1} S_{c,T+1} \\
& \bar{L}_{c,t} = L_{c,t} + R_{c,t} \quad \text{para todo } t = T+1, \dots, X
\end{aligned}$$

donde r es la tasa de descuento intertemporal, r_0 y $K_{c,0}$ son la renta y la cantidad del capital antes del periodo final; r_{T+1} y $\bar{K}_{c,T+1}$ son estas mismas variables después del periodo final, y $\bar{L}_{c,t}$ es la oferta total de trabajo y ocio para cada agente en el periodo t . $P_{K,t}$ es el precio del capital sin incluir impuestos; $P_{I,t}$ y $P_{L,t}$ son el precio de los bienes de consumo que incluye impuestos y el precio del trabajo sin incluir impuestos respectivamente. Para $\bar{K}_{c,T+1}$ se usa al nivel de capital post-terminal como variable y se añade una restricción al crecimiento de la inversión en el periodo final. Por lo tanto sería lo siguiente:

$$\frac{\text{INV}_T}{\text{INV}_{T-1}} = \frac{Y_T}{Y_{T-1}}$$

donde Y_T es el PIB en el periodo T . Esto asegura que haya crecimiento balanceado en el periodo terminal, pero no requiere que el modelo crezca a una tasa estacionaria.

3.2. Escenarios a analizar

Los escenarios a simular tienen como objetivo evaluar el impacto de la remoción de los subsidios a la electricidad en la economía mexicana y en las emisiones de carbono. Así, se podrán visualizar los beneficios y los costos que provocaría poner en práctica esta política. El periodo de estudio será del 2000 al 2015, donde el año base o de referencia será el 2000.

Los escenarios iniciales serán tres: el primero de ellos maneja la eliminación total de los subsidios a la electricidad, el segundo la eliminación parcial de los subsidios al 50%, y finalmente, en el último caso, la eliminación será para todos los grupos con excepción del agente 1 y del sector agrícola. Este último escenario es parecido a lo que ha llevado a cabo el gobierno federal con la disminución de los subsidios al sector agrícola y la no remoción del subsidio para los grupos más pobres en el sector residencial. La idea primordial es establecer subsidios dirigidos para que estos grupos no se vean perjudicados y puedan seguir consumiendo electricidad para realizar sus actividades productivas. Además, para el caso del sector agrícola el objetivo es apoyar a este sector para que compita internacionalmente con sus socios comerciales, algunos de los cuales tiene subsidiado a este sector para la disminución en sus costos productivos.

Los escenarios iniciales se complementarán con otras políticas con el fin de buscar obtener un mejor resultado al compararse con el caso de referencia. Por ello se les incorporará dos opciones más, en la primera se analizarán los escenarios iniciales en conjunto con un cambio tecnológico en el sector de gas natural. En la segunda opción se estudiarán los escenarios iniciales con un cambio tecnológico en el sector de gas natural y el sector eléctrico. La introducción de estas políticas es evaluar si las propuestas de modernización de estos sectores es importante o no para la economía nacional. El cambio tecnológico pudiera ser más eficiente que el usado con anterioridad, por lo que se esperaría que la introducción de estos cambios traiga mejoras para los sectores productivos del país. Empero, para que ocurran estas modificaciones en tecnología, se requerirá de invertir en estos sectores, no importando si los recursos son del gobierno o del sector privado.

La introducción del cambio tecnológico, o del mejoramiento del capital, para el caso del gas natural será en el segundo periodo, y su tasa promedio será del 1.15% por

año. Para el periodo siete y doce se suponen aumentos en los cambios tecnológicos con tasas promedios anuales del 1.31% y 1.47% respectivamente. El objetivo de lo anterior es que el ajuste a la nueva tecnología sea paulatino como en la realidad se daría. Las tasas anteriores son menores a las que se estiman para los países industrializados por parte de la OCDE del 1.5%, pero si los resultados con estas tasas son favorables con unas tasas mayores lo serán más.²

Para el caso del sector eléctrico la introducción del cambio tecnológico será en el cuarto periodo con una tasa promedio anual del 1.05% que se incrementará en 0.05% cada dos años hasta el periodo diez. Por lo que en este análisis se supondrá que para el año 2010 la modernización del sector eléctrico ya se ha llevado a cabo.

Los escenarios que se manejarán se muestran en la tabla 3.3. En el primero de ellos la economía está en equilibrio y no se ha introducido política alguna. Los escenarios 1, 2 y 3 sólo manejan como única política la eliminación de los subsidios de manera total, o parcial. Los escenarios 4, 5 y 6 establecen como política la remoción de los subsidios y la introducción de cambio tecnológico en el sector de gas natural. Finalmente, los últimos tres escenarios tienen como política la eliminación de los subsidios y el cambio tecnológico en el sector de gas natural y el eléctrico.

Tabla 3.3 Escenarios a analizar por el modelo Boyd-M

Escenario	Descripción
0	Benchmark
1	Eliminación de subsidios de la CFE
2	Eliminación parcial de los subsidios (50%)
3	Eliminación de subsidios de la CFE con excepción del primer agente y el sector agrícola
4	Eliminación de subsidios de la CFE, y cambio tecnológico en gas natural
5	Eliminación parcial de los subsidios (50%), y cambio tecnológico en gas natural
6	Eliminación de subsidios de la CFE con excepción del primer decil y el sector agrícola, y cambio tecnológico en gas natural
7	Eliminación de subsidios de la CFE, y cambio tecnológico en gas natural y el sector eléctrico
8	Eliminación parcial de los subsidios (50%), y cambio tecnológico en gas natural y el sector eléctrico
9	Eliminación de subsidios de la CFE con excepción del primer decil y el sector agrícola, y cambio tecnológico en gas natural y el sector eléctrico

² Para las tasas de cambio tecnológico ver Ibararán (1999), pp. 136.

Los escenarios anteriores servirán de base para contestar las preguntas que se realizaron en el capítulo 1. Así, en el próximo capítulo se podrá evaluar si el efecto de estas políticas repercuten en un mayor crecimiento de la economía, qué impactos tendrán en los sectores productivos y de consumo del país, y si las emisiones de carbono disminuirán con ello.