

FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR Y EL DESARROLLO



"EFICIENCIA Y CAMBIO TECNICO EN
LA INDUSTRIA MANUFACTURERA
COLOMBIANA 1978-1991"

FEDESARROLLO
Juan Mauricio Ramírez

Santafé de Bogotá, diciembre 5, 1994

**INFORME FINAL DEL PROYECTO "EFICIENCIA Y CAMBIO TECNICO EN
LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA 1978-1991"**

**PRESENTADO A FONADE
POR
JUAN MAURICIO RAMIREZ**

**FEDESARROLLO
DICIEMBRE 5, 1994**

INTRODUCCION	3
I. EFICIENCIA, PRODUCTIVIDAD Y POLITICA COMERCIAL:.....	5
A. Algunas Evidencias Empíricas	5
1. Comparaciones entre Países.....	5
2. Análisis de Equilibrio General.....	6
3. Análisis Microeconómicos.....	7
a. Estudios basados en el Cálculo Residual de la PTF.....	7
b. Heterogeneidad en Productividad y Eficiencia a Nivel de Firma.....	9
B. Efectos Micro y Macro	12
II. FRONTERAS DE PRODUCCION	13
A. Conceptos de Eficiencia.....	13
B. Modelo Básico.....	14
1. Estimación con Datos Transversales.....	14
2. Utilizacion de Datos de Panel.....	15
a. Modelo de Efectos Fijos.....	16
b. Modelo de Efectos Aleatorios.....	17
c. Escogencia del Modelo.....	17
3. Estimación de Niveles de Eficiencia Variables en el Tiempo.....	18
III. MANEJO DE LA INFORMACION	20
A. Aspectos Generales.....	20
B. Estimacion del Stock de Capital.....	21
1. Aspectos Generales.....	21
2. Metodología.....	22
a. Stock de Capital Inicial.....	22
b. El Método del Inventario Perpetuo.....	23
c. Cálculo de la Depreciación.....	24
3. Resultados de la Estimación.....	28
C. Empleo	29
D. Deflacion del Consumo Intermedio.....	30
V. DESCRIPCION DE LA INFORMACION	33
A. Criterios de Seleccion de Observaciones.....	33
B. Comportamiento de la Producción y el Empleo	34

IV. EVOLUCION DE LA POLITICA COMERCIAL EN LOS OCHENTA.....	36
A. Aspectos Generales.....	36
B. Aranceles.....	37
C. Cuotas de Importación.....	38
D. Protección Efectiva.....	40
E. Competencia con las Importaciones.....	41
VI. ESTIMACION DE LOS NIVELES DE EFICIENCIA.....	43
A. Estimación de las Funciones de Producción.....	43
B. Estimación de los Niveles de Eficiencia Variables en el Tiempo.....	46
1. Tendencias Globales.....	48
2. Eficiencia en Empresas Eliminadas del Mercado.....	49
3. Eficiencia por Tamaño de Empresas.....	50
4. Eficiencia por Sectores.....	51
VII. EFICIENCIA, ESTRUCTURA INDUSTRIAL Y VARIABLES DE POLITICA.....	53
A. Metodología.....	54
B. Resultados.....	56
1. Análisis de Correlación.....	56
2. Análisis de Regresión.....	56
3. Análisis de Varianza.....	58
CONCLUSIONES.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	65

INTRODUCCION

Este es el reporte final de la investigación "Eficiencia y Cambio Técnico en la Industria Manufacturera Colombiana 1978-1990" contratada por Fonade¹. Este reporte presenta los resultados del análisis de la eficiencia a nivel global y sectorial y de los principales cambios que tuvieron lugar en los niveles de eficiencia técnica entre 1978 y 1991. Con este fin se utiliza información para una muestra de 2344 firmas que representan cerca del 70% de la producción bruta total durante el período.

Algunos de los aspectos más importantes de la investigación, y de los cuales se da un reporte detallado en el informe, son los siguientes:

- La estimación del stock de capital a nivel de firma asume un esquema de depreciación no lineal, en donde la mayor parte de la depreciación ocurre al final del tiempo de vida útil de los activos. Así mismo, se permite que el tiempo de vida útil de la maquinaria y equipo se comporte como una variable aleatoria que refleja diferencias en la calidad y mantenimiento de los equipos.
- La variable de empleo es medida en unidades de eficiencia con lo cual se toman en cuenta efectos asociados a la composición heterogénea de la mano de obra en el sector industrial y a los profundos cambios que tuvieron lugar en el mercado laboral durante los ochenta.
- Se hace una caracterización de la evolución de la eficiencia promedio en cada sector industrial durante la década de los ochenta y de su situación al inicio de las políticas de apertura.
- Se analiza el comportamiento en términos de eficiencia de la pequeña, mediana y gran empresa, y de sus determinantes.
- Se hace un análisis comparativo de los determinantes de la eficiencia en las industrias tradicionales y en las industrias de desarrollo tardío.

¹ Se agradece la asistencia de Doris Polanía para la consecución de la información. Se agradece a Luis H. Rodríguez de la Unidad de Estudios Industriales de Planeación Nacional por el suministro de la información de precios y de comercio exterior.

Una versión preliminar de algunas secciones de este informe había sido presentada anteriormente como informe parcial de la investigación y se incluyen aquí en su versión final. Dichas secciones son:

La Sección I donde se hace una reseña de estudios recientes que han analizado empíricamente la relación entre política comercial, eficiencia y productividad. La Sección II que presenta el marco teórico de la investigación, y la Sección IV que hace una caracterización de la política comercial en la década de los ochenta en Colombia.

Adicionalmente, la Sección III contiene el recuento detallado del manejo de la información y de los procedimientos para la estimación del stock de capital, la construcción de la variable de empleo, y la deflación de las series. La sección V presenta los resultados de la estimación de las fronteras de producción y de los niveles de eficiencia técnica para el período 1978-1991. En la sección VI se realiza el análisis econométrico de los determinantes de la eficiencia técnica y se presentan los resultados de un análisis de varianza del modelo.

I. EFICIENCIA, PRODUCTIVIDAD Y POLITICA COMERCIAL:

A. Algunas Evidencias Empíricas

Análisis empíricos acerca de la relación entre políticas comerciales y cambios en eficiencia y productividad han estado comunmente basados en tres metodologías diferentes: 1) Comparaciones entre países relacionando diferentes regímenes comerciales con el crecimiento del producto y de la productividad usualmente a niveles relativamente agregados. 2) Estimación de los efectos de diferentes políticas comerciales sobre el bienestar y sobre la asignación de recursos en un marco de equilibrio general. 3) Análisis microeconómicos orientados a entender los mecanismos microeconómicos que determinan la relación entre comercio y productividad, y el carácter de dicha relación.

1. Comparaciones entre Países

Existen varios artículos que reseñan los resultados de diferentes estudios (ver por ejemplo Chenery et. al. 1986, Nishimizu y Robinson 1984, Pack 1988 y Havrylyshyn 1990). Un resultado común de estos estudios es que el crecimiento económico acelerado ha estado asociado a la expansión de las exportaciones. Sin embargo, no se han encontrado evidencias suficientes de que políticas de liberación comercial estén asociadas a exportaciones más dinámicas (Tybout, 1992).

Adicionalmente, no hay evidencias significativas de que el crecimiento de la productividad total factorial esté correlacionado con políticas aperturistas o con regímenes comerciales en general (Pack, 1988). En un estudio reciente Young (1994) sugiere que, contrario a lo que se ha creído, el crecimiento de la productividad total factorial en los países del sudeste asiático no ha sido extraordinariamente alto, y es más bien comparable con el alcanzado por algunos países de la OECD y de América Latina. De acuerdo con Young, el gran crecimiento económico de estos países durante la posguerra habría sido el resultado de una extraordinaria acumulación de factores productivos reflejada en mayores tasas de participación, incrementos en las tasas de inversión y niveles de educación, y de transferencias inter-sectoriales de trabajo de la agricultura hacia otros sectores.

Finalmente, se debe tener en cuenta que las comparaciones entre países son usualmente hechas a niveles relativamente agregados sin referencia alguna a los mecanismos microeconómicos que apoyarían la relación entre comercio, eficiencia y productividad.

2. Análisis de Equilibrio General

Diversos análisis de equilibrio general han obtenido resultados que tienden a favorecer las estrategias aperturistas sobre las proteccionistas. La mayor parte de estos análisis se han concentrado en los efectos sobre el bienestar más que en los efectos sobre la productividad como tal.

De Melo y Roland-Holst (1991) presentan un Modelo de Equilibrio General Computable con competencia imperfecta para simular el efecto de una liberación comercial en Corea. Ellos comparan las ganancias en bienestar que se obtendrían bajo rendimientos constantes y crecientes a escala. Los resultados muestran que bajo rendimientos crecientes la liberación comercial es más expansionista, en tanto que la magnitud de dicha expansión depende, en gran medida, de los supuestos específicos acerca de la estructura de mercado prevaleciente (Rodrik, 1991).

Cox y Harris (1985) usan un Modelo de Equilibrio General Computable con economías de escala y competencia imperfecta para proveer estimativos de los costos de la protección a la economía canadiense a mediados de los setenta. Las ganancias de bienestar que se derivan de una liberación comercial son entre el 8% y el 10% del PIB, en comparación con ganancias del 1% o menos que se encuentran en modelos con competencia perfecta y retornos constantes a escala. De otro lado, la racionalización industrial como resultado de la liberación comercial disminuye los costos fijos promedios en 20% y la productividad total factorial crece más del 8% por encima del equilibrio sin cambios en aranceles. Un resultado interesante es que, en contraste con las conclusiones que se derivan de modelos tradicionales de ventajas comparativas, en este modelo los cambios en eficiencia productiva son suficientes para cambiar las ventajas comparativas en favor de la manufactura. Sin embargo, también en este caso los resultados son sensibles a los valores asumidos para las elasticidades de sustitución en el comercio, y para el parámetro de economías de escala.

En un análisis de tipo metodológico Norman (1990) evalúa si los efectos de una liberación comercial sobre los patrones de comercio inter-industrial son significativamente afectados por la consideración de competencia imperfecta. El estudio compara los casos de modelos de ventajas comparativas, modelos de competencia monopolística con y sin entrada de firmas, y un modelo de dumping recíproco con segmentos competitivos y oligopolísticos. Norman encuentra que con competencia imperfecta los beneficios de una liberación comercial son mayores que bajo competencia perfecta, y que la forma particular de competencia imperfecta que se asuma tiene un efecto diferente sobre los resultados.

En síntesis, estos estudios han enfatizado los beneficios de políticas de liberación comercial en economías caracterizadas por competencia imperfecta y rendimientos crecientes, en magnitudes mayores a las obtenidas en análisis convencionales que asumen retornos constantes a escala y competencia perfecta. Sin embargo, los resultados son muy sensibles a la estructura de mercado que se asuma, y al valor del parámetro de escala.

3. Análisis Microeconómicos

Se han utilizado dos aproximaciones diferentes para el análisis del vínculo entre comercio y productividad a nivel microeconómico. La principal distinción radica en la consideración o no de firmas heterogéneas. La aproximación tradicional basada en la metodología de Solow usa una función de producción promedio para representar la tecnología de una firma típica. Una aproximación diferente es la consideración de heterogeneidad en la productividad y en los patrones de eficiencia de firmas individuales.

a. Estudios basados en el Cálculo Residual de la PTF

El análisis empírico tradicional del crecimiento de la PTF está basado en la metodología de Solow para calcular el residuo. Sin embargo, dichas estimaciones son probablemente sesgadas en la medida en que las firmas tengan poder de mercado o existan economías de escala. Este aspecto tiene profundas implicaciones para la evaluación del efecto de estrategias comerciales sobre el crecimiento de la productividad. En la medida en que dichas políticas afecten el grado de competencia en industrias particulares y/o generen efectos de escala, es necesario tomar en cuenta dichos cambios en la estimación

del crecimiento de la PTF. De otra manera, las estimaciones serán sesgadas y las ganancias o pérdidas de productividad asociadas a estrategias comerciales específicas pueden ser sobre o subestimadas, sin que sea posible identificar ex-ante la dirección del sesgo.

Hall (1988a, 1988b y 1989) desarrolla una metodología que modifica el cálculo del residuo para permitir la existencia de economías de escala, costos de ajuste y mercados de bienes de competencia imperfecta. Esta metodología fué extendida por Caballero y Lyon (1989, 1990) para incorporar la existencia de economías externas, y por Domowitz et. al. (1986) para permitir markups variables en el tiempo.

Harrison (1990) aplica esta metodología para analizar el efecto de la liberación comercial sobre el crecimiento de la productividad en Costa de Marfil. Sus conclusiones más importantes son: 1) Los mark-ups cayeron después de la liberación comercial. Sin embargo, parte de esta caída pudo estar asociada a una fuerte revaluación de la tasa de cambio más que a una mayor competencia doméstica. 2) Los estimativos de crecimiento de la productividad son extremadamente sensibles al supuesto convencional de competencia perfecta:

Mientras que parece haber una estrecha relación entre reforma comercial y productividad cuando se asume competencia perfecta en los mercados de bienes, dicha relación desaparece casi completamente cuando se introducen markups variables en el tiempo (p. 26).

Estos resultados sugieren que muchos de los estudios empíricos sobre comercio y productividad basados en el cálculo tradicional de la productividad factorial pueden estar seriamente sesgados si las políticas comerciales tienen efectos significativos de escala o de estructura de mercado.

Ramirez (1993a) utiliza información de la industria manufacturera colombiana en el período 1979-1989 para estimar el crecimiento de la productividad total factorial incorporando la posibilidad de competencia imperfecta, economías de escala, economías externas, ajustes por utilización de la capacidad y markups variables en el tiempo.

La principal conclusión del estudio es que al tomar en cuenta poder de mercado, economías de escala y cambios en la utilización de la capacidad, el crecimiento de la productividad total factorial es significativamente menor al que se obtiene cuando se asume competencia perfecta y rendimientos constantes a escala. Esta sobre-estimación del crecimiento de la productividad es más severa en el caso de los bienes de capital y particularmente de las industrias productoras de maquinaria y equipo cuya productividad disminuyó durante los ochenta. Este resultado muestra que parte de los logros en términos de crecimiento de la productividad entre 1983 y 1989 desaparecen al tener en cuenta que el poder de mercado en la industria manufacturera aumentó significativamente durante este período.

Ramírez (1993b y 1993c) utiliza los cálculos anteriores de la productividad total factorial para analizar sus determinantes incorporando la existencia de complementariedades intersectoriales. La conclusión más importante es que las variables de política comercial (protección efectiva y restricciones cuantitativas a las importaciones) ejercieron un efecto significativo (negativo en el caso de las restricciones cuantitativas) sobre el crecimiento de la productividad de los sectores con complementariedades intersectoriales importantes, mientras que su efecto sobre la productividad de los otros sectores fué insignificante, no obstante ser ellos más protegidos. La magnitud de los efectos asociados a las políticas es sin embargo relativamente pequeño y la mayor parte de las diferencias sectoriales en el crecimiento de la productividad permanecen inexplicadas.

b. Heterogeneidad en Productividad y Eficiencia a Nivel de Firma

El análisis del efecto del comercio y de las políticas comerciales sobre la productividad al considerar firmas heterogéneas en términos de productividad y eficiencia, constituye una de las áreas más promisorias e inexploradas en la investigación empírica. Las metodologías formalmente más desarrolladas para incorporar heterogeneidad a nivel de firma son aquellas basadas en la estimación de fronteras de producción². Sin embargo, son todavía escasos los estudios empíricos de fronteras de producción orientados al

² Ver Sección III.

análisis del vínculo entre comercio, eficiencia y productividad. Mientras algunos estudios se han concentrado en la estimación de fronteras de producción para una muestra estable de firmas, otros han explorado el efecto de las políticas comerciales sobre los procesos de entrada y salida de firmas y los cambios sectoriales en eficiencia y productividad.

Una de las principales críticas a las políticas proteccionistas señala que debido a la ausencia de competencia las firmas tienden a ser técnicamente ineficientes, es decir, producen por debajo del máximo producto que sería posible obtener con los insumos que utilizan. Al mismo tiempo, la excesiva entrada de firmas pequeñas inducido por la protección impondría un tamaño de escala ineficiente.

Políticas de libre comercio y de incremento en la competencia externa generarían ganancias en eficiencia y productividad ligadas a la racionalización de la estructura industrial a través de dos mecanismos básicos (Backinezos, 1991): 1) la mayor competencia colocaría a las firmas más ineficientes por fuera del mercado. 2) las firmas que permanecieran en el mercado se verían presionadas a ser más eficientes y a expandir la escala de producción para aprovechar economías de escala inexploradas.

Las evidencias empíricas en torno a estos efectos provenientes de estudios que han estimado fronteras de producción no son conclusivas aunque varias de ellas han corroborado los efectos benéficos de políticas aperturistas sobre la productividad y la eficiencia.

Evaluando el efecto de las reformas comerciales en Chile a partir de 1974, Tybout, Corbo y De Melo (1991) encuentran que aquellas industrias a tres dígitos que experimentaron grandes reducciones en sus niveles de protección mostraron importantes incrementos en eficiencia. Sin embargo, no encontraron ningún incremento significativo en la eficiencia global en la industria entre 1967 y 1979. Este estudio también encontró evidencias de efectos de escala positivos asociados a la apertura económica: las plantas pequeñas tienden a salir del mercado o a expandirse en la medida en que el grado de protección disminuyó.

Contrario a los resultados para Chile, Tybout y Roberts (1991) encuentran para el caso de Colombia, que tasas efectivas de protección más altas estuvieron asociadas con tamaños de planta más grandes durante el período 1977-1987:

La contracción de la demanda, efectos en el mercado de factores, y otros efectos asociados a una mayor competencia de importaciones compensan las tendencias expansionistas derivadas de la existencia de elasticidades mayores de la demanda en economías abiertas ... Estos y otros resultados arrojan dudas acerca de la creencia tradicional de que abrir la economía lleva a ganancias en eficiencia a través de la explotación de economías de escala a nivel de planta.

Utilizando información para el período 1979-1986³, Liu (1992) obtiene resultados que sugieren un efecto positivo de la liberación comercial sobre la productividad y la eficiencia industriales en Chile. En particular, Liu encuentra que la productividad y la eficiencia industrial se incrementaron sustancialmente entre 1982 y 1986 gracias a mejoras en la eficiencia técnica en las empresas entrantes y en las empresas sobrevivientes o establecidas, y al reemplazo de productores ineficientes por productores más eficientes o por plantas mejoradas. Liu también encuentra que la eficiencia técnica es más alta en las firmas entrantes y en las firmas establecidas que en aquellas que salieron del mercado. Más aún, las cohortes con menores niveles de eficiencia fueron las que salieron primero cuando las condiciones macroeconómicas se tornaron adversas a principios de la década de los ochenta.

De otro lado, si bien todas las firmas fueron significativamente afectadas por dichos shocks macroeconómicos, aquellas que salieron del mercado no fueron capaces de disminuir sus niveles de ineficiencia una vez que las condiciones recesivas comenzaron a suavizarse. Por el contrario, las firmas entrantes lo hicieron, presumiblemente a través de procesos de aprendizaje.

³ Puesto que la mayor parte de las reformas comerciales de la década de los setenta en Chile tuvieron lugar entre 1974 y 1979, este estudio permitiría evaluar efectos de largo plazo que no fueron posibles en el estudio de Tybout et. al. (1990) quienes trabajan con información para 1967 y 1979.

De otro lado, Nishimizu y Page (1982) desarrollan una metodología basada en la estimación de fronteras de producción para descomponer el crecimiento de la PTF entre progreso técnico y cambios en eficiencia. La principal motivación de esta aproximación es que la identificación del crecimiento de la PTF con cambio técnico no toma en cuenta los cambios en productividad originados en cambios en la eficiencia con la cual una tecnología existente es aplicada en la producción.

Pinheiro (1989) aplica esta metodología para examinar la relación entre crecimiento de la productividad, cambios en eficiencia y orientación comercial para el Brazil. La principal conclusión de este estudio es que "la orientación exportadora aunque con una influencia positiva y significativa, no parece ser el motor del crecimiento (...). El crecimiento de la productividad parece estar principalmente asociado con la industrialización, siendo los factores más importantes la capacidad para explotar economías de escala, la capacidad para mantener una proporción significativa de trabajadores calificados en la fuerza de trabajo, y la capacidad para mantener un stock de capital tecnológicamente actualizado y en rápida expansión".

B. Efectos Micro y Macro

Gran parte de la dificultad para evaluar el efecto probable de diferentes regímenes comerciales sobre la productividad y la eficiencia consiste en la presencia de fluctuaciones macroeconómicas que acompañan la implementación de dichas políticas. Cambios en los niveles de eficiencia técnica reflejan tanto dichas fluctuaciones a nivel macroeconómico y a nivel de la industria, como efectos a nivel de planta. Por esta razón, los efectos de las políticas comerciales son muchas veces oscurecidos o aún neutralizados por la ocurrencia simultánea de shocks macroeconómicos.

El anterior argumento implica que con el fin de analizar el efecto probable de diferentes políticas comerciales sobre los ajustes de eficiencia, las comparaciones intersectoriales son más confiables que las comparaciones inter-temporales. Puesto que los sectores industriales enfrentan en términos globales similares condiciones macroeconómicas, pero son objeto de diferentes niveles de protección y de cambios en

dichos niveles, las diferencias en sus patrones de ajuste revelarían más claramente el efecto probable de dichas políticas comerciales (Tybout et. al., 1991).

II. FRONTERAS DE PRODUCCION

A. Conceptos de Eficiencia

Ineficiencia técnica es la magnitud en la cual la producción de una empresa está por debajo de la frontera de eficiencia. Esta frontera está determinada por los niveles de producción máximos asociados a diferentes combinaciones de insumos observados en un conjunto de firmas. Se debe enfatizar que dicha frontera de eficiencia está determinada por observaciones de establecimientos industriales reales y no constituye una norma teórica de eficiencia. Puesto que se trata de una medida relativa, el estándar contra el cual son comparados los diferentes establecimientos pertenecientes a una industria, son aquellos establecimientos más eficientes a los cuales se les asigna un grado de ineficiencia igual a cero.

La existencia de ineficiencia técnica refleja la existencia de conductas empresariales subóptimas en el sentido de que se utiliza una excesiva cantidad de insumos y por lo tanto no se minimizan los costos asociados a la obtención de un nivel dado de producción.

Otros conceptos de eficiencia de gran importancia en el análisis industrial son la eficiencia alocativa y la eficiencia de escala.

A diferencia de la *eficiencia técnica* que está exclusivamente basada en la relación técnica entre insumos y producto, la *eficiencia alocativa* incorpora el rol de los precios relativos en determinar la combinación óptima de insumos. La ineficiencia alocativa (o de asignación de recursos) mide la magnitud en la cual una combinación particular de insumos difiere de la combinación óptima dados los precios relativos de los insumos y la tecnología o el grado de sustitución técnica entre insumos.

La *eficiencia de escala* mide el grado en el cual el tamaño de planta de una empresa difiere del tamaño óptimo dado por la "escala mínima de eficiencia" (EMS, por sus siglas en inglés). Esta se refiere a un tamaño de planta para el cual las economías de escala que hayan podido existir (correspondientes al tramo descendente de la curva de costos medios) han sido realmente aprovechadas. Una empresa con un tamaño de escala ineficiente es una empresa que es demasiado pequeña para aprovechar las economías de escala existentes, o demasiado grande para operar en el punto mínimo de los costos medios de largo plazo.

En el presente estudio se presentarán evidencias empíricas acerca de los niveles de eficiencia técnica así como de los cambios en eficiencia en el período 1978-1991 para 27 sectores industriales en Colombia.

B. Modelo Básico

Considérese la siguiente función de producción Cobb-Douglas para una firma i :

$$(1) \quad y_i = \beta x_i + v_i - u_i \\ u_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N$$

donde y y x representan el producto y los insumos respectivamente (en términos logarítmicos), v es un término de error aleatorio y u es un índice de ineficiencia técnica. La frontera de eficiencia está compuesta por todas aquellas observaciones para las cuales $u_i = 0$.

1. Estimación con Datos Transversales

La ecuación (1) puede ser estimada con un conjunto de observaciones de las combinaciones de insumos y producción para una muestra de firmas en un momento en el tiempo (datos transversales). Sin embargo, con el fin de obtener estimadores consistentes se deben hacer una serie de supuestos restrictivos que limitan el alcance de esta metodología (Liu, 1992): (i) Se debe especificar una función de distribución para el término de error (v), y para el término de ineficiencia (u) con el fin de poder separar el uno del otro. Análisis empíricos han mostrado que los resultados de la estimación y la

medición del grado de ineficiencia con datos transversales son altamente sensibles a dichos supuestos. (ii) Se debe asumir que los niveles de ineficiencia son independientes de los insumos, es decir, que los empresarios no observan los niveles de ineficiencia cuando toman las decisiones de producción y demanda de insumos. Si ellos los conocieran previamente o pudieran preverlos, las estimaciones del modelo serían inconsistentes. (iii) No es posible estimar consistentemente índices de ineficiencia a nivel de firma sino sólo índices de ineficiencia promedios a nivel de industria.

2. Utilización de Datos de Panel

La principal ventaja de la estimación con datos de panel (combinación de observaciones transversales con series de tiempo) es que no se requiere hacer supuestos distribucionales específicos acerca del término de ineficiencia.

Con la disponibilidad de datos de panel (conformado por observaciones de producción y uso de insumos para N firmas durante T períodos), Schmidt y Sickles (1984) desarrollan un modelo en donde el término de ineficiencia (u) es específico a cada firma e invariable en el tiempo:

$$(2a) \quad y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + v_{it} - u_i \\ u_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

En este modelo se asume que el término de error (v), el cual representa shocks aleatorios, es independiente tanto en el tiempo como entre firmas, e idénticamente distribuido (i.i.d., por sus siglas en inglés) con media cero y varianza constante σ_v^2 . También se asume que no está correlacionado con las variables independientes en la ecuación, lo que significa que los empresarios no observan ni anticipan dichos shocks aleatorios cuando escogen los niveles óptimos de insumos (Liu, 1992). De otro lado, el término de ineficiencia (u) se asume también i.i.d. con media μ y varianza constante σ_u^2 .

La ecuación (2a) puede ser transformada a un modelo de panel con intercepto variable (α_j):

$$(2b) \ y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + v_{it}$$

$$\alpha_i = \alpha - u_i$$

La estimación de este modelo depende de que el intercepto α_i , es decir, el término de ineficiencia específico a cada firma, sea tratado como un "efecto fijo" o como un "efecto aleatorio".

a. Modelo de Efectos Fijos

La primera alternativa es asumir que el término de ineficiencia a nivel de firma tiene las características de un efecto fijo no probabilístico, específico a cada firma, y en principio, constante en el tiempo⁴. Asumir un término de ineficiencia fijo e invariable en el tiempo significa que "la ineficiencia de hoy se correlaciona con la ineficiencia de ayer o de mañana" (Schmidt, 1985). Este supuesto de constancia en el tiempo para el término de ineficiencia es más adecuado que el tratamiento que recibe en la estimación transversal en la cual se requieren hacer supuestos ad-hoc acerca de la distribución del término de ineficiencia.

En este caso el modelo es estimado por mínimos cuadrados con variables dummies (una dummy específica a cada firma). Para la estimación del modelo se aplican mínimos cuadrados a las variables expresadas como desviaciones con respecto a la media en el tiempo para cada establecimiento. Una gran ventaja del estimador de efectos fijos es que es consistente aún si el efecto fijo α_i está correlacionado con las variables independientes (por lo tanto, no se tiene que asumir que los niveles de ineficiencia son desconocidos por los managers).

Diferencias en los interceptos estimados reflejan diferencias relativas en el grado de eficiencia a nivel de planta. Siguiendo a Schmidt y Sickles (1984), la frontera estimada está dada por:

⁴ En las siguientes secciones se consideran efectos fijos que varían en el tiempo.

$$(3a) \hat{a} = \max[\hat{\alpha}_i]$$

Mientras que los niveles de eficiencia a nivel de planta pueden ser estimados a partir de la expresión:

$$(3b) \hat{u}_i = \hat{a} - \hat{\alpha}_i$$

b. Modelo de Efectos Aleatorios

Los índices de eficiencia, que en el modelo anterior son tratados como parámetros fijos, pueden ser considerados alternativamente como variables aleatorias. En este sentido el conjunto de N firmas utilizadas en la estimación serían consideradas como una muestra aleatoria extraída de un población más grande (Judge et. al., 1982). En particular, se asume que el error de ineficiencia es independiente e idénticamente distribuido⁵ con media μ y varianza σ_u^2 :

$$(4) u \approx i.i.d[\mu, \sigma_u^2]$$

La estimación eficiente del modelo con efectos aleatorios utiliza mínimos cuadrados generalizados. A diferencia del modelo de efectos fijos, en el modelo de efectos aleatorios el término de ineficiencia y los niveles de insumos no pueden estar correlacionados, o de otra manera, la estimación resulta inconsistente.

c. Escogencia del Modelo

Siguiendo el análisis de Cheng (1985), se puede afirmar que el modelo de efectos fijos trata de hacer inferencias *condicionales*, o basadas en las características de la muestra, mientras que el modelo de efectos aleatorios trata de hacer inferencias *incondicionales* acerca del comportamiento poblacional. Dicha inferencia incondicional es

⁵ A diferencia de la estimación del término de ineficiencia con datos transversales, aquí no se requiere asumir ninguna función de distribución particular.

posible porque el modelo de efectos aleatorios establece unos supuestos específicos acerca de la distribución poblacional del término de ineficiencia.

En la medida en que se crea que el término de ineficiencia es aleatorio y que la expresión (4) lo describe en una forma adecuada, es posible ganar eficiencia en la estimación utilizando un modelo de efectos aleatorios. Si de otra parte, el efecto es fijo o si el efecto aleatorio es desconocido o si se sospecha que puede existir una correlación entre los niveles de ineficiencia y las variables independientes, es preferible optar por un modelo de efectos fijos.

La escogencia entre un modelo de efectos fijos y un modelo de efectos aleatorios puede ser sometida a una prueba estadística. Hausman (1978) construye un test que permite evaluar económicamente la validez de la hipótesis nula de que el nivel de ineficiencia específico a la firma puede ser representado por medio de un modelo de efectos aleatorios.

En las estimaciones de este estudio el término de ineficiencia a nivel de firma será tratado como un efecto fijo. En primer lugar, la muestra de firmas con la cual se trabaja representa, en la práctica, la población de las firmas establecidas (sobrevivientes) entre 1977 y 1990. Además, como lo señala Hsiao (1985) "cuando las unidades individuales en la muestra son de interés, los efectos, en forma más apropiada, pueden ser considerados como fijos" como ocurre con el grupo de firmas que se analizan en el estudio. Sin embargo, se utilizará el test de Hausman para verificar la validez de dicho supuesto.

3. Estimación de Niveles de Eficiencia Variables en el Tiempo

Cuando las firmas son sometidas a variaciones considerables en el entorno macroeconómico y en las condiciones de competencia que enfrentan, es probablemente inapropiado asumir que sus niveles de ineficiencia permanecen inalterados. De aquí la importancia de extender el análisis a los casos en los cuales los niveles de ineficiencia son variables en el tiempo.

Los diferentes estudios empíricos que incorporan esta perspectiva se basan en la metodología desarrollada por Cornwell, Schmidt y Sickles (1990). Ellos introducen

niveles de ineficiencia variables en el tiempo a través de la incorporación de una función flexible del tiempo en la función de producción con coeficientes que varían entre firmas. La especificación de esta función implica que los niveles de ineficiencia y la productividad total factorial varían en forma diferente para cada firma:

$$\begin{aligned}
 (5a) \quad y_{it} &= \alpha_{it} + \beta x_{it} + v_{it} \\
 \alpha_{it} &= w'_{it} \theta_i \\
 w'_{it} &= [1, t, t^2] \\
 \theta_i &= [\theta_{i1}, \theta_{i2}, \theta_{i3}]
 \end{aligned}$$

Mientras que en el modelo con niveles de ineficiencia invariables en el tiempo el estimador del efecto fijo está dado por la ecuación (3a), en este modelo un procedimiento similar consiste en regresar los residuos estimados de la ecuación (5a) sobre una constante, el tiempo y el tiempo al cuadrado. Los valores estimados de esta regresión constituyen un estimativo de α_{it} , es decir del efecto específico a cada firma i en cada periodo t ⁶. La frontera de eficiencia está dada por:

$$(5b) \quad \alpha_t^{\wedge} = \max_j [\alpha_{jt}^{\wedge}]$$

Y la ineficiencia a nivel de firma para cada periodo es expresada como:

$$(5c) \quad u_{it}^{\wedge} = \alpha_t^{\wedge} - \alpha_{it}^{\wedge}$$

⁶ La Sección IV contiene una explicación detallada de la implementación econométrica de este modelo.

III. MANEJO DE LA INFORMACION

A. Aspectos Generales

Para el presente estudio se utilizó información para una muestra de 2574 establecimientos industriales. Estos establecimientos corresponden a aquellas firmas de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE (que incluye un total de más de 6000 establecimientos) que permanecieron en la industria entre 1974 y 1987. Se excluyen por lo tanto todas las firmas que entraron y salieron durante este período. Esta base de datos fué previamente utilizada por Juan José Echavarría en el proyecto de investigación "Cambio Técnico, Inversión y Reestructuración Industrial en Colombia", cuyos resultados fueron publicados en la revista de Coyuntura Económica de Fedesarrollo (1990).

Para el presente proyecto esta base de datos fué expandida hasta 1991, excluyendo aquellas firmas que salieron del mercado entre 1988 y 1991.

Se utilizó información de la producción bruta, el consumo intermedio, el empleo y los flujos de inversión proveniente de la información de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE para la muestra de los 2574 establecimientos industriales. Para la estimación de las fronteras de eficiencia dichas firmas son agrupadas en 27 sectores industriales (a tres dígitos CIIU). Se excluyeron del análisis los establecimientos industriales pertenecientes a los sectores CIIU 353 y 354 (productos del petróleo y refinación de petróleo) dado que su dinámica productiva obedece a factores específicos a dichos sectores y diferentes a los otros sectores manufactureros.

La producción bruta fue deflactada por el Índice de Precios al Por Mayor base 1970, promedio anual por agrupaciones industriales, total nacional a 3 dígitos CIIU.

Las siguientes secciones describen la estimación del stock de capital, el cálculo del empleo en unidades de eficiencia y la deflacción del consumo intermedio.

B. Estimacion del Stock de Capital

1. Aspectos Generales

Para la estimación del stock de capital a nivel de firma se utilizó el método del inventario perpetuo. La base de esta metodología es el seguimiento de la inversión de una industria o firma en activos de capital específicos desde el momento de su adquisición, estimando la disminución anual en la eficiencia del activo hasta el momento en el cual es descartado.

Las tres principales características del método utilizado en este estudio y que lo diferencian de otros estudios para Colombia son las siguientes:

- Se utiliza un esquema de depreciación no lineal que toma en cuenta el hecho de que la declinación en la eficiencia de un activo de capital ocurre en mayor grado en los años posteriores que en los años iniciales.
- El stock acumulado de cada activo de capital en cada período es construido explícitamente como una agregación de activos de diferentes edades, o generaciones.
- Se incorpora la posibilidad de diferencias aleatorias en el tiempo de vida útil aún dentro de activos de un mismo tipo. Dichas variaciones aleatorias reflejan diferencias en calidad y mantenimiento de los activos entre otros factores.

La aplicación del método de inventario perpetuo requiere tres etapas básicas:

a) Obtención de series de inversión anual por tipo de bienes de inversión. Con este objetivo se obtuvieron datos de inversión a nivel de firma para cuatro tipos de activos: i) maquinaria y equipo, ii) estructuras y edificaciones, iii) equipos de oficina, iv) transporte y v) terrenos. Estos últimos fueron descartados de la estimación del stock de capital por la dificultad para valorarlos en forma apropiada a lo largo del tiempo.

b) Se requiere definir una función de depreciación que relacione el valor original del activo con su valor en los años siguientes en la medida en que tiene lugar una disminución

en su eficiencia. En este estudio se asume que la declinación en eficiencia ocurre principalmente al final de la vida útil del activo, cuando muchas de las partes originales empiezan a fallar y existe un menor incentivo para mantener el activo a eficiencia casi plena.

c) Se requiere definir un patrón de descarte de activos fijos que determina el momento en el cual los bienes de capital son descartados de su uso productivo. Usualmente se asume un tiempo de vida útil específico a cada tipo de activo al cabo del cual se agota su capacidad productiva y por lo tanto se descartan del proceso productivo. Sin embargo, diferencias en la calidad de los activos, y en su mantenimiento y uso hacen que algunos activos agoten su capacidad productiva antes o después del tiempo promedio. Una alternativa es por lo tanto introducir la posibilidad de variaciones aleatorias en el tiempo de vida útil aún dentro de activos homogéneos.

A continuación se explica formalmente la metodología utilizada para la derivación del stock de capital en la industria manufacturera en el período 1974-1991.

2. Metodología

a. Stock de Capital Inicial

Una de las principales dificultades en la aplicación del método de inventario perpetuo se relaciona con el cálculo del stock de capital inicial. Tradicionalmente éste ha sido estimado con base en la metodología de Harberger. Una alternativa es asumir que no hubo compras de bienes de inversión antes del primer año para el cual existen datos de inversión. Tanto en la estimación muy general de Harberger como en el implausible supuesto anterior, el problema se disminuye con el tiempo en la medida en que la porción de capital no identificada se vuelve relativamente más pequeña como resultado de la depreciación y del descarte de bienes de capital antiguos. Para propósitos de este estudio el año inicial de estimación del stock es 1974, mientras que el análisis de la eficiencia y la productividad se concentrará en la década de los ochenta, lo cual brinda un margen que si bien no es especialmente grande, sí ayuda a disminuir el problema de la estimación inexacta del stock inicial.

Para el cálculo del stock de capital inicial se siguió el procedimiento aplicado por Echavarría (1990). El aspecto principal de esta aproximación consiste en ajustar el valor real en libros del stock de capital a nivel de firma reportado en la Encuesta del Dane por un parámetro de escalamiento a nivel de las industrias a dos dígitos CIIU calculado con base en la metodología de Harberger:

$$(6) \quad K_{Ai,74} = K_{i,74} * a_j$$

donde:

$K_{Ai,74}$ es el stock de capital ajustado para la firma i en 1974.

$K_{i,74}$ es el valor en libros de la firma i proveniente de la Encuesta Manufacturera, y ' a_j ' es un parámetro de escalamiento específico a cada sector j (2 dígitos CIIU).

El parámetro ' a ' lo obtuvo Echavarría del cálculo a 2 dígitos CIIU de la relación:

$$(7a) \quad K_{A,74-79j} = I_j / VA_j^*$$

donde I es la inversión y VA^* es la tasa de crecimiento anual del valor agregado real para el período 1974-79 del sector j . El parámetro ' a_j ' es entonces calculado como:

$$(7b) \quad a_j = K_{A,74-79j} / K_{74-79j}$$

b. El Método del Inventario Perpetuo

El valor del stock de capital en cada período t está dado por:

$$(8a) \quad K_t = K_{t-1} + I_t - D_t$$

donde:

K_t : Valor del stock de capital en el período t .

I_t : Valor de la inversión bruta real en el período t .

D_t : Depreciación y descarte de bienes de capital.

La anterior expresión se aplicó a cada tipo de activo: (i) estructuras y edificaciones, (ii) maquinaria y equipo (incluyendo equipo de oficina), y (iii) equipo de transporte. La inversión bruta (I) real se obtuvo deflactando las series de inversión nominal (I_N) por sus correspondientes series de precios implícitos en la Formación Bruta de Capital Fijo de Cuentas Nacionales. Las series de equipo de oficina se deflactaron por los precios implícitos de la maquinaria y equipo.

La Inversión Nominal (I_N) se define a su vez como:

$$(8b) \quad I_N = IP + ICN + ICU - IV$$

IP: Producción de activos fijos

ICN: Compra de activos fijos nuevos

ICU: Compra de activos fijos usados

IV: Venta de activos fijos

La definición anterior de la inversión bruta excluye la revalorización de activos porque como lo señala Bonilla (1992), además de que esta partida fué excluída del Anuario del Dane desde 1978, "...(la revalorización de activos) se considera una operación de tipo contable cuyo fin es el de capitalizar el patrimonio de las firmas, y por lo tanto no refleja el 'gasto real' en inversión".

c. Cálculo de la Depreciación

El valor de la depreciación en el período t es igual a la suma de la inversión en cada período anterior multiplicada por la pérdida en su eficiencia relativa en producir bienes y servicios en el período t :

$$(8c) \quad D_t = \sum_{v=1}^{t-1} I_v R_{t-v}$$

donde I_v es la inversión de la generación v y R es una función de reemplazo que denota la porción de la inversión de la generación v que aún está productivamente disponible luego de $t-v$ años después de su compra. Esta expresión toma en cuenta por lo tanto, el hecho de que el stock de capital constituye una agregación de bienes de capital de diferentes generaciones o edades, y que dicha composición es relevante para el cálculo de su capacidad productiva en cada momento del tiempo.

Una expresión general para la función de depreciación es:

$$(8d) \quad R(a) = \frac{A-a}{A-Ba} \quad 0 \leq a < A$$

$$R(a) = 0 \quad a \geq A$$

donde:

$R(a)$ es la función de depreciación.

' A ' es el tiempo de vida útil del activo.

' a ' es la edad actual del activo,

' B ' es un parámetro que describe la forma de la función de depreciación.

La Gráfica No. 1 muestra la evolución de la eficiencia de un activo de 10 años de vida útil bajo diferentes esquemas de depreciación asociados a diferentes valores del parámetro ' B '.

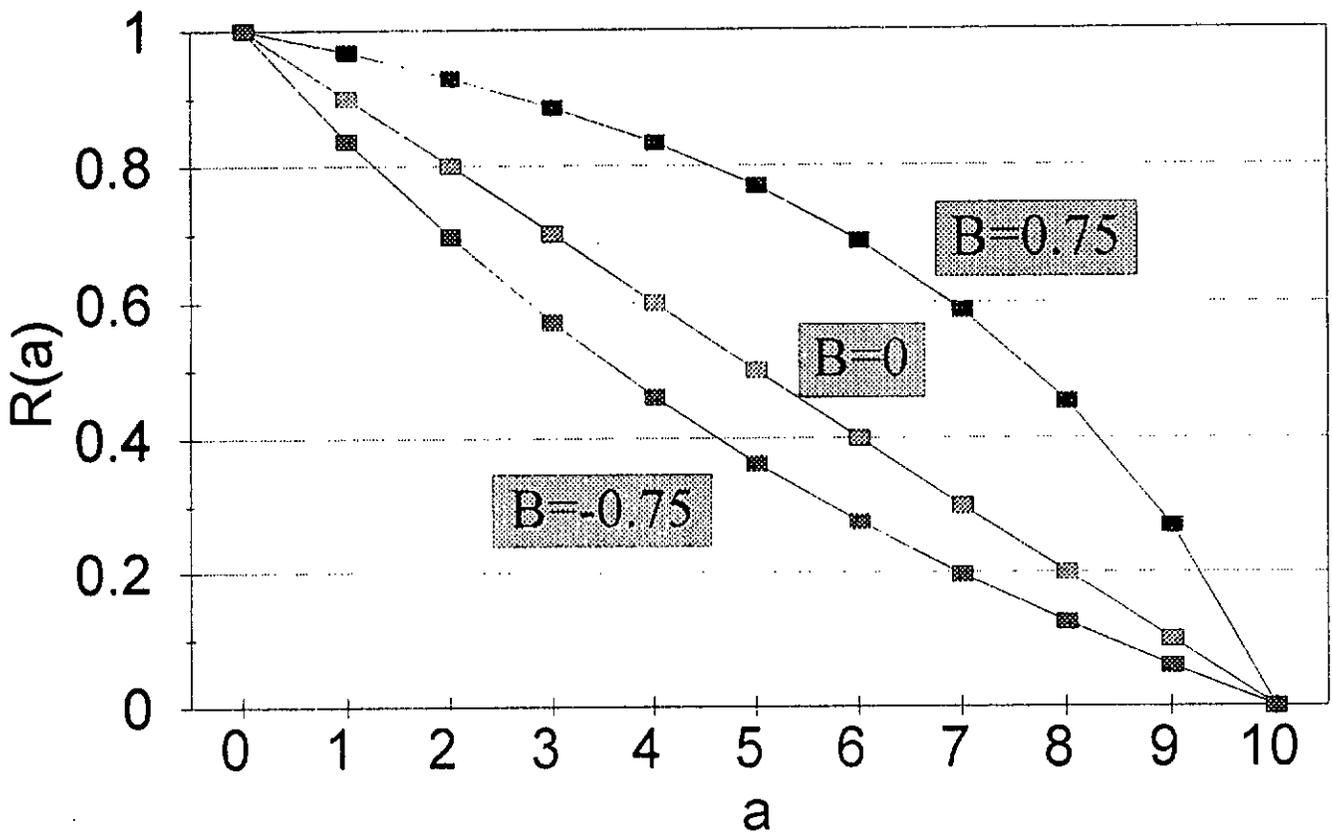
Se debe señalar que todos los estudios que han estimado el stock de capital para la industria colombiana han utilizado un esquema de depreciación lineal (i.e. $B=0$, ver por ejemplo Backinezos 1991, Chica 1993, García 1988, Ocampo 1991, Echavarría 1991, Bonilla 1992).

Sin embargo, argumentos económicos y tecnológicos tienden a apoyar la hipótesis de que la declinación en la eficiencia de un activo de capital ocurre en mayor grado en los años posteriores que en los años iniciales. Esta característica muestra la debilidad del supuesto de depreciación lineal para el análisis de la capacidad productiva del capital a lo largo del tiempo. Este hecho también contrasta con la reconocida depreciación acelerada

GRAFICA 1

FUNCION DE DEPRECIACION

A=10, Diferentes Valores de B



en el valor económico de los activos. Pero como se explicó anteriormente, desde el punto de vista de un estudio de productividad el concepto que interesa no es el de la disminución del valor económico del activo sino el de su capacidad para producir bienes y servicios, es decir, su eficiencia.

Con esta idea se asume que el valor de 'B' debe ser mayor que cero y menor que uno. El Cuadro 1 muestra los valores asumidos para el tiempo de vida útil (A) y para el parámetro de curvatura de la función de depreciación (B).

Los valores escogidos para el parámetro B implican que los activos son completamente productivos al principio de su vida útil y que su depreciación se concentra en las etapas posteriores de vida del activo aproximándose a cero a una tasa creciente.

El Cuadro 2 compara los supuestos acerca del tiempo de vida útil por tipo de activos en diferentes estudios que han estimado el stock de capital en la industria manufacturera.

De otro lado, aún dentro de bienes de capital homogéneos existen variaciones en el tiempo de vida útil asociados a diferencias en la calidad de los activos, mantenimiento, etc. Por lo tanto, el patrón de descarte de activos puede ser representado como una función de distribución centrada alrededor del tiempo promedio de vida útil. Una opción es utilizar la distribución normal para representar la distribución de descarte para un activo específico.

Asumiendo una distribución normal del tiempo de vida útil, la función de densidad $P(A)$ está dada por:

$$(9a) \quad P(A) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(A-A^*)^2/2\sigma^2}$$

Con el fin de evitar casos de descarte implausibles asociados al carácter continuo de la distribución normal (como el de tiempos de descarte excesivamente largos o cortos) se asume que el total de los descartes ocurren entre un 50% y un 150% alrededor del promedio de vida útil del activo. Con este fin se debe truncar la distribución normal de tal manera que se elimine el área implausible. Adicionalmente se asume que la desviación

CUADRO No. 1

Supuestos Utilizados Para el Cálculo de la Función de Depreciación

<i>TIPO DE ACTIVO:</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
Estructuras y Edificaciones:	0.9	30
Maquinaria y Equipo:	0.75	10
Equipo de Transporte:	0.75	10
Equipo de Oficina:	0.50	10

A: Tiempo de Vida Util del Activo.

B: Parámetro de Curvatura de la Función de Depreciación.

CUADRO No. 2

Supuestos Acerca del Tiempo de Vida Util de los Activos de Capital en Diferentes Estimaciones

Tipo de Activos:	Backinezos (1991)	Garcia (1988)	Ocampo (1991)	Echavarría (1990)	Bonilla (1992)	Ramírez (1994) *
Edificios	20	50	25	20	34.3	30
Maquinaria y Equipo	10	20	25	10	12.1	10
Eq. de Transporte	5	20	25	5	9.9	10
Eq. de Oficina					13.5	10

* El tiempo de vida útil de cada activo (excepto en el caso de edificaciones) se considera una variable aleatoria. Las cifras se refieren al valor esperado.

estándar de la distribución normal es 25% de la vida promedio. Al truncar verticalmente esta función de tal manera que valores implausibles de descarte sean eliminados, se deben ajustar los valores de la distribución por un factor $100/E$ en donde E es el porcentaje de la distribución que permanece dentro de los puntos de corte. En este caso, el valor de E es simplemente el área bajo la curva entre los puntos de corte (definidos como δ alrededor del tiempo promedio de vida útil A):

$$(9b) \quad \frac{E}{100} = \text{INT}_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

dividiendo la expresión $P(A)$ por la expresión anterior, encontramos la distribución normal ajustada:

$$(9c) \quad P(A)' = \frac{e^{-(A-A^*)^2/2\sigma^2}}{\sigma \cdot \text{INT}_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} e^{-x^2/2} dx}$$

Esta función permite calcular el tiempo probable de vida de un activo particular dado el tiempo de vida promedio ' A ', los puntos de corte de la distribución alrededor de la edad promedio y la desviación estándar de la distribución.

Una vez conocida la frecuencia $[P(A)]$ con la cual ocurre el tiempo promedio de vida útil ' A ' asociado a un activo o grupo de activos homogéneos, la función de depreciación para ese activo particular puede ser calculada utilizando los valores de B que se asumieron (Cuadro 1). Un proceso similar se sigue para todos los valores posibles de A , y luego todas las curvas de depreciación son agregadas para derivar una función de depreciación $R(a)$ para dicho tipo de activo.

$$(9d) \quad R\langle a | A^*, \delta, \sigma, B \rangle = \text{INT}_{A^*-\delta}^{A^*+\delta} D\langle a | A, b \rangle P\langle A | A^*, \sigma, \delta \rangle dA$$

Este método se aplicó a la inversión en equipo de transporte y maquinaria y equipo (incluyendo la inversión en equipos de oficina). No se consideró necesario hacerlo en el caso de la inversión en estructuras y edificaciones puesto que variaciones aleatorias en torno al tiempo de vida útil asumido de 30 años para este tipo de activos no tendrían un

efecto significativo cuando el período de análisis del estudio es de 14 años. En ese caso se utilizó directamente la expresión (4) para el cálculo de la función de depreciación utilizando los valores de los parámetros que se muestran en los Cuadros 1 y 2.

3. Resultados de la Estimación

Las estimaciones del stock de capital para el total de la industria manufacturera (excluyendo sectores CIIU 353 y 354) entre 1974 y 1991 muestran un crecimiento anual promedio de 3%. El crecimiento del stock fué significativamente mayor en la segunda mitad de los setenta (5%) que en la década de los ochenta (apenas mayor al 2%).

El hecho más destacado es la evidencia de una clara pérdida de dinamismo de la inversión en la segunda mitad de los ochenta: mientras que el stock de capital creció a una tasa anual de 4.7% entre 1974 y 1983, dicho crecimiento fué de sólo 1.1% entre 1984 y 1991.

Estos resultados contradicen las conclusiones del estudio de Echavarría (1990) de que la industria invirtió masivamente durante la década de los ochenta y en mayor proporción que durante los setenta. Este resultado, que ya había sido cuestionado por Bonilla (1992, p.325 y ss.), fué erróneamente atribuído por ambos autores al hecho de que el estudio de Echavarría utilizaba una muestra de 2574 firmas que permanecieron en la industria entre 1974 y 1987, y que por lo tanto dejaba de lado el efecto de las empresas que entraron y salieron durante el período.

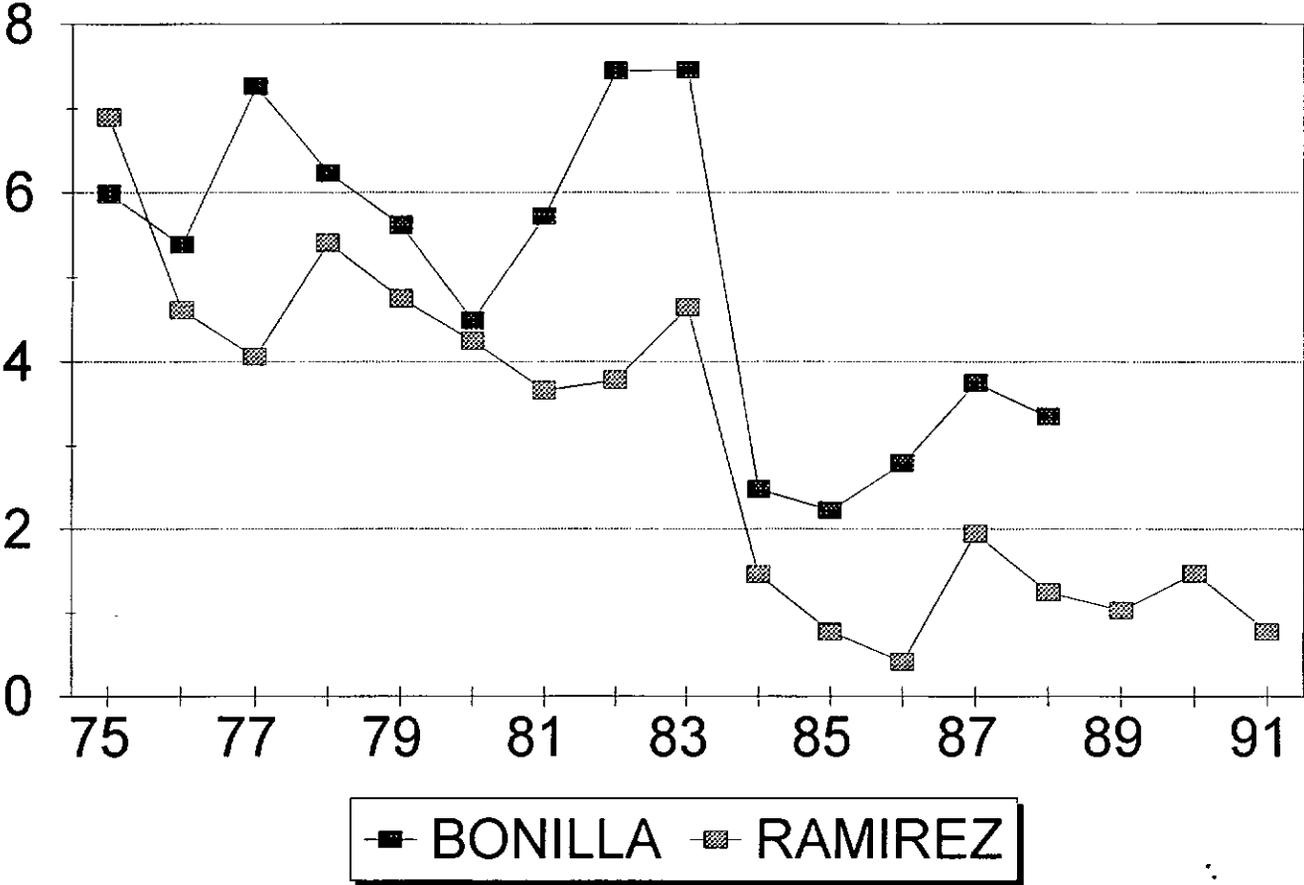
Los resultados del presente estudio muestran claramente que esta explicación no es correcta. Utilizando la misma muestra de firmas que en el estudio de Echavarría, las estimaciones del crecimiento del stock de capital presentan tendencias similares (aunque con tasas de crecimiento algo inferiores) a las encontradas por Bonilla (Gráfica No. 2)⁷.

⁷ Las diferencias entre ambas estimaciones pueden deberse al uso de un esquema de depreciación no lineal en el presente estudio.

GRAFICA 2

STOCK DE CAPITAL

Tasa de Crecimiento (%)



Por lo tanto, el estudio de Echavarría probablemente adolece de errores de cálculo del stock de capital que cuestionan los resultados acerca del comportamiento de la productividad total factorial en los ochenta⁸.

C. Empleo

La información de empleo a nivel de firma fué agrupada en empleo calificado y empleo no calificado. El empleo calificado incluye: empleados, técnicos (nacionales y extranjeros) y personal directivo. El empleo no calificado incluye: obreros y empleados domésticos. En igual forma se agruparon las variables de remuneraciones y prestaciones.

Se excluyeron cuatro establecimientos para los cuales la suma del empleo por componentes difería del empleo total en una magnitud apreciable y un establecimiento que carecía de información de empleo.

Posteriormente se construyó la variable de "Unidades de Eficiencia de Trabajo" la cual se utilizó en la estimación de las fronteras de producción. Al medir el empleo en unidades de eficiencia se toman en cuenta la heterogeneidad laboral y los efectos de los cambios en la composición de la fuerza laboral sobre la capacidad productiva del trabajo.

La variable de empleo en unidades de eficiencia (LEU) es definida como:

$$(10) \text{ LEU} = \text{LNC}(1 + \text{WC}/\text{WNC})$$

LNC: Empleo No Calificado

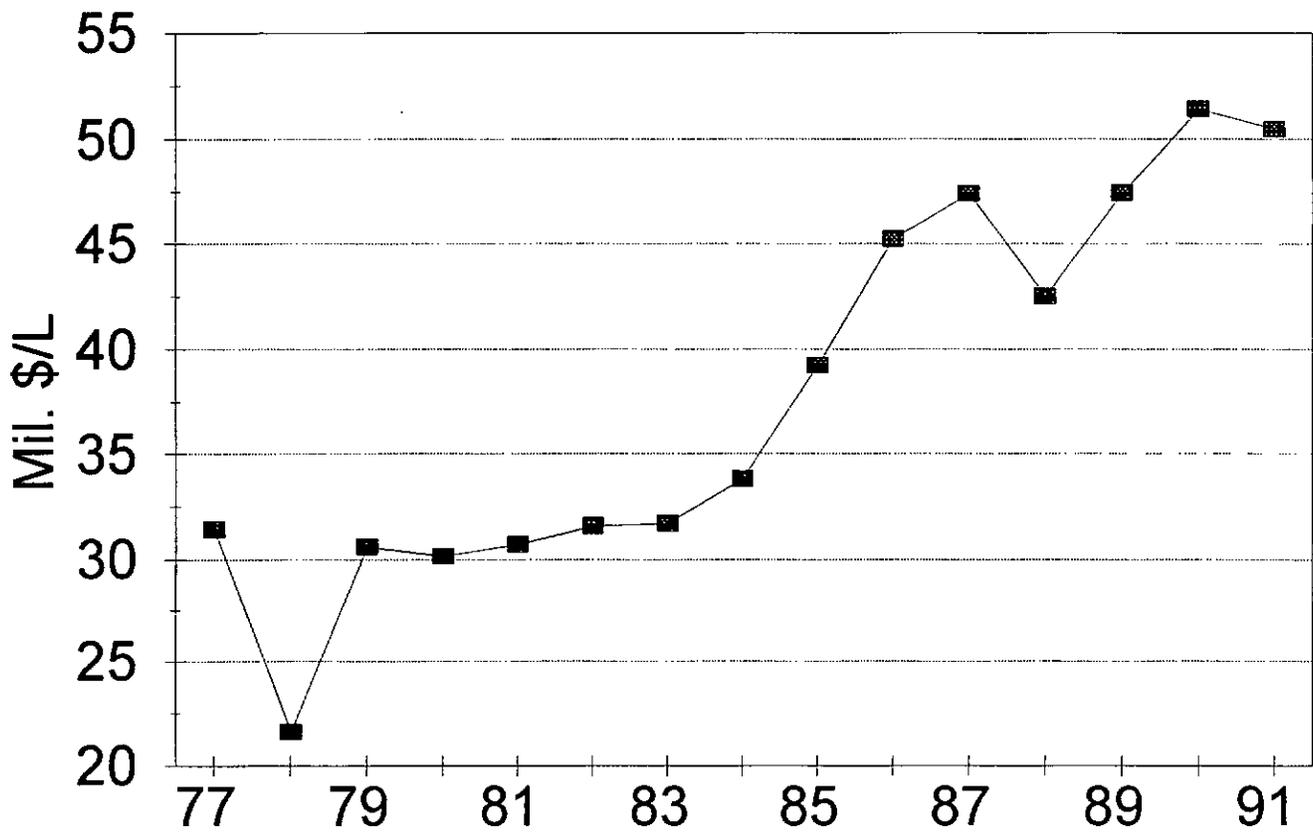
WNC: Remuneraciones al Empleo No Calificado

WC: Remuneraciones al Empleo Calificado

⁸ Las estimaciones de los determinantes del crecimiento de la productividad en el periodo 1980-1987 no arrojan ningún resultado significativo (Echavarría, 1990), lo cual puede estar explicado por una medición defectuosa de la productividad total factorial como resultado de los errores de cálculo en el stock de capital.

GRAFICA 2A

DIFERENCIAS EN PRODUCTIVIDAD (Q/L - Q/LEU)



Las diferencias entre la medición de la productividad del trabajo utilizando las series de empleo total y aquellas utilizando las series de empleo en unidades de eficiencia son mayores en la segunda mitad de los ochenta, tal como lo ilustra la Gráfica 2A. Con todo, las diferencias en crecimiento de la productividad del trabajo no son tan grandes. Entre 1978 y 1991 ésta habría crecido a una tasa anual promedio de 3.46% utilizando las series de empleo total, frente a un 2.99% que resultaría al utilizar las series de empleo en unidades de eficiencia.

D. Deflacion del Consumo Intermedio⁹

Para la deflación del consumo intermedio se utilizó un procedimiento basado en las cuentas insumo-producto. Los deflatores del consumo intermedio están basados en los cálculos realizados inicialmente por Backenezos (1991) para el período 1977-1987. En este estudio se calculó la estructura de costos de 12 grandes sectores industriales utilizando la información de las matrices insumo-producto del DANE. El índice de precios del consumo intermedio (*PCI*) para la agrupación industrial *i*, en el período *t* es calculado como la suma ponderada de los precios de la producción (*IPM*) de los sectores (denotados por *j*) que entran como insumos en la producción del sector *i*:

$$(11) \quad PCI_{it} = \sum_{j=1}^n IO_{ij} \cdot IPM_{jt}, \quad i = 1, \dots, 12.$$

Los factores de ponderación (IO_{ij}) son construidos como la participación de las compras del sector *i* al sector *j* dentro del total de compras intermedias del sector *i*, utilizando la información de las matrices insumo-producto del DANE para 1983-1986. Backenezos aplicó esta metodología para el período 1983-1987 y utilizó los cálculos hechos por Scorceria (1987) utilizando una metodología similar pero con una base diferente para los años 1977-1983. Con el fin de unir ambas series se utilizaron las tasas de crecimiento anual del índice de precios del consumo intermedio entre 1983 y 1987 para actualizar el índice desde 1983 hasta 1987.

⁹ Esta metodología fué inicialmente explicada en Ramírez (1993a).

Ramírez (1993a) utilizó la misma metodología con el fin de calcular el precio del consumo intermedio para los años 1987-1989, utilizando como ponderación la estructura de costos industriales de la matriz insumo-producto de 1985. Las tasas de crecimiento para cada año,

$$g_{t,t-1}^i = \ln PCI_t^i - \ln PCI_{t-1}^i$$

son utilizadas para actualizar el valor del índice calculado por Backenezos en 1987:

$$PCI_t^i = e^{\ln PM_{t-1}^i + g_{t,t-1}^i}$$

La aplicación de esta metodología sólo es posible a nivel de las 12 agrupaciones industriales presentadas en las Matrices Insumo-Producto del DANE. Para los casos en los cuales más de un sector CIU a tres dígitos está incluido en una misma agrupación industrial de Cuentas Nacionales, Backenezos (1991) asumió el mismo índice de precios del consumo intermedio para los diferentes sectores.

En cálculos hechos en Ramírez (1993a) se comprobó que este método genera valores agregados residuales implausibles para varios sectores a tres dígitos: las tasas de crecimiento anual son en varios casos excesivamente grandes (positivas y negativas) y en unos 5 sectores el valor agregado real resulta ser negativo para los últimos años de los ochenta¹⁰.

Al analizar la información de los precios al por mayor a tres dígitos, se pudo ver que el problema está en asumir igualdad en los niveles de los índices de precios del consumo intermedio para cada sector a tres dígitos dentro de cada agrupación industrial. En efecto, aunque asumir igualdad en las tasas de crecimiento puede ser un supuesto plausible, el

¹⁰ Debe señalarse que este resultado cuestiona las conclusiones del estudio de Backenezos puesto que las series reales de valor agregado son utilizadas para el cálculo de índices de rentabilidad que juegan un papel central en el modelo de entrada y salida de firmas desarrollado en dicho estudio.

asumir igualdad en los niveles de los índices no lo es, dada la disparidad en los índices de precios al por mayor en cada uno de dichos sectores.

Con el fin de superar estos problemas se asumió que la dispersión (en unidades estándar) de los índices de precios del consumo intermedio a tres dígitos dentro de cada agrupación industrial era igual a la dispersión (en unidades estándar) de los precios de los Índices de Precios al Por Mayor a tres dígitos para dichas agrupaciones. Para aplicar esta metodología se utilizó el siguiente procedimiento, el cual es ilustrado para el caso de la industria de textiles, cueros y confecciones:

1. Se calcularon las desviaciones en unidades estándar del IPM de cada sector a tres dígitos con respecto a la media (ponderada) para cada agrupación industrial.

<i>Sector</i>	<i>IPM (x)</i>	<i>x-m</i>	<i>(x-m)/sd</i>
321	4.15	0.11	0.17
322	3.47	-0.56	-0.86
323	5.14	1.10	1.67
324	3.38	-0.45	-0.69
Promedio (<i>m</i>)	4.04		
Desv. Estand. (<i>sd</i>)	3.58		

2. Se asume que la desviación estándar de los precios del consumo intermedio para cada agrupación industrial es la misma que para el IPM. Se asume también que la desviación en unidades estándar del precio del consumo intermedio para cada sector (con respecto a la media de la agrupación) es la misma que la del IPM.

<i>Sector</i>	$y=(z-n)/sd$	$z=y*sd+n$	$z*q$
321	0.17	3.80	2.72
322	-0.86	3.12	0.47
323	1.67	4.79	0.48
324	-0.69	3.23	0.11

Promedio (\bar{n})	3.68	3.78
Desv. Estand. (sd)	3.58	

3. Si es necesario se aplica un proceso RAS para eliminar las diferencias entre la suma ponderada de los precios del consumo intermedio para los sectores y el índice derivado de los cálculos insumo-producto para las categorías. En el ejemplo que hemos construido, la suma ponderada de los índices sectoriales es 3.78 mientras que el índice de precios del consumo intermedio para la agrupación industrial es 3.68. La diferencia de 0.10 es eliminada mediante la aplicación del método RAS.

Con base en este método se construyeron las series del Índice de Precios del Consumo Intermedio (Base 1970) para cada uno de los sectores a tres dígitos de desagregación. El mismo índice se usó para la deflación de las series de consumo intermedio de cada sector a cuatro dígitos comprendido en dicha industria.

V. DESCRIPCION DE LA INFORMACION

A. Criterios de Selección de Observaciones

Con el fin de definir la muestra de empresas para ser utilizada en las estimaciones, se aplicaron una serie de criterios sugeridos por Tybout y Westbrook (1993) con el fin de eliminar aquellas observaciones que mostraran evidencias de errores de medición. Los criterios de selección fueron los siguientes:

- i. El valor de la producción bruta y de los insumos debe ser mayor que cero.
- ii. Se excluyen las observaciones que presentan una producción bruta por trabajador menor a $1/20$ o 20 veces mayor que el promedio para la industria (a 4 dígitos).
- iii. Se excluyen las observaciones con tasas de crecimiento anual de la producción bruta por trabajador mayor al 300%.

El criterio (i), básicamente asegura que las observaciones seleccionadas puedan ser utilizadas para la estimación de las fronteras de eficiencia Cobb-Douglas.

Los criterios (ii) y (iii) permiten excluir errores de medición significativos, pero además sirven para detectar los casos en los cuales las empresas pudieron estar reemplazando trabajadores permanentes por temporales en una escala significativa. Este podría ser el caso en los cuales hay reducciones dramáticas en las cifras de empleo del Dane de un año a otro, mientras que las cifras de producción permanecen igual o aún se incrementan. A no ser que exista un incremento comparable en el capital, o en el consumo intermedio, la introducción de estas observaciones en las estimaciones sugerirían incrementos enormes en la productividad y en la eficiencia cuando en realidad se tratan, probablemente, de movimientos no detectados en el empleo temporal.

B. Comportamiento de la Producción y el Empleo

Luego de aplicar los criterios de selección de observaciones el número de establecimientos de la muestra (2344) corresponden al 34.4% del total de establecimientos industriales en 1980 (Cuadro No. 3). Ellos representan cerca del 70% de la producción bruta y el 60% del empleo total durante el período 1978-1989. A nivel sectorial el rango de cubrimiento de la producción total va desde el 40% en la fabricación de prendas de vestir (sector 322) hasta el 99.2% en la industria del tabaco (sector 314). Se trata por lo tanto de las firmas más grandes y de mayor importancia dentro de cada sector.

El Cuadro No. 4 y la Gráfica No. 3 muestran la evolución de la producción bruta y el empleo en el período 1978-1991 para esta muestra de 2344 firmas los cuales siguen un patrón similar al del total de la industria. El crecimiento de la producción se desaceleró abruptamente entre 1978 y 1983, y se recuperó posteriormente entre 1984 y 1987. El período 1988-1991 es también de desaceleración en el crecimiento económico, si bien no en una forma comparable al de principios de los ochenta. Si bien el empleo sigue las variaciones de la producción bruta, su rezago con respecto a ésta es evidente, especialmente en la primera mitad de la década de los ochenta.

Las Gráficas Nos. 4 y 5 muestran que la recuperación industrial entre 1984 y 1987 no se reflejó en una dinámica similar en la inversión. La tasa de inversión promedio en la segunda mitad de los ochenta fué inferior a la prevaleciente una década atrás y el

CUADRO No. 3

Sector	Numero de Establecimientos			Participaciones (%)		Empleo	
	Muestra Inicial	Muestra Final	Total Ind.	No. de Establecimientos Inicial	Produccion Final		
311	427	356	1011	42.2	35.2	59.5	58.6
312	85	82	203	41.9	40.4	69.4	69.3
313	86	84	134	64.2	62.7	87.4	83.5
314	11	8	26	42.3	30.8	99.2	67.8
321	170	154	500	34.0	30.8	67.4	65.6
322	205	183	836	24.5	21.9	40.8	32.6
323	26	24	109	23.9	22.0	75.9	51.0
324	50	48	218	22.9	22.0	67.5	46.7
331	61	56	189	32.3	29.6	58.4	42.5
332	49	49	208	23.6	23.6	43.6	37.9
341	73	66	145	50.3	45.5	68.1	64.4
342	133	125	358	37.2	34.9	54.9	49.6
351	60	52	98	61.2	53.1	62.0	73.8
352	166	155	298	55.7	52.0	68.7	69.9
355	24	23	86	27.9	26.7	82.1	59.0
356	104	96	237	43.9	40.5	79.6	65.2
361	18	18	43	41.9	41.9	93.2	84.6
362	23	23	50	46.0	46.0	64.3	67.5
369	128	122	337	38.0	36.2	69.3	61.0
371	22	21	56	39.3	37.5	77.6	76.2
372	16	16	41	39.0	39.0	73.7	74.4
381	219	205	627	34.9	32.7	69.2	57.0
382	133	126	329	40.4	38.3	61.2	62.9
383	89	84	210	42.4	40.0	74.4	66.4
384	83	78	238	34.9	32.8	82.6	52.7
385	29	25	61	47.5	41.0	67.2	63.9
390	71	65	173	41.0	37.6	60.0	63.3
TOTAL	2561	2344	6821	37.5	34.4	68.1	59.6

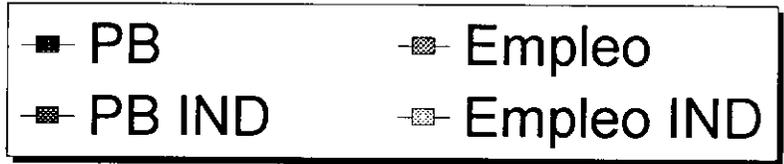
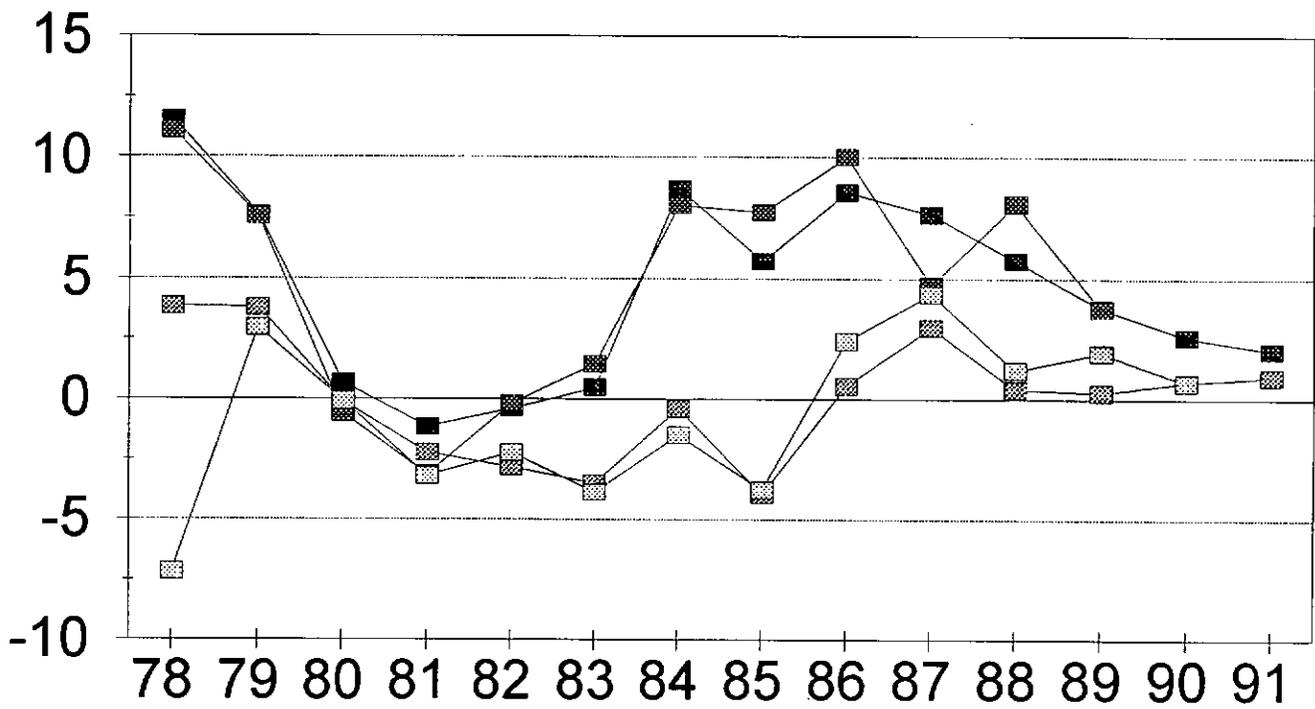
CUADRO No. 4

	PRODUCCION BRUTA Crecimiento (%)			EMPLEO TOTAL Crecimiento (%)			STOCK DE CAPITAL Crecimiento (%)		
	79-82	83-91	79-91	79-82	83-91	79-91	79-82	83-91	79-91
311	3.5	5.5	4.9	2.5	1.0	1.6	3.5	0.5	1.6
312	5.7	7.7	7.1	2.6	-0.0	1.0	6.5	2.1	3.8
313	10.4	2.2	4.7	2.6	-2.5	-0.5	3.8	1.6	2.4
314	-3.5	6.2	3.2	13.6	-1.4	4.4	5.6	-0.2	2.0
321	-6.3	6.3	2.4	-5.9	0.2	-2.1	4.7	1.2	2.6
322	4.1	7.7	6.6	-1.3	0.7	-0.1	3.6	-0.4	1.1
323	1.3	7.5	5.6	-3.9	-0.2	-1.6	2.9	0.8	1.6
324	11.8	2.4	5.3	-1.0	-3.1	-2.3	6.4	0.3	2.6
331	3.8	6.4	5.6	-2.5	1.2	-0.2	9.8	0.8	4.3
332	0.7	5.4	4.0	-2.1	0.7	-0.4	5.6	0.3	2.3
341	-0.2	6.5	4.4	-2.6	1.1	-0.3	3.1	2.5	2.7
342	3.5	1.0	1.8	2.2	2.1	2.1	9.8	0.1	3.8
351	-0.6	7.1	4.7	-1.2	0.0	-0.4	1.2	1.1	1.2
352	3.2	6.2	5.3	0.4	1.6	1.2	8.7	3.6	5.6
355	-1.2	6.9	4.4	-3.1	2.0	0.0	3.2	2.5	2.8
356	2.4	3.4	3.1	-0.7	1.9	0.9	7.2	2.8	4.5
361	6.2	5.8	5.9	-0.7	1.6	0.7	3.0	3.5	3.3
362	2.4	10.1	7.7	-0.6	0.6	0.1	5.0	2.4	3.4
369	4.0	2.6	3.0	1.0	0.2	0.5	5.8	1.5	3.2
371	1.5	3.7	3.0	-2.1	-5.1	-3.9	10.7	0.3	4.3
372	-4.3	8.2	4.4	-3.1	0.9	-0.7	7.7	0.6	3.4
381	0.6	3.6	2.7	-1.8	-0.8	-1.2	2.8	0.2	1.2
382	6.4	7.6	7.2	-1.2	1.6	0.5	2.6	0.1	1.1
383	1.4	2.9	2.5	-1.0	0.0	-0.4	3.4	1.3	2.1
384	-6.5	5.1	1.5	-3.0	0.1	-1.1	3.8	-0.3	1.3
385	10.3	4.8	6.5	0.4	0.8	0.6	7.8	2.7	4.7
390	1.2	6.3	4.7	-4.4	0.9	-1.1	1.9	1.3	1.5
TOTAL	1.7	5.0	4.0	-1.0	0.2	-0.3	4.2	1.1	2.3

GRAFICA 3

PRODUCCION BRUTA Y EMPLEO

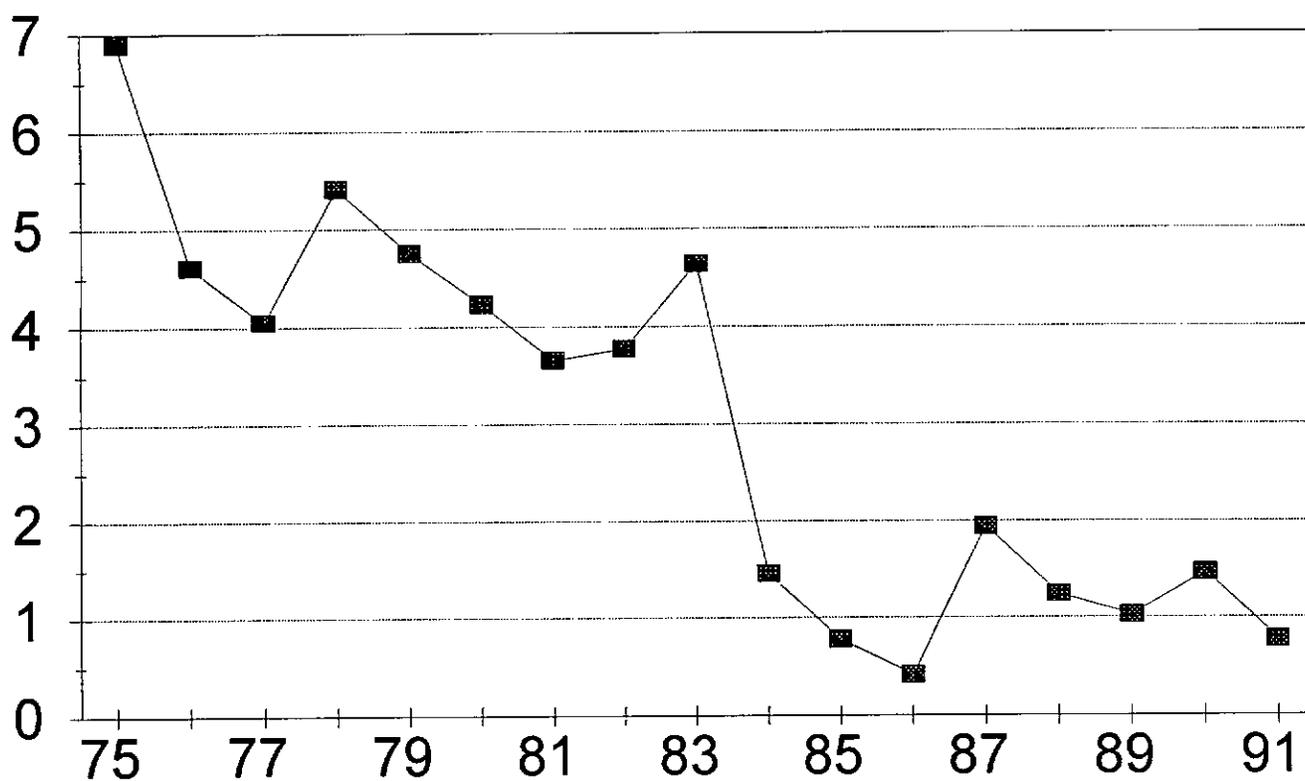
Crecimiento Porcentual



GRAFICA 4

STOCK DE CAPITAL

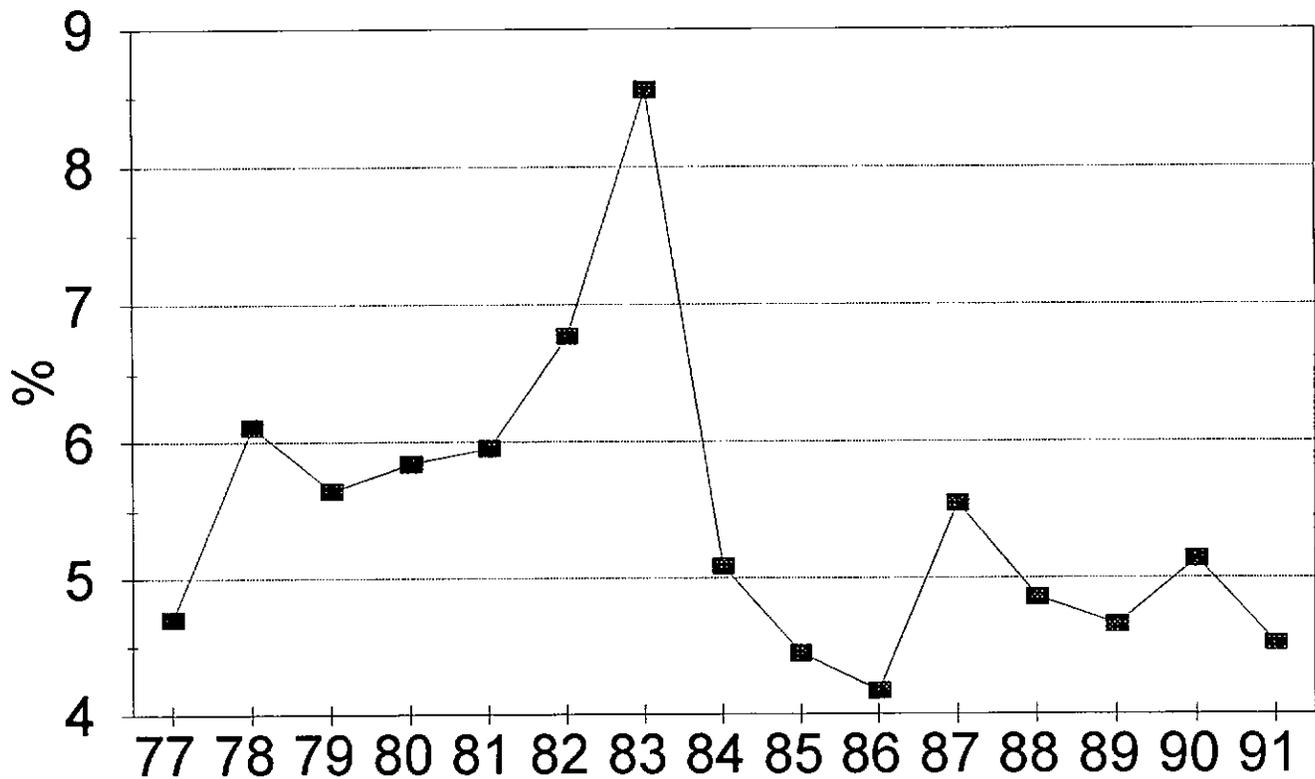
Crecimiento (%)



GRAFICA 5

TASA DE INVERSION

(Inv. Bruta / Produccion)



crecimiento del stock de capital ha sido persistentemente inferior a las tasas anuales alcanzadas en el período 1974-1982.

A nivel sectorial se destaca el alto crecimiento relativo de los siguientes sectores durante el período 1983-1989: fabricación de vidrio (sector 362), metálicas básicas (372), maquinaria no eléctrica (382), productos alimenticios diversos (312), prendas de vestir (322), cuero (323) y sustancias químicas (351). Una característica común de todos estos sectores es que presentan al mismo tiempo una baja dinámica en el empleo y en el crecimiento del stock de capital. Este hecho sugiere que no son el trabajo ni el capital los que explican el crecimiento de estos sectores durante este período. Cálculos de los cambios en la productividad total factorial sugieren que en tres de estos sectores, el crecimiento pudo haberse basado en incrementos en productividad (alimentos diversos, prendas de vestir y fabricación de vidrio). El crecimiento de la productividad total factorial en estos sectores entre 1983 y 1989 fué de 4%, 3.2% y 3% respectivamente (frente a 1.7% para el total de la industria manufacturera). Sin embargo estos cálculos están hechos a nivel de toda la industria y no necesariamente representan los movimientos en productividad para la muestra de establecimientos considerados. Las otras fuentes posibles de crecimiento son los cambios en la utilización de la capacidad y los cambios en eficiencia, es decir, de movimientos hacia la frontera de producción, en contraposición a los desplazamientos de la frontera que serían presumiblemente capturados por las estimaciones de los cambios en la productividad total factorial. El análisis de estos factores se presenta en las siguientes secciones del informe.

Finalmente, las industrias de bebidas (313), fabricación de calzado (324) e imprentas y editoriales (342) presentan las tasas más bajas de crecimiento durante el período. La desaceleración del crecimiento económico es particularmente drástica en bebidas y calzado que pasaron de tener tasas de crecimiento anual promedio por encima del 10% entre 1979 y 1982, a tasas apenas mayores al 2% entre 1983 y 1991.

IV. EVOLUCION DE LA POLITICA COMERCIAL EN LOS OCHENTA

A. Aspectos Generales

Los cambios en la política comercial durante el período 1978-1989 obedecieron, en gran medida, a los cambios en la situación de balanza de pagos. Desde mediados de la década de los setenta, y hasta las recientes reformas comerciales de 1990 y 1991, la política comercial dejó de responder a objetivos de largo plazo (como el de incentivar procesos de transformación estructural o de industrialización) concentrándose en respuestas de ajuste a la coyuntura de balanza de pagos.

Es común encontrar que los períodos de bonanza de divisas se vean acompañados de liberaciones comerciales parciales y de relajación de los controles a las importaciones. Así por ejemplo, la bonanza cafetera de 1977-1978 aceleró un proceso de liberación de importaciones que ya se había iniciado en forma gradual desde mediados de la década. Sin embargo, en 1983 se reinstalan los controles a las importaciones para enfrentar la peor crisis de balanza de pagos que ha tenido el país en más de 30 años. Las restricciones a las importaciones comienzan de nuevo a ser relajadas con la mini-bonanza cafetera de 1986-87.

En conjunto, el régimen comercial en el período 1983-1990 puede caracterizarse por una estrategia mixta de protección a la producción doméstica y promoción de exportaciones (Ocampo 1992), con un mayor énfasis proteccionista al principio del período. Con respecto a la situación prevaleciente en 1984, el período 1986-1989 reflejaría una liberación moderada de las importaciones. Sin embargo, aún para 1989, la economía era más restringida de lo que había sido a principios de los ochenta. Como se ilustra en el siguiente análisis, en términos generales la competencia con las importaciones durante los ochenta estuvo restringida para la mayor parte de los sectores industriales, y dicha situación se mantuvo vigente hasta llegar a las reformas comerciales de 1990 y 1991.

B. Aranceles

El proceso descrito en la sección anterior es bien ilustrado en la evolución del arancel teórico promedio y del grado de dispersión arancelaria (desviación estándar) entre 1970 y 1990 (Gráfica 6). El arancel promedio se incrementó hasta mediados de la década disminuyendo en forma continua en los años siguientes. Sin embargo, las fluctuaciones en el arancel teórico han sido en buena parte contrarrestadas por el efecto de las exenciones arancelarias, como se ilustra en la Gráfica 7: debido a las mayores exenciones arancelarias el arancel promedio efectivo en 1984 no fué significativamente diferente al prevaleciente al principio de la década de los ochenta mientras que la disminución teórica de aranceles en el período 1986-1988 fué en buena parte contrarrestada por la eliminación de exenciones arancelarias.

En 1984 más de la mitad de las tarifas estaban exentas, siendo el gobierno el mayor beneficiario de dichas exenciones (Cuadro No. 5).

CUADRO No. 5

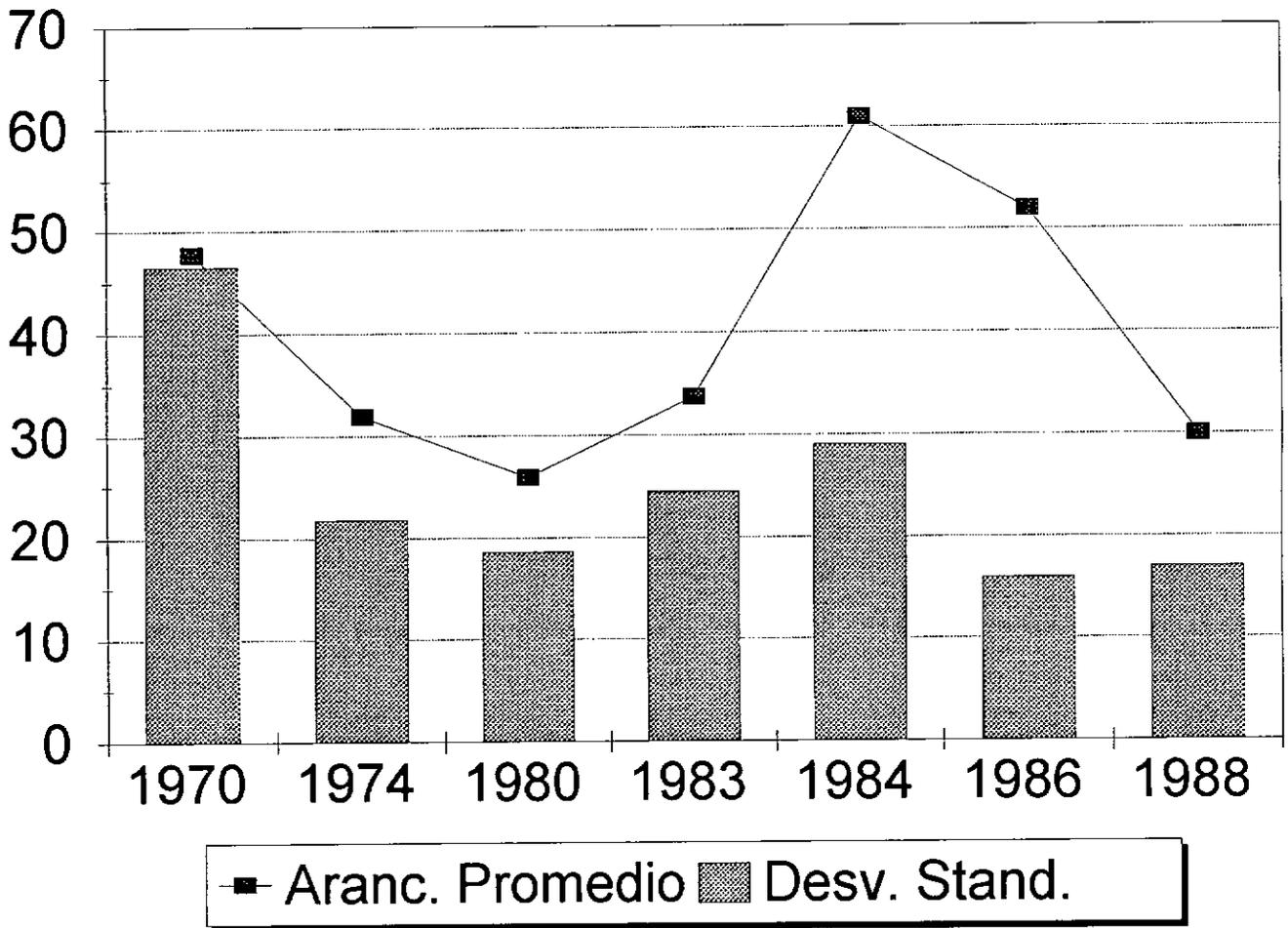
Exenciones Tarifarias, 1984 Excluyendo Sobre-Tasa

Aranceles Teóricos	100%
Aranceles Recolectados	47%
Aranceles Exentos	53%
Exenciones	27%
Sector Público	19%
Sector Privado	8%
Grupo Andino	3%
ALALC/ALADI	4%
Plan Vallejo	9%
Notas Arancelarias	10%

Fuente: Banco Mundial (1989).

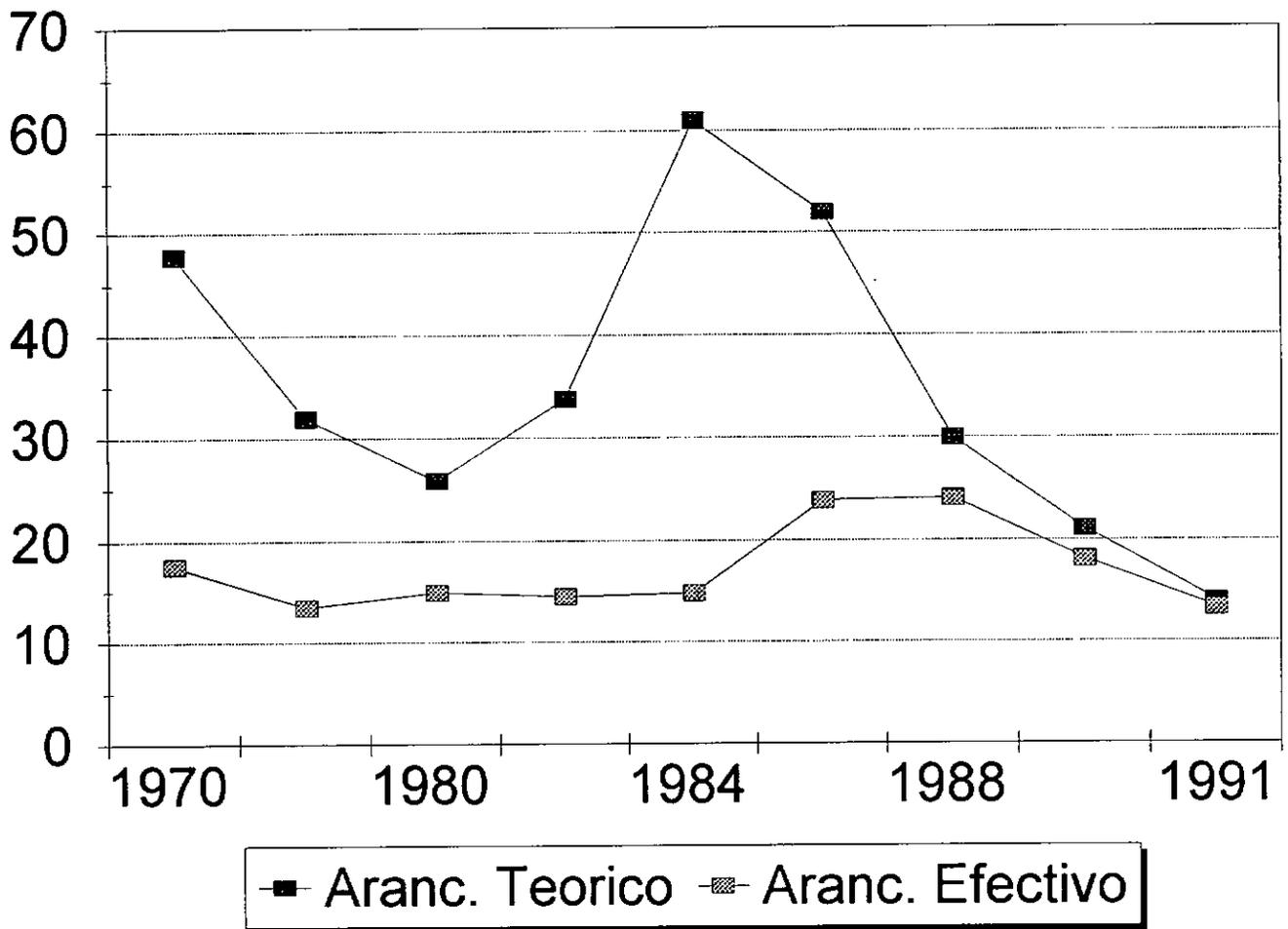
GRAFICA 6

EVOLUCION DEL ARANCEL



GRAFICA 7

ARANCEL TEORICO Y EFECTIVO



De otro lado, la Gráfica 8 evidencia la existencia de una relación directa entre aranceles y cuotas de importación: los aranceles eran más altos para las importaciones con mayores restricciones cuantitativas. Esto le permitía al gobierno capturar parte de las rentas generadas por aquellas importaciones que resultaban efectivamente restringidas por las licencias de importación, y que de otra manera serían enteramente apropiadas por los propietarios de dichas licencias.

En síntesis, dada la importancia de las exenciones y de la alta correlación entre cuotas y aranceles, no es clara cual era la función de los aranceles como instrumento de control a las importaciones durante los ochenta. Su impacto probable sobre las importaciones y sobre la asignación de recursos era difícilmente evaluable aún para los propios decisores de política. Eventualmente habrían servido para restringir importaciones en los casos en los cuales las licencias de importación no las restringían efectivamente, presumiblemente en los casos de importaciones no competitivas con la producción nacional, que por esta misma razón tenían bajos aranceles.

De acuerdo al estudio citado del Banco Mundial (1989), el efecto tributario de los aranceles era también reducido: entre 1981 y 1986 constituyeron el 16% de los ingresos tributarios y el 11% del precio de las importaciones mientras que en países de ingreso medio constituyen un 34% de los ingresos fiscales.

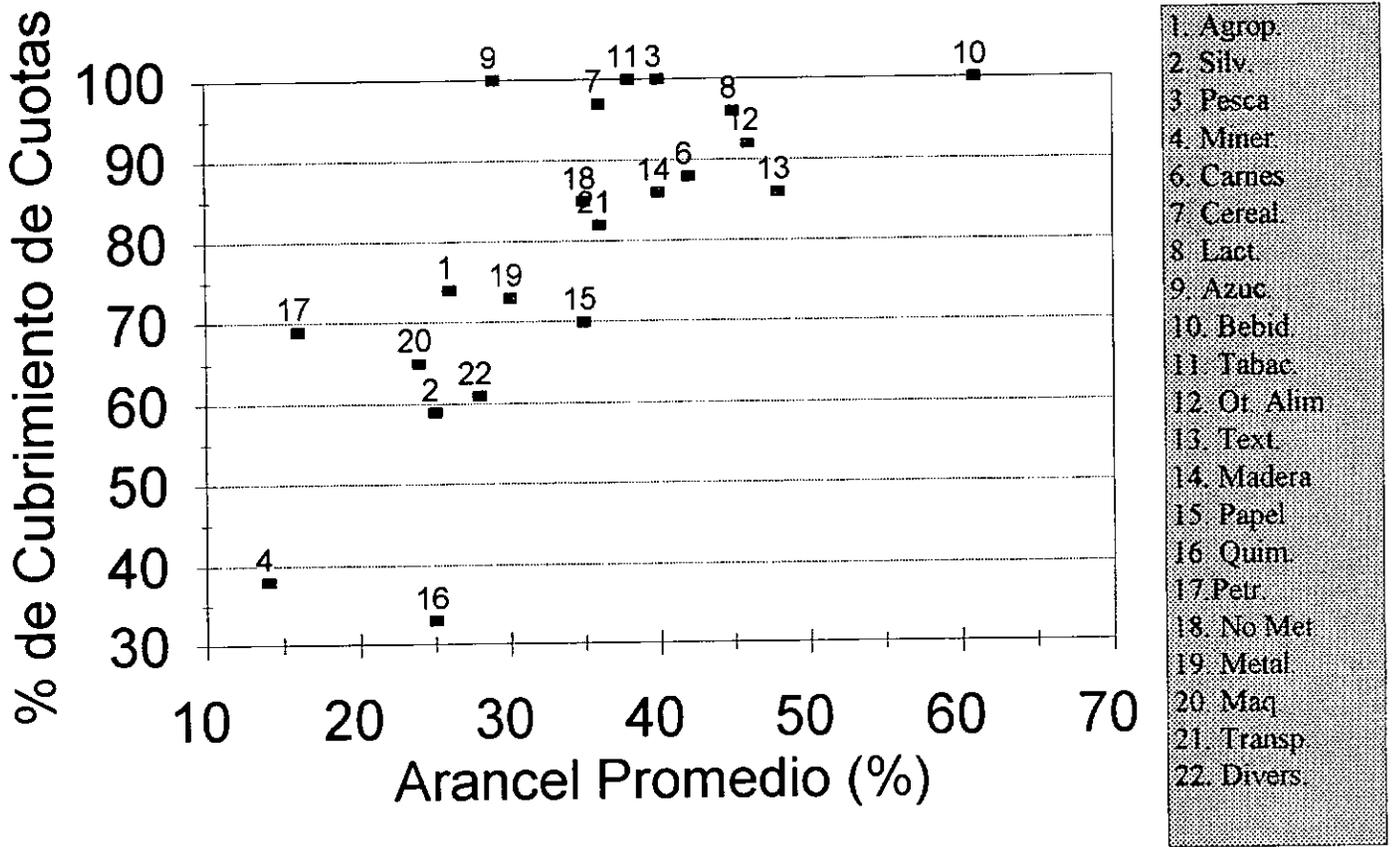
C. Cuotas de Importación

Diversos estudios (Ocampo 1992, Banco Mundial 1989, Fernández et. al. 1985) han mostrado que las restricciones cuantitativas constituyeron el principal instrumento de control a las importaciones durante los ochenta.

La Gráfica 9 muestra la evolución de las restricciones cuantitativas entre 1970 y 1990 con base en la proporción de posiciones arancelarias pertenecientes a cada régimen (listas de prohibida, previa y libre importación). La evolución de las restricciones cuantitativas a las importaciones sigue de cerca la caracterización global de la política comercial que se hizo previamente. En 1984 el 99.5% de las posiciones arancelarias estaban prohibidas o restringidas. Con la implementación del programa de ajuste en 1985 se modificaron las listas de importación con base en el criterio de que el valor de las

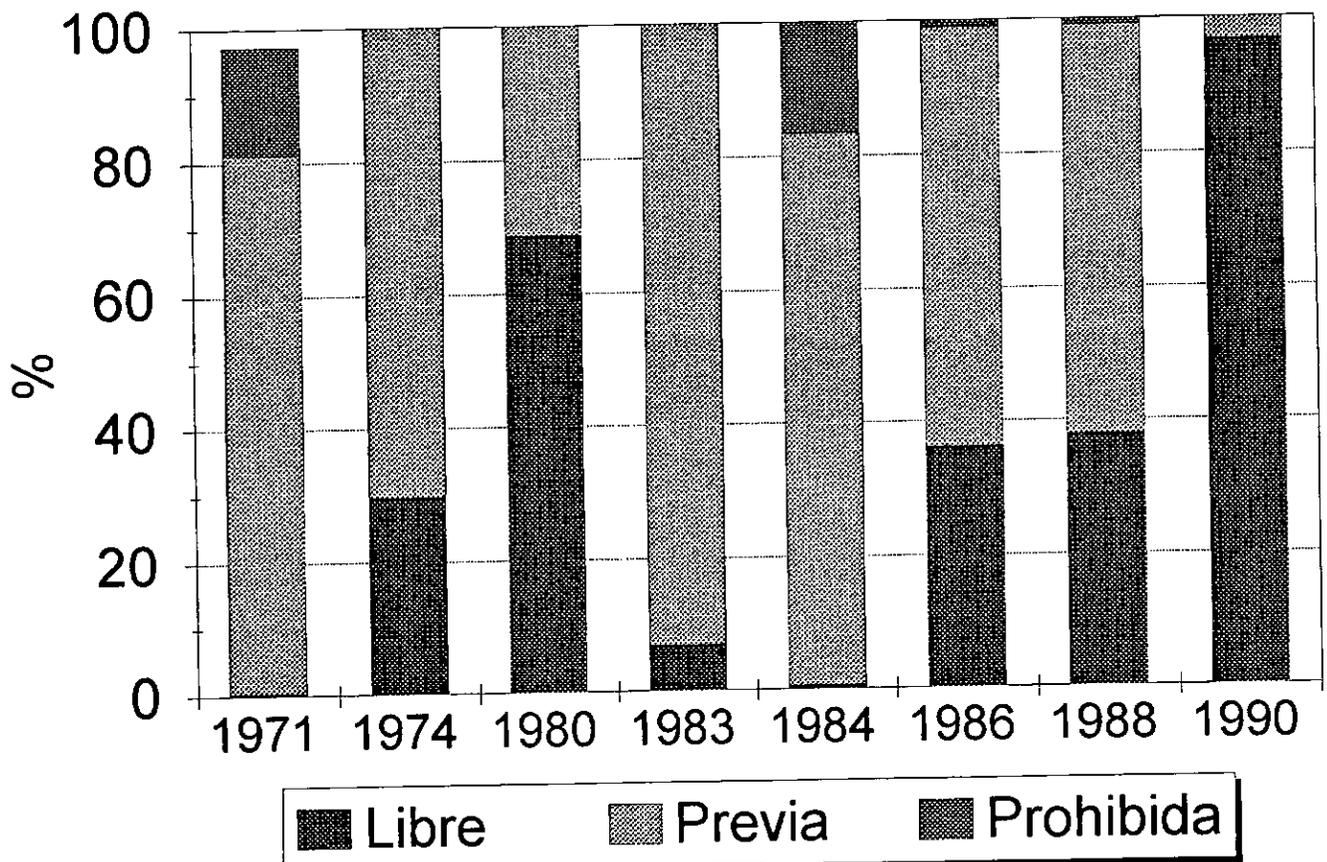
GRAFICA 8

RELACION ARANCELES - CUOTAS 1988



GRAFICA 9

RESTRICCIONES CUANTITATIVAS (% de Posiciones por Regimen)



importaciones no restringidas pasaran del 30% en diciembre 1984, a 57% en diciembre 1985, y 69% en noviembre de 1986. No hubo ningún requerimiento en cuanto a la composición-cuodé o sectorial de los bienes. Se liberaron principalmente insumos no competitivos con la producción doméstica mientras que las importaciones competitivas seguían siendo altamente restringidas aún en 1988. Para ese año el 62% de las posiciones arancelarias estaban prohibidas o restringidas, proporción similar a la de 1981 pero superior a la prevaleciente en 1980 (31%).

La proporción de importaciones no restringidas es sin embargo una medida imperfecta del grado de apertura del regimen comercial puesto que no indica cuales importaciones estaban realmente restringidas por las cuotas. Por lo tanto, mover posiciones de previa a libre no constituye necesariamente una medida de liberalización porque en muchos casos las restricciones no operaban en la práctica (como es el caso de importaciones en previa para las cuales se concedía licencia sin limite).

Ponderando el porcentaje de posiciones según regimen por la producción doméstica consituye una medida del grado de protección a la producción doméstica. Esta medida se redujo del 100% en 1984 a 82% in 1988, el cual seguía siendo relativamente alto comparado con países como Venezuela (49%) o México que redujo la tasa de cubrimiento de 100% a 20% en un período de tres años (Banco Mundial, op. cit.).

De otro lado, en 1984 se creó el presupuesto de importaciones que determinaba los montos de importaciones que podía aprobar el Incomex. Hasta la reforma de 1990, el presupuesto aplicaba también sobre las importaciones libres, de tal manera que cuando éstas superaban las esperadas, desplazaban a las de previa, aumentando así su racionamiento (Lora y Crane, 1990). La reforma comercial de 1990 determinó que el presupuesto sólo aplicaría a las de previa (incluyendo entre éstas las del sector oficial). Los bienes de consumo y de capital mostraron ser muy sensibles al tamaño del presupuesto de importaciones, incrementándose cuando éste se incrementaba y disminuyendo cuando se contraía.

D. Protección Efectiva

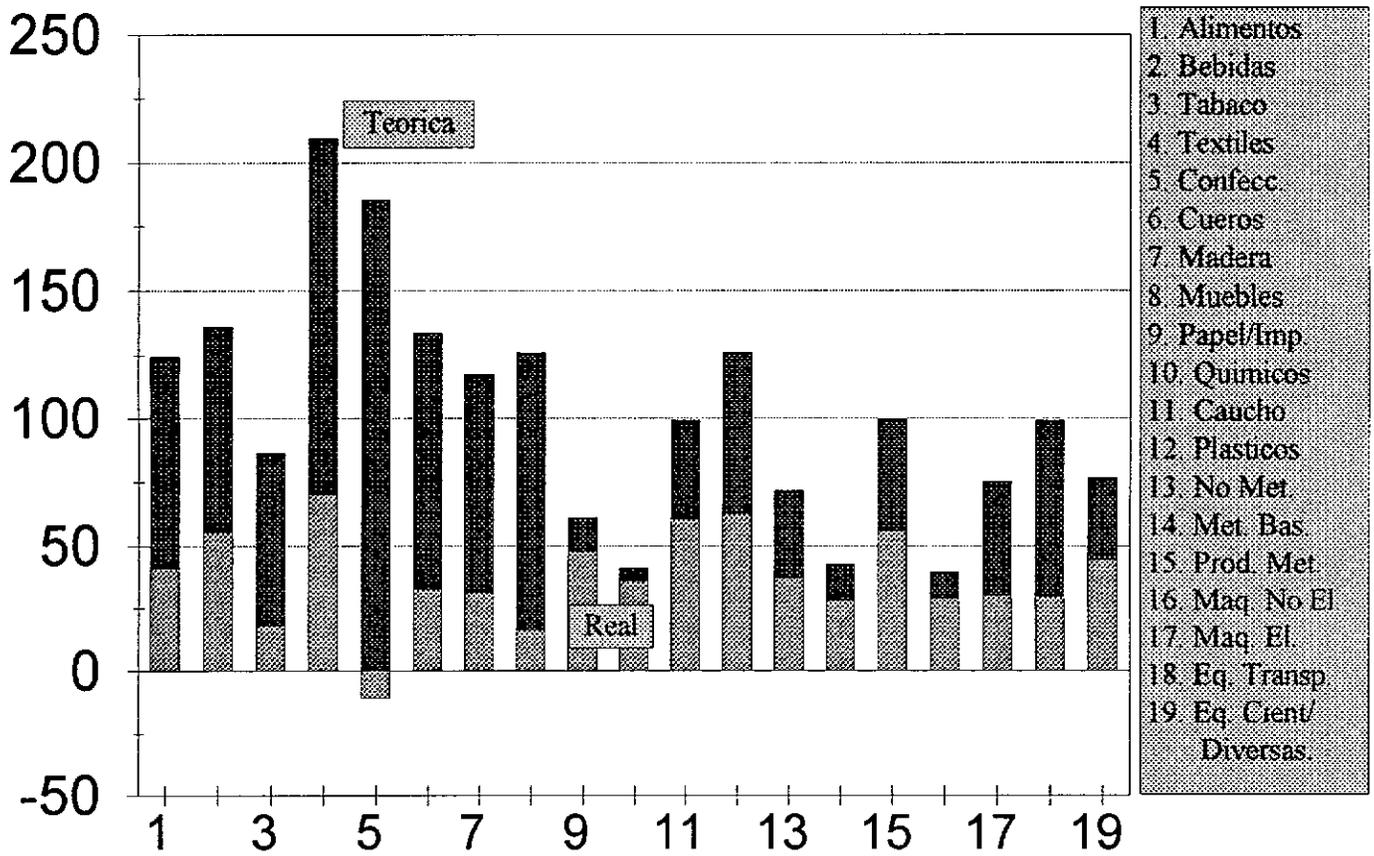
Durante los ochenta la protección efectiva teórica (calculada con base en los aranceles teóricos) a la industria fué alta, y aún a finales de la década la protección efectiva no era muy diferente a la existente en 1984, año de mayor restricción a las importaciones (Gráfica 5). Para ese año los sectores más protegidos eran textiles (209.6%), confecciones (185.2%), bebidas (136.2%), cueros y calzado (133.7%), plásticos (126.3%), muebles (125.9%) y alimentos (124.6%) -Gráfica 10-. Los sectores menos protegidos eran maquinaria no eléctrica (39.8%), químicos (41.3%), industrias metálicas básicas (42.7%) y papel, imprentas y editoriales (61%). Se protegía más por lo tanto a las industrias tradicionales y menos a las industrias de desarrollo tardío (los cálculos de Ocampo *op. cit.*, para 1984 son 134.6% y 67.4% respectivamente, con una protección promedio de 107.6% para el total de la industria).

Las reducciones arancelarias que tuvieron lugar en la segunda mitad de los ochenta recayeron en mayor grado sobre sectores para los los aranceles teóricos (y la protección efectiva teórica) estaban muy por encima de los que efectivamente se aplicabantales como cuero y calzado, textiles, y confecciones y muebles. En efecto, al tomar en cuenta las exenciones arancelarias los niveles de protección efectiva vigentes en 1984 disminuyen drásticamente (Gráfica 10): en el caso de confecciones la protección efectiva se vuelve negativa (-11%), mientras que el sector de muebles presenta la segunda tasa más baja de protección efectiva real (16.4%), similar a la de la industria del tabaco (17.9%). De otro lado, los sectores con mayor protección efectiva real en 1984 eran plásticos (62.6%), caucho (60.4%), productos metálicos (55.9%) y bebidas (55.3%). Las industrias tradicionales continúan por lo tanto siendo más protegidas, aunque la diferencia con la protección brindada a las industrias de desarrollo tardío disminuye significativamente (46.9% y 40.3% respectivamente).

Con el fin de tomar en cuenta el efecto de las restricciones cuantitativas a las importaciones sobre la protección efectiva, diversos estudios han utilizado información a niveles desagregados de precios internacionales y domésticos. Fernández et. al. (1985) encontraron que mientras en 1984 el arancel nominal promedio era del 46% (ponderado por el valor de las importaciones), la protección nominal implícita, determinada por la diferencia entre el precio doméstico y el precio internacional, era del 99%.

GRAFICA 10

PROTECCION EFECTIVA Teorica y Real*, 1984



* Incluye exenciones

Utilizando información para 1986, Katterer y McCandless (citados por el estudio del Banco Mundial, 1989) encuentran evidencias de considerable "agua" en los aranceles aplicados a las importaciones de carnes, lácteos, azúcar, bebidas y tabaco (Gráfica 11). De otro lado, ellos encuentran un margen entre el precio doméstico e internacional mayor al implicado por los aranceles en el caso de productos agropecuarios, cereales, textiles, muebles e industrias de la madera, químicos, maquinaria y equipo, equipo de transporte, y equipo científico y manufacturas diversas. En estos casos es muy probable que las restricciones cuantitativas a las importaciones generaran un exceso de demanda que permitía que el precio doméstico superara al internacional en una magnitud mayor al arancel nominal.

La Gráfica 12 muestra la estructura de la protección efectiva real tomando en cuenta tanto exenciones arancelarias como el efecto de las cuotas sobre las importaciones: la protección efectiva real se torna negativa para las industrias de carnes (-193%), productos lácteos (-141%), azúcar (-29%), bebidas (-26%), otros alimentos (-18%) y tabaco (-17%), mientras que los sectores más protegidos resultan ser cereales (260%), maquinaria y equipo, y equipo de transporte (131%), madera y sus productos (130%), químicos (83%) y textiles (77%).

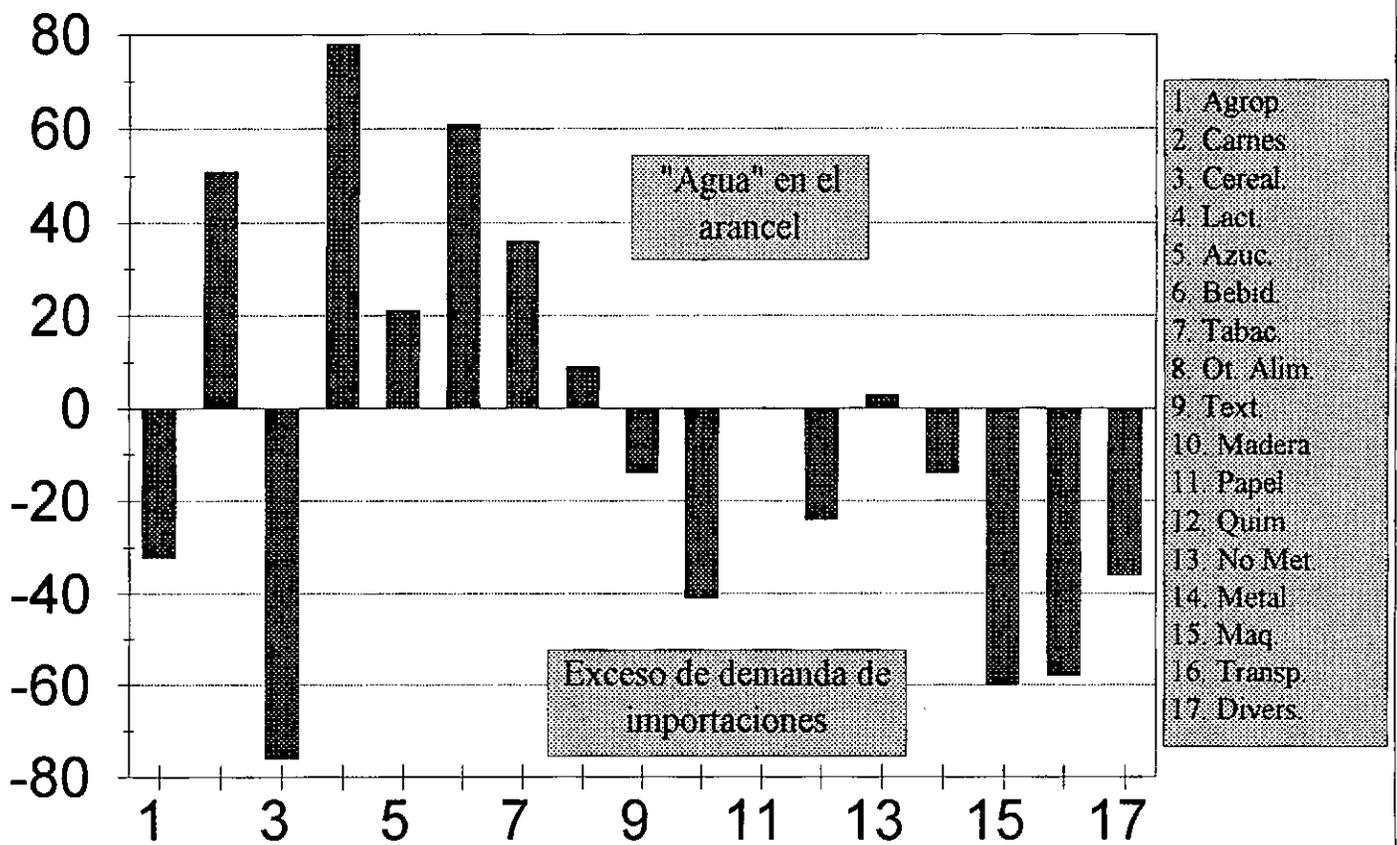
E. Competencia con las Importaciones

Independientemente de la complejidad de las interrelaciones entre estructura arancelaria, licencias de importación y exenciones arancelarias, el resultado final de la política comercial se refleja en la evolución de la participación de las importaciones en las ventas domésticas o tasa de importaciones. Esta variable puede ser vista por lo tanto como una proxy de los efectos de las políticas comerciales y cambiarias sobre las condiciones de competencia en la industria. Es la presencia de importaciones competitivas la que puede alterar las condiciones de competencia en los mercados domésticos e inducir tanto procesos de entrada y salida de firmas como cambios en eficiencia y ajustes de productividad en las firmas establecidas.

La información de las importaciones a nivel sectorial es desafortunadamente limitada y sólo es posible hacer un análisis a nivel de las industrias a tres dígitos. Por esta razón no

GRAFICA 11

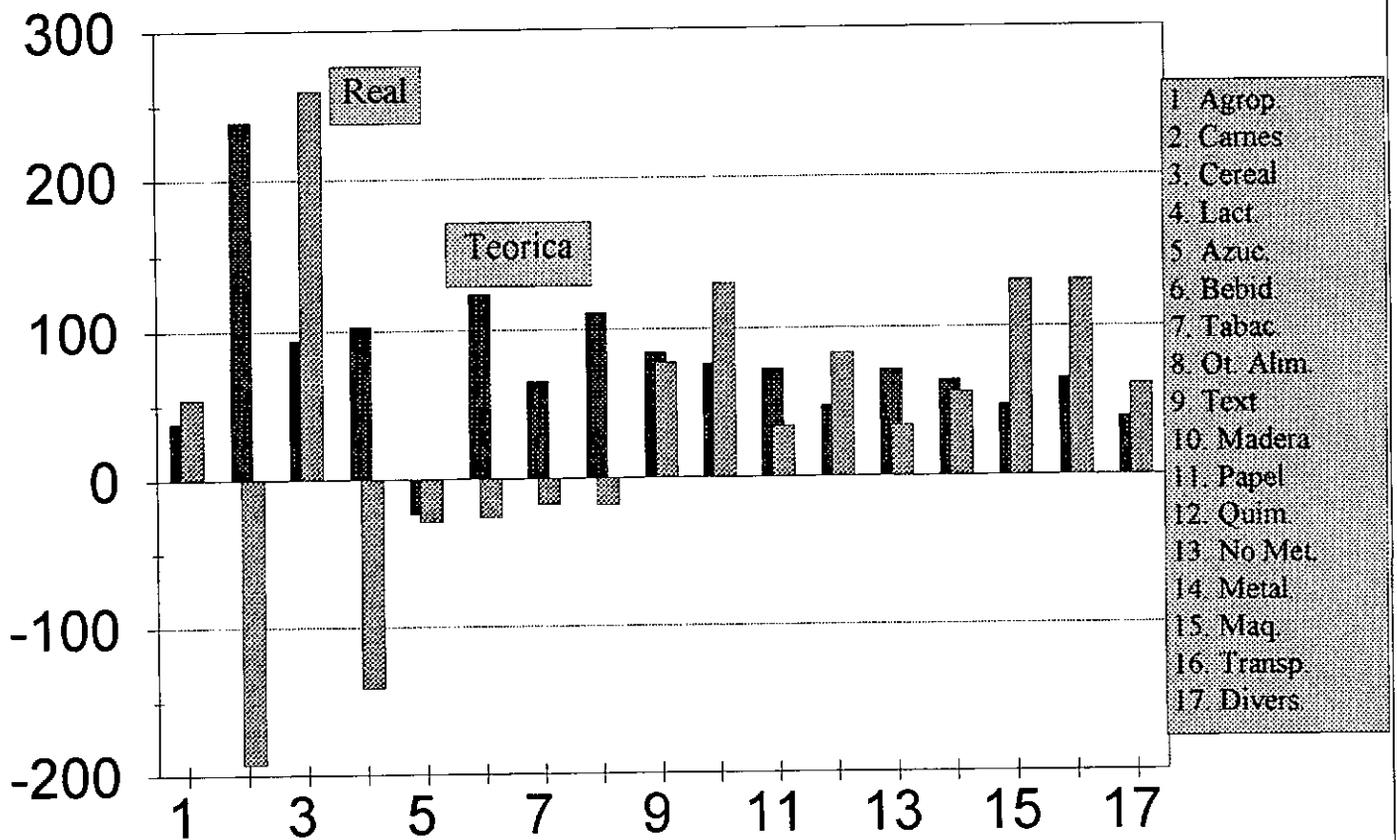
ARANCELES Y MARGENES DE PRECIOS * 1986



* Diferencia entre precio domestico e internacional

GRAFICA 12

PROTECCION EFECTIVA TEORICA Y REAL* 1986

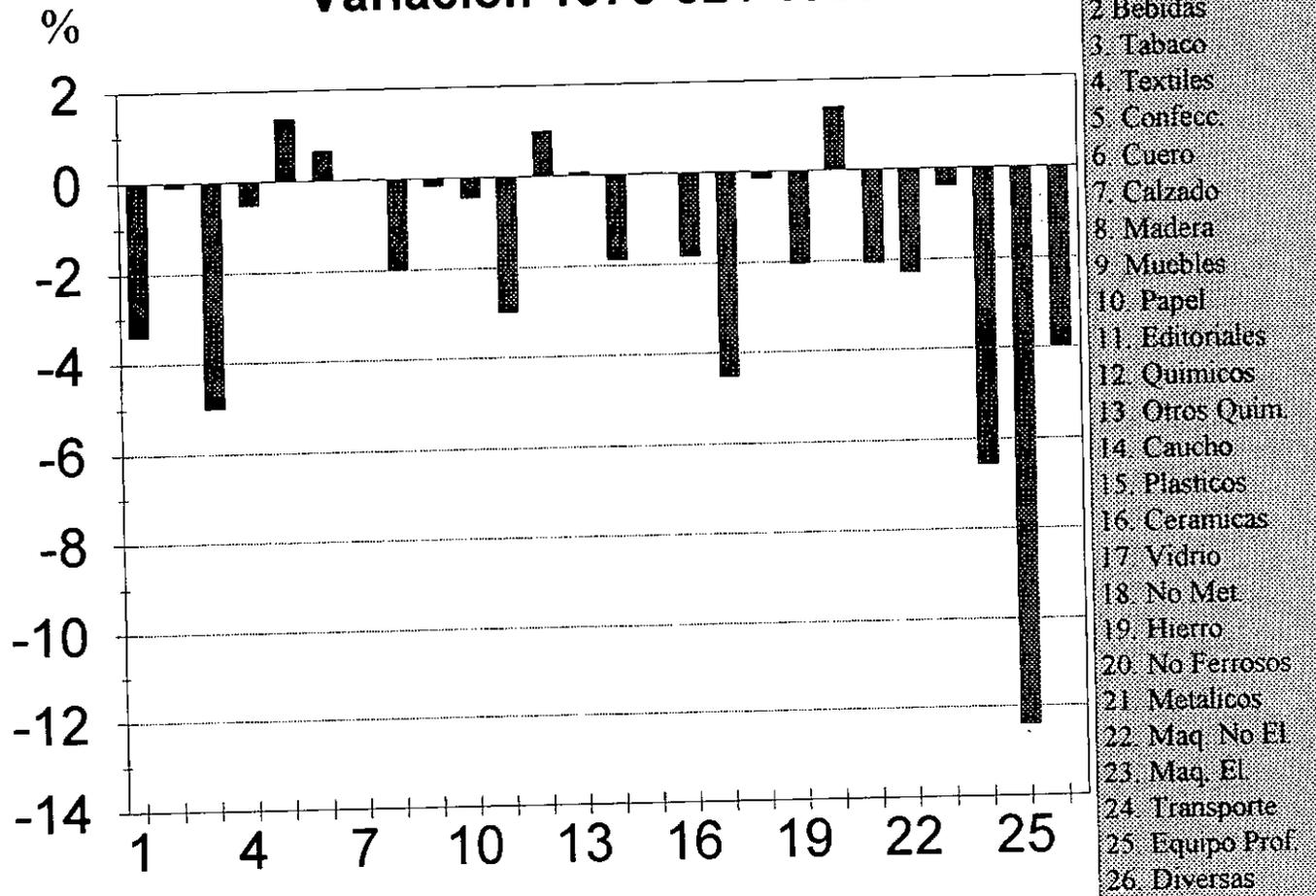


* Basada en la diferencia entre precio domestico e internacional

GRAFICA 14

TASA DE IMPORTACIONES

Variacion 1978-82 / 1983-89



es posible evaluar con precisión el grado en el cual las importaciones compiten con la producción doméstica, para lo cual se requeriría información mucho más desagregada. Ante la carencia de dicha información, en el análisis siguiente se debe utilizar la evolución de la tasa de importaciones a nivel de las industrias a tres dígitos como un indicador de la presencia de importaciones competitivas.

La Gráfica 13 muestra un incremento de cuatro puntos porcentuales en la tasa de importaciones entre 1979 y 1982, seguida de una caída aún mayor hasta 1985 y de un incremento en la segunda mitad de la década de 3 puntos porcentuales. En conjunto, el período 1983-1989 significó una reducción en la tasa de importaciones con respecto al período 1978-82 para prácticamente todos los sectores a 3 dígitos (Gráfica 14).

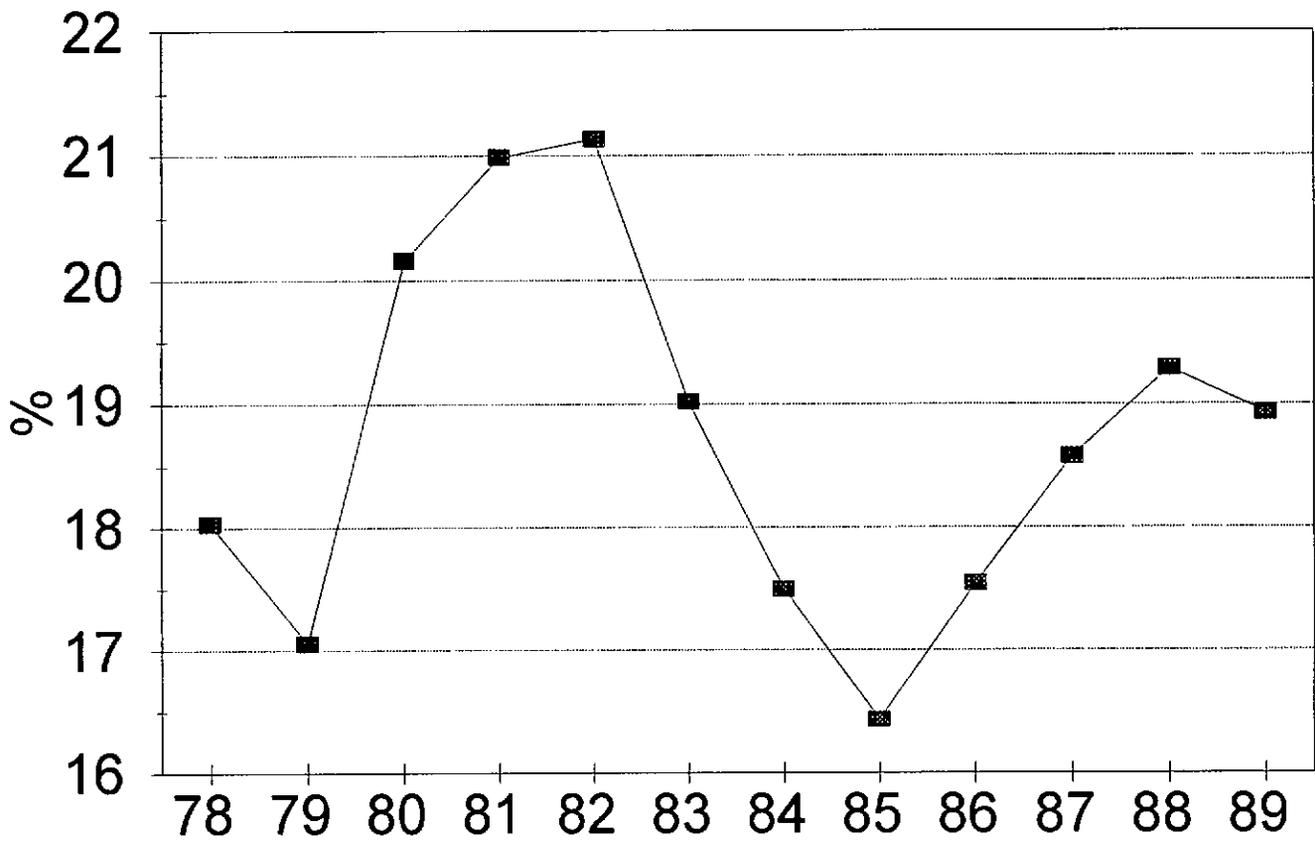
El Cuadro 6 muestra los resultados de un test de Chow aplicado a la hipótesis de que la tasa de importaciones es igual en ambos períodos. Se encontró que la tasa de importaciones fué significativamente menor en el período 1983-89 en los sectores de alimentos (311/12), tabaco (314), textiles (321), papel (341), caucho (355), vidrio (362), productos metálicos (381), maquinaria y equipo (382/83) y equipo de transporte (384). La tasa de importaciones solamente aparece significativamente mayor para el período 1983-89 en el caso del sector de químicos (351).

La matriz de correlación entre las anteriores variables de política (utilizando información entre 1978 y 1989) -Cuadro 7- nos permite ver el grado de consistencia en la cuantificación de dichas variables, y hasta que punto ellas describen una "historia coherente". Como se había señalado anteriormente, existe una correlación positiva (coeficiente de 0.21) entre la tasa de protección efectiva (calculada a 3 dígitos CIU para 1979, 1984, 1985 y 1989) y las restricciones cuantitativas (medidas como la proporción de posiciones arancelarias en licencia previa o de prohibida importación a 3 dígitos CIU para 1979, 1984, 1985 y 1989, y ajustado para los otros años). Este coeficiente es de 0.73 si se toma como medida de las restricciones cuantitativas la proporción de la producción nacional cubierta por cuotas de importación. Esta variable es ciertamente preferible a la primera pero desafortunadamente sólo está disponible a nivel sectorial para el año de 1988.

GRAFICA 13

TASA DE IMPORTACIONES

Total Industria Manufacturera



CUADRO No. 6

VARIACION DE LA TASA DE IMPORTACIONES
Test de Chow

Sector	1978-82	1983-89	Variacion	Test de Chow	Significancia
311	0.071	0.037	-3.4	4.18	0.057 **
312	0.026	0.031	0.6	19.82	0.001 *
313	0.015	0.014	-0.1	2.31	0.161
314	0.075	0.025	-5.0	6.35	0.022 *
321	0.031	0.026	-0.5	14.89	0.002 *
322	0.024	0.037	1.4	0.34	0.724
323	0.018	0.025	0.7	1.81	0.225
324	0.012	0.012	0.0	1.08	0.385
331	0.080	0.060	-2.0	0.55	0.596
332	0.012	0.010	-0.2	2.92	0.112
341	0.172	0.167	-0.5	3.81	0.069 **
342	0.120	0.090	-3.0	0.80	0.483
351	0.409	0.419	1.0	6.59	0.020 *
352	0.142	0.142	0.1	3.35	0.088 **
355	0.110	0.092	-1.9	3.11	0.100 **
356	0.023	0.024	0.0	1.48	0.284
361	0.050	0.031	-1.8	0.66	0.541
362	0.101	0.056	-4.5	5.00	0.039 *
369	0.033	0.031	-0.1	0.55	0.598
371	0.387	0.367	-2.1	1.34	0.315
372	0.510	0.524	1.4	0.81	0.478
381	0.171	0.150	-2.1	14.24	0.002 *
382	0.730	0.707	-2.3	6.31	0.023 *
383	0.378	0.374	-0.4	4.51	0.049 *
384	0.402	0.336	-6.6	10.10	0.006 *
385	0.678	0.554	-12.4	1.05	0.395
390	0.183	0.143	-4.0	2.14	0.180

* Significativo al 5%

** Significativo al 10%

CUADRO No. 7
VARIABLES DE POLITICA
Matriz de Correlacion

	CONC	ERP	QR	EXPO	IMPO	EXPCH	IMPCH
Concentracion (CONC)	1						
Protec. Efectiva (ERP)	0.041 (0.172)	1					
Cuotas Import. (QR)	-0.111 * (0.002)	0.211 *1/ (0.001)	1				
Tasa de Exportac. (EXPO)	-0.156 * (0.001)	0.047 (0.115)	0.052 ** (0.082)	1			
Tasa de Importac. (IMPO)	-0.252 * (0.001)	-0.478 * (0.001)	-0.015 (0.617)	-0.056 ** (0.062)	1		
Cambio en EXPO (EXPCH)	0.013 (0.660)	0.002 (0.944)	-0.011 (0.719)	0.459 * (0.001)	-0.013 (0.667)	1	
Cambio en IMPO (IMPCH)	-0.102 * (0.001)	-0.067 * (0.027)	-0.109 * (0.001)	0.013 (0.657)	0.186 * (0.001)	0.021 (0.479)	1

* Coeficiente significativo al 5%

** Coeficiente significativo al 10%

1/ El coeficiente de correlacion es de 0.7252 si se toma como variable de restriccion la proporcion de la produccion naciona cubierta por cuotas de importacion -para el an/o 1988-

El Cuadro 7 también muestra que los sectores más protegidos tanto en términos de protección arancelaria (protección efectiva) como para-arancelaria (restricciones cuantitativas) tienen menores tasas de importaciones (tasa de importaciones a ventas domésticas) y menor crecimiento en dicha tasa.

Do otro lado, no existe una vinculación clara entre las variables de política y el grado de concentración: los sectores más concentrados tienen tasas de protección efectiva significativamente más altas, pero tasas de restricciones cuantitativas más bajas. Los sectores más concentrados tienen también menores tasas de importaciones y de exportaciones.

VI. ESTIMACION DE LOS NIVELES DE EFICIENCIA

A. Estimación de las Funciones de Producción

En esta sección se presentan los resultados de la estimación de fronteras de producción Cobb-Douglas a nivel de los sectores CIU a tres dígitos. Los modelos estimados asumen, tal como se discutió en la Sección II, que no todas las firmas son totalmente eficientes y que los grados de ineficiencia (u_i) varían entre ellas (ver ecuación 2a, Sección II. B.):

$$(12a) \quad Q_{it} = \alpha + \beta_0 LEU_{it} + \beta_1 CI + \beta_2 K + v_{it} - u_i \\ u_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

donde Q es la producción bruta, LEU es el trabajo medido en unidades de eficiencia, CI es consumo intermedio, K es el stock de capital, y v es un término de error aleatorio. Todas las variables están en logaritmos y son calculadas a nivel de firma tal como se explica en la Sección IV.

El modelo es estimado para un total de 2344 firmas (N) distribuidas en 27 sectores (excluyendo los sectores de refinерías de petróleo, 353 y de fabricación de derivados del petróleo, 354), para el periodo 1978-1991 ($T=14$)¹¹. Con el fin de estimar

¹¹ Esto representa un total de 32816 observaciones, en las estimaciones que utilizan toda la información. Este número excede las capacidad máxima de observaciones del programa

econométricamente el modelo, éste es transformado en un modelo de panel con intercepto variable a nivel de cada firma, y estimado como un modelo de efectos fijos (ver Sección II. B.):

$$(12b) \quad Q_{it} = \alpha_i + \beta_0 LEU_{it} + \beta_1 CI + \beta_2 K + v_{it}$$

$$\alpha_i = \alpha - u_i$$

Es este modelo, se asume como ya se indicó que los niveles de eficiencia son específicos a cada firma y constantes durante todo el período. Este supuesto es parcialmente relajado por medio de la introducción de dummies de tiempo, que permiten que los niveles de eficiencia varíen en el tiempo en forma diferente a nivel de los sectores a 3 dígitos, aunque no en forma diferente para cada firma al interior de ellos. El supuesto de que todas las plantas siguen una misma trayectoria de crecimiento de la productividad es modificado en la sección siguiente que permite diferentes tasas de crecimiento de la productividad a nivel de planta.

Los resultados del modelo anterior se utilizan para probar estadísticamente las siguientes hipótesis nulas:

(i): Existen rendimientos constantes a escala:

$$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 = 1$$

(ii): Los efectos fijos no son significativos (no existen diferencias significativas en eficiencia y productividad a nivel de firma):

$$\alpha_i = \alpha$$

TSP/386 para microcomputadores (25000 observaciones), y por supuesto la del programa Micro-TSP. Por esta razón la mayor parte de las estimaciones econométricas se hicieron utilizando el programa SAS en el computador de la Universidad de Illinois en Chicago.

(iii): La estimación de efectos fijos y efectos aleatorios es igual (los niveles de ineficiencia no son observables por los managers, y por lo tanto no existe correlación entre los niveles de ineficiencia y la escogencia de insumos. Con el fin de probar esta hipótesis se calcula el Test de Hausman sobre la base de los resultados del modelo de efectos fijos y de la estimación de un modelo de efectos aleatorios.

El Cuadro No. 8 muestra los resultados de la estimación del modelo de efectos fijos con dummies de tiempo que comparan el crecimiento de la productividad en los períodos 1983-1985 y 1986-1991 con respecto al período 1978-1982.

Como se puede ver, los signos obtenidos son correctos y en la mayoría de los casos significativamente diferentes de cero. Las elasticidades empleo-producto varían entre un límite inferior de 0.044 en las industrias básicas de metales no ferrosos (sector 372) hasta una de 0.514 en la fabricación de objetos de barro, loza y porcelana. Las elasticidades producto-capital van desde 0.014 en la fabricación de productos de caucho (sector 355) hasta 0.249 en la fabricación de vidrio (sector 362) y en metales no ferrosos (372). Las mayores elasticidades producto son las asociadas al consumo intermedio como cabe de esperar dada la alta participación del valor del consumo intermedio en el valor del producto en la mayoría de los sectores.

De otro lado, existen evidencias mixtas de rendimientos no constantes a escala. Nueve sectores presentan rendimientos decrecientes a escala, especialmente significativos en los sectores de bebidas (313), fabricación de productos de caucho (355), y fabricación de equipo profesional y científico (385). Los sectores con evidencias de rendimientos crecientes a escala son fabricación de calzado (324), industrias básicas de hierro y acero (371), fabricación de productos metálicos (381), y fabricación de maquinaria eléctrica (383). Es interesante notar que todos los sectores de la industria metalmeccánica y de fabricación de maquinaria presentan parámetros de escala estimados mayores a uno, aunque no siempre significativamente mayores.

Por otra parte, en todos los casos se rechaza la hipótesis de que no existe diferencia en los niveles de productividad a nivel de firma. Este importante resultado apoya por lo tanto la hipótesis de que la estructura industrial es heterogénea, y cuestiona los resultados de estimaciones que asumen una función de producción promedio común a las diferentes

firmas. Por el contrario, se evidencia la necesidad de utilizar instrumentos analíticos que tomen explícitamente en cuenta la heterogeneidad industrial, como es el caso de la estimación de fronteras de producción.

Finalmente, para 23 de los 27 sectores se rechaza la hipótesis de que los niveles de ineficiencia no están correlacionados con la escogencia de insumos debido presumiblemente a que ellos no serían observados por los managers y por lo tanto no podrían ser tomados en cuenta en las decisiones de producción. La existencia de dicha correlación invalida el uso de modelos de efectos aleatorios. Con base en este resultado se utilizan los resultados del modelo de efectos fijos para el cálculo de los niveles de eficiencia a nivel de firma. Una justificación adicional para el uso del modelo de efectos fijos es que metodológicamente estamos interesados en el análisis de las 2344 firmas que en constituyen la "población" de firmas establecidas o sobrevivientes y no simplemente una muestra tomada de una población más grande (Hsiao, 1985).

B. Estimación de los Niveles de Eficiencia Variables en el Tiempo

Para el cálculo de los niveles de eficiencia variables se utiliza el modelo presentado en la sección II. B. (ecuación 6a), el cual expresa el efecto fijo (i.e. los niveles de eficiencia asociados a cada firma) como una función flexible del tiempo:

$$(13a) \quad Q_{it} = \alpha_{it} + \beta_0 LEU_{it} + \beta_1 CI + \beta_2 K + v_{it}$$

$$\alpha_{it} = w'_{it} \theta_i$$

$$w'_{it} = [1, t, t^2]$$

$$\theta_i = [\theta_{i1}, \theta_{i2}, \theta_{i3}]$$

La estimación de este modelo se hace por etapas siguiendo el método sugerido por Liu para evitar los problemas de dimensionalidad en la estimación. En una primera etapa se regresan la variable dependiente (Q) y cada uno de los insumos con respecto a una constante, t y t^2 a nivel de firma. Este procedimiento toma en cuenta el resultado de la

sección anterior de que los niveles de ineficiencia aparecen correlacionados con los escogencia de insumos en la mayor parte de los sectores¹².

Con los coeficientes estimados se obtienen los valores estimados de la producción (Q^*) y de cada uno de los insumos (LEU^* , CI^* y K^*). Posteriormente se efectúan las regresiones de la variable ($Q-Q^*$) sobre cada uno de los insumos expresados de manera equivalente ($LEU-LEU^*$, etc.) a nivel de los sectores a 3 dígitos¹³:

$$(13b) \quad (Q - Q^*) = \alpha + \beta_0(LEU - LEU^*) + \beta_1(CI - CI^*) + \beta_2(K - K^*) + v$$

Con los coeficientes estimados (β_0^* , β_1^* , β_2^*) se calculan los residuos:

$$(14a) \quad \varepsilon_{it} = Q_{it} - \beta_0^* LEU_{it} - \beta_1^* CI_{it} + \beta_2^* K_{it}$$

los cuales son un estimador consistente del término de error aleatorio (v_{it}) y del efecto fijo (u_{it}):

$$(14b) \quad \varepsilon_{it} = \alpha_{it} + v_{it} = \theta_{i0} + \theta_{i1}t + \theta_{i2}t^2 + v_{it}$$

El estimador de los niveles de eficiencia para cada firma en cada año (α_{it}) se puede obtener regresando ε_{it} sobre una constante, t y t^2 a nivel de cada firma, y corresponde a los valores estimados de la variable dependiente:

$$(14c) \quad \alpha_{it}^* = \varepsilon_{it}^* = \theta_{i0}^* + \theta_{i1}^*t + \theta_{i2}^*t^2$$

Puesto que en la estimación se incluye tanto a las empresas que están en la frontera como aquellas que están por debajo de la frontera, esta medida de eficiencia promedio

¹² Si dicha correlación no existiera bastaría con regresar los residuos (los cuales serían un estimativo de $\alpha_{it} + v_{it}$), $\varepsilon_{it}^* = Q_{it} - \beta_0^* LEU_{it} - \beta_1^* CI_{it} - \beta_2^* K_{it}$ sobre una constante, t y t^2 .

¹³ De esta manera se aísla la parte no correlacionada con el término de ineficiencia y se pueden estimar los coeficientes β de una manera consistente.

toma en cuenta los cambios en el intercepto estimado en ambos tipos de empresas, y por lo tanto es una medida tanto de los desplazamientos de la frontera como de los cambios en eficiencia a nivel de firma. Una interpretación interesante es la sugerida por Nishimizu y Page (1982) según la cual los desplazamientos de la función de producción en las firmas que están en la frontera constituye una medida del "cambio tecnológico", mientras que los desplazamientos de la función de producción en las firmas que están por debajo de la frontera constituye una medida de los "cambios en eficiencia" en tanto se trata de movimientos hacia la frontera de producción (o alejándose de la frontera tecnológica en los casos de incrementos en ineficiencia). La agregación de ambos cambios a nivel sectorial constituye el "crecimiento de la productividad total factorial" o la contribución del residuo al crecimiento.

Aunque esta interpretación es interesante, en realidad la distinción entre ambos componentes es un poco artificial, como lo reconocen los propios autores. En realidad los efectos de eficiencia asociados a la medición del residuo incluyen efectos asociados a la utilización de capacidad, cambio técnico, efectos de externalidades, desplazamientos hacia la frontera, etc.

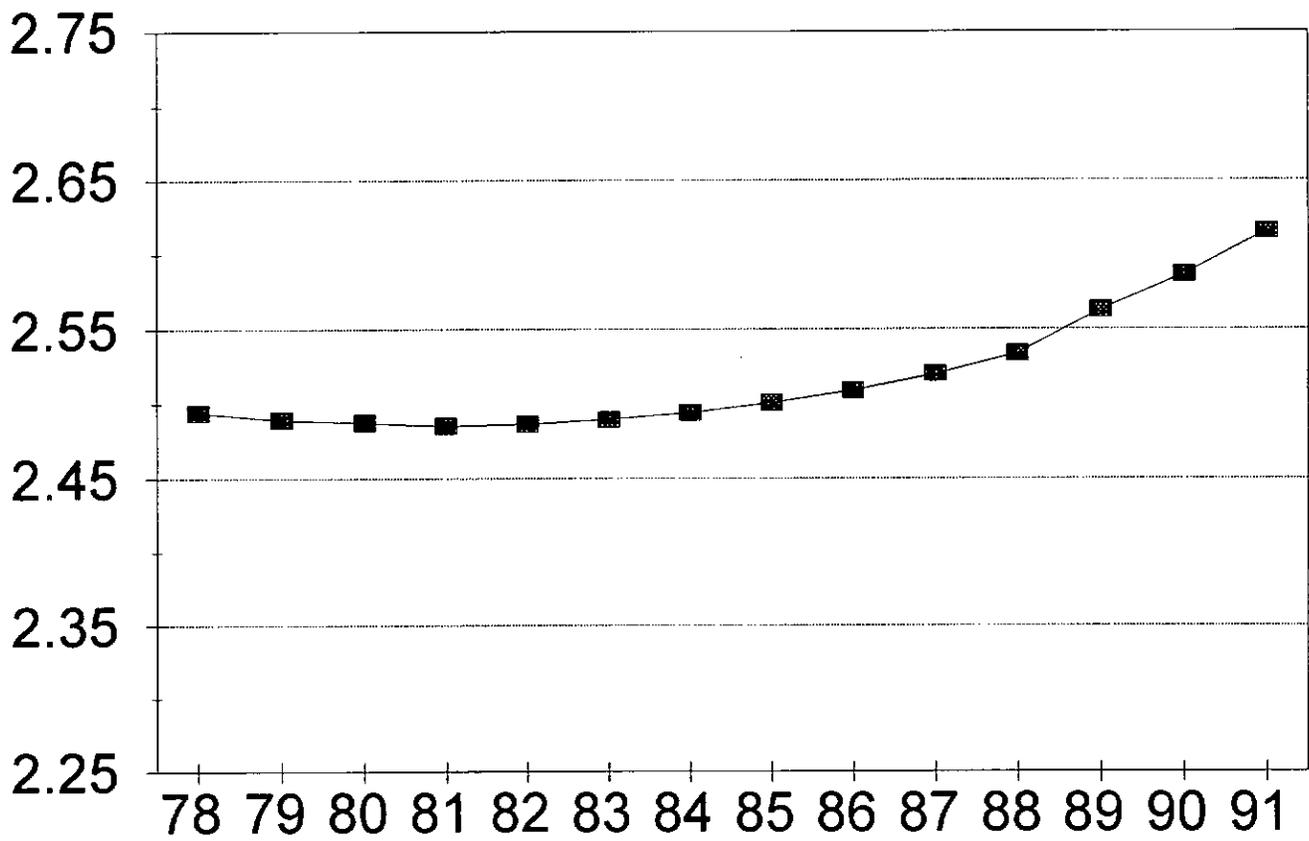
1. Tendencias Globales

Es este conjunto de factores el que está representado en la variable "eficiencia técnica promedio" que se muestra en la Gráfica 15. Los valores representan promedios (ponderados por la participación en la producción) de los índices de eficiencia técnica a nivel de firma (variable α_{it} , en la ecuación 14c). Se observa en particular, una tendencia ascendente de la eficiencia técnica promedio para el conjunto de la industria manufacturera, la cual habría aumentado 5.78% entre 1982 y 1991. Las ganancias de eficiencia se obtuvieron especialmente en los últimos años de la década de los ochenta. Con todo, esta cifra representa un incremento anual de sólo 0.57% por año¹⁴. Si se toma

¹⁴ Esta cifra es enteramente comparable con estimaciones del crecimiento de la productividad total factorial de 0.78% en el mismo período (Ramírez, 1993a). Esta cifra toma en cuenta sesgos potenciales asociados a la existencia de competencia imperfecta y rendimientos crecientes. Cálculos tradicionales del crecimiento de la productividad asumiendo competencia perfecta y rendimientos constantes a escala arrojan un crecimiento anual de 1.65% entre 1983 y 1989.

GRAFICA 15

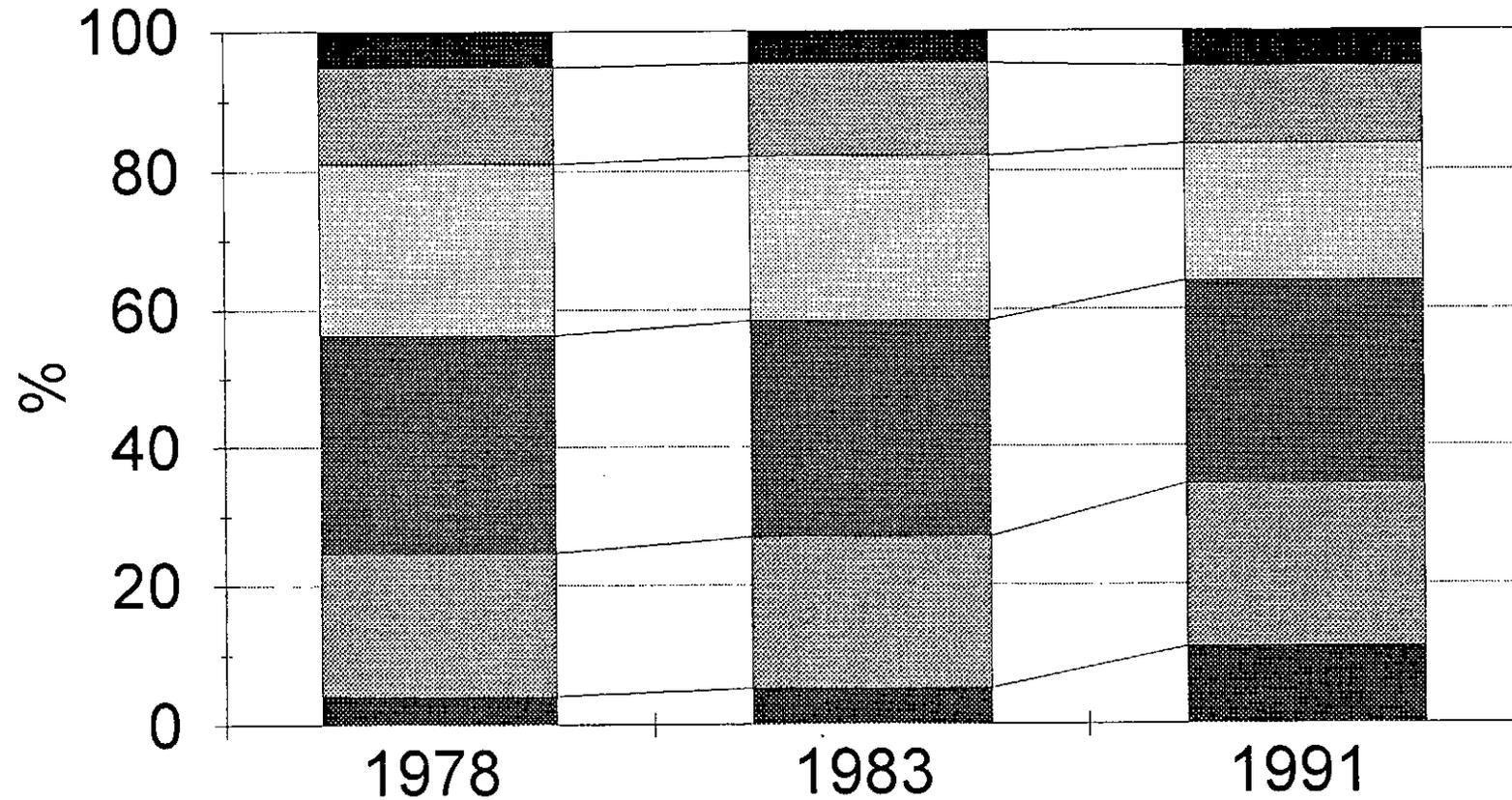
EFICIENCIA PROMEDIO
Industria Manufacturera



GRAFICA 16

DISTRIBUCION DE EMPRESAS

Niveles de Eficiencia Relativa



■ Menos de 50% ■ 50% a 60% ■ 60% a 70%
■ 70% a 80% ■ 80% a 90% ■ Mas de 90%

en cuenta que el crecimiento del producto bruto para las firmas seleccionadas fué de 3.71% por año, se concluye que los incrementos en eficiencia y productividad aportaron solamente un 15.4% del crecimiento global.

Otra forma de analizar la eficiencia es en términos de la distribución de empresas con respecto a la frontera tecnológica. Esta medida describe en que posición relativa se ubica cada empresa en términos de eficiencia con respecto a las más eficientes. La Gráfica 16 muestra la distribución de empresas en términos de eficiencia relativa para tres años: 1978, 1983 y 1991.

Cabe destacar el relativo ensanchamiento de la franja de los menos eficientes y la contracción de la participación de las empresas de segmentos más eficientes, en particular aquellas que operan con niveles de eficiencia de entre 70% y 90%. Este hecho, sin embargo, no significa que en promedio la industria fuera más ineficiente en 1991 que en 1978. De hecho, como ya se señaló, la industria era en promedio más eficiente, si bien no mucho más eficiente. La explicación es que en épocas de mayor innovación y crecimiento de la productividad (como aparentemente ocurrió a finales de los ochenta), un mayor número de empresas puede rezagarse con respecto al mayor dinamismo en la frontera. En otras palabras, no es que aquellas empresas se vuelvan más ineficientes, sino que aquellas que están en la frontera se vuelven más eficientes. Adicionalmente, el proceso de difusión tecnológica no transcurre instantáneamente sino con rezagos que determinan en forma crucial el desempeño industrial global.

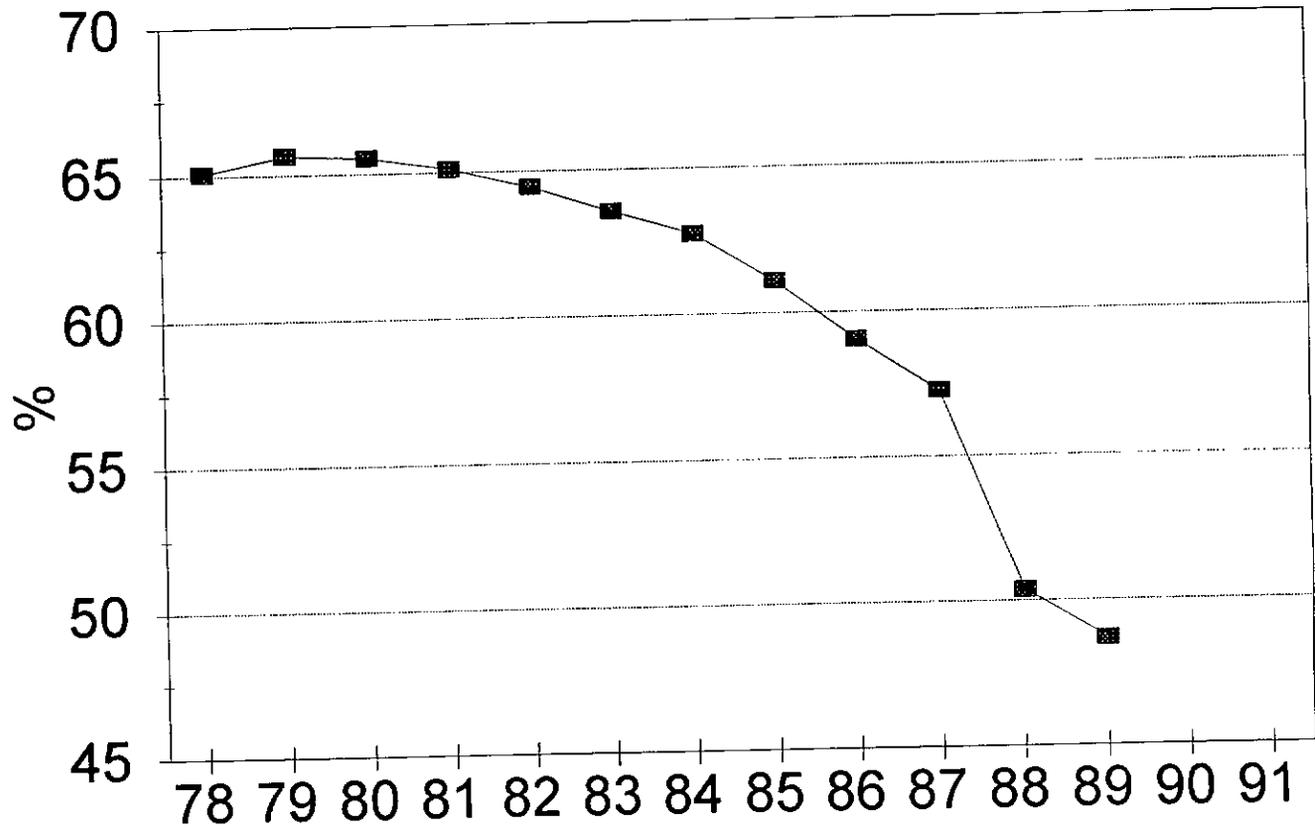
2. Eficiencia en Empresas Eliminadas del Mercado

En algunos casos los rezagos en eficiencia con respecto a la frontera coloca a las empresas al borde de su eliminación del mercado. Este proceso está bien descrito en la Gráfica 17. A manera ilustrativa, y sin pretender realizar un análisis exhaustivo de la dinámica de la eficiencia en las empresas eliminadas del mercado, se identificó un grupo de quince empresas que salieron del mercado entre 1987 y 1991. La Gráfica 17 muestra que para el conjunto de estas empresas la eficiencia había estado disminuyendo durante los ochenta. La Gráfica 18 desglosa esta tendencia en casos ilustrativos de algunas de estas empresas individualmente y sugiere un "umbral de salida del mercado" correspondiente a un nivel de eficiencia de entre el 40% y el 50%. En efecto, durante todo el periodo de

GRAFICA 17

EFICIENCIA RELATIVA PROMEDIO

Empresas Salientes



análisis para las 2344 empresas, el menor nivel de eficiencia relativa calculado fué de 39.3% en una empresa que salió del mercado en 1987 (ver Gráfica 18).

La gráfica anterior también sugeriría que el mecanismo de selección del mercado actúa con una cierta temporalidad: los más ineficientes tienden a salir primero. Sin embargo, la verificación empírica de estas hipótesis requerirían un estudio dirigido al análisis de los procesos de productividad y eficiencia en las firmas que salen del mercado, lo cual está por fuera de los alcances y objetivos de este estudio.

3. Eficiencia por Tamaño de Empresas

La comparación de los niveles de eficiencia técnica promedio por tamaño de empresas (Gráficas 19 y 20) permite extraer las siguientes conclusiones:

i. Las empresas más eficientes no son las más grandes, sino las de tamaño medio, en particular las que ocupan entre 200 y 500 trabajadores. Durante el período 1978-1991 su eficiencia técnica promedio fué de 3.02, frente a 2.88 de las de más de 800 trabajadores, y 2.87 de las que ocupan entre 500 y 800 trabajadores. Los niveles de eficiencia técnica de las empresas más pequeñas fueron 2.68 (entre 100 y 200 trabajadores), 2.60 (entre 50 y 100 trabajadores, y 2.28 las empresas pequeñas (entre 10 y 50 trabajadores).

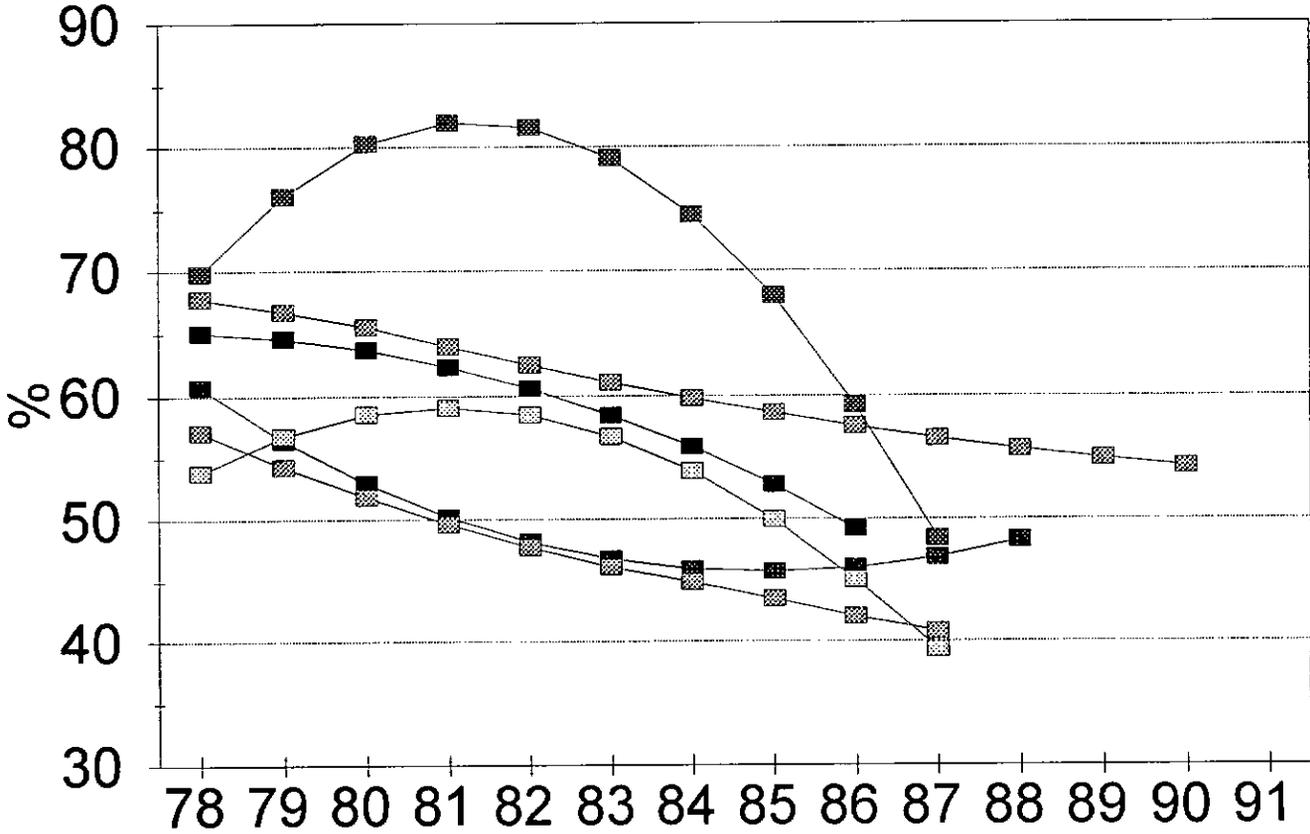
ii. Las empresas que ocupan entre 500 y 800 trabajadores, "alcanzaron" a las empresas más grandes (mayores a 800 trabajadores) en términos de eficiencia, y luego las superaron desde la segunda mitad de los ochenta. En efecto, dichas empresas tuvieron la tasa más alta de crecimiento de la eficiencia con un 6.9% frente a 2.7% en las empresas de más de 800 trabajadores entre 1978 y 1991.

iii. Entre todos los grupos de empresas, las empresas pequeñas (de 10 a 50 trabajadores) fueron las que se vieron más adversamente afectadas en términos de eficiencia por las condiciones recesivas de principios de los ochenta. Sin embargo, también ha sido rápida su recuperación a partir de 1988.

GRAFICA 18

EFICIENCIA RELATIVA

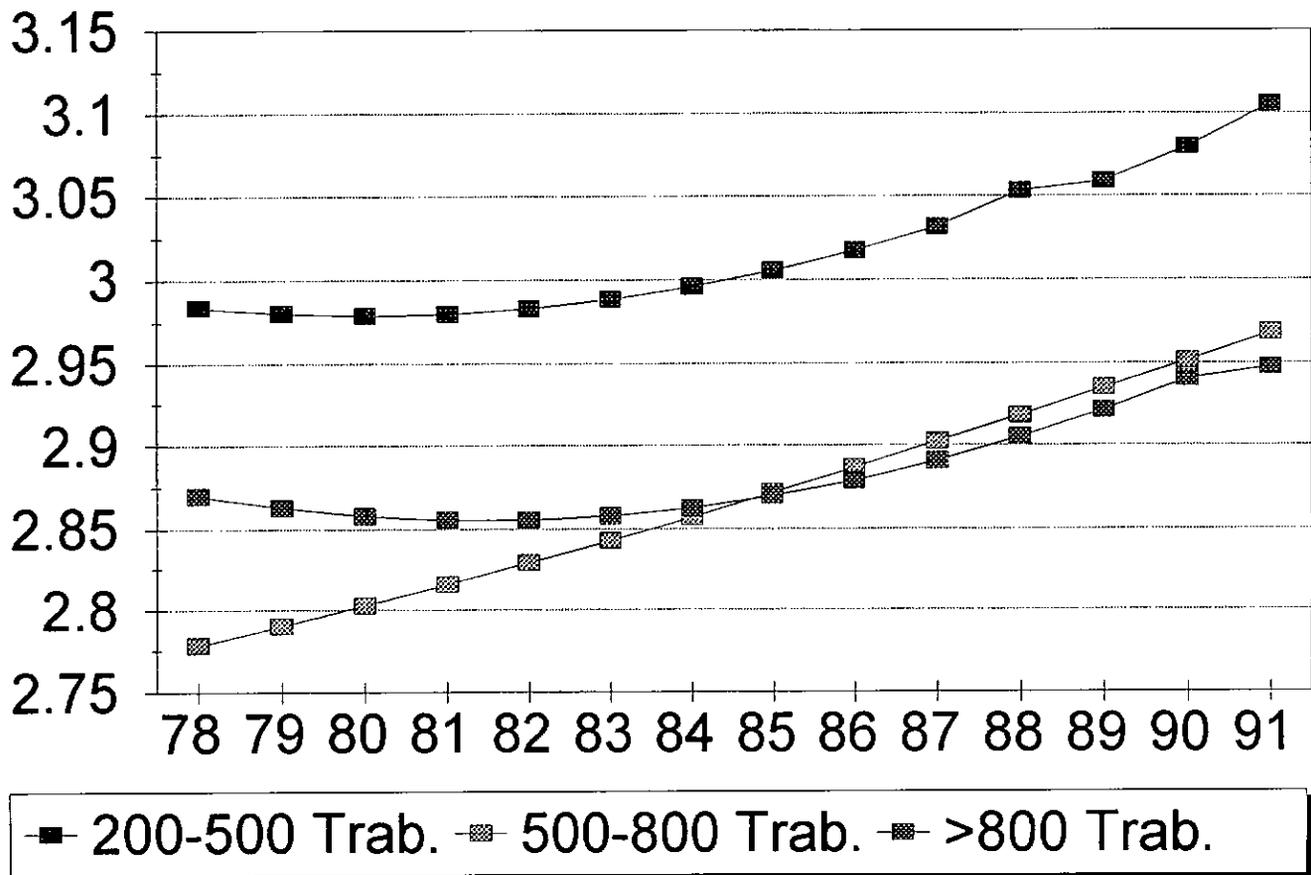
Muestra de Firmas Salientes



GRAFICA 19

EFICIENCIA PROMEDIO POR TAMANO

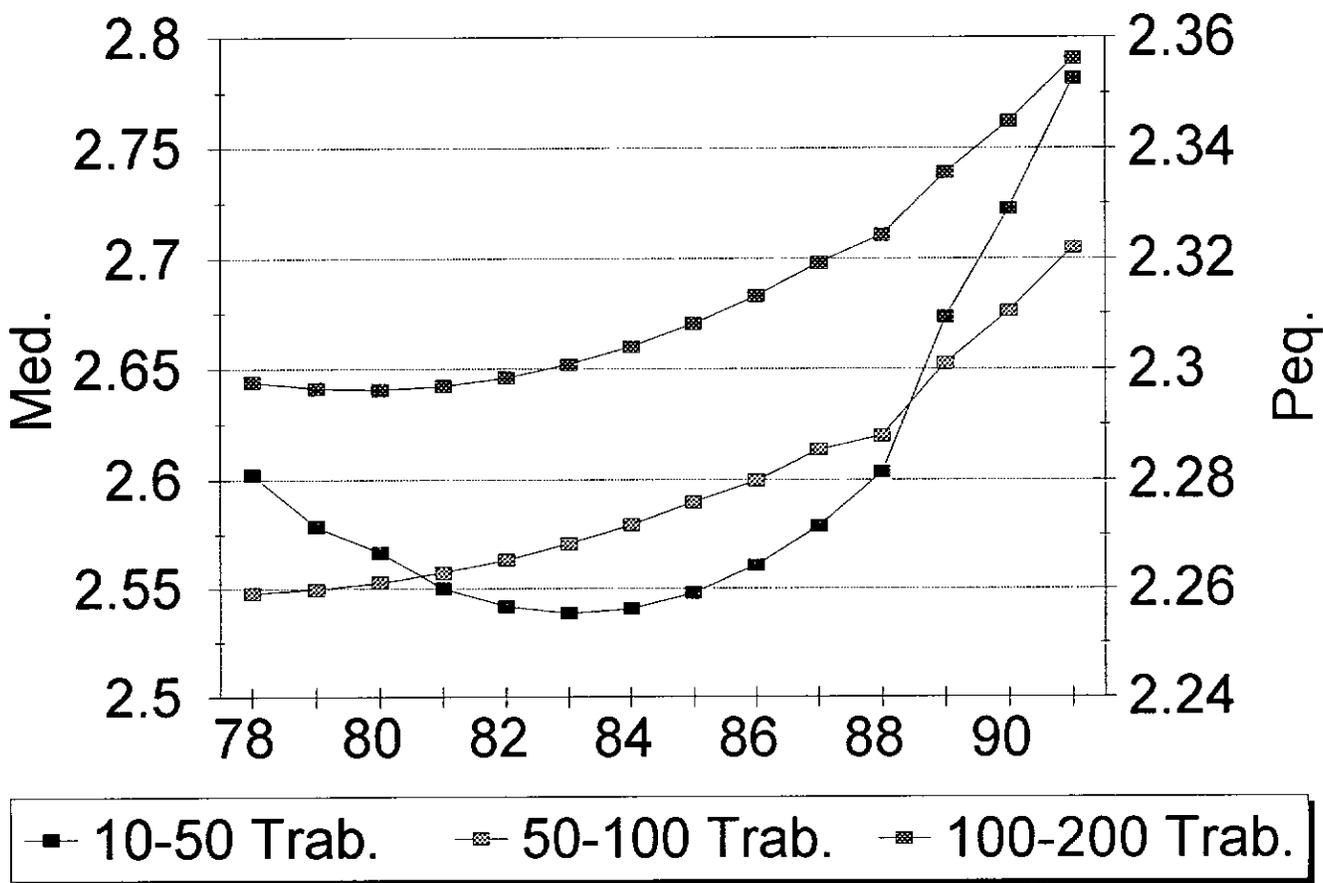
Empresas Grandes



GRAFICA 20

EFICIENCIA PROMEDIO POR TAMANO

Empresas Pequeñas y Medianas



4. Eficiencia por Sectores

La Gráfica 21 muestra los cambios en eficiencia a nivel sectorial entre 1978 y 1991. El sector con mayor crecimiento en la eficiencia promedio fué la industria de la madera (CIU 331, 1.34%) y luego alimentos (311-312, 1.10%). El de menor crecimiento fué el sector productor de equipo y material de transporte (384, con -0.61%).

Con el fin de analizar la evolución de la eficiencia en el tiempo a nivel sectorial, se construyó la variable de eficiencia promedio relativa definida como la tasa de la eficiencia promedio del sector (ponderada por la producción bruta a nivel de firma) con respecto al *nivel* de eficiencia técnica promedio de las empresas más eficientes del sector para cada período. Las Gráficas 22A a 22G muestran el comportamiento de esta variable para cada sector entre 1978 y 1991.

Existe una gran diversidad sectorial en torno a la evolución del grado de eficiencia relativa en el período. Sin embargo, hay algunos patrones comunes a un conjunto de sectores:

a) *Eficiencia en "U"*:

Se observa una caída en la eficiencia relativa en los primeros años de la década de los ochenta, seguida de una recuperación posterior. Este comportamiento en "U" de la eficiencia relativa se observa por ejemplo en otros alimentos (312), bebidas (313), y caucho (355). El sector producto de calzado (324) sigue una tendencia similar pero con una recuperación más rápida de los niveles de eficiencia.

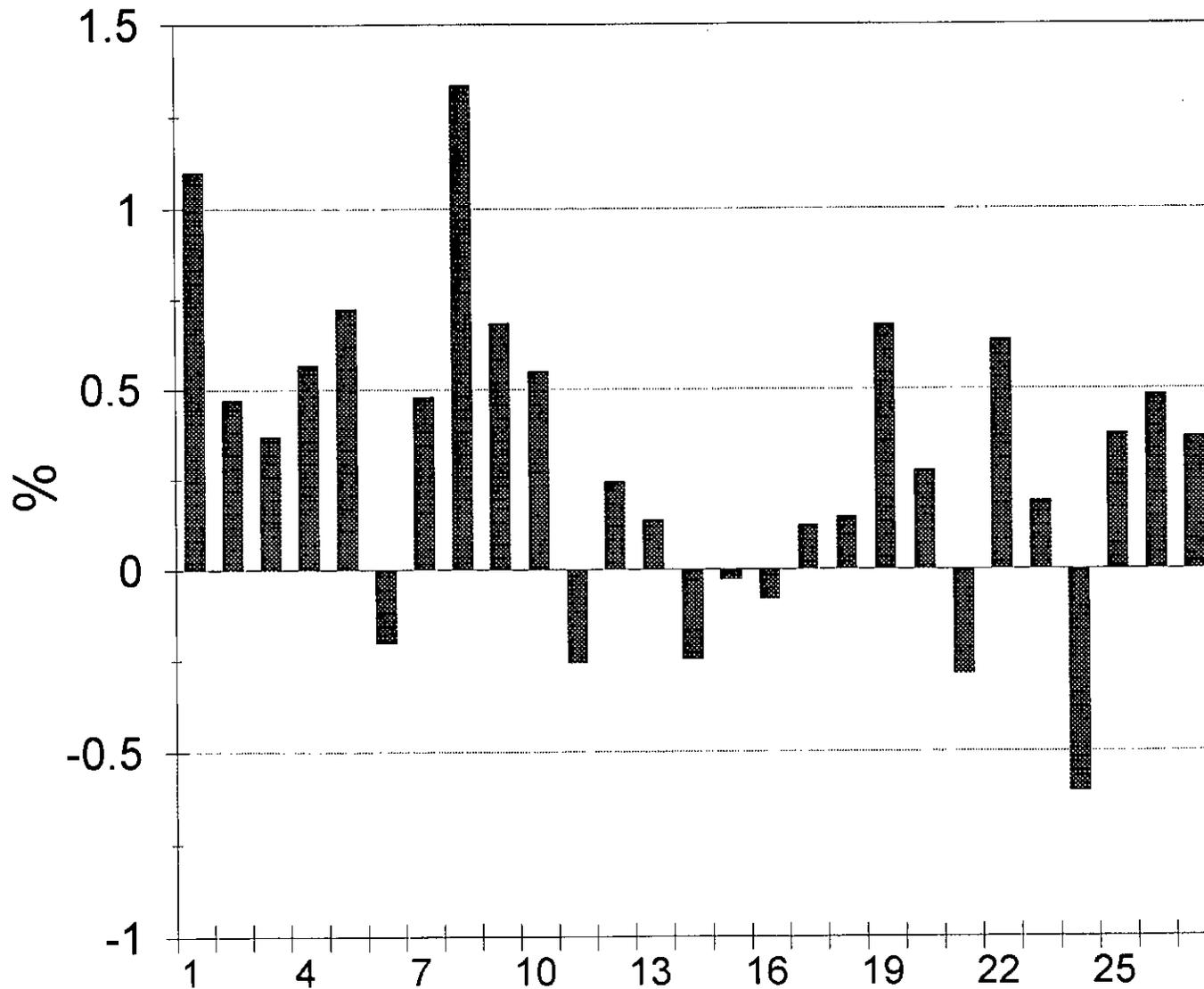
b) *Eficiencia en "U Invertida"*:

Algunos sectores tuvieron una evolución opuesta de la eficiencia relativa. Esta se incrementó durante finales de los setenta y principios de los ochenta, y decreció posteriormente. El caso más significativo es el de la producción de metales no ferrosos (372) cuya eficiencia relativa promedio se incrementó del 74% en 1978 al 85% en 1982, y cayó luego al 62% en 1991. En manufacturas diversas (390), el índice de eficiencia relativa pasó de 78% a 72.5% entre 1982 y 1991, y muebles (332) de 80.5% a 76%. En

GRAFICA 21

CAMBIOS EN EFICIENCIA

Tasas Anuales 1978-1991

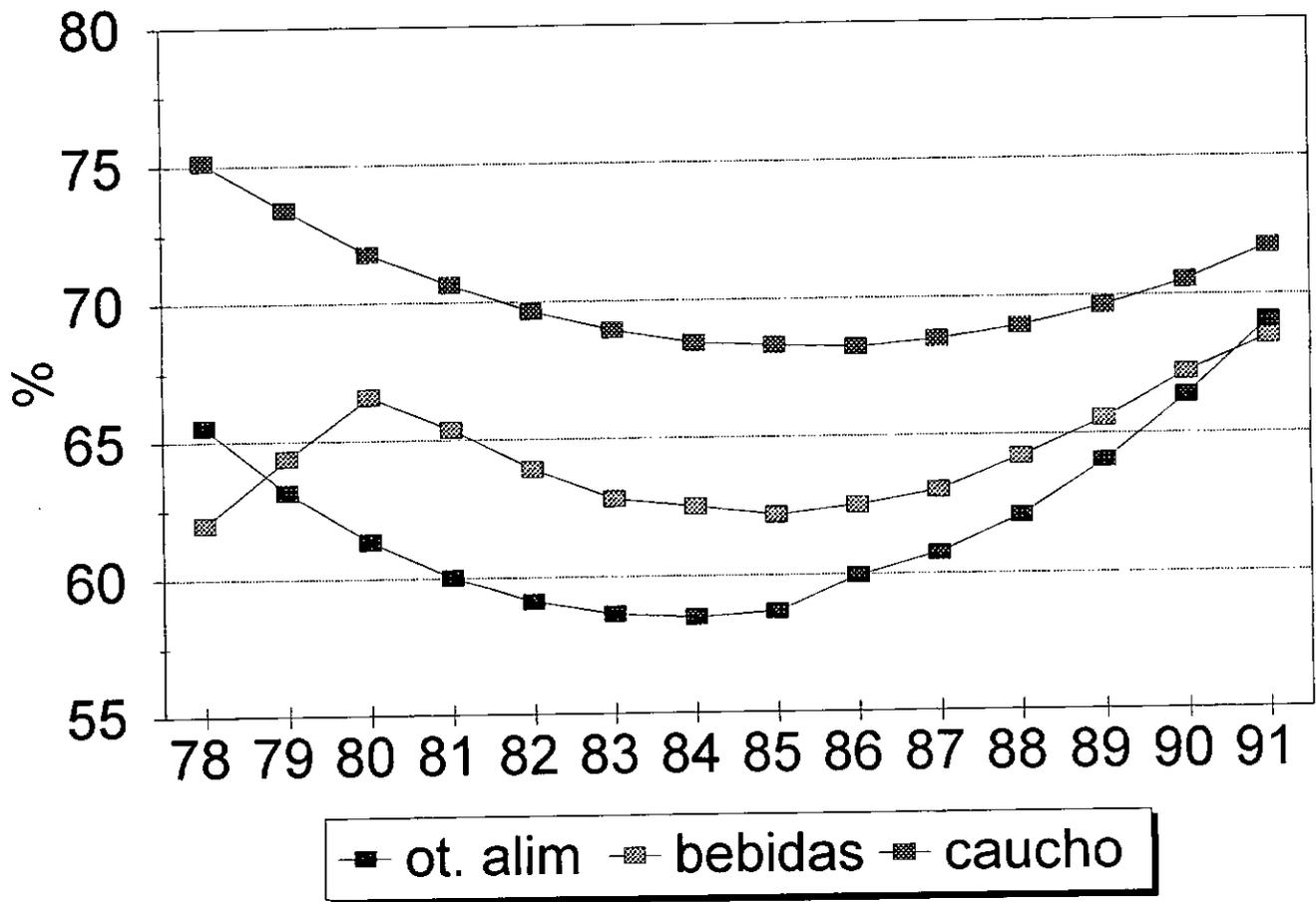


- 1. Alimentos
- 2. Bebidas
- 3. Tabaco
- 4. Textiles
- 5. Confec.
- 6. Cuero
- 7. Calzado
- 8. Madera
- 9. Muebles
- 10. Papel
- 11. Editoriales
- 12. Químicos
- 13. Otros Quím
- 14. Caucho
- 15. Plásticos
- 16. Cerámicas
- 17. Vidrio
- 18. No Met.
- 19. Hierro
- 20. No Ferrosos
- 21. Metálicos
- 22. Maq. No El.
- 23. Maq. El.
- 24. Transporte
- 25. Equipo Prof.
- 26. Diversas

GRAFICA 22A

EFICIENCIA RELATIVA

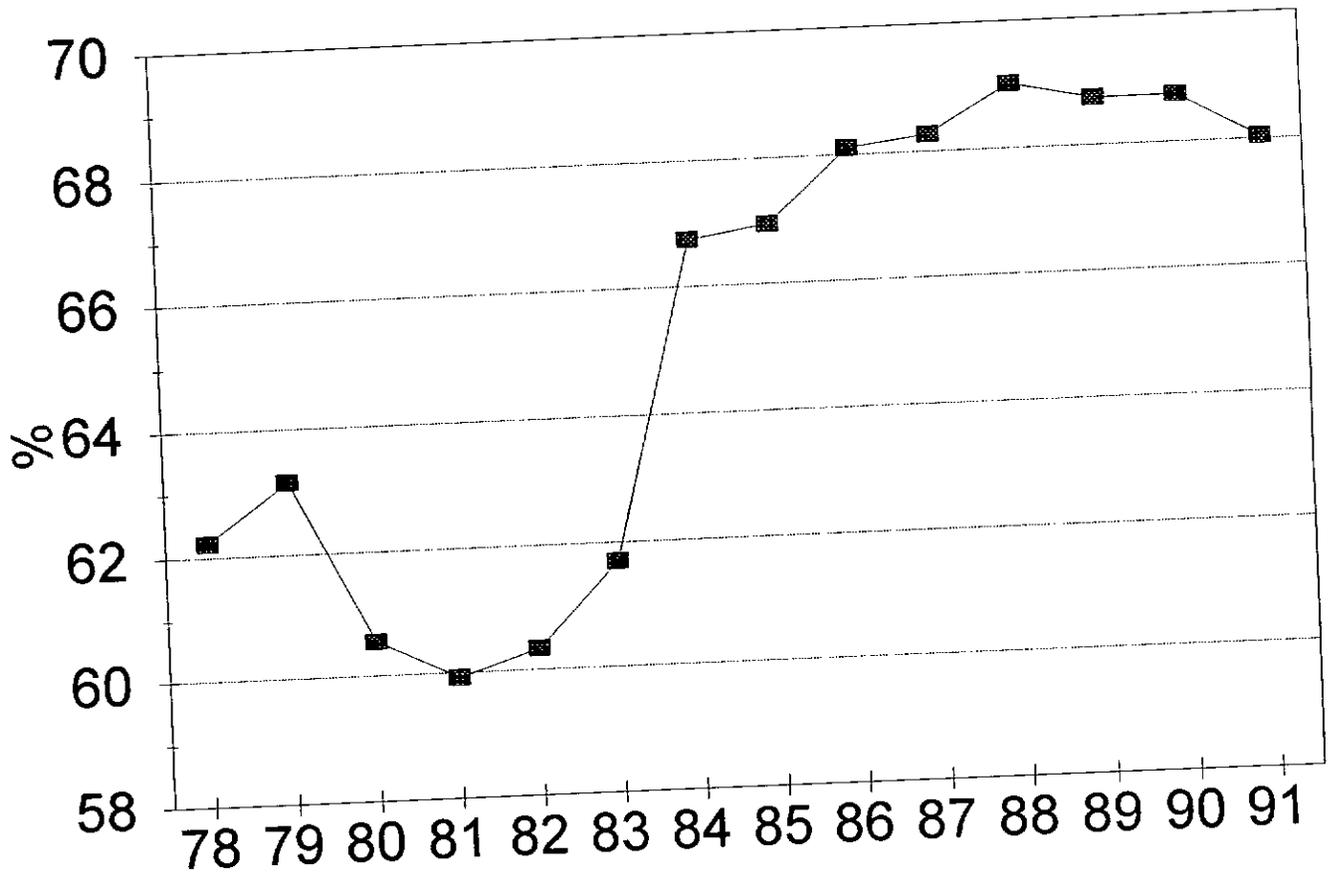
Tendencia en "U"



GRAFICA 22B

EFICIENCIA RELATIVA

Calzado (324)



otros minerales no metálicos (369) la tasa de eficiencia relativa disminuyó de 75.5% a 72% entre 1985 y 1991.

c) Eficiencia Relativa Decreciente:

Para varios sectores la tasa de eficiencia relativa disminuyó en forma continua durante el período. Los casos más significativos fueron los de productos metálicos (381, del 64% al 51%), plásticos (356, del 77% al 62%), barro, loza y porcelana (del 74% al 61%), maquinaria no eléctrica (382, del 71% al 61%), equipo de transporte (384, del 74% al 64%), vidrio (362, del 82% al 74%). Aunque no en igual magnitud, también se disminuyó la tasa de eficiencia relativa en los sectores de prendas de vestir (322, 73.5% a 70%), papel (341, 75% a 72.5%), químicos (351, del 80.5% al 77%), y textiles (321, del 69.3% al 67%). En este último caso sin embargo, la eficiencia promedio se incrementó a principios de los noventa.

d) Eficiencia Relativa Creciente:

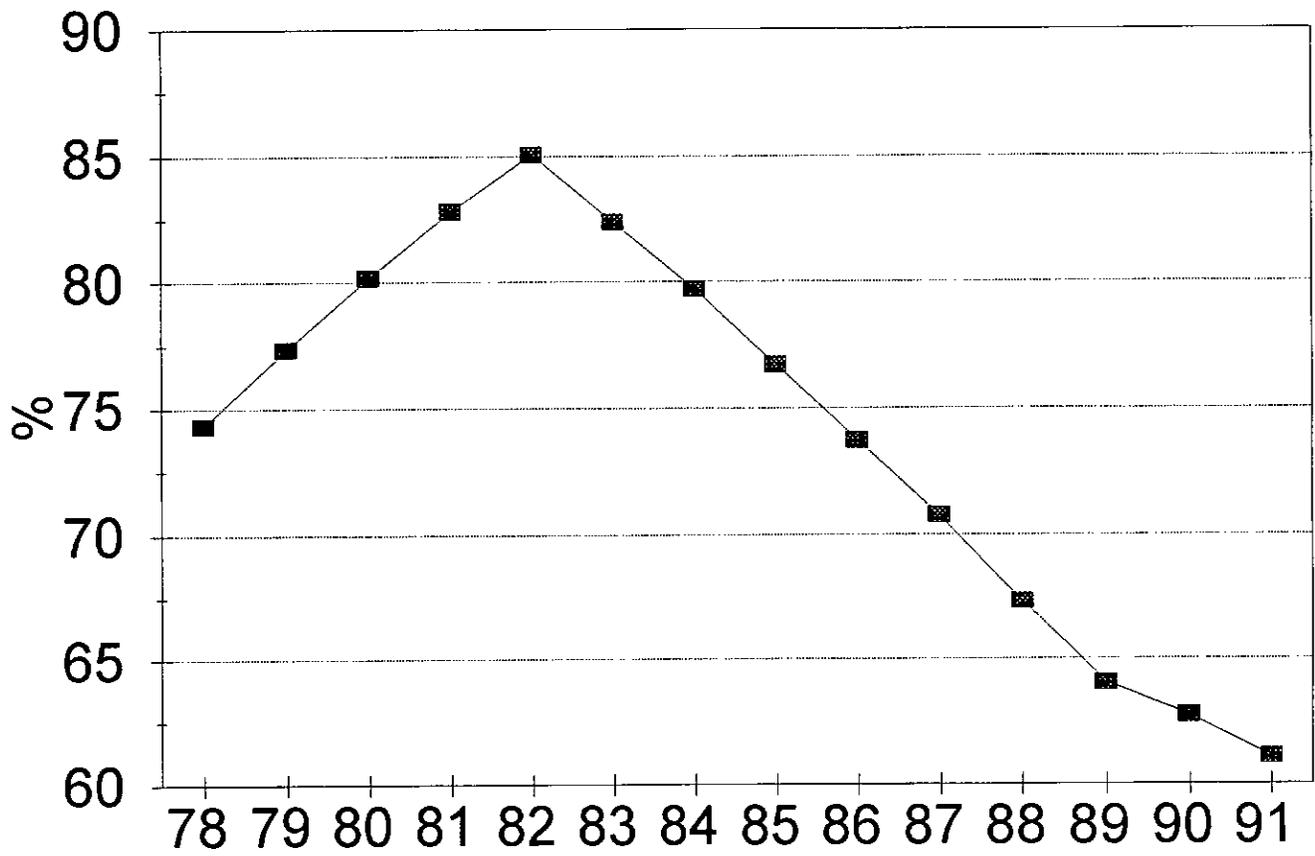
Finalmente, en algunos sectores la tasa de eficiencia relativa creció en forma continua durante todo el período: el caso más sobresaliente es el de las industrias básicas de hierro y acero con un enorme incremento en la eficiencia promedio del 72% en 1978 a cerca al 90% en 1989, si bien cayó al 85% en 1991. También es notorio el incremento en maquinaria eléctrica (383) de 71.5% a 78.5% en el mismo período, madera (331) del 66% a más del 73% en 1991, y en cuero (323) del 76% al 81.5% en 1989 -aunque disminuye posteriormente a 78%-.

A principios de la década de los noventa la eficiencia promedio en 12 (de 27) sectores industriales era inferior al 70%, y en 20 era inferior al 75%. Sólo en dos sectores los niveles de eficiencia promedio eran superiores al 80%. Este análisis sugiere por lo tanto, que a principios de los noventa existía un amplio margen para obtener mejoras en productividad y crecimiento industrial basados en cambios en la eficiencia con la cual se usaban las tecnologías existentes, o visto de otra manera, a través de incentivos al proceso de difusión de dichas tecnologías y de prácticas tecnológicas óptimas.

GRAFICA 22C

EFICIENCIA RELATIVA

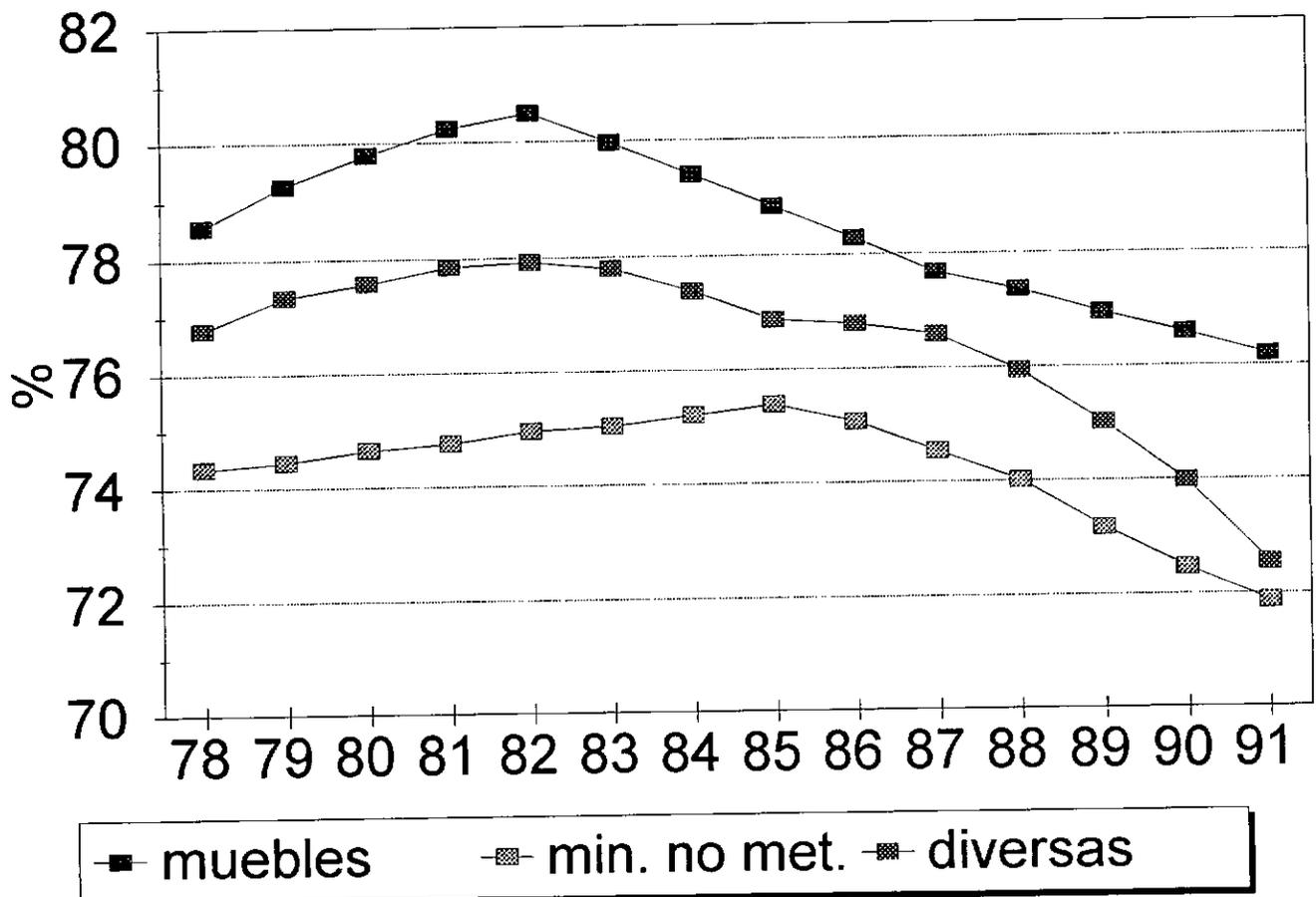
Metales No Ferrosos (372)



GRAFICA 22D

EFICIENCIA RELATIVA

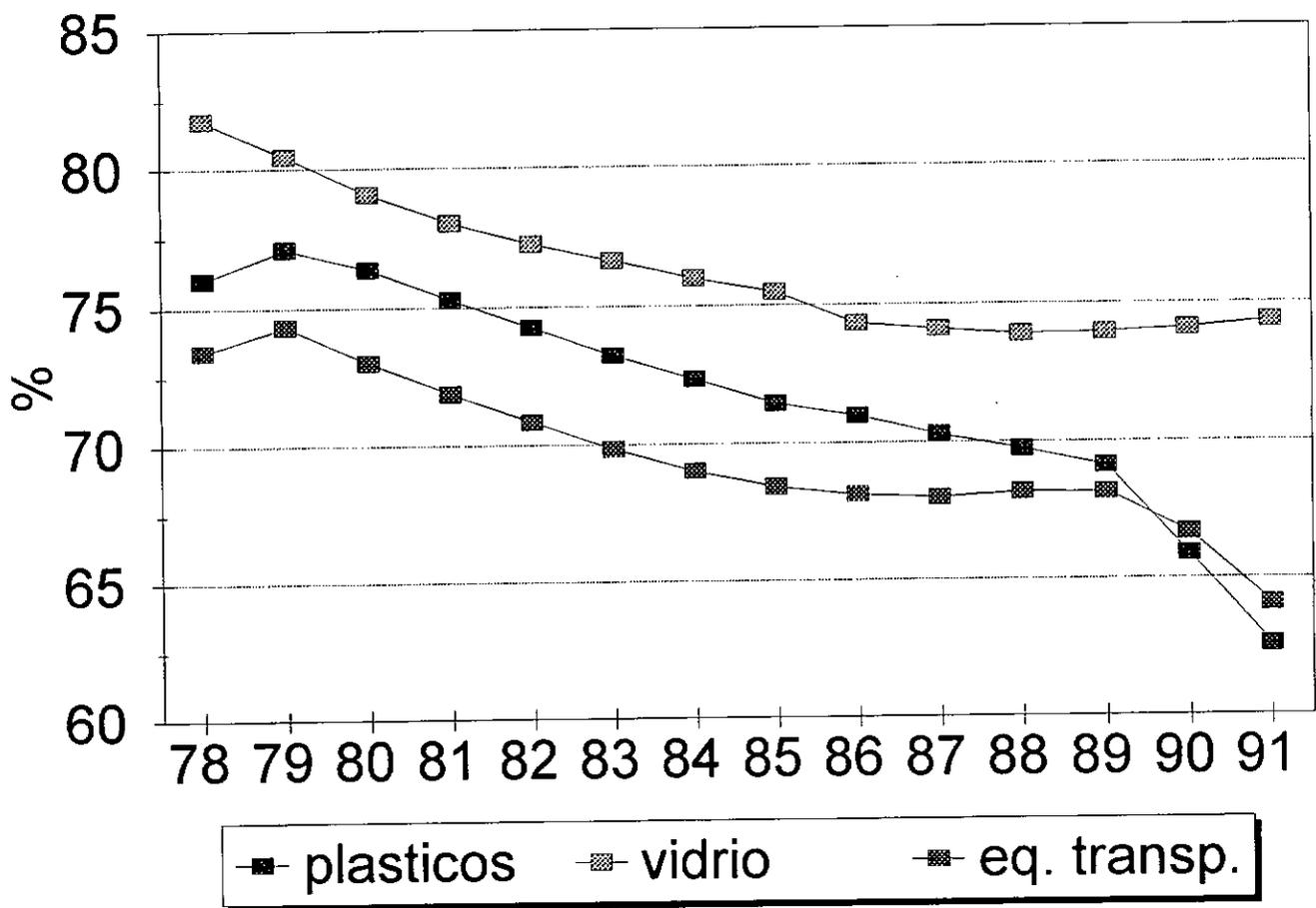
Tendencia en "U Invertida"



GRAFICA 22E

EFICIENCIA RELATIVA

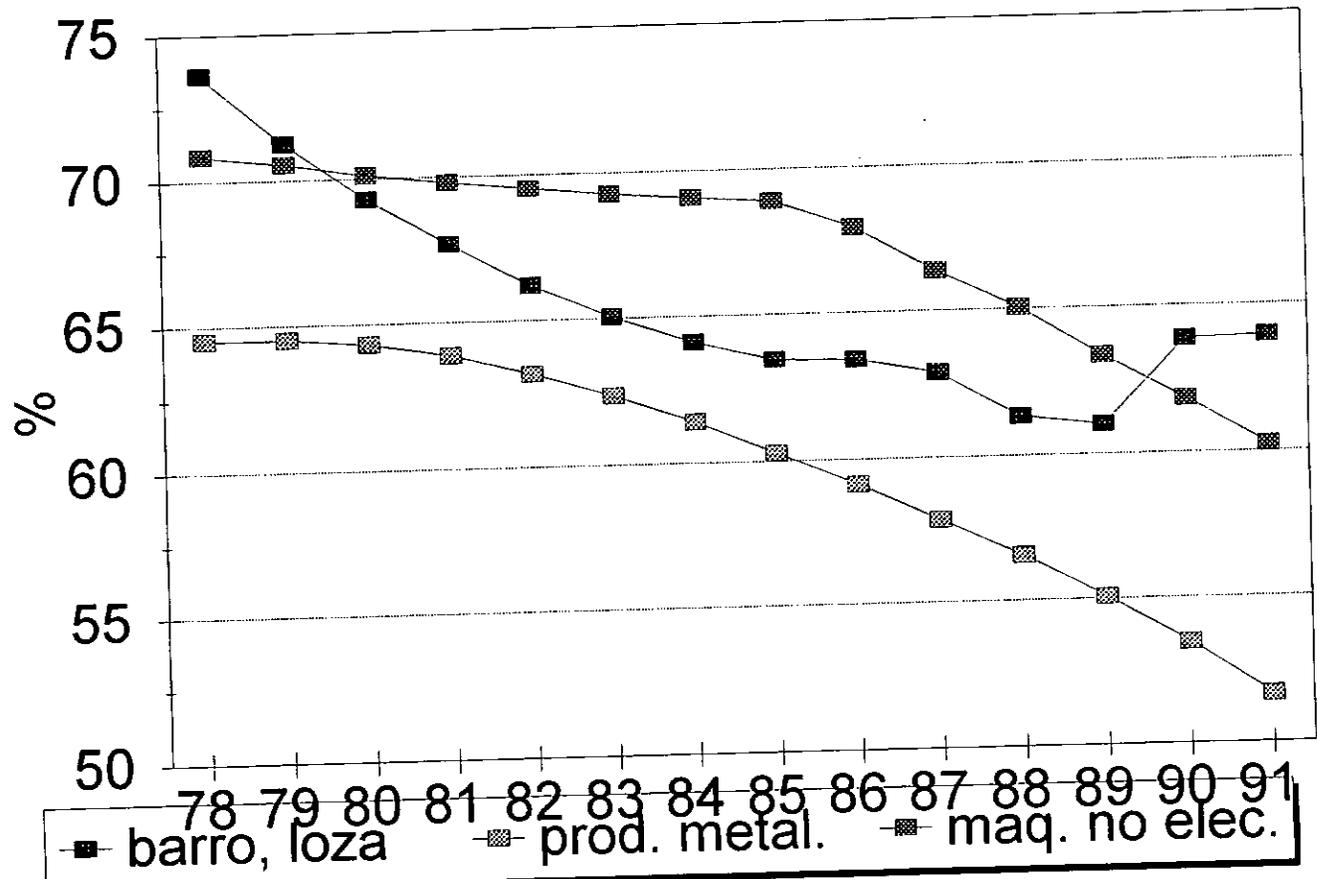
Tendencia Decreciente



GRAFICA 22F

EFICIENCIA RELATIVA

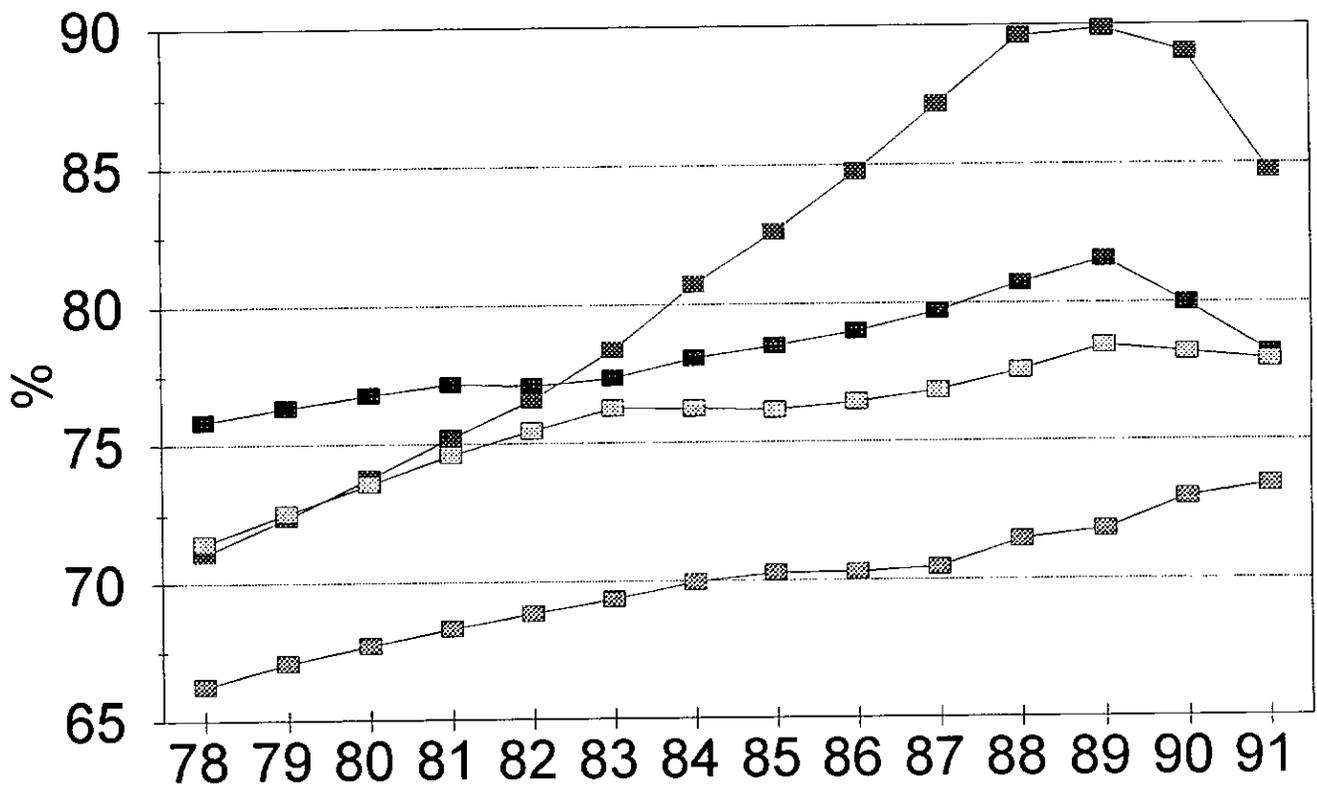
Tendencia Decreciente



GRAFICA 22G

EFICIENCIA RELATIVA

Tendencia Creciente



■ cuero ▣ madera ▤ met. basic. ▥ maq. elect.

Esta distinción conlleva importantes implicaciones de política puesto que, para algunos sectores industriales, una política de *difusión* de tecnologías disponibles y prácticas tecnológicas óptimas podría complementar o ser más eficaz para acelerar el crecimiento de la productividad que una política de incentivos a la *innovación* tecnológica (i.e., adopción de nuevas tecnologías por firmas en la frontera tecnológica).

En la medida en que el cambio en las condiciones de competencia originadas por las reformas comerciales haya logrado intensificar dicho proceso de difusión tecnológica o incentivar un mejor uso de las tecnologías existentes, se estaría explicando al menos parcialmente, el buen desempeño reciente del sector industrial. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las ganancias de eficiencia que pudieran estar asociadas a una política de apertura externa es una ganancia en *niveles* y no en *tasas* de crecimiento.

VII. EFICIENCIA, ESTRUCTURA INDUSTRIAL Y VARIABLES DE POLITICA

En esta sección se hace un análisis de los posibles determinantes de las diferencias en eficiencia técnica y de su evolución en el tiempo a nivel de firma. Con este objetivo se definen las siguientes variables explicatorias:

1. *A Nivel de Firma*: Cambios en utilización de la capacidad (aproximados por los cambios en el consumo de energía eléctrica), importancia de los procesos de aprendizaje (aproximados por la tasa de trabajo calificado a no calificado), y antigüedad (año de fundación de la empresa).

2. *A Nivel Sectorial* (4 dígitos): estructura industrial (grado de concentración), importancia de las economías externas (utilizando como variable proxy el crecimiento de la producción bruta del sector CIIU a 4 dígitos al cual pertenece la firma).

3. *Política Comercial y Grado de Apertura Comercial*: tasas sectoriales de protección efectiva (a 3 dígitos CIIU para 1979, 1984, 1985 y 1989), un índice sectorial de restricciones cuantitativas a las importaciones (definido como la proporción de posiciones en licencia previa a 3 dígitos CIIU para 1979, 1984, 1985 y 1989, y ajustado para los otros años), orientación exportadora (tasa de exportaciones a producción bruta) y

la tasa de penetración de importaciones (participación de las importaciones en las ventas domésticas a 3 dígitos).

4. *Variables de Clasificación*: estas variables (dummies) permiten formular hipótesis y analizar la relación entre la eficiencia y el conjunto de variables explicatorias agrupando las firmas por características que se piensa ejercen una influencia específica dentro de cada grupo y diferente entre grupos. Entre dichas variables de clasificación se considera: a) sector CIIU a 3 dígitos al cual pertenece la empresa; b) tamaño de la firma en tres categorías (menor a 200 trabajadores, de 200 a 500, y más de 500 trabajadores); c) industrias tradicionales e industrias de desarrollo tardío.

A. Metodología

Para el análisis de la relación entre los niveles de eficiencia técnica y el conjunto de las variables explicatorias especificadas anteriormente se aplicó un análisis en tres direcciones diferentes aunque complementarias:

a) *Análisis de Correlación*: Se calcularon los coeficientes de correlación y su significancia estadística entre la variable de eficiencia y cada una de las variables explicatorias. La existencia de una correlación estadísticamente significativa indica que ambas variables están asociadas linealmente, sin ninguna implicación en términos de causalidad. Es ciertamente posible pensar en múltiples situaciones en las cuales es difícil establecer una relación causal unívoca entre dos variables. Es el caso, por ejemplo, de la relación entre dinámica exportadora y eficiencia. Una firma puede exportar más gracias a que es más eficiente, pero también puede ser más eficiente debido a que una mayor trayectoria exportadora le permite confrontar sus prácticas de producción con otras firmas en el extranjero y beneficiarse de un conjunto de externalidades asociadas a la existencia de flujos comerciales dinámicos.

En muchos casos sin embargo, el coeficiente de correlación simple (también llamado el coeficiente de Pearson) puede llevar a concluir erróneamente que dos variables no están asociadas cuando en realidad existe una asociación no lineal entre ellas. Con el fin de tomar en cuenta esta posibilidad se calcularon también los coeficientes de correlación de Spearman, los cuales están basados en la relación que exista en el ordenamiento de las

observaciones en cada una de las variables y por lo tanto captura la posibilidad de correlaciones no lineales.

b) *Modelo Econométrico:*

En una segunda aproximación se estima un modelo econométrico por mínimos cuadrados ordinarios con la siguiente estructura:

$$(15) E = \alpha_0 + \alpha_1 LCLNC + \alpha_2 \Delta U + \alpha_3 \left(\frac{X}{Q}\right) + \alpha_4 \left(\frac{M}{Q}\right) + \alpha_5 CONC + \alpha_7 ERP + \alpha_8 QR + \alpha_9 \Delta Y^* + \alpha_{10} AFUND + u$$

E: Nivel de eficiencia técnica.

LCLNC: Tasa de trabajo calificado a no calificado.

ΔU : Cambios en la utilización de la capacidad.

X/Q: Orientación exportadora (X: exportaciones; Q: producto).

M/Q: Tasa de penetración de importaciones (M: importaciones).

CONC: Índice de concentración de Herfindahl..

ERP: Tasa de protección efectiva.

QR: Índice de restricciones cuantitativas a las importaciones.

ΔY^* : Proxy de economías externas.

AFUND: Año de fundación de la firma.

Este modelo es estimado para el total de las 2344 firmas entre 1981 y 1989, y por cada una de las variables de clasificación descritas anteriormente: industrias tradicionales e industrias de desarrollo tardío, y por tamaño de empresas (pequeña, mediana y gran industria).

c) *Análisis de Varianza*: El análisis de varianza permite medir la contribución de las variables tanto continuas como discretas o de clasificación a la explicación de la varianza de la variable dependiente. Como se verá posteriormente, si bien el modelo econométrico per se explica una parte muy pequeña de la varianza en los niveles de eficiencia, el conjunto del modelo contribuye a explicar dicha varianza en una forma mucho mayor.

B. Resultados

1. Análisis de Correlación

Un análisis preliminar de los resultados del análisis de correlación mostró que tanto el índice de correlación lineal de Pearson, como el ordinal de Spearman arrojaban resultados similares. Adicionalmente los resultados que se encontraron fueron muy cercanos a los obtenidos en la estimación del modelo econométrico explicado en la sección anterior. Por esta razón se decidió unificar este análisis con el de la sección siguiente.

2. Análisis de Regresión

Los resultados de la estimación del modelo econométrico se muestran en el Cuadro No. 9. Los resultados corroboran como se indicó, los encontrados en el análisis de correlación, lo cual significa que después de controlar por el efecto de las otras variables, la relación básica entre cada una de las variables explicatorias y los niveles de eficiencia, se mantiene.

Los resultados del modelo que utiliza el total de la muestra sugiere que las firmas más eficientes son las más antiguas¹⁵, tienen mayores tasas de trabajo calificado a no calificado y están ubicados en sectores de mayor propensión exportadora y, paradójicamente, en sectores más concentrados¹⁶ y con menor presencia de importaciones competitivas. Este último resultado, pareciera tener también relación con el hecho de que son sectores con mayor protección efectiva, pero con una menor presencia de restricciones cuantitativas a las importaciones.

¹⁵ Este resultado ya había sido señalado por Echavarría (1992).

¹⁶ Un valor más bajo del índice de Herfindahl significa un mayor grado de concentración (con un límite inferior de 1).

Este resultado ya había sido señalado por Ramirez (1993a) quien encuentra que a diferencia de la protección arancelaria, las restricciones cuantitativas a las importaciones tienen un marcado efecto negativo sobre el crecimiento de la productividad. De esta manera, la preferencia por instrumentos arancelarios como forma de control a las importaciones aparecería corroborada desde el punto de vista de sus efectos sobre la eficiencia.

Finalmente, tanto las economías externas como la utilización de capacidad ejercen un efecto positivo sobre la eficiencia.

Se debe señalar, sin embargo que el conjunto de variables independientes explican una proporción bastante baja de la varianza en los niveles de eficiencia entre firmas (coeficiente de determinación de 0.045). La estimación del modelo por grupos de empresas muestra que el modelo en su conjunto explica una proporción significativamente mayor de la variación en los niveles de eficiencia en las industrias de desarrollo tardío (R^2 de 0.21).

Otros resultados importantes son los siguientes:

i. La relación positiva entre eficiencia y propensión exportadora es especialmente significativa en las industrias de desarrollo tardío y en la pequeña (y mediana-pequeña) empresa. Ni en las industrias tradicionales, ni en la gran empresa existen evidencias significativas de dicha relación. Pero es precisamente la empresa pequeña y mediana-pequeña (menor de 200 trabajadores) la que tiene una mayor propensión exportadora tal como lo ilustra el Cuadro 10. No es correcta por lo tanto la interpretación de Bonilla (1992) de que los sectores exportadores no se basarían en ganancias de productividad. La carencia de una correlación positiva entre apertura exportadora y productividad que él encuentra para el total de la industria (de hecho encuentra evidencias en sentido contrario), esconde el hecho de que dentro de las industrias de mayor importancia exportadora, las empresas más eficientes son las que más exportan.

ii. Un resultado de gran interés es que la relación positiva que se encontró entre grado de concentración y eficiencia técnica para el total de la muestra esconde en realidad una relación mucho más compleja y aparentemente no simétrica entre ambas variables, tal

CUADRO No. 10

VARIABLES POR TAMANO DE EMPRESAS 1/
Promedios Simples (1981-1989)

		I	II	III	IV	V	VI
Numero de Establec.		1126	461	350	258	61	57
Empleo Calif./ No Calif.	(%)	40.9	49.0	53.3	73.5	59.7	59.9
Cambios en Utilizacion 2/	(%)	1.4	3.6	3.7	4.2	2.3	4.1
Indice de Concentracion 3/		11.3	11.3	12.2	11.2	8.6	7.3
Tasa de Proteccion Efectiva	(%)	80.1	81.2	81.6	79.5	85.9	88.1
Restr. Cuant. Importac.	(%)	76.1	76.3	77.3	76.1	73.4	77.2
Tasa de Exportaciones	(%)	11.7	8.1	9.3	6.4	7.5	5.4
Tasa de Importaciones	(%)	28.9	31.1	25.3	19.9	19.0	21.8
Cambio en la Tasa de Exp.	(%)	0.4	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2
Cambio en la Tasa de Imp.	(%)	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5
Año Fundacion		63.7	63.5	60.8	55.3	53.6	48.1
Eficiencia Tecnica Promedio		2.28	2.60	2.68	3.02	2.87	2.88

- 1/ I: Entre 10 y 50 trabajadores
 II: Entre 50 y 100 trabajadores
 III: Entre 100 y 200 trabajadores
 IV: Entre 200 y 500 trabajadores
 V: Entre 500 y 800 trabajadores
 VI: Mas de 800 trabajadores

2/ Cambios en el Consumo de Energia Electrica

3/ Indice de Herfindhal calculado a 4 digitos CIU. Un coeficiente mas cercano a uno implica mayor concentracion.

como ya había sido sugerido en el análisis de correlación. En particular, la segunda y tercera columna del Cuadro 9 muestran que el grado de concentración tiene un efecto negativo muy significativo sobre la eficiencia en las industrias tradicionales, pero también un efecto positivo muy significativo sobre la eficiencia en las industrias de desarrollo tardío.

iii. En ningún caso, la tasa de importaciones aparece positivamente relacionada con los niveles de eficiencia, y en cambio dicha relación es significativamente negativa en la gran empresa y tanto en industrias tradicionales como en industrias tardías.

3. Análisis de Varianza

El modelo utilizado para el análisis de varianza generaliza el modelo de regresión de la sección anterior, para tomar en cuenta conjuntamente con las variables explicatorias, el efecto de las diferentes variables de clasificación que se definieron previamente: a) sector CIU a 3 dígitos, b) tamaño de las firmas (especificada en seis niveles), c) industrias tradicionales y de desarrollo tardío, y d) dummies de tiempo.

El Cuadro No. 11 muestra que el modelo global explica el 88.6% de las variaciones en los niveles de eficiencia técnica a nivel de firma. La parte A muestra el incremento en la suma de los cuadrados para el modelo en la medida en que cada variable es adicionada al modelo. La Parte B del Cuadro 11 muestra el incremento en la suma de los cuadrados que resulta cuando la variable es adicionada en último lugar.

En orden de importancia las variables que en mayor grado explican las variaciones en eficiencia relativa a nivel de firma son: a) la dummy específica a cada sector (CIU3), b) la dummy por tamaño de empresas (DSIZE), c) la tasa de trabajo calificado a no calificado (LCLNC), d) el año de fundación de la firma (AFUND), e) la dummy de tiempo (TIME), y f) la dummy que distingue entre industrias tradicionales y tardías (COMPID).

CONCLUSIONES

Los resultados más importantes de la investigación son los siguientes:

1. Sobre la Estimación del Stock de Capital

- La inversión tuvo una clara pérdida de dinamismo en la segunda mitad de los ochenta: mientras que el stock de capital creció a una tasa anual de 4.7% entre 1974 y 1983, dicho crecimiento fué de sólo 1.1% entre 1984 y 1991. La tasa de inversión promedio en la segunda mitad de los ochenta fué inferior a la prevaleciente una década atrás.
- Estos resultados contradicen las conclusiones del estudio de Juan José Echavarría (1990) de que la industria invirtió masivamente durante la década de los ochenta y en mayor proporción que durante los setenta.
- Las diferencias de resultados entre Echavarría (1990) trabajando con la misma muestra de 2574 empresas del presente estudio, y Bonilla (1992) trabajando con datos para el total de la industria, no se deben por lo tanto, como ambos autores sugieren, al aporte de la nueva empresa. En realidad los resultados obtenidos a partir de la muestra son similares a los agregados. El problema está, probablemente, en errores de cálculo del stock de capital en el estudio de Echavarría, que cuestionarían por lo tanto, la validez de sus resultados.

2. Sobre la Estimación de las Fronteras de Producción

- Existen evidencias mixtas de rendimientos no constantes a escala. Rendimientos decrecientes a escala son significativos en los sectores de bebidas (313), fabricación de productos de caucho (355), y fabricación de equipo profesional y científico (385). Rendimientos crecientes a escala son significativos en fabricación de calzado (324), industrias básicas de hierro y acero (371), fabricación de productos metálicos (381), y fabricación de maquinaria eléctrica (383). Todos los

sectores de la industria metalmecánica y de fabricación de maquinaria presentan parámetros de escala estimados mayores a uno, aunque no siempre significativamente mayores.

- En todos los sectores existen diferencias significativas en los niveles de productividad a nivel de firma. Este resultado destaca la heterogeneidad de la estructura industrial y cuestiona los análisis de productividad basados en la utilización de una función de producción promedio común a las diferentes firmas.

3. Sobre los Cálculos de Eficiencia Técnica en la Industria

a) Total de la Industria

- La eficiencia técnica promedio para el conjunto de la industria manufacturera aumentó 5.78% entre 1982 y 1991. Las ganancias de eficiencia se obtuvieron especialmente en los últimos años de la década de los ochenta. Esta cifra representa un incremento anual de 0.57% por año lo que implica que los incrementos en eficiencia y productividad contribuyeron con solamente un 15.4% del crecimiento anual en la producción industrial.

b) Empresas Excluidas del Mercado

- En el caso de un grupo de quince empresas que salieron del mercado entre 1987 y 1991, se encontró que sus niveles de eficiencia habían estado disminuyendo durante los ochenta y se identificó un "umbral de salida del mercado" correspondiente a un nivel de eficiencia de entre el 40% y el 50% con respecto a los niveles de eficiencia de las firmas que están en la frontera.

c) Por Tamaño de Empresas

- Las empresas más eficientes no son las más grandes, sino las de tamaño medio, en particular las que ocupan entre 200 y 500 trabajadores.

- Las empresas que tuvieron la tasa más alta de crecimiento en los niveles de eficiencia entre 1978 y 1991 fueron las que ocupan entre 500 y 800 trabajadores, las cuales lograron alcanzar a las empresas más grandes (con más de 800 trabajadores) en términos de eficiencia y fueron, en promedio, más eficientes desde la segunda mitad de los ochenta.
- Las empresas pequeñas (de 10 a 50 trabajadores) fueron las más afectadas en términos de eficiencia por las condiciones recesivas de principios de los ochenta. Sin embargo, también ha sido rápida su recuperación a partir de 1988.

d) Por Sectores

- El sector con mayor crecimiento en la eficiencia promedio entre 1978 y 1991 fué la industria de la madera (tasa anual de 1.34%) y luego alimentos (1.10%). El de menor crecimiento fué el sector productor de equipo y material de transporte (-0.61%).
- A principios de la década de los noventa la eficiencia promedio en 12 (de 27) sectores industriales era inferior al 70% (en relación con los niveles de eficiencia de las firmas ubicadas en la frontera), y en 20 era inferior al 75%. Sólo en dos sectores los niveles de eficiencia promedio eran superiores al 80% (industrias metálicas básicas e industrias del tabaco). Los niveles de eficiencia promedio en relación con la frontera eran particularmente bajos en la fabricación de maquinaria no eléctrica (382, 61%) y de productos metálicos (381, 52%) -Cuadro 12-.
- Por lo tanto, en los inicios del proceso de apertura existía un amplio margen para obtener mejoras en productividad y un mayor crecimiento industrial a través de mejoras en eficiencia. En la medida en que el cambio en las condiciones de competencia originadas por las reformas comerciales haya logrado incentivar un mejor uso de las tecnologías existentes e intensificar los procesos de difusión tecnológica y de prácticas tecnológicas óptimas, los incrementos en eficiencia estarían contribuyendo significativamente al buen desempeño reciente del sector industrial.

- Sin embargo, se debe tener en cuenta que las ganancias de eficiencia que pudieran estar asociadas a una política de apertura externa es una ganancia en *niveles* y no en *tasas* de crecimiento. En efecto, una vez los ajustes de eficiencia tienen lugar (i.e., las firmas se desplazan hacia la frontera y las más ineficientes salen del mercado), los fuentes de crecimiento de la productividad pasan a depender de los procesos de innovación y cambio técnico en la frontera, y de la posible existencia de rendimientos crecientes asociados al capital humano y físico, a la existencia de complementariedades inter-sectoriales, a procesos de aprender-haciendo con efectos de transmisión sobre otras actividades productivas ('spillover effects') y a la especialización en insumos intermedios entre otros¹⁷.

4. Sobre los Determinantes de la Eficiencia Técnica

- Los resultados del modelo econométrico muestran que las firmas más eficientes durante el período de análisis eran las más antiguas, tenían mayores tasas de trabajo calificado a no calificado y estaban ubicadas en sectores de mayor propensión exportadora con mayores tasas de protección efectiva, pero con una menor presencia de restricciones cuantitativas a las importaciones.
- La relación positiva entre eficiencia y propensión exportadora es especialmente significativa en las industrias de desarrollo tardío y en la pequeña (y mediana-pequeña) empresa. Ni en las industrias tradicionales, ni en la gran empresa existen evidencias significativas de dicha relación.
- Al diferenciar entre industrias tradicionales e industrias de desarrollo tardío se revela un efecto no-simétrico del grado de concentración sobre la eficiencia técnica: el grado de concentración tiene un efecto negativo muy significativo sobre la eficiencia en las industrias tradicionales, pero también un efecto positivo muy significativo sobre la eficiencia en las industrias de desarrollo tardío.

¹⁷ Estos factores han sido extensamente analizados a nivel teórico (y escasamente a nivel empírico) en la literatura reciente sobre crecimiento endógeno (Ramírez, 1994a).

- En ningún caso, la tasa de importaciones aparece positivamente relacionada con los niveles de eficiencia, y en cambio dicha relación es significativamente negativa en la gran empresa y tanto en industrias tradicionales como en industrias tardías.
- En orden de importancia las variables que en mayor grado explican las variaciones en eficiencia relativa a nivel de firma son: a) la dummy específica a cada sector, b) la dummy por tamaño de empresas, c) la tasa de trabajo calificado a no calificado, d) la antigüedad de la firma, e) la dummy de tiempo, que estaría captando shocks macroeconómicos comunes a todos los sectores, y f) la dummy que distingue entre industrias tradicionales y tardías. Estas variables, junto con las otras variables de política y estructura industrial incluidas en el modelo de regresión explican el 88.6% de las variaciones en los niveles de eficiencia técnica a nivel de firma.

Se debe tener en cuenta que los anteriores resultados fueron obtenidos con la muestra de 2344 (inicialmente 2574) empresas que permanecieron en la industria entre 1974 y 1979. La mayor parte de ellos son probablemente generalizables, y por lo tanto describen tendencias agregadas de la industria y de los sectores industriales.

En conjunto, los anteriores resultados muestran las grandes posibilidades de un análisis que toma en cuenta la heterogeneidad de la estructura industrial a nivel de firma. Dicha heterogeneidad sugiere que en lugar de analizar la productividad como los desplazamientos de una función de producción promedio que asume plena eficiencia, retornos constantes y competencia perfecta, es más fructífero analizar los cambios sectoriales en productividad como el resultado de:

- (i) ajustes de productividad y eficiencia de las firmas establecidas (sin considerar efectos de entrada y salida de firmas);
- (ii) reasignación de la producción sectorial entre empresas de diferente productividad y eficiencia (efectos de tamaño de planta), y
- (iii) cambios en productividad sectorial inducidos por los procesos de entrada y salida de firmas.

En esta investigación se analizaron los aspectos (i) y (ii), y se ilustró el caso (iii) para algunas firmas. Investigaciones futuras basadas en el análisis de la eficiencia y la productividad en las firmas que entran y salen del mercado, constituirían un paso fundamental para entender la forma como se determinan los cambios en la productividad sectorial y global en la industria colombiana, y la importancia relativa de cada uno de los anteriores factores en dicho proceso.

Finalmente, la aplicación de una metodología similar a la que se utilizó en esta investigación para analizar los cambios en eficiencia y productividad que han tenido lugar después de la apertura económica, constituye una oportunidad única para evaluar los efectos de una reforma comercial de los alcances de la implementada en Colombia. La restricción por ahora, es el número insuficiente de observaciones que aún tenemos. Una vez se tenga información que cubra tres o cuatro años después de la implementación de la apertura, se podrán establecer resultados con suficiente precisión.

BIBLIOGRAFIA

Backinezos, C. (1991) "The Effects of Trade Liberalization on Sectorial Productivity in Colombian Manufacturing", Ph.D. Dissertation, Penn State University.

Banco Mundial (1989) Colombia Commercial Policy Survey, February 23.

Bonilla, Manuel Guillermo (1992) "Tendencias de la Productividad en la Industria Manufacturera Colombiana (1974-1989)", en Luis Jorge Garay (ed.) Estrategia Industrial e Inserción Internacional, Fescol, 1992.

Bregman, A., M. Fuss, H. Regev (1992) "The Production and Cost Structure of Israeli Industry: Evidence from Individual Firm Data", NBER, Working Paper No. 4072.

Caballero, Ricardo y R. Lyons (1989) "The Role of External Economies in U.S. Manufacturing", Working Paper Series No. 3033, NBER.

Caballero, Ricardo y Richard Lyons (1990) "Internal versus External Economies in European Industry", European Economic Review, Vol. 3, No. 4, June.

Chenery, H., S. Robinson y M. Syrquin (1986) Industrialization and Growth: A Comparative Study. Oxford University Press.

Corden, W. (1975) "The Costs and Consequences of Protection: A Survey of Empirical Work", in P. Kenen (ed.) International Trade and Finance: Frontiers for Research, London.

Cox, D. y R. Harris (1985) "Trade Liberalization and Industrial Organization: Some Estimates for Canada". JPE, Vol. 93.

De Melo, Jaime y D. Roland-Holst (1991) "Industrial Organization and Trade Liberalization: Evidence from Korea" in: R. Baldwin (ed.) Empirical Studies of Commercial Policy, the University of Chicago Press.

Domowitz Ian, R.G. Hubbard y B. Peterson (1988) "Market Structure and Cyclical Fluctuations in U.S. Manufacturing", Review of Economics and Statistics, February.

Cornwell, C., P. Schmidt y R. Sickles (1990) "Production Frontiers With Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels", Journal of Econometrics, Vol. 46, October-November.

Echavarría, Juan José (1990) "Cambio Técnico, Inversión y Reestructuración Industrial en Colombia", Coyuntura Económica, Junio.

Fernández, Javier, C. Bello, A. O'Byrne y J. Roldán (1985) "Protección Aduanera e Incentivos a las Exportaciones: Experiencia Colombiana Reciente", Revista de Planeación y Desarrollo, Diciembre.

Grether, Jean-Marie (1992) "Trade Liberalization, Market Structure and Performance in Mexican Manufacturing: 1984-1989", Mimeo, September.

Hall, Robert (1988a) "The relation between Price and Marginal Cost in U.S. Industry", Journal of Political Economy, 96, October.

Hall, Robert (1988b) "Increasing Returns: Theory and Measurement with Industry Data", Mimeo, prepared for NBER Program on economic fluctuations, October.

Hall, Robert (1989) "Invariance Properties of Solow's Productivity Residuals", Working Paper Series No. 3034, NBER.

Harrison, Ann (1990) "Productivity, Imperfect Competition and Trade Liberalization in Côte d'Ivoire", Working Papers, WPS 451, Country Economics Department, The World Bank.

Havrylyshyn, Oli (1990) "Trade Policy and Productivity Gain in Developing Countries: A Survey of the Literature", The World Bank Research Observer, Vol. 5, No. 1, January.

Hsiao, Cheng (1985) "Benefits and Limitations of Panel Data", Econometric Reviews, 4(1).

Liu, Lili (1992) "Entry-Exit, Learning and Productivity Change: Evidence from Chile"

Lora, Eduardo y Catalina Crane (1990) "La apertura y la recuperación del crecimiento económico", en Lora, Eduardo (ed.) Apertura y Crecimiento: El Reto de los Noventa, Tercer Mundo Editores-Fedesarrollo.

Nishimizu, M. y J. M. Page (1982) "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78", The Economic Journal, 92.

Nishimizu, M. and S. Robinson (1984) "Trade Policy and Productivity Change in Semi-Industrialized Countries", Journal of Development Economics, 16.

Norman, Victor (1990) "Assessing Trade and Welfare Effects of Trade Liberalization", European Economic Review, 34.

Pack, Howard (1988) "Industrialization and Trade". In: HandBook of Development Economics.

Ocampo, Jose A. (1992) "Trade Policy and Industrialization in Colombia 1967-1991", Mimeo.

Pinheiro, Armando M. (1989) "An inquiry into the causes of TFPG in developing countries: the case of Brazilian manufacturing 1970-1980", Ph.D. Dissertation, UC. Berkeley.

Ramírez, Juan Mauricio (1993a) "Poder de Mercado, Economías de Escala y Crecimiento de la Productividad en la Industria Manufacturera Colombiana 1979-1989", Mimeo, Informe de Investigación presentado a Fonade, Fedesarrollo, Julio.

Ramírez, Juan Mauricio (1993b) "Determinantes del Crecimiento de la Productividad en la Industria Manufacturera Colombiana 1978-1989", Mimeo, Informe de Investigación presentado a Fonade, Fedesarrollo, Octubre.

Ramírez, Juan Mauricio (1994a) "Complementariedades Intersectoriales, Política Industrial y Crecimiento de la Productividad Industrial en Colombia 1978-1989", Mimeo, Informe presentado al Instituto de Políticas del Desarrollo, Universidad Javeriana, Abril.

Roberts, Mark (1988) "The Structure of Production in Colombian Manufacturing Industries", Mimeo, World Bank, October.

Roberts, Mark y James Tybout (1991) "Size Rationalization and Trade Exposure in Developing Countries", in: R. Baldwin (ed.) Empirical Studies of Commercial Policy, the University of Chicago Press.

Rodrik, Dani (1991) "A Comment" on De Melo, Jaime and D. Roland-Holst (1991) "Industrial Organization and Trade Liberalization: Evidence from Korea" in: R. Baldwin (ed.) Empirical Studies of Commercial Policy, the University of Chicago Press

Schmidt, Peter (1985) "Frontier Production Functions", Econometric Reviews, 4(2).

Tybout, James R. (1992) "Linking Trade and Productivity: New Research Directions", World Bank Economic Review, Vol. 6, No. 2.

Tybout, James (1990) "Making Noisy Data Sing: Estimating Production Technologies in Developing Countries". Policy Planning and Research Working Paper, No. 327, January.

Tybout, J., J. De Melo y V. Corbo (1991) "The Effect of Trade Reforms on Scale and Technical Efficiency: New Evidence From Chile", Journal of International Economics, 31.

Tybout, J. y M. D. Westbrook (1993) "Trade Liberalization and the Dimensions of Efficiency Change in Mexican Manufacturing Industries", Working Paper, Department of Economics, Georgetown University, April.

Young, Alwyn (1994) "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience", Working Paper No. 4680, National Bureau of Economic Research, March.