

Factores de oferta y demanda en el desarrollo: un modelo agregado de desequilibrio aplicado a Colombia*

F. Bourignon
y J. Leibovich*****

**Versión revisada
Enero de 1983**

INTRODUCCION

Los desarrollos recientes de la teoría macroeconómica del ‘desequilibrio’ o del “equilibrio de precios fijos”, podrían tener diversas implicaciones importantes en el análisis del desarrollo. Primero, se discute si el crecimiento está determinado por la oferta o por la demanda, o en otras palabras, si sería posible para un país en desarrollo alcanzar una tasa más alta de crecimiento con una demanda efectiva mayor, o si es que en general la producción total sólo refleja las limitaciones de la capacidad productiva de la economía. En segundo lugar, se trata de mirar la relevancia del modelo tradicional Keynesiano de corto plazo. Es claro que si la producción está limitada por la oferta, hay poco campo para elaborar modelos de conducta de corto plazo para una economía en desarrollo, de acuerdo con los lineamientos de los modelos macro usados en los países desarrollados, que generalmente están basados en un

*Una versión previa de este documento fue presentada en el Congreso Latinoamericano de la Sociedad Econométrica, Méjico, julio de 1982. Agradecemos a C. Goruiéroux, E. Malinvaud, G. Michel, R. Quandt y J. Silvestre por sus fructíferos comentarios, no obstante, afrontamos toda la responsabilidad por cualquier error que quede.

**Ecole Normale Supérieure, CNRS, París.

***Ecole Normale Supérieure, París. Investigador FEDESARROLLO. Profesor Depto. de Economía, Universidad Nacional.

Traducción del inglés por Luis Guillermo Gutiérrez, profesor asistente del Departamento de Economía de la Universidad Nacional.

equilibrio de exceso de oferta¹. Por el contrario, los modelos macro deberían tener un tono más neo-clásico, contando en particular con la estimación de una función de producción agregada o de oferta. En tercer lugar, la naturaleza del desempleo en un típico país subdesarrollado es en sí misma dudosa, en el sentido de que tasas de salarios extremadamente bajas y una demanda autónoma muy alta fracasarían para establecer un verdadero pleno empleo en el corto y mediano plazo. La verdadera causa del desempleo permanente en estos países parece ser entonces “estructural” y no “clásica” o “keynesiana”, apoyándose primero que todo en una cantidad limitada de bienes de capital y en una sustituibilidad limitada de corto plazo, entre estos bienes y el trabajo. La triple clasificación convencional del equilibrio macroeconómico (Barro - Grossman, 1971; J. P. Benassy, 1975; E. Malinvaud, 1977) podría entonces reducirse a una doble clasificación: desempleo permanente de la fuerza de trabajo con un exceso de oferta, o un exceso de demanda en el mercado de bienes y servicios. Esto puede de nuevo modificar la elaboración de los modelos macroeconómicos de los países en desarrollo, vis-a-vis los países desarrollados.

Varios de estos puntos de discusión son ilustrados en el presente trabajo mediante la estimación de un modelo macro simple de un solo mercado para Colombia. Empezamos por comparar un modelo de “demanda” Keynesiano convencional y simple con los resultados obtenidos al ajustar una función de oferta agregada estándar a los datos de la producción nacional, tomando los precios como exógenos. La comparación favorece a la oferta como determinante del nivel de producción agregada. Sin embargo, la estimación de un modelo de desequilibrio donde la producción puede estar limitada tanto por la demanda como por la oferta, con precios fijos, arroja aproximadamente la misma frecuencia para ambos regímenes a lo largo de 27 años. Puesto que las situaciones de exceso de demanda no parecen haber sido observadas en Colombia, nosotros estimamos un modelo más completo, donde los precios son libres de subir en condiciones de exceso de demanda pero son rígidos a la baja en el caso de exceso de oferta. Al comparar de nuevo los dos casos extremos de “equilibrio de oferta y demanda” permanente y

1. Para esta suposición, ver E. Malinvaud (1977), p. 103, y, para evidencia empírica en el caso de Francia, P. Artus, G. Laroque y G. Michel (1982).

de “exceso de oferta” permanente (equilibrio keynesiano), llegamos a una conclusión clara en favor de la primera alternativa. Al combinarlas en un modelo de “semidesequilibrio con precios semifijos”, vemos que el régimen de equilibrio es el más probable para la muestra estimada.

La estructura de los modelos anteriores no permite probar su relevancia comparativa, porque ellos no están realmente “anidados” el uno dentro del otro. Intentamos suministrar una prueba de ello en la sección final del trabajo, asumiendo que los precios corrientes se ajustan parcialmente de un modo Walrasiano a la situación de desequilibrio de la economía, pero a una velocidad variable de acuerdo a si la situación es de exceso de demanda o de oferta. La velocidad de ajuste parece realmente muy alta en ambos casos. Aunque la prueba se hace difícil debido a cierta indeterminación estadística, concluimos que la hipótesis de un equilibrio de oferta y demanda podría ser la más estrecha aproximación a la experiencia colombiana durante las tres últimas décadas.

Antes de empezar a analizar estos modelos, debemos resaltar la importancia del presente ejercicio para la política macro económica. Los diferentes modelos descritos arriba conducen a estimativos bastante distintos de los parámetros macroeconómicos tradicionales, especialmente la demanda autónoma y los multiplicadores de empleo. La escogencia de un modelo específico así como del diagnóstico hecho acerca de la naturaleza del equilibrio macroeconómico llegan a ser en un momento dado de la mayor importancia para la elaboración de políticas.

1. UN MODELO AGREGADO SIMPLE DE DESEQUILIBRIO CON PRECIOS FIJOS

Aunque el procedimiento de agregación es probablemente menos apropiado en una economía en desarrollo sujeta a importantes cambios estructurales, adoptaremos especificaciones macroeconómicas tradicionales a lo largo de este trabajo. En la práctica, la validez de tal formulación puede estar restringida a lo que se suele llamar el “sector moderno” de una economía en desarrollo. Sin embargo, esta aproximación no es tan restrictiva después de todo, ya que la producción de este sector representa la mayor parte (registrada) de la producción nacional. Dentro de este marco, vamos a bosquejar rápidamente las dos aproximacio-

nes tradicionales para la determinación de la producción agregada su especificidad en el caso de un país en desarrollo.

El modelo Keynesiano supone que el Producto Nacional está determinado por factores de demanda autónomos mediante el consumo, que a su vez es función del Producto Nacional. Como es bien sabido, desde la reformulación de la teoría Keynesiana tal función de demanda por bienes de consumo surge cuando los hogares están limitados en el mercado de trabajo, con un nivel fijo de salarios y precios, debido al nivel limitado de actividad económica. En este trabajo, asumiremos que en un país en desarrollo como Colombia los hogares están *restringidos permanentemente en el mercado de trabajo, de manera que la función de consumo es siempre de tipo Keynesiano*. Este es el supuesto de “exceso de oferta de mano de obra” en la teoría del desarrollo. (Lewis, 1956; Fei y Ranis, 1964). Se dice sencillamente que dentro de un rango razonable de tasas de salario², en el sector “moderno de la economía” las capacidades existentes serían insuficientes para emplear la oferta total de mano de obra. Por lo tanto, se asume que el Producto Nacional nunca estará limitado por la oferta de mano de obra³. Puede estar limitado solamente por la disponibilidad de equipo instalado.

Bajo las condiciones precedentes, tenemos que

$$C = c \left(Q, \frac{w}{p} \right)$$

es la función agregada de consumo que depende, del nivel real del Producto Nacional (Q) y de su distribución entre ingresos de los asalariados e ingresos no provenientes de salarios, resumido por la presencia de la tasa real de salarios, w/p , en $c(\)$. Si X es el valor nominal de la demanda autónoma (inversión, gasto gubernamental, balanza comercial), el nivel de producto bajo condiciones keynesianas (Q^D) está dado por:

$$Q^D = c \left(Q^D, \frac{w}{p} \right) + \frac{X}{p}$$

2. Este rango implica un límite menor dado, presumiblemente, por el ingreso medio en la parte “tradicional” de la economía. Este límite inferior es ignorado en lo que sigue.

3. Nótese que este supuesto no admite posibles limitaciones procedentes de la mano de obra calificada.

Al escoger una forma lineal para la función consumo $c(\cdot)$ y al introducir el consumo (C_{-1}) tenemos que:

$$Q^D = a_0 + a_1 \frac{w}{p} + a_2 C_{-1} + a_3 \frac{X}{p} \quad (1)$$

donde a_3 es el multiplicador convencional a corto plazo de la demanda autónoma y a_1 es el multiplicador asociado con la tasa real de salarios.

Unas pocas observaciones pueden ser necesarias en esta etapa. Primero, nótese que ignoramos el componente de importaciones de X y por ende, la relación existente entre importaciones y Producto Nacional. Esto se hace para simplificar los futuros procedimientos de estimación, a pesar de que no presenta mayor problema, puesto que en una economía protegida como la colombiana las importaciones están dedicadas a bienes intermedios y de inversión. Los estimativos obtenidos de los multiplicadores pueden estar sobreestimados en un ligero porcentaje⁴. Segundo, la razón por la cuál introducimos X en términos nominales es la de poder tomar en cuenta posteriormente los posibles efectos de las políticas monetarias implícitas en X sobre la inflación. Tercero, puede ser importante hacer énfasis en que la introducción de tasas reales de salarios en la función consumo no es equivalente a hacer una distinción entre ingresos del trabajo y otros ingresos en los hábitos de consumo. En una economía en desarrollo, muchos trabajadores están auto-empleados, y probablemente sus ingresos medios están escasamente relacionados con la tasa real de salarios en el sector moderno.

La expresión (1) corresponde entonces al caso donde la producción agregada está "determinada por la demanda", con precios fijos, y las empresas están racionadas en su nivel de producción (exceso de oferta). Con nuestro supuesto de desempleo permanente de la fuerza de trabajo, los incrementos en la demanda autónoma X con precios fijos, producirán incrementos en la producción total hasta el punto en el que las empresas alcanzarán el pleno empleo de sus capacidades productivas. Puesto que los precios son fijos se producirá un exceso de demanda más allá de ese punto, al permanecer constante el Producto Nacional al nivel escogido por el lado de la oferta de la economía. Tomando una función

4. Las importaciones de bienes intermedios ascienden aproximadamente al 5% del PNB.

de oferta lineal de la tasa real de salarios y del capital, la producción agregada será igual a:

$$Q^s = \alpha_1 \frac{w}{p} + \alpha_2 K \quad (2)$$

Siendo α_1 negativa. Esta expresión corresponde entonces al caso donde el Producto Nacional está limitado por la capacidad productiva existente con una relación capital-trabajo considerada como óptima por las empresas dado el nivel corriente fijo de la tasa de salario real. Nótese sin embargo, que (2) implica una limitada elasticidad de sustitución de corto plazo entre el capital y el trabajo dado que la producción permanece limitada aún cuando la tasa real de salarios tienda a 0⁵.

El cuestionamiento que debemos hacer ahora es el de la relevancia comparativa del modelo de demanda (1) y del modelo de oferta (2) para explicar la evolución del Producto Nacional colombiano durante el período de 27 años comprendido entre 1953 y 1979. Al introducir los términos de error ϵ_D y ϵ_S que satisfacen los supuestos usuales (media cero, varianza constante σ_D^2 y σ_S^2 , autocorrelación cero y normalidad)⁶, podemos estimar las ecuaciones (1) y (2) bajos los siguientes tres supuestos:

- Modelo de demanda: $Q = Q^D + \epsilon_D$
- Modelo de oferta: $Q = Q^S + \epsilon_S$
- Modelo de "Desequilibrio": $Q \text{ Inf } (Q^D + \epsilon_D, Q^S + \epsilon_S) \quad (3)$

donde Q es el Producto Nacional observado. Los dos primeros modelos son estimados por mínimos cuadrados ordinarios estándar, mientras que

5. Otras especificaciones de la función de oferta fueron ensayadas pero no produjeron mejoras significativas en la estimación. Nosotros tratamos en particular una forma multiplicativa en K , con la misma elasticidad de producción; el cálculo resultó ser nulo. De otra parte pudo haber sido mejor introducir alguna no-linealidad con respecto a la tasa de salario real, pero esto estaba conduciendo a serias dificultades al aplicar el teorema de la función implícita para el cálculo del modelo simultáneo en la sección siguiente.

6. Para la simplicidad del procedimiento de cálculo, nosotros también establecimos una correlación cero entre ϵ_D y ϵ_S .

el modelo (3) es estimado con la técnica de máxima verosimilitud⁷. El único problema es tal vez el limitado número de observaciones para un método de estimación que es eficiente solamente asintóticamente⁸.

La Tabla 1 resume los resultados de las tres estimaciones mientras que los regímenes de probabilidades de demanda y de oferta en el modelo de desequilibrio (3) aparecen en la tabla 4 de resumen. Aunque los valores de verosimilitud no pueden ser usados para probar la relevancia de cada modelo frente a los otros dos, es interesante notar que la probabilidad asociada con el modelo de oferta es substancialmente superior a aquélla correspondiente al modelo de demanda (keynesiana), y la ventaja del de desequilibrio sobre el modelo de oferta es mucho menos pronunciada. En lo que respecta a los coeficientes estimados, por un lado, realmente no hay una diferencia significativa entre el modelo de desequilibrio y sus dos contrapartes extremas de equilibrio. Sin embargo, aunque no es significativo estadísticamente, hay algunos cambios notorios en los valores esperados de los coeficientes, especialmente en los factores de salario real tanto en las funciones de oferta como en las de demanda.

Las probabilidades estimadas al observar un régimen de exceso de oferta (keynesiano) o uno de exceso de demanda en el modelo de desequilibrio (Tabla 4) muestran frecuencias comparables para ambos regímenes durante el período de análisis de 27 años, aunque la probabilidad de situaciones de exceso de demanda es más alta que el promedio. Uno puede también notar que situaciones probables de exceso de demanda tienden a concentrarse sobre la segunda mitad del período, lo cual coincide, con una clara aceleración del proceso de inflación (ver los datos en el apéndice B)⁹. Esto lanza una inquietud acerca del posible papel equilibrador de los precios, del cual nos ocuparemos ahora.

7. Este tipo de estimación está cada vez más estandarizado. El único problema es que la función de verosimilitud puede llegar a ser infinita para un conjunto de parámetros con varianza cero para uno de los dos términos de error. Nosotros evitamos tal problema al imponer un límite inferior en σ_D y σ_S en el algoritmo (ver C. Gourieux (1981). $\hat{\sigma}_D$ y $\hat{\sigma}_S$ en la Tabla 1 están muy por encima de tal límite. La expresión de la función de verosimilitud está dada en el apéndice A.

8. Al usar los métodos de Monte Carlo M. Gersovitz (1980) reivindica que las estimaciones del desequilibrio pueden ser válidas con muestras que incluyan mínimo 30 observaciones. Nosotros no estamos muy lejos de esta cifra.

9. La derivación de estas probabilidades se da en el Apéndice A.

Tabla 1. Parámetros estimados de los modelos de precio fijo^{a)}

Parámetros	Modelo de Demanda	Modelo de Oferta	Modelo de Desequilibrio
a_0	-5.95 (10.24) ^o	—	-6.098 (2.804)
a_1	15.40 (10.81) ^o	—	8.471 (6.388) ^o
a_2	.882 (.062)	—	.977 (.116)
a_3	1.192 (.090)	—	1.240 (.247)
α_0	—	10.52 (3.97)	15.150 (4.816)
α_1	—	-16.31 (7.01)	-19.89 (6.69)
α_2	—	.445 (.008)	.444 (.009)
σ_D	3.338	—	1.003
σ_S	—	2.105	2.648
Log. - Verosimilitud	-70.236	-58.408	-52.595

a) Los números que aparecen entre paréntesis son los errores estándar de los estimativos. La notación ^o indica que el coeficiente correspondiente no es estadísticamente diferente de cero en un nivel de probabilidad del 95%.

2. UN MODELO DE SEMIDesequilibrio con Precios Semifijos

Rara vez se han observado situaciones de escasez en Colombia¹⁰ aunque como se anotó antes, la economía está sujeta a una alta protección efectiva en lo que respecta a importaciones competitivas con la producción doméstica¹¹. Bajo estas condiciones, difícilmente se puede asumir que los precios sean rígidos en presencia de excesos de demanda y hay un sesgo visible de simultaneidad en los modelos anteriores. Parece neces-

10. Excepto quizás en el mercado de la construcción por períodos limitados.

11. El contrabando puede haberse incrementado drásticamente en años recientes pero no existe un estimativo de su peso en el total de las importaciones.

rio, entonces, introducir alguna flexibilidad de precios en nuestra representación de los mecanismos macroeconómicos. Esto no significa de ninguna manera que debemos rechazar todo tipo de situaciones de desequilibrio. Si la observación directa nos sugiere que no es probable que hayan ocurrido durante los últimos 27 años situaciones generalizadas de exceso de demanda, las situaciones de exceso de oferta son más difíciles de reconocer y es necesario probar su ocurrencia. Esto es lo que nosotros hacemos acá al generalizar el modelo de desequilibrio de la sección anterior en un modelo de "semidesequilibrio" donde la economía puede alternativamente estar tanto en una situación de equilibrio precio-cantidad como en una situación de exceso de oferta con precios rígidos hacia abajo.

Describamos primero el sistema de equilibrio. Nuestro supuesto de desempleo permanente en el mercado laboral permanece válido, así que el consumo refleja todavía la conducta de la restricción de trabajo para los hogares. La demanda por bienes y servicios se define en la misma forma keynesiana de antes. Puesto que la función de oferta tampoco ha cambiado, el equilibrio de la economía se describe por el par (Q^*, p^*) al satisfacer las condiciones de oferta y demanda (1) y (2):

$$\left. \begin{aligned} Q^* = Q^D &= a_0 + a_1 \frac{w}{p^*} + a_2 C_{-1} + a_3 \frac{X}{p^*} \\ Q^* = Q^S &= \alpha_0 + \alpha_1 \frac{w}{p^*} + \alpha_2 K \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

De este modo, el valor corriente de la tasa de salarios se supone completamente exógeno. En otras palabras, se supone que los salarios se ajustan con algún retraso a los cambios en el nivel de precios. El carácter exógeno de los salarios con respecto al nivel de actividad económica parece justificarse en un país caracterizado con un permanente desempleo de la mano de obra, y más cuando se piensa que los salarios se refieren únicamente al sector moderno de la economía en las teorías del desarrollo. El supuesto de un retraso entre los cambios en los salarios y los precios puede parecer más arbitrario. Debe hacerse énfasis, sin embargo, en que tal retraso es considerado a menudo como la causa

principal de la caída en los salarios reales durante los años recientes en Colombia¹².

Consideremos ahora la contraparte del régimen de exceso de oferta de la sección anterior. Aquí, la dificultad está en que los precios deben ser considerados como exógenos, pero el nivel de "Exogeneidad" debe, no obstante, ser "explicado" con el objeto de compararlo con el régimen de equilibrio (4). Si no se introduce una ecuación de precios, habría obviamente alguna asimetría entre ambos regímenes, en el sentido de que la producción no puede ser explicada independientemente de los precios en un régimen de equilibrio¹³. De este modo, definimos un nivel de precios "mínimo", \bar{p} , que se observará solamente en el caso de un exceso de oferta en la economía y, por definición, será inferior al nivel observado de precios en caso de equilibrio. Este precio mínimo que las empresas ponen en ejecución durante un período dado es especificado como:

$$\bar{p} = p_{-1} \left[1 + c_0 + c_1 \frac{\Delta p_{-1}}{p_{-1}} + c_2 \frac{\Delta p^e}{p_{-1}} + c_3 \frac{\Delta w}{w_{-1}} \right]$$

donde p^e es el índice de precios externos de las importaciones. Sin la consideración de una posible falta de demanda, se supone entonces que las empresas extrapolan la inflación pasada y la inflación de salarios. Si se prueba que hay algún exceso de demanda, por otra parte, ellos obviamente elevarán sus precios sobre ese nivel. En caso de exceso de oferta, sin embargo, el nivel del Producto Nacional se determina con la demanda al precio fijado, \bar{p} . En ese caso nosotros observamos un par (Q, p) dado por:

$$\left. \begin{aligned} p = \bar{p} &= p_{-1} \left[1 + c_0 + c_1 \frac{\Delta p_{-1}}{p_{-1}} + c_2 \frac{\Delta p^e}{p_{-1}} + c_3 \frac{\Delta w}{w_{-1}} \right] \\ Q = Q^D &= a_0 + a_1 \frac{w}{p} + a_2 c_{-1} + a_3 \frac{X}{p} \end{aligned} \right\} (5)$$

12. Ver A. Berry (1980). En efecto, es más bien difícil probar esa hipótesis con el usual sistema de ecuaciones simultáneas de precio y salario en Colombia por problemas de identificación debido a la carencia de una variable exógena del empleo observable.

13. La misma formulación es usada por Rosen y Quandt (1978) en su análisis del mercado laboral de Estados Unidos.

Podemos ahora escribir el modelo completo de "semidesequilibrio con precio semifijo". Al tomar juntas (4) y (5) e introducir las condiciones de desigualdad que definen un exceso de oferta y un sistema de equilibrio, se puede ver que el modelo simple se escribe:

$$p = \text{Sup} (\bar{p}, p^*) \quad (6)$$

con las implicaciones:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = Q^D < Q^* \quad \text{si } p = \bar{p} \\ Q = Q^* = Q^D \quad \text{si } p = p^* \end{array} \right. \quad (7)$$

El que este modelo tenga un carácter poco convencional, puede ameritar hacer énfasis en sus propiedades generales y en sus principales implicaciones. Esto puede ser adecuadamente hecho, al usar las Figuras 1 y 2. En el mercado laboral, la Figura 1 muestra que el sector productivo es incapaz de emplear toda la oferta de fuerza de trabajo, aún al producir en plena capacidad y a bajos costos salariales. Esta situación implica una función de consumo de tipo keynesiano con limitación para los hogares (1) lo que es el primer componente de la curva de demanda de la producción, Q^D , en la Figura 2, siendo el segundo componente la demanda autónoma. Cuando esa demanda está a un nivel nominal- X_0 , el precio p^* que igualaría la oferta y la demanda es inferior al precio de piso, \bar{p} , impuesto por las empresas. De este modo el equilibrio de la economía está en A_0 y es típicamente keynesiano. Nótese, sin embargo, que el desempleo en A_0 tiene de hecho tres componentes: uno "keynesiano" ($A_0 B$), uno "clásico" que corresponde a la diferencia entre el punto B sobre la curva de demanda de trabajo y el nivel máximo de empleo en esa curva (BD), y un componente "estructural" que permanecerá presente aún a niveles extremadamente bajos del salario real (DC).

Cuando aumenta el nivel de la demanda autónoma, la producción y el empleo aumentan al precio fijo \bar{p} (por ejemplo, de A_0 a A_1). El desempleo keynesiano desaparece cuando el equilibrio alcanza el punto B. Los ulteriores incrementos de la demanda autónoma son absorbidos parcialmente por incremento de precios, y parcialmente por una reduc-

ción en el componente “clásico” del desempleo, dependiendo el tamaño relativo de ambos efectos de la elasticidad de la curva de demanda de trabajo con respecto al salario real (BA_2).

Del razonamiento anterior se desprende claramente que el precio piso, \bar{p} , puede ser un elemento crucial en la estimación del modelo. Como no puede observarse directamente, se deben hacer algunas anotaciones acerca de las especificaciones que hemos escogido (5) y de la conducta general de los precios en todo el modelo. En primer lugar, la política monetaria parece a priori ausente del modelo ya que no hay una variable monetaria exógena. Esto en efecto no es totalmente verdadero porque uno puede esperar que el nivel nominal de demanda autónoma reflejará parcialmente la política monetaria doméstica. Por lo tanto, los precios aumentarán con un incremento en la oferta monetaria en el sistema de equilibrio (4). En el sistema keynesiano (5), la inflación puede proceder solamente de incrementos exógenos de los salarios monetarios o de inflación externa pero no directamente de factores monetarios. Aunque está de acuerdo con la teoría keynesiana estándar, la suposición puede parecer algo restrictiva. En efecto, los principales fenómenos monetarios que probablemente estamos omitiendo, son aquéllos ligados al mercado de cambio exterior y a la inflación procedente de las devaluaciones en la moneda local. Resulta difícil, sin embargo, introducir estos fenómenos en nuestro modelo sin modelar el comercio exterior y los sectores de cambio externo y su conexión con los precios domésticos y la producción. En cuanto a considerar la devaluación como una variable exógena (y usando por lo tanto precios domésticos en vez de precios externos de las importaciones en (5)) esto sería correcto solamente mientras ella sea causada por escasez de cambio extranjero. Sería evidentemente erróneo, sin embargo, si la devaluación proviene de una diferencia entre inflación externa y doméstica, al originarse la última en el manejo monetario doméstico. Desafortunadamente el tomar en cuenta todos estos mecanismos conduciría a un modelo excesivamente complicado. De esta manera nos acogemos al modelo (5) - (7), en tanto que reconocemos alguna ambigüedad en la ecuación del precio. Debe hacerse énfasis, sin embargo, en que los numerosos intentos hechos con especificaciones alternativas han conducido esencialmente a los mismos resultados que presentamos ahora.

Como en la sección anterior, el procedimiento de estimación ha sido corrido para los tres modelos: el modelo Keynesiano (5) de “de-

manda" o de "precios fijos", el modelo (4) de "equilibrio" o de precios flexibles, y el modelo (7) de "semidesequilibrio" o de "precios semifijos". Al comparar primero en la Tabla 2 el modelo de "demanda" con el de "equilibrio", vemos que las ventajas del primero sobre el último son abrumadoras. El valor logarítmico de la verosimilitud es -38.6 para el modelo de demanda, en tanto que es -2.69 para el modelo de equilibrio. También observamos cambios sustanciales en los valores esperados de los dos coeficientes de la función de "demanda", la demanda autónoma de corto plazo y los multiplicadores de salario, siendo ambos mucho más altos, y tomando la primera valores más plausibles cuando la estimación se corre bajo el supuesto de plena flexibilidad de precios¹⁴. En lo concerniente a precios, es obviamente difícil hacer una comparación entre los dos modelos, ya que los precios no dependen de las mismas variables. Nosotros notamos sin embargo, que por comparación con las ecuaciones de producción de la sección anterior la verosimilitud asociada con precios en el modelo de equilibrio es mucho más elevada que en el modelo de "demanda". En el primer caso la función de verosimilitud logarítmica aumenta de -58.4 a -2.7 , en tanto que en el segundo caso sólo lo hace de -70.2 a -38.6 .

El resultado singular de la Tabla 2, es obviamente el valor de la función de verosimilitud asociada con el modelo de semi-desequilibrio. Es menor que en el modelo de equilibrio, a pesar de que la plena flexibilidad de precios es visiblemente un caso particular del modelo de semi-desequilibrio, lo cual implica que el valor de la función de verosimilitud en el modelo de equilibrio debería ser un límite inferior para el modelo de semi-desequilibrio. El que no sea así, se debe simplemente al límite inferior impuesto a σ_p , la desviación estándar del término de error en la ecuación del precio, para evitar que cayera a 0 en el procedimiento de estimación, y soporta con fuerza la hipótesis de un *equilibrio de oferta y demanda agregados a lo largo del período que estamos analizando*.

14. Nótese sin embargo que las diferencias entre los dos conjuntos de parámetros no son estadísticamente significativas.

Tabla 2. Parámetros estimados de los modelos de precio-cantidad^{a)}

Parámetros	Modelo de demanda	Modelo de equilibrio	Modelo de semiequilibrio
a_0	-5.95 (10.25) ^o	-15.25 (13.49) ^o	-13.56 (15.91) ^o
a_1	15.40 (10.81) ^o	40.08 (20.30)	35.62 (21.25)
a_2	.882 (.062)	.596 (.301)	.649 (.251)
a_3	1.192 (0.090)	1.540 (6.606)	1.474 (5.12)
α_0	—	14.053 (5.28)	15.04 (8.65)
α_1	—	-22.62 (10.59)	-22.95 (20.22) ^o
α_2	—	.452 (0.16)	.451 (.030)
c_0	138 (.076)	—	-.002 (1.913) ^o
c_1	.031 (.384) ^o	—	.171 (9.09) ^o
c_2	.559 (.238)	—	.543 (.453) ^o
c_3	.043 (.341) ^o	—	-.067 (12.61) ^o
σ_D	3.262	3.949	3.735
σ_S	—	2.166	2.229
σ_P	.075	—	.060 ^{b)}
Log-Verosimilitud	-38.591	-2.694	-7.605 ^{b)}

a) Los números entre paréntesis son los errores estándar de los estimados. La notación ^o indica que el coeficiente correspondiente no es significativamente diferente de cero a un nivel de probabilidad del 95%.

b) σ_P está restringida a estar sobre .05, lo que explica por qué el logaritmo de probabilidad es menor que en el modelo de desequilibrio (ver texto).

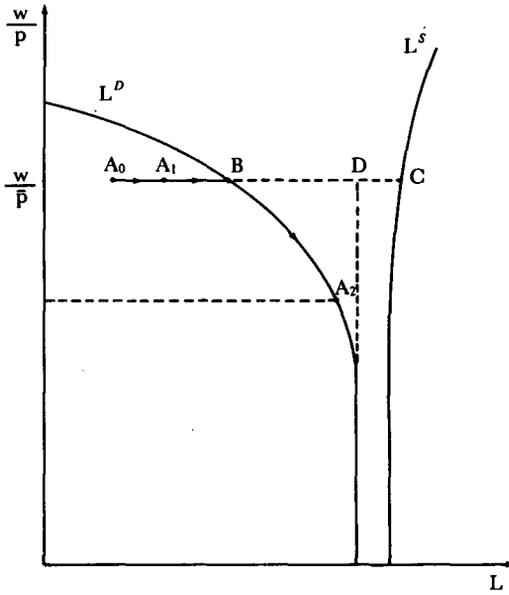


Figura 1. Mercado de Trabajo.

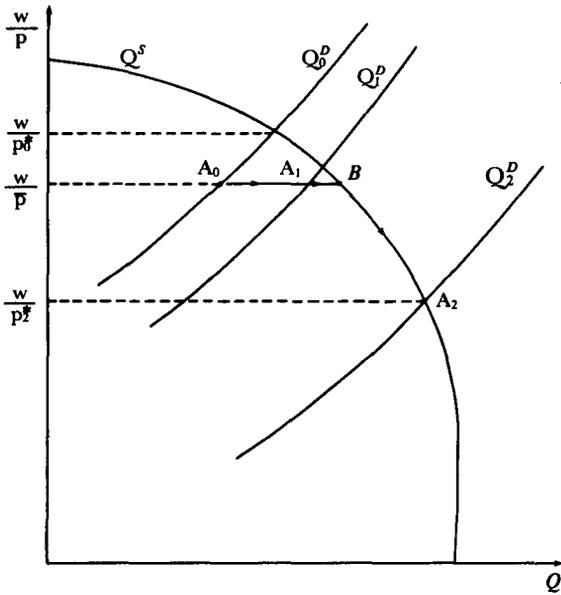


Figura 2. Mercado del Producto.

Para ver este punto, es necesario examinar las propiedades de la función de verosimilitud asociadas con el modelo de semidesequilibrio. Como se muestra en el apéndice, para una observación t se escribe:

$$L_t = P_S^t + P_D^t \quad (8)$$

con

$$P_S^t = \frac{1}{\sigma_D} n \left(\frac{Q_t - Q_t^D}{\sigma_D} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_p} n \left(\frac{p_t - \bar{p}_t}{\sigma_p} \right) \cdot N \left(\frac{Q_t^S - Q_t}{\sigma_S} \right)$$

$$P_D^t = J_t \cdot \frac{1}{\sigma_D} n \left(\frac{Q_t - Q_t^D}{\sigma_D} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_S} n \left(\frac{Q_t - Q_t^S}{\sigma_S} \right) \cdot N \left(\frac{p_t - \bar{p}_t}{\sigma_p} \right)$$

donde J_t es el determinante del Jacobiano del sistema (4) con respecto a Q^* y p^* , $n(\cdot)$ es la densidad de la variable estandarizada, $N(\cdot)$ es su función acumulativa, y Q_t^D , Q_t^S y \bar{p}_t persiste respectivamente por las expresiones (1), (2) y (5).

Siempre es posible encontrar un conjunto de coeficientes para la ecuación \bar{p} tales que:

$$\begin{aligned} p_t - \bar{p} &> 0 \quad \text{para } t \neq \tau \\ p_t - \bar{p} &= 0 \quad \text{para } t = \tau \end{aligned} \quad (9)$$

con ese conjunto de coeficientes, el dejar que σ_p tienda a cero implica que P_S^t tiende a infinito. Así que es posible hacer que la verosimilitud tienda a infinito con una adecuada escogencia de los coeficientes y es por esto que es necesario limitar σ_p por abajo con el fin de encontrar un máximo local significativo de la función de verosimilitud. Los resultados referidos en la Tabla 2 corresponden a tal máximo local. Con todo, está claro que está dominado, en términos de verosimilitud, por el otro máximo local que corresponde al modelo de equilibrio. Este máximo puede obtenerse al escoger cualquier ecuación \bar{p} que satisfaga la condición (9) para todo t y un valor suficientemente pequeño de $\sigma_p \cdot P_S^t$ en (8) se vuelve entonces omitible con respecto a P_D^t , el cual es equivalente a la verosimilitud del modelo de equilibrio. Nótese, sin embargo, que en ese caso hay una indeterminación completa en lo que concierne a los coeficientes de la ecuación \bar{p} .

El problema es entonces encontrar dónde existe un máximo local con una verosimilitud más grande que aquella asociada al modelo de equilibrio y con un valor σ_p superior a su límite inferior. Nuestros intentos sistemáticos para identificar tal máximo han sido infructuosos. Cuando pudimos encontrar un conjunto de coeficientes que llevaran a una verosimilitud superior al valor asociado con el modelo de equilibrio, el valor de σ_p no fue significativamente diferente de su límite más bajo, mientras que la ecuación \bar{p} satisfacía la condición (9) con valores estimados de amplia incoherencia para el mínimo precio \bar{p} y con probabilidades de estar en un sistema de equilibrio igual a uno para todas las observaciones, salvo para una o dos.

Estos resultados indican claramente que el modelo de semi-desequilibrio que hemos tratado de calcular no puede hacer más, en términos de verosimilitud, que el modelo de equilibrio, y por ende que *el equilibrio agregado de precio flexible parece haber sido la regla en Colombia durante los 27 años*. Dos resultados adicionales merecen ser mencionados como apoyo a esta conclusión tentativa. Primero, aunque ellos no corresponden a un máximo significativo de la verosimilitud, los estimativos contenidos en la Tabla 2 indican ya una probabilidad extremadamente pequeña para un sistema Keynesiano, excepto para muy pocos años (ver Tabla 4). Segundo, todos los intentos que hemos hecho para restringir los coeficientes de la ecuación \bar{p} a favor de una conducta de precios plausible —por ejemplo, haciendo que los precios no sean decrecientes durante el tiempo— resultaron en valores mucho menores para la función de verosimilitud que en el caso del supuesto de equilibrio.

Esta conclusión de que los precios siempre se ajustan a la oferta y la demanda agregadas en Colombia, debe ser tomada con cuidado, pues puede ser condicional a la simple especificación escogida para la conducta de los precios en situaciones potencialmente Keynesianas. En términos más generales, uno podría también criticar los supuestos extremos hechos acerca de los precios en todo el modelo: Rigidez total en el caso de exceso de oferta; flexibilidad total en el caso de exceso de demanda. Una aproximación más satisfactoria, evitaría tales supuestos a priori al hacer de la flexibilidad de precios un parámetro que debe ser estimado condicionalmente a la situación de exceso de demanda o de oferta en el mercado. Este es el tipo de modelo que ahora trataremos de estimar.

3. UN MODELO CON AJUSTES DE PRECIOS Y ASIMETRÍA PARCIAL

En lugar de asumir un precio fijo en \bar{p} en caso de exceso de oferta e imposibilidad de ningún exceso de demanda, asumiremos ahora que, en cualquier situación, los precios se ajustan *parcialmente* a sus valores de oferta y demanda pero a velocidad diferente dependiendo de si hay exceso de demanda o exceso de oferta en el mercado del producto. Entonces el modelo es el siguiente¹⁵:

$$Q^D = a_0 + a_1 \frac{w}{p} + a_2 C_{-1} + a_3 \frac{X}{p} + \epsilon_D$$

$$Q^S = \alpha_0 + \alpha_1 \frac{w}{p} + \alpha_2 K + \epsilon_S$$

$$(10) \quad p = p_{-1} \left[1 + c_0 + c_1 \frac{\Delta p_{-1}}{p_{-2}} + c_2 \frac{\Delta p^\epsilon}{p_{-1}^\epsilon} + c_3 \frac{\Delta w}{w_{-1}} \right] + \beta (Q^D - Q^S)$$

$$Q = \text{Inf} (Q^D, Q^S)$$

$$\text{con } \beta = 1/b_D > 0 \quad \text{si } Q^D > Q^S$$

$$\beta = 1/b_S > 0 \quad \text{si } Q^S > Q^D$$

Es claro que este modelo incluye las estimaciones de los tres modelos de la sección anterior, así como también el modelo de desequilibrio con precio fijo de la Sección 1. El modelo de equilibrio corresponde por ejemplo a $b_D = b_S = 0$, mientras que el modelo de semidesequilibrio puede ser caracterizado por $b_D = 0$, $b_S = \phi$, y el modelo de desequilibrio con precio fijo por $b_D = b_S = \infty$. El valor estimado de los coeficientes b_D y b_S permitirá de esta manera alguna prueba aproximada de la relevancia de cada modelo frente a los otros.

15. El ajuste parcial del precio en modelos de desequilibrio es bastante estándar (ver Maddala y Nelson (1974), Rosen y Quandt (1978)). Velocidades asimétricas de ajuste han sido consideradas por Laffont y Monfort (1979). De otra parte, debe hacerse énfasis en que el exceso de demanda en la ecuación del precio está valorada en precios corrientes y no en algún precio inicial no observado, \bar{p} , como en el modelo de la sección anterior. Una alternativa encontrada en la literatura es $\bar{p} = p_{-1}$. Ella no prueba ser tan buena como el modelo (10) en el presente caso.

Las implicaciones macroeconómicas del modelo (10) también son una generalización simple de la sección anterior. En la figura 2, por ejemplo, la vía de expansión $A_0 B_2$ asociada con niveles crecientes de demanda autónoma se desplazaría simplemente hacia arriba en su primera sección Keynesiana $A_0 B$ en una distancia que depende del valor del coeficiente de ajuste b_s , acercándose a la curva de oferta Q^s cuando b_s tiende a cero.

De acuerdo con los resultados contenidos en la Tabla 3, el modelo (10) representa una ligera mejoría con respecto a los modelos estimados en la sección anterior, lo cual parece indicar que la hipótesis de un equilibrio continuo de oferta y demanda agregada en la economía colombiana no es absolutamente correcto. Con respecto al "modelo de equilibrio", la verosimilitud se ha incrementado de -2.69 a 3.25 , un aumento que sería considerado como estadísticamente significativo. El problema, sin embargo, es que el modelo de equilibrio está "anidado" en el modelo (10) sólo en un sentido limitado, así que la prueba de la razón de verosimilitud debe ser interpretada con sumo cuidado. Se puede notar, de otro lado, que los estimativos de los coeficientes de ajuste de precios, b_D y b_S no son significativamente diferentes de cero, y sobre esa base, la hipótesis de equilibrio permanente de oferta y demanda agregadas es una aproximación muy cercana a la conducta de la economía colombiana durante los 27 años de análisis.

Aun cuando los valores esperados encontrados para los coeficientes b_D y b_S no son significativamente diferentes de cero, pueden parecer, a primera vista, demasiado grandes y en contradicción con la conclusión anterior de la cercanía permanente de la economía colombiana al equilibrio macroeconómico. Sin embargo, de acuerdo con el valor estimado de b_S , y dado el valor medio de las variables en el modelo (ver apéndice B), un cálculo simple muestra que un exceso de oferta relativa en la economía del 1% produciría un cambio promedio en los precios ligeramente superior al 3%. Tal efecto puede en realidad no ser considerado como "pequeño". Sin embargo, debe notarse que en el modelo (10) se supone que los precios dependen del exceso de demanda agregada que queda en el mercado *después* de que los ajustes de precios han tenido

16. Quandt (1978) discute este tipo de prueba al insistir en el hecho de que en el modelo (10) se incluyen modelos anteriores solamente en un sentido limitado, lo que introduce alguna ambigüedad en los procedimientos de pruebas estadísticas usuales.

lugar, así que el efecto anterior sería realmente mucho más grande si la ecuación de precios estuviera especificada en términos de exceso de demanda *inicial* en vez de final.

Tabla 3. Parámetros estimados del modelo con ajuste asimétrico parcial de precios.

Parámetros	Valores estimados	Errores estándar
a_0	-8.05	3.78
a_1	25.45	12.2
a_2	.739	.296
a_3	1.366	.500
α_0	22.48	8.11
α_1	-43.48	24.60
α_2	.500	.077
α_3	.084°	.642
c_1	1.032°	2.35
c_2	.515°	1.29
c_3	.186°	1.91
b_D	3.44°	41.15
b_S	27.53°	49.22
σ_D	2.89	
σ_S	2.90	
σ_p	.001	
Log-Verosimilitud	3.523	

a) La notación ° indica que el coeficiente correspondiente no es significativamente diferente de cero al nivel de probabilidad del 95%.

Para tener una mejor idea del significado de la velocidad de ajuste de nuestros estimativos de b_S y b_D , consideremos la ecuación de precios

$$p = p_{-1} + \beta [Q^D(p) - Q^S(p)] \quad (11)$$

y una representación más directa del proceso del ajuste del precio:

$$p = p_{-1} + k (p^* - p_{-1}) \quad (12)$$

donde p^* es el nivel de precio de equilibrio. Linearizando (11) en una vecindad de p^* , obtenemos:

$$p = p_{-1} + \beta (p - p^*) A (p^*) \quad (13)$$

donde A^* es la derivada de la función de exceso de demanda $Q^D - Q^S$ en p^* (12) y (13) son claramente equivalentes, estando k definida por:

$$k = - \frac{\beta A(p^*)}{1 - \beta A(p^*)} \quad (14)$$

que es positiva, ya que podemos asumir razonablemente que $A(p^*)$ es negativa.

K puede ser realmente definida como la "velocidad del proceso de ajuste del precio, y (14) muestra que puede ser bastante diferente dependiendo de la forma de la función de exceso de demanda en el precio del equilibrio.

Al usar valores medios durante todo el período, puede mostrarse fácilmente que la magnitud de $A(p^*)$ es del orden de -100 , de manera que la velocidad de ajuste correspondiente a b_S (sistema de exceso de oferta es aproximadamente .8, mientras que el correspondiente a b_D (sistema de exceso de demanda) es aproximadamente .95. Sobre esta base, parece favorable considerar que los estimativos de b_S y b_D realmente reflejan un ajuste extremadamente rápido del precio y su valor de equilibrio.

Esta conclusión de una velocidad de ajuste de los precios significativamente alta ayuda a entender las dificultades de estimación encontradas en la sección anterior, así como el hecho de que los coeficientes de la ecuación \bar{p} de la Tabla 3 no son estadísticamente significativos, en tanto que el error estándar del término aleatorio es cero (en el apéndice puede verse que a diferencia de la sección anterior, la función de verosimilitud está limitada cuando σ_P tiende a cero). Estos resultados indican simplemente que el nivel general de precios depende esencialmente de factores que entran en la determinación de la oferta y demanda agregadas, mientras que se había asumido antes que debería ser exógeno en situaciones de exceso de oferta. Los estimativos contenidos en la Tabla 3 muestran que hay alguna asimetría entre las situaciones de exceso de oferta y de exceso de demanda, y esto obedece a la menor velocidad de ajuste del primer caso, más que a la rigidez total de los precios.

Bajo los supuestos guardados a lo largo de este trabajo, la experiencia colombiana sugiere entonces que los precios siempre han tenido

suficiente flexibilidad para permitir un ajuste más bien estrecho de la oferta y la demanda en el mercado del producto, y por lo tanto, una utilización casi total de las capacidades productivas disponibles (sin incluir, claro está, la fuerza de trabajo). Esto no implica, de ningún modo, que las condiciones de exceso de oferta o de demanda no hayan sido nunca observadas. De hecho, el modelo estimado en esta sección indica que ambas situaciones han sido más o menos igualmente probables durante el período de análisis (ver Tabla 4), excepto después de 1973, cuando unas condiciones muy interesantes de exceso de oferta parecieron ser las dominantes. El punto importante es entonces que, aceptando la naturaleza de desequilibrio en el mercado del producto, los ajustes rápidos de los precios limitarán probablemente su tamaño¹⁷.

CONCLUSIONES

Antes de resumir las principales implicaciones de los resultados derivados de las secciones anteriores, debe tenerse en cuenta que ellas han sido obtenidas bajo supuestos más bien fuertes, y por lo tanto deben ser tomadas con cuidado. Primero, un marco agregado puede disimular desequilibrios importantes, reduciendo el equilibrio del mercado de producto agregado al de unos pocos sectores con "cuellos de botella". Esta consideración puede ser importante en un país en desarrollo como Colombia y merece una investigación posterior. En segundo lugar, está el problema de los parámetros adecuados para tomar en cuenta en la ecuación de precios. Nuestra conclusión de la casi total flexibilidad de precios equivale a reconocer, en el marco de nuestro modelo, que los precios dependen siempre de la demanda autónoma. Sin embargo sólo algunos componentes de esta demanda pueden ser relevantes, especialmente aquellos unidos con el sector externo. En este caso, nuestra supuesta permanente flexibilidad de precios debe reflejar simplemente los ajustes monetarios de la balanza externa. En esta misma línea, finalmente, debemos hacer énfasis en los posibles sesgos que surgen de nuestro supuesto de la exogeneidad de los salarios monetarios en el

17. Dada la estructura probabilística del modelo usado en esta sección, el cómputo del tamaño esperado del desequilibrio es bastante intrincado desafortunadamente.

Tabla 4. Probabilidades del régimen de exceso de Oferta de acuerdo con los diferentes modelos.

	Modelo de desequilibrio con precio fijo	Modelo de semidesequilibrio	Modelo con ajuste asimétrico parcial de precios
1953	.894	.104	.653
1954	.822	.063	.585
1955	.780	.070	.515
1956	.425	.072	.472
1957	.021	.069	.413
1958	.667	.563	.849
1959	.927	.284	.842
1960	.818	.219	.728
1861	.824	.171	.680
1962	.657	.041	.431
1963	.338	.192	.572
1964	.820	.068	.416
1965	.000	.023	.428
1966	.549	.212	.294
1967	.000	.106	.510
1968	.000	.286	.681
1969	.761	.100	.549
1970	.000	.051	.318
1971	.000	.046	.731
1972	.342	.043	.776
1973	.810	.046	.998
1974	.000	.000	.856
1975	.522	.001	1.000
1976	.000	.000	.998
1977	.000	.000	1.000
1978	.301	.000	.000
1979	.000	.000	1.000

período en estudio, y que puede ser parcialmente responsable de la aparente flexibilidad de los precios. Aun cuando no los tuvimos en cuenta acá, debemos sin embargo decir que los experimentos hechos con valores rezagados de salarios y de precios como una forma reducida de los salarios corrientes, no alteraron substancialmente nuestros resultados.

Dejando de lado estas limitaciones, las estimaciones hechas en este trabajo traen varias alternativas positivas para la ejecución y programación de la política macroeconómica. En primer lugar, la conclusión de

que el mercado del producto está permanentemente cercano al equilibrio, puede reafirmarse en el sentido de que probablemente el nivel de actividad económica rara vez ha estado limitado por el mal manejo de la demanda efectiva. Eso es en efecto, lo que esperaríamos a priori en las economías en desarrollo definidas por una carencia relativa de equipo y capacidades productivas, y por lo tanto permanentemente limitadas por el lado de la oferta. Debe decirse sin embargo que un precio de equilibrio en el mercado del producto no implica un nivel de producto máximo, esto es, que no corresponda a los precios. (Ver Figura 2). Por lo tanto, sería de mucho interés estimar con mayor precisión las elasticidades del producto en los equilibrios que presumiblemente observamos en el pasado, así como el producto y los multiplicadores del precio que resultarían de una expansión de la demanda autónoma. No intentamos hacer esto en el presente trabajo, debido a la especificación simple que hemos escogido¹⁸. Hemos mostrado, sin embargo, cómo la magnitud de estos multiplicadores puede depender crucialmente de los modelos de estimación utilizados y de los supuestos que hay detrás de ellos.

APENDICE A: Derivación de la función de probabilidad en el modelo de ajuste parcial

A partir del modelo (10), consideremos primero la probabilidad (P_S) de un desequilibrio de exceso de oferta:

$$1) \text{ Exceso de oferta: } Q = Q^D < Q^S$$

Luego, observamos Q y p dadas por:

$$(1) \quad Q = Q^D = a_0 + a_1 \frac{w}{p} + a_2 C_{-1} + a_3 \frac{X}{p} + \epsilon_D = E(Q^D) + \epsilon_D$$

$$(2) \quad p = p_{-1} \left[1 + c_0 + c_1 \frac{\Delta p_{-1}}{p_{-2}} + c_2 \frac{\Delta p^e}{p_{-1}} + c_3 \frac{\Delta w}{w_{-1}} \right] + \frac{1}{b_S} (Q - Q^S) + \epsilon_p$$

18. En efecto, las especificaciones más generales pueden ser difíciles de manejar debido a la operación de inversión funcional implícita en la derivación de la función de verosimilitud. La introducción del salario real al cuadrado en la función de oferta, por ejemplo, conduce a este tipo de dificultades.

$$= E(p) + \frac{1}{b_s}(Q - Q^s) + \epsilon_p$$

Sabemos también que: $Q^s \cong Q$:

$$(3) \quad Q^s = \alpha^0 + \alpha_1 \frac{w}{p} + \alpha_2 K + \epsilon_s = E(Q^s) + \epsilon_s \cong Q$$

Buscamos ahora la probabilidad de observar (Q, p) , dada por (1) y (2) bajo la condición (3), conociendo la distribución de las tres variables independientes normales, ϵ_D , ϵ_p y ϵ_s . Reemplazando primero Q^s en (2) por su expresión en (3), obtenemos el par (Q, p) de las tres variables aleatorias $(\epsilon_D, \epsilon_p, \epsilon_s)$ mediante el sistema de ecuaciones siguiente:

$$(4) \quad \begin{aligned} Q &= E(Q^D) + \epsilon_D \\ p &= E(p) + (Q - E(Q^s))/b_s + \eta \end{aligned}$$

donde η es la variable normal $(\epsilon_p - \epsilon_s/b_s)$ con media cero y con varianza $\sigma_\eta^2 = \sigma_p^2 + \sigma_s^2/b_s^2$. La densidad conjunta de (Q, p) se deriva de la densidad conjunta de (ϵ_D, η) por medio de la multiplicación del determinante del Jacobiano de (4)¹. Este Jacobiano se escribe:

$$(5) \quad {}^2/J = \begin{vmatrix} 1 & (a_1 w + a_3 X)/p^2 \\ -b_s^{-1} & 1 - b_s^{-1} \alpha_1 w/p^2 \end{vmatrix}$$

La densidad de (Q, p) está dada por:

$$(6) \quad (1 + b_s^{-1}(a_1 - \alpha_1)w/p^2 + b_s^{-1}a_3X/p^2) \frac{1}{\sigma_D} n \left[\frac{Q - E(Q^D)}{\sigma_D} \right] \\ \frac{1}{\sigma_\eta} n \left[\frac{p - E(p) - (Q - E(Q^s))/b_s}{\sigma_\eta} \right]$$

Donde $n [\quad]$ es la densidad de la normal estandarizada. Después de multiplicar por la probabilidad de observar (3), y después de

hacer algunas transformaciones, la verosimilitud del régimen de exceso de oferta se escribe como:

$$(7) P_S = \frac{b_S p^2 + w(a_1 - \alpha_1) + a_3 X}{p^2 \sigma_D \sqrt{b_S^2 \sigma_P^2 + \sigma_S^2}} n \left[\frac{Q - E(Q^D)}{\sigma_D} \right] \\ n \left[\frac{b_S (p - E(p)) - (Q - E(Q^S))}{\sqrt{b_S^2 \sigma_P^2 + \sigma_S^2}} \right] N \left[\frac{E(Q^S) - Q}{\sigma_S} \right]$$

donde N es el acumulativo de la normal estandarizada.

2) Exceso de demanda: $Q = Q^S < Q^D$.

Por simetría, la verosimilitud en ese caso es fácil de encontrar:

$$(8) P_D = \frac{b_D p^2 + w(a_1 - \alpha_1) + a_3 X}{p^2 \sigma_S \sqrt{b_D^2 \sigma_P^2 + \sigma_D^2}} n \left[\frac{Q - E(Q^S)}{\sigma_S} \right] \\ n \left[\frac{b_D (p - E(p)) + Q - E(Q^D)}{\sqrt{b_D^2 \sigma_P^2 + \sigma_D^2}} \right] N \left[\frac{E(Q^D) - Q}{\sigma_D} \right]$$

La verosimilitud de una observación es entonces muy simple:

$$P = P_D + P_S$$

1. Es cosa simple probar que bajo condiciones razonablemente débiles en los parámetros, el sistema (4) puede invertirse.

2. α_1 se supone negativo y a_1, a_3, b_S positivas. El Jacobiano tiene entonces un sólo signo.

tal como se da en (7) y (8), y la probabilidad de que una observación corresponda a una situación de exceso de oferta es P_S/P . Para el caso de exceso de demanda la probabilidad es la recíproca.

Casos particulares:

— El modelo de desequilibrio con precios fijos, tal como se anotó en el texto, es aquél donde $b_D = b_S = \infty$. Simplificando (7) y (8) e ignorando la densidad de las observaciones de precios, obtenemos:

$$(9) P_S = \frac{1}{\sigma_D} n \left[\frac{Q - E(Q^D)}{\sigma_D} \right] N \left[\frac{E(Q^S) - Q}{\sigma_S} \right]$$

$$(10) P_D = \frac{1}{\sigma_S} n \left[\frac{Q - E(Q^S)}{\sigma_S} \right] N \left[\frac{E(Q^D) - Q}{\sigma_D} \right]$$

— El modelo de semidesequilibrio es aquel donde $b_D = 0$ y $b_S = \infty$. Al realizar estas simplificaciones en (7) y (8), tenemos:

$$(11) P_S = \frac{1}{\sigma_D \sigma_P} n \left[\frac{Q - E(Q^D)}{\sigma_D} \right] n \left[\frac{p - E(p)}{\sigma_P} \right] N \left[\frac{E(Q^S) - Q}{\sigma_S} \right]$$

$$(12) P_D = \frac{w(a_1 - \alpha_1) + a_3 X}{p_2 \sigma_D \sigma_S} n \left[\frac{Q - E(Q^D)}{\sigma_D} \right] n \left[\frac{Q - E(Q^S)}{\sigma_S} \right] N \left[\frac{E(Q^D) - Q}{\sigma_D} \right]$$

En este último caso, sin embargo, Q^D es el nivel de producción de equilibrio Q^* . La probabilidad de que $Q \leq Q^*$ es entonces la misma de $p \leq p^*$, de manera que el último término en (12) puede ser reemplazado por:

$$N \left[\frac{p - E(p)}{\sigma_P} \right]$$

Apéndice B. Datos

Año	Índice de precios	Índice de salario real	PIB (volumen)	Consumo (volumen)	Demanda autónoma (volumen)	Stock de capital (volumen)
1951	.173900	.578494	51.4089	40.0230	11.3858	119.177
1952	.176600	.597395	54.6432	42.3556	12.2877	124.018
1953	.185200	.621490	57.9374	44.5464	13.3909	129.355
1954	.205900	.624575	61.9718	47.1588	14.8130	134.976
1955	.205800	.649660	64.3829	49.5141	14.8688	141.995
1956	.221800	.664112	66.9973	50.5861	16.4112	150.010
1957	.260100	.639369	68.4736	49.9423	18.5313	158.478
1958	.294700	.651849	70.1730	50.8991	19.2738	168.088
1959	.314300	.663697	75.2465	54.6929	20.5536	176.984
1960	.341000	.694721	78.4457	57.4780	20.9677	186.558
1961	.369000	.764498	82.4389	61.1924	21.2466	197.994
1962	.393500	.853367	86.9123	65.2859	21.6264	210.199
1963	.484800	.861593	89.7690	68.1105	21.6584	221.233

1964	.564100	893813	95.3022	73.5153	21.7869	231.895
1965	.615800	.912634	98.7333	73.8714	24.8620	243.116
1966	.707700	.927653	104.013	78.9035	25.1095	254.479
1967	.766400	.952375	108.403	80.3627	28.0402	269.368
1968	.838200	.961107	112.646	81.9613	30.6848	282.650
1969	.906800	.978937	122.353	90.0860	32.2673	299.921
1970	1.00000	1.00000	130.390	93.8900	36.5000	317.468
1971	1.11620	1.00699	136.410	98.5758	37.8338	338.191
1972	1.25820	1.01303	147.902	107.169	40.7328	360.716
1973	1.53370	.935971	158.597	117.494	41.1032	381.694
1974	1.95740	.921989	168.162	121.309	46.8530	398.734
1975	2.36490	.934965	174.566	129.654	44.9110	426.714
1976	2.92000	.975411	182.884	127.966	54.9178	447.168
1977	3.75230	.927991	191.477	126.576	64.9015	474.122
1978	4.29710	1.06600	213.297	142.738	70.5592	507.345
1979	5.43430	1.07699	219.647	148.919	70.7285	543.285

REFERENCIAS

- Artus P., G. Laroque and G. Michel (1982), Estimation of quarterly Macro-Economic Model with Quantity Rationing, *Mimeo*, ENSAE, Paris.
- Barro, R. J., and H. L. Grossman, (1976), *Money, Employment and Inflation*, Cambridge University Press.
- Benassy, J. P., (1975), Neo-Keynesian Disequilibrium in a Monetary Economy, *The Review of Economic Studies*, October.
- Berry, R. A., (1980), The Effects of Inflation on Income Distribution in Colombia, in *Economic Policy and Income Distribution in Colombia* (R. A. Berry and R. Soligo, Eds), Westwive, Boulder, Colorado.
- Fei, J. C. H., And G. Ranis, (1964), *Development of the Labor Surplus Economy: Theory and Policy*, Homewood, Illinois.
- Gersovitz, M., (1980), Classification Probabilities for the Disequilibrium Model, *Journal of Econometrics*, 14.
- Gouriéroux, C., (1981), Modèles à variables dépendantes limitées, *Mimeo*, ENSAE, Paris.
- Laffont, J. J., and A. Monfort, (1976), Économétrie des modèles d'équilibre avec rationnement, *Annales de l'I.N.S.E.E.*, pp. 3-39.

- Lewis, A. W., (1954), Economic Development with Unlimited Supplies of Labor, *The Manchester School of Economics and Social Studies*, May.
- Maddala, G. S., and F. D. Nelson, (1974), Maximum Likelihood Methods for Models of Market Disequilibrium, *Econometrica*, 42.
- Malinvaud, E. (1977), *The Theory of Unemployment Reconsidered*, Basil Blackwell, Oxford.
- Quandt, R. E., (1978), Tests of the Equilibrium vs Disequilibrium Hypothesis, *International Economic Review*, Vol. 19, No. 2, June.
- Reyes, A., B. Kugler, M. Ramírez, (1977), Modelo de Corto Plazo para la para la Economía Colombiana, *Mimeo*, CCRP, Bogotá.
- E. Sarmiento, M. Rubio,
- Rosen, H. S., and R. E. Quandt, (1978), Estimation of a Disequilibrium Aggregate Labor Market, *Review of Economics and Statistics*, 60.