

30460

4
2 EJM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO

DEL CCH (UACPY-P-CCH)

MAESTRIA EN CIENCIAS ECONOMICAS

ECONOMIAS DE ESCALA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE MEXICO:
EL CASO DE ALGUNOS ERRORES DE ESPECIFICACION.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS ECONOMICAS

PRESENTA:

Miguel Angel Mendoza González

ASESOR: Mtra. Flor Brown Grossman

Marzo de 1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS ECONOMICAS, UACYP-CCH-UNAM.

ECONOMIAS DE ESCALA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE MEXICO:
EL CASO DE ALGUNOS ERRORES DE ESPECIFICACION.

Miguel Angel Mendoza González.

RESUMEN

Esta investigación se enfoca en analizar la posibilidad de errores de especificación en la determinación de las economías de escala, para algunas ramas de la industria manufacturera de México.

Esta posibilidad se deriva del hecho de que algunas ramas manufactureras son altamente dependientes de exterior, en el sentido de que demandan una gran cantidad de insumos importados.

La hipótesis central de esta investigación es la siguiente: si en la estimación de las economías de escala para las ramas con altos coeficientes de importación y de participación en el total de las manufacturas, no se toma en cuenta el precio de los insumos importados se podrá tener un sesgo tal que la evaluación de las economías de escala estarían sub o sobrestimadas y las conclusiones que se deriven de ellas serían erróneas.

Para la medición de las economías de escala se estiman funciones de costo trans-log conjuntamente con las funciones de participación de los insumos considerados. Para ello, se especificaron dos tipos de funciones de costo trans-log: una, donde se consideran a los insumos capital, trabajo, insumos nacionales e insumos importados; a este modelo se le llamó KLNLM. Y otra, donde se considera todos los insumos anteriores menos los insumos importados; a este modelo se le llamó KLN.

La estimación de los modelos KLNLM y KLN se llevó a cabo para las ramas: 51, 56, 57 y 58.

Solamente en la rama 58 se pudo encontrar que el modelo KLNLM es una mejor especificación que el modelo KLN.

Mientras que para las ramas 51, 56 y 57 se indica que se tendrá que buscar algunas especificaciones donde tal vez se incluyan algunas variables dinámicas, de cambio estructural, de cambio técnico, etc. Probar si las restricciones hechas sobre la función trans-log no son las adecuadas o buscar otras formas funcionales para tales ramas, con las cuales se pudieran modelar con mejores resultados las economías de escala.

Con los resultados en la rama 58 se pudo concluir que un modelo mal especificado (KLN), por la omisión de una variable como son los insumos importados, puede sub o sobrestimar las economías de escala en relación con un modelo correctamente especificado econométricamente (KLNLM).

Asesor: Flor Brown G

INDICE

INTRODUCCION

I. LA FUNCION DE LOS COSTOS Y LAS ECONOMIAS DE ESCALA

- I.1 Comportamiento de la empresa
- I.2 Enfoque dual del comportamiento de la empresa
 - I.2.1 La función de costo dual
- I.3 Las demandas de los insumos derivadas
- I.4 Las economías de escala
 - I.4.1 La medición de las economías de escala

II. ESPECIFICACION DE LA FUNCION DE COSTO

- II.1 La función de costo trans-log
- II.2 Especificación de la función de costo trans-log
- II.3 Método de estimación
- II.4 El error de especificación y la evaluación econométrica de los modelos.

III. ESTIMACION DE LA FUNCION DE COSTO TRANS-LOG PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

- III.1 Las ramas manufactureras
- III.2 Resultados de la estimación
 - III.2.1 Evaluación econométrica
- III.3 Determinación de las economías de escala

RESUMEN Y CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Es conocida la dependencia de la industria manufacturera mexicana con el exterior, en términos de algunos insumos importados necesarios para llevar a cabo los procesos productivos¹, los cuales no pueden ser sustituidos fácilmente. Sin embargo, es importante señalar que esta dependencia es distinta entre las ramas manufactureras, ya que algunas de ellas se caracterizan por ser altamente demandantes de tales insumos. Por esta razón, los costos de producción de estas ramas son muy sensibles al movimiento de los precios de los insumos importados.

Esta sensibilidad de los costos de producción, puede ser estudiado mediante el análisis de las economías de escala y su relación con los precios de los insumos, y en particular con el precio de los insumos importados.

Investigaciones sobre las economías de escala para la industria manufacturera de México son escasas, y aunado a ello pocas investigaciones han hecho estudios desagregados.

Por otro lado, alguna de estas investigaciones se han preocupado no sólo por la medición de las economías de escala, sino que han analizado los problemas que existen en su estimación econométrica, cuando se utiliza un sistema de ecuaciones; tales problemas se manifiestan como un sesgo en la medición de las economías de escala, ante la presencia de simultaneidad en las funciones utilizadas. Este problema se ha solucionado en algunos casos empleando un mejor método de estimación o transformando la información para eliminar tales sesgos².

Sin embargo, independientemente del método de estimación que se utilice existe la posibilidad que se tenga un sesgo en la estimación de las economías de escala, si la especificación de la función que se utilice es incorrecta. Los errores de

¹Alvarez(1991), Del Castillo(1991) y Tótoro(1991).

²Tybout (1992).

especificación pueden ser generados por el incumplimiento de los supuestos subyacentes al modelo econométrico, el cual se formula como un acercamiento del proceso generador de información (PGI)³. El sesgo en la estimación de los parámetros que se presentan por los errores de especificación, pueden ser generados en algunas ocasiones por: la omisión de variables relevantes, no incorporar procesos dinámicos, cambio estructural, etc.

En esta investigación se estudia el caso particular del sesgo en la determinación de las economías de escala, por errores de especificación generados por la omisión de una variable.

De manera que esta investigación tiene como objetivo analizar la posibilidad de errores en la determinación de las economías de escalas, debido a una incorrecta especificación.

La hipótesis central de esta investigación es la siguiente: puede existir un error de especificación en la determinación de las economías de escala (sub o sobrestimación), en aquellas ramas de la industria manufacturera que tienen altos coeficientes de importación, si no se toma en cuenta el efecto de los precios de los insumos importados.

Para probar la hipótesis se especifican dos modelos: el primero incluye a los insumos capital, trabajo e insumos intermedios nacionales, a este modelo se le nombra KLN. El segundo modelo, llamado KLN_M, incluye los anteriores insumos y los insumos intermedios importados.

El método para evaluar ambas especificaciones consiste en analizar econométricamente los dos modelos y observar si la especificación KLN_M es mejor que el modelo KLN.

La evaluación de los modelos se basa sobre tres implicaciones de la hipótesis central:

1) Los modelos KLN que se estiman para las ramas con altos coeficientes de importación, pueden no ser modelos econométricamente correctos.

³Ver capítulo 2, inciso 4., de éste trabajo.

2) La especificación KLMN es económicamente mejor que el modelo KLN.

3) Si lo anterior se cumple, el sesgo de especificación que se tendrá al estimar el modelo KLN en lugar del modelo KLMN, se expresará como una sub o sobrestimación de las economías de escala.

Para obtener las economías de escala se estiman conjuntamente funciones de costo y de participación de los insumos del tipo trans-log, que son más flexibles que las especificaciones Cobb-Douglas y CES, en cuanto a que los supuestos sobre homogeneidad en los precios y de costos constantes no se imponen a priori en la estimación de los parámetros. Además, con las funciones Cobb-Douglas y CES las economías de escala que se obtienen son constantes, mientras que con la función trans-log las economías de escala son una función tanto del precio de los insumos utilizados como de la escala de producción, lo que permite determinar la sensibilidad de las economías de escala al movimiento de los precios y en particular al movimiento de los precios de los insumos importados.

La información con la que se trabaja son datos en serie de tiempo para los años de 1970 a 1989 de las siguientes variables: producción bruta, personal ocupado, acervos de capital, importación de insumos, índice del volumen de producción y los índices de los precios de los insumos, para las ramas seleccionadas de la industria manufacturera de México.

Las fuentes principales fueron las cuentas nacionales, varios años. INEGI., y los acervos de capital del Banco de México.

I. LA FUNCION DE COSTOS Y LAS ECONOMIAS DE ESCALA

I.1 COMPORTAMIENTO DE LA EMPRESA

El supuesto básico del comportamiento de la empresa, dentro el marco de competencia perfecta, es el de la maximización de los beneficios, es decir se supone que la empresa tiene como principal fin maximizar tales ganancias⁴. De tal manera, que si definimos a los beneficios como:

$$\pi = I - C \quad (1.1)$$

donde I es el ingreso y C los costos.

Estos ingresos y costos de la empresa los podemos expresar como:

$$I = p.y \quad \text{y} \quad C = W.X$$

donde y es la producción, p el precio de producción, X la cantidad de insumos de producción y W representa los precios de tales insumos.

Entonces, el comportamiento maximizador de la empresa se puede expresar, para el caso de un solo tipo de producto y n insumos, como:

$$\pi = \max p.y - W.X \quad (1.2)$$

⁴Aunque en repetidas ocasiones el supuesto de maximización de ganancias ha sido cuestionado, anteponiendo supuestos como el de la maximización de las ventas, la maximización de la utilidad administrativa etc. Sigue siendo el supuesto básico del comportamiento de la empresa. Intrilligator(1991) p. 285.

Como el nivel de producción depende técnicamente de los insumos empleados, entonces podemos expresarlo de la siguiente manera:

$$f(X) = y \quad (1.3)$$

La función de beneficio máximo queda expresada como:

$$\pi = \max p \cdot f(X) - WX \quad (1.4)$$

De esta función se deriva que la maximización del beneficio se puede resolver de dos formas equivalentes:

1) Ya sea, maximizando el nivel del producto dado el costo

$$\max f(X)=y \text{ sujeto a } C=WX \quad (1.5) \quad \text{o bien;}$$

2) Minimizando los costos para un nivel determinado de producción.

$$\min C=WX \text{ sujeto a } f(X) \quad (1.6)$$

En la primera alternativa, tenemos que la función de producción nos proporciona el producto máximo dada la cantidad y el precios de los factores.

Mientras que en la segunda forma, la función de los costos nos da el costo mínimo dado el nivel de producto y el precios de los insumos. En otras palabras, la empresa elige las demandas de los insumos con las cuales puede obtener el costo mínimo, dados el nivel del producto y los precios de los insumos.

1.2 ENFOQUE DUAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA EMPRESA

Del análisis anterior concluimos que el problema de la optimización de los beneficios se puede analizar de dos maneras; a) maximizando la función producción sujeta a la función de costos; a este método se le conoce como el enfoque primal; o, b) minimizar la función de costos dada la función de producción; método conocido como el enfoque dual (Berndt, 1991. p. 45).

A este último método se le llama dual, ya que analíticamente de la función de costos se pueden recuperar todos los parámetros tecnológicos de la función de producción.

En este trabajo se utiliza el segundo enfoque, debido a que no existe una buena medición del capital para la estimación de funciones de producción; además, que con este enfoque las economías de escala se obtienen directamente.

A continuación presentamos algunas propiedades y características teóricas de la función de costo dual.

1.2.1 LA FUNCIÓN DE COSTO DUAL

Primeramente, ya que la función de costo se determina de acuerdo a una función de producción dada, es necesario analizar algunas de las propiedades que debe cumplir esta función producción.

Propiedades de la función producción $f(X)$ ⁵:

Como se mencionó anteriormente $f(X)$ es la función de producción, la cual muestra la máxima cantidad de producto asociada a una cantidad de insumos X . Pero para que $f(X)$ sea una función "bien comportada" debe cumplir las siguientes propiedades:

⁵Chambers (1989). p.9 y Espinosa (1990a) p.3 y 4

- 1) (a) Si $X_2 \geq X_1$, entonces $f(X_2) \geq f(X_1)$ (monotonicidad creciente)
 (b) Si $X_2 > X_1$, entonces $f(X_2) > f(X_1)$ (monotonicidad estrictamente creciente)

Tanto la propiedad de monotonicidad creciente como la de monotonicidad estrictamente creciente implican: que unidades adicionales de cualquier insumo nunca disminuyen el nivel de producción.

- 2) (a) $V(y) = \{X: f(X) \geq y\}$ es un conjunto convexo (cuasi concava). Donde $V(y)$ es el conjunto de requerimiento de insumos, que incluye todas las canastas de insumos que permiten producir como mínimo el nivel de producto y .

Para que el conjunto de requerimiento sea convexo es necesario: que dadas dos canastas de insumos X^0 , X^1 que pertenecen a $V(y)$, todos los puntos de la combinación lineal convexa de ambas, $\theta X^0 + (1-\theta)X^1$ $0 \leq \theta \leq 1$, también pertenezcan a $V(y)$. Este supuesto se cumple si y solo si la función producción es concava:

$$(b) f(\theta X^0 + (1-\theta)X^1) \geq \theta f(X^0) + (1-\theta)f(X^1) \text{ para } 0 \leq \theta \leq 1$$

(concavidad);

- 3) Que $f(X)$ satisfaga el principio de esencialidad débil:

Esto significa que "no se puede tener producto si no se tiene insumos".

$$f(0_n) = 0, \text{ donde } 0_n \text{ es el vector nulo}$$

4) El conjunto $V(y)$ sea no vacío y cerrado para todo $y > 0$

El que el conjunto $V(y)$ sea no vacío implica, que siempre existe una combinación de insumos dada para producir un determinado nivel de producto.

Mientras el ser cerrado implica, que la tecnología no cambie de manera discontinua al momento de determinar un nivel de producción con combinaciones de insumos muy cercanos.

5) $f(x)$ es finito, no negativo, valores reales y valor único para todo x no negativo y finito ;

6) (a) $f(x)$ es continua en todas partes; y

(b) $f(x)$ es doblemente diferenciable y continua.

Con base a estas propiedades de la función de producción es posible ahora definir a la función dual, como: "la función de costo mínimo necesario para producir un nivel de producto dado, durante un periodo de tiempo, expresada en función de los precios de los insumos y el producto" (Chambers, 1989. p.58).

Esta función de costo mínimo se puede representar de la siguiente manera:

$$C(W, y) = \min_{x \geq 0} \{W \cdot X : X \in V(y)\} \quad (1.6)$$

La ecuación (1.6) supone que tanto los precios de los insumos W , como el nivel de producción y están dados.

Así, la función de costo dual definida en 1.6 debe cumplir con las siguientes propiedades:

Propiedades de la función de costo dual

1) Para asegurar que la función de costo existe, se tiene que restringir el rango de combinaciones de insumos factibles $V(y)$. Este conjunto $V(y)$ se asume que es no vacío y cerrado, entonces se puede decir que existe un $X_1 \in V(y)$ (por ser no vacío), y reformulando 1.6.

$$C(W, y) = \min_{X \geq 0} \{W \cdot X: W(X_0 - X_1) \leq 0; X \in V(y)\} \quad (1.7)$$

De aquí se deriva, que si el conjunto factible del costo mínimo está dado por la intersección del espacio medio $W \cdot (X_0 - X_1) \leq 0$ y el conjunto de los insumos requeridos. Entonces esta región es cerrada y acotada, y de acuerdo al teorema de Weienstrass dado que $W \cdot X$ es continua, existe un mínimo.

2) $C(W, y) > 0$ para $W > 0$ y $y > 0$ (no negativos). Esta propiedad nos dice que no se puede producir una cantidad positiva con costos igual a cero, dado que los precios de los insumos son estrictamente positivos.

3) Si $W_1 \geq W_0$, entonces $C(W_1, y) \geq C(W_0, y)$ (no decreciente en W). Esto es, el incremento de algunos de los precios de los insumos no provocará una caída en los costos.

4) $C(W, y)$ es cóncava y continua en W . Para comprobar que la función de costo mínimo es cóncava, se pueden considerar dos vectores de precios de los insumos W_1 y W_2 . Donde X_1 y X_2 es el conjunto de costos mínimos para W_1 y W_2 , respectivamente. Definiendo la combinación convexa de W_1 y W_2 :

$$W_0 = \theta W_1 + (1 - \theta) W_2, \quad 0 \leq \theta \leq 1$$

Para establecer la concavidad se necesita mostrar que $C(W_0, y) \geq \theta C(W_1, y) + (1-\theta)C(W_2, y)$. Si X_0 es el insumo de costo mínimo asociado con W_0 , por definición, $X_0 \in V(y)$.

Por otro lado, de acuerdo a la minimización de los costos se establece que

$$W_1 \cdot X_0 \geq W_1 \cdot X_1 \quad \text{y} \quad W_2 \cdot X_0 \geq W_2 \cdot X_2$$

Dado que X_1 y X_2 es el conjunto de insumos de minimización de costos. Podemos escribir

$$\begin{aligned} C(W_0, y) &= W_0 \cdot X_0 \\ &= [\theta W_1 + (1-\theta)W_2] \cdot X_0 \\ &= \theta W_1 \cdot X_0 + (1-\theta)W_2 \cdot X_0 \\ &\geq \theta C(W_1, y) + (1-\theta)C(W_2, y) \quad \blacksquare \end{aligned}$$

5) $C(tW, y) = tC(W, y)$, $t > 0$ (linealmente homogénea y positiva en los precios)

Este principio establece que sólo importan los precios relativos económicamente óptimos. Para su demostración se considera el siguiente argumento:

$$\begin{aligned} C(tW, y) &= \min_{x \geq 0} \{(tW) \cdot X: X \in V(y)\} \\ &= t \min_{x \geq 0} \{W \cdot X: X \in V(y)\} \\ &= tC(W, y) \quad \blacksquare \end{aligned}$$

6) Si $y_1 \geq y_2$, entonces $C(W, y_1) \geq C(W, y_2)$ (es no decreciente en y)

El costo mínimo no puede decrecer al aumentar el producto. Ya que, para $y_1 \geq y_2$, la monotocidad de la función de producción implica que $V(y_2) \leq V(y_1)$; esto es, si alguna combinación de insumos puede ser utilizada para producir y_2 , también puede serlo para producir y_1 . Dado que si el conjunto de requerimientos de insumos para y_2 esta contenido en y_1 , algún mínimo alcanzado en $V(y_2)$ puede también ser obtenido en $V(y_1)$. Por tanto, el costo mínimo no puede decrecer con el aumento del producto.

Por último, existe un tipo de funciones de costo que es importante señalar.

Se dice que una función de costos es homotética si podemos expresarla como:

$$c = \phi [C(w, y)]$$

donde ϕ es una función monótona para una variable y $C(w, y)$ es una función que es homogénea de grado uno en w y en y . En cambio, es no homotética si C es una función homogénea de grado uno en w y homogénea de grado distinto de uno en y .

La homotecidad garantiza que todas las isocuantas sean "proyecciones radiales" de una isocuenta dada.⁶

Con las anteriores propiedades de la función de costo, podemos utilizar el principio fundamental de la dualidad en la teoría de la producción, que nos permite mostrar que dada una función de costo existe una tecnología representada por el conjunto de requerimientos de insumos $V(y)$ que cumple con las propiedades de una tecnología bien comportada.

De manera, que con la función de costos podemos resumir todos los aspectos relevantes de su tecnología. O en otras palabras, utilizando la función de costos podemos usar fenómenos puramente económicos para reconstruir las propiedades tecnológicas de una firma.

⁶Este planteamiento es de acuerdo a la explicación que hace Intriligator, sobre una función de producción homotética. Intriligator(1990) p.p 300-301.

1.3 LAS DEMANDAS DE LOS INSUMOS DERIVADAS⁷

Debido a que el método para derivar los parámetros tecnológicos de la función producción es a través de las funciones de las demandas de los insumos. En esta parte se presenta las propiedades de las funciones de demandas de los insumos, y el procedimiento para obtener los parámetros tecnológicos.

Primero, si la función de costos es diferenciable en W , existe un vector único de demandas de insumos de costos mínimos que es igual a el gradiente de $C(W, y)$ en W .

Esto es, si $X_i(W, y)$ para $i=1, \dots, n$, son las demandas derivadas de los n insumos de costo mínimo, entonces $X_i(W, y) = \partial C(W, y) / \partial W_i$. A este resultado se le conoce como el Lema de Shephard (Chambers, 1989. p. 56).

Las funciones de las demandas de los insumos derivadas deben cumplir las siguientes propiedades:

1) $\partial X_i(W, y) / \partial W_i < 0$. El signo debe ser negativo, dado que las curvas de demanda de factores son decrecientes.

2) $\partial X_1(W, y) / \partial W_i = \partial X_i(W, y) / \partial W_1$. Esta es la condición de simetría: " los efectos cruzados de precios deben ser iguales como consecuencia del modelo de minimización de los costos" (Varian, 1986. p.65).

3) De acuerdo a que la función de costos es homogénea de grado 1 en W . Las funciones de las demandas de los insumos derivadas $X_i(W, y)$ son homogéneas de grado cero en W .

⁷Se les conoce como las demandas de los insumos derivadas, por que las funciones de las cantidades de los insumos se determinan a través de la derivada de la función de costo dual con respecto de los precios de los insumos. Varian(1986) p.64, y McElroy(1987) p.743 .

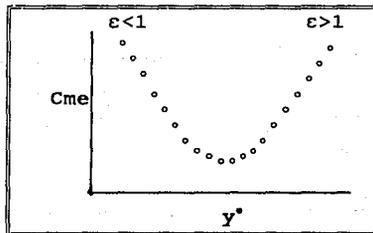
1.4 LAS ECONOMÍAS DE ESCALA

Como se discutió en los incisos anteriores, una de las formas de abordar el estudio del comportamiento maximizador de la firma es por medio del análisis de la función de costo dual, que nos proporciona tanto la información de los parámetros económicos como de los parámetros tecnológicos de la función producción. Para este trabajo, de los parámetros económicos de la función dual nos interesan las economías de escala. Por ello, en esta parte se presenta la definición, las fuentes y la medición de las economías de escala.

Definición de economías de escala

Las economías de escala ($\epsilon < 1$) se definen como la disminución de los costos medios a medida que crece la escala de producción (Pindick, 1989. cap.7). Estas se basan en la curva de costo medio de largo plazo (en forma de U), que en la gráfica 1 son todos los puntos localizados en la parte decreciente hasta una cierta escala de producción óptima (y^*); si la escala de producción aumenta más allá de este tamaño óptimo se tendrá deseconomías de escala ($\epsilon > 1$) provocadas principalmente por ineficiencias gerenciales⁸.

Gráfica 1. Costos medios



⁸Friedman identificaba a estas ineficiencias gerenciales como "la capacidad empresarial" de la firma, que en el largo plazo es fija y por tanto le pone un límite al crecimiento de las empresas. Friedman(1971), p.81.

Fuentes de economías de escala

Aunque, dentro del planteamiento general las economías de escala se determinan por el incremento de la escala de producción, existen un gran variedad de fuentes por las cuales se presentan.

Entre las más importantes para Hay y Morris (1991) se encuentran:

1) Las economías de escala del equipo industrial, que existen por dos razones: a) por las indivisibilidades de los sistemas productivos; y b) por las propiedades geométricas de muchos materiales utilizados en los procesos productivos.

2) Relacionado con las indivisibilidades, están las disminuciones de los costos por especialización y la división del trabajo entre plantas.

3) Las economías de escala por costo de operación (las caídas de los costos de trabajo por especialización); economías de escala por costos del personal de mantenimiento; y, los costos por el aumento de los acervos de materiales.

4) Otra clase de fuentes de economías de escala, se dan cuando la cantidad de corridas de producción se incrementa y los costos se reparten en una cantidad mayor de productos, disminuyendo con ello los costos unitarios.

5) Economías de escala por efectos de aprendizaje, existen cuando los trabajadores se hacen expertos por la repetición de la misma tarea manual.

6) Economías de "Scope", son las economías que se tienen al producir conjuntamente en vez de producir separadamente los productos.

Kousoyiannis (1979) menciona otros dos tipos de economías de escala muy importantes:

7) Economías en la venta o en la comercialización. Los tipos principales son: a) economías en la publicidad; b) otras economías de gran escala; c) economías procedentes de acuerdos especiales con comerciantes; d) economías por cambio de modelo de producción.

8) Economías pecunarias de escala, que son las economías que obtiene la empresa a causa de los descuentos por sus operaciones en gran escala.

Otros puntos importantes en la generación de economías de escala mencionado por Gold (1981) son:

10) El papel de algún "factor dominante" en la tecnología industrial⁹, y;

11) El papel relativo de algunos insumos en la determinación de la capacidad productiva de las plantas.

⁹Gold menciona que el concepto del "factor dominante" es diferente del concepto de "factor intensivo". En el sentido de que es concerniente con la proporción de los costos contables para cada categoría de insumo. Por ejemplo, hay industrias con "capital dominante", "trabajo dominante", "materiales dominantes" (fuentes naturales), o "factores conjuntos dominantes". Gold(1981), pp. 26-27

1.4.1 LA MEDICIÓN DE LAS ECONOMÍAS DE ESCALA

Dada la función de costo mínimo $C(W, y)$, para determinar las economías de escala se requiere de un valor crítico de y . A este valor crítico se le conoce como la escala mínima eficiente, o en otras palabras, el nivel de producción en el cual el costo medio alcanza su valor mínimo. Si denotamos a este valor crítico como y^* , las economías de escala que se definen como:

$$e = \frac{\partial C(W, y)^{10}}{\partial y} \quad (1.8)$$

tienen con respecto a y^* , las siguientes relaciones:

Si $y < y^*$ entonces $e < 1$, se tienen economías de escala

Si $y = y^*$ entonces $e = 1$, se tienen costos constantes

Si $y > y^*$ entonces $e > 1$, se tienen deseconomías de escala

Por otro lado, existe una relación entre las economías de escala y los rendimientos a escala de la función producción.

Si la función de producción es homogénea de grado h :

$$f(\lambda X) = \lambda^h f(X) \quad \forall \lambda > 1 \quad \text{donde } \lambda \in \mathbb{R}$$

Entonces, los rendimientos de escala se definen como:

$$\frac{\partial f(X)}{\partial X} = \sum \frac{\partial f(X)}{\partial x_i} = h \quad i = 1, \dots, n, \quad n = \text{insumos}$$

¹⁰La forma específica de la función de costo dual, determinará si las economías de escala son constantes o variables. Por ejemplo las funciones de costo dual de la tecnología Cobb-Douglas y CES presentan economías de escala constante, mientras que de la especificación trans-log se derivan economías de escala como una función de los precios de los insumos y de la escala de producción.

Si $h > 1$ tenemos rendimientos a escala creciente
Si $h = 1$ tenemos rendimientos constantes a escala
Si $h < 1$ tenemos rendimientos a escala decrecientes

Aquí, las economías de escala se definen como:

$$\epsilon = \frac{1}{h} \quad (1.9)$$

De acuerdo a ello, la relación entre las economías de escala y los rendimientos a escala es la siguiente¹¹:

Si $h > 1$ entonces $\epsilon < 1$ se tiene economías de escala
Si $h = 1$ entonces $\epsilon = 1$ se tiene costos constantes
Si $h < 1$ entonces $\epsilon > 1$ se tiene deseconomías de escala

Como en esta investigación, la estimación de las economías de escala se llevará a cabo con funciones de costo, se estimarán de acuerdo a el método presentado en la ecuación 1.8.

¹¹Intrilligator(1990), p.300 y p.321.

II. ESPECIFICACION DE LA FUNCION DE COSTO

Existe una gran cantidad de formas funcionales para la especificación de la función de costo, la elección de estas formas funcionales depende de las restricciones que se imponen a los parámetros. Algunas de las funciones de costo más utilizadas son la función de costo Cobb-Douglas y la función de costo CES. Aunque estas dos funciones pueden generalizarse para una cantidad n de insumos, las economías de escala que se obtienen son constantes y representan un promedio para todo el período de análisis.

Para esta investigación se eligió una forma funcional de los costos menos restrictiva en sus supuestos, mediante la cual las economías de escala que se obtienen son una función tanto de la escala de producción como de los n precios de los insumos¹².

$$ecv = f(W, y)$$

Este procedimiento da la oportunidad para analizar la relación entre las economías de escala y los precios de los insumos y en particular con el precio de los insumos importados.

Las características de esta forma funcional, conocida como la función de costo trans-log, se presentan a continuación.

¹²Varian(1986). cap.IV. y Intriligator(1990). cap. VIII.

11.1 LA FUNCIÓN DE COSTO TRANS-LOG

La forma funcional de los costos más flexible es la función trans-log, que se deriva de una aproximación de segundo orden de una serie de Taylor en los logaritmos de una función de costo arbitraria¹³. Este tipo de funciones son no homotéticas, esta característica permite, a diferencia de las funciones homotéticas, que las demanda de insumos derivadas de la minimización de los costos dependan del nivel del producto. Además, la función de costo trans-log no contiene restricciones subordinadas a la tecnología implicada, y por tanto los coeficientes pueden ser interpretados en términos de los parámetros de tal tecnología¹⁴.

La función de costo trans-log originalmente se especifica en la forma no-lineal de la siguiente manera:

$$C = \exp \left[\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln W_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln W_i \ln W_j + \alpha_Y \ln Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} \ln W_i \ln Y \right] \quad (2)$$

¹³Berndt(1991), p. 469.

¹⁴Hay y Morris(1991), capítulo 2. Intriligator(1990), capítulo VIII.

La forma lineal se obtiene al sacar logaritmos de los dos lados de la ecuación 2, y queda expresada como:

$$\begin{aligned} \ln C = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln W_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln W_i \ln W_j \\ + \alpha_Y \ln Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} \ln W_i \ln Y \end{aligned} \quad (2.1)$$

donde C es el costo total, W_i los precios de los n insumos utilizados en la producción y Y es la escala de producción.

Una vez determinada la función de costo trans-log, se puede condicionar a que cumpla que las elasticidades cruzadas en los precios sean iguales $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ (2a propiedad, inciso 1.3).¹⁵

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ji}$$

Y para que la función de costo trans-log sea homogénea de grado 1 en los precios dado el nivel de escala Y (5a propiedad, inciso 1.2), debe cumplir con las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ji} = 0$$

¹⁵Es bueno recordar que la función de costo trans-log se deriva de una expansión de Taylor, y que los parámetros γ_{ij} que representan las elasticidades cruzadas, son las segundas derivadas de la función original y forman parte del Hessiano, el cual debe cumplir con el Teorema de Young: que las elasticidades cruzadas sean iguales. Para una mayor explicación, véase el apéndice matemático de Varian(1986) y Chiang(1978) p.319.

Además, para que la función de costo trans-log sea homotética es necesario y suficiente que $\gamma_{iv} = 0 \quad \forall i, 1, \dots, n$.

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{iv} = 0$$

La homogeneidad de un grado constante en el producto ocurre si $\gamma_{vv}=0$; en este caso el grado de homogeneidad es igual a $1/\alpha_v$. Los rendimientos de escala constante de la función dual ocurre cuando $\alpha_v=1$.

En realidad de los tres tipos de restricciones sobre los parámetros: la condición de elasticidades cruzadas iguales en los precios; la condición de homogeneidad de grado uno en los precios, y; la condición de homotecidad. Se puede trabajar dejando libremente los parámetros en los casos de homogeneidad de grado uno en los precios y la condición de homotecidad para probar si cumplen con tales condiciones. Pero para el caso de las elasticidades cruzadas iguales, es necesario que se cumplan ya que esta condición determina que la matriz Hessiana sea definida positiva, y por lo tanto tengamos el caso de un mínimo.

Debido al objetivo de esta investigación, solamente se dejan libres los parámetros que determinan las economías de escala, y se restringen los parámetros de las elasticidades cruzadas iguales y la condición de homogeneidad de grado uno en los precios.

Por otro lado, la función de costo trans-log presenta problemas al estimarse directamente (Berndt, 1991), debido a que los precios de los insumos están altamente correlacionados (multicolinealidad), por ello para disminuir tal problema los parámetros se estiman indirectamente por medio de las funciones de demanda de los insumos y las condiciones de minimización de los costos. Aunado a ello, existe una razón teórica para estimarla indirectamente; por medio de las funciones de demanda de los insumos derivados y las condiciones de minimización de los

costos, se pueden obtener los parámetros tecnológicos de la función producción, (Intriligator, 1990. p.305)

Para obtener las funciones de participación¹⁶ se emplea el Lema de Shephard¹⁷ en la ecuación 2.1

$$\frac{\partial \text{Ln}C}{\partial \text{Ln}W_i} = \frac{W_i}{C} \frac{\partial C}{\partial W_i} = \frac{W_i X_i}{C} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \text{Ln}W_j + \gamma_{iy} \text{Ln}Y \quad (2.4)$$

donde los X_i son las cantidades de los insumos de producción, y $\sum W_i X_i = C$. Si definimos a la participación de cada insumo en los costos como $S_i = W_i X_i / C$, estas deben de cumplir con:

$$\sum_{j=1}^n S_j = 1$$

¹⁶Existen algunos estudios que estiman las siguientes funciones de demanda en lugar de las funciones de participación.

$$X_i = \frac{\partial C}{\partial W_i} = \frac{C}{W_i} \left[\alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \text{Ln}W_j + \gamma_{iy} \text{Ln}Y \right]$$

Pero como las funciones de demanda de los insumos derivadas son no-lineales en los parámetros, generalmente se emplean las funciones de participación, las cuales contienen todos los parámetros de interés. Para una estimación con funciones de demanda de los insumos, véase McElroy(1987).

¹⁷Como se mencionó en el capítulo 1, por medio del Lema de Shephard podemos derivar la demanda de insumos por diferenciación de la función de costo con respecto a los precios de los insumos. Véase Berndt(1991) p. 461. y Chambers(1989) p. 56.

11.2 ESPECIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN DE COSTO TRANS-LOG

No obstante, que en este trabajo se utilizan dos especificaciones de la función de costo trans-log: a) el modelo **KLNM**, donde se consideran el capital (K), trabajo (L), insumos nacionales (N) e insumos importados (M); y , b) el modelo **KLN**, donde no se considera a los insumos importados. En esta parte sólo se presenta el desarrollo de la especificación del modelo **KLNM**, que es el caso más general.

Modelo KLNM

$$\text{LnCost} = \alpha_0 + \alpha_K \text{Ln}W_K + \alpha_L \text{Ln}W_L + \alpha_N \text{Ln}W_N + \alpha_M \text{Ln}W_M +$$

$$\frac{1}{2} \left[\begin{aligned} & \gamma_{KK} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_K + \gamma_{KL} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_L + \gamma_{KN} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_N + \gamma_{KM} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_M \\ & \gamma_{LK} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_K + \gamma_{LL} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_L + \gamma_{LN} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_N + \gamma_{LM} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_M \\ & \gamma_{NK} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_K + \gamma_{NL} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_L + \gamma_{NN} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_N + \gamma_{NM} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_M \\ & \gamma_{MK} \text{Ln}W_M \text{Ln}W_K + \gamma_{ML} \text{Ln}W_M \text{Ln}W_L + \gamma_{MN} \text{Ln}W_M \text{Ln}W_N + \gamma_{MM} \text{Ln}W_M \text{Ln}W_M \end{aligned} \right] \\ + \alpha_Y \text{Ln}Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\text{Ln}Y)^2 + \gamma_{KY} \text{Ln}W_K \text{Ln}Y + \gamma_{LY} \text{Ln}W_L \text{Ln}Y + \\ + \gamma_{NY} \text{Ln}W_N \text{Ln}Y + \gamma_{MY} \text{Ln}W_M \text{Ln}Y + u \quad (2.5)$$

donde u son las innovaciones de la función de costo. En esta especificación se tienen 27 parámetros a estimar.

De la función 2.5 se obtiene el siguiente sistema de 4 ecuaciones de participación:

$$\begin{aligned} S_K &= \alpha_K + \gamma_{KK} \text{Ln}W_K + \gamma_{KL} \text{Ln}W_L + \gamma_{KN} \text{Ln}W_N + \gamma_{KM} \text{Ln}W_M + \gamma_{KY} \text{Ln}Y + u_K \\ S_L &= \alpha_L + \gamma_{LK} \text{Ln}W_K + \gamma_{LL} \text{Ln}W_L + \gamma_{LN} \text{Ln}W_N + \gamma_{LM} \text{Ln}W_M + \gamma_{LY} \text{Ln}Y + u_L \\ S_N &= \alpha_N + \gamma_{NK} \text{Ln}W_K + \gamma_{NL} \text{Ln}W_L + \gamma_{NN} \text{Ln}W_N + \gamma_{NM} \text{Ln}W_M + \gamma_{NY} \text{Ln}Y + u_N \\ S_M &= \alpha_M + \gamma_{MK} \text{Ln}W_K + \gamma_{ML} \text{Ln}W_L + \gamma_{MN} \text{Ln}W_N + \gamma_{MM} \text{Ln}W_M + \gamma_{MY} \text{Ln}Y + u_M \end{aligned}$$

Donde u_K , u_L , u_N y u_M son las innovaciones de cada ecuación de participación.

De estas ecuaciones se pueden estimar 24 parámetros, pero utilizando las condiciones de simetría de las elasticidades cruzadas ($\gamma_{KL}=\gamma_{LK}$, $\gamma_{KN}=\gamma_{NK}$, $\gamma_{KM}=\gamma_{MK}$, $\gamma_{LN}=\gamma_{NL}$, $\gamma_{LM}=\gamma_{ML}$, y $\gamma_{NM}=\gamma_{MN}$), seis en total, el número de parámetros a estimar disminuye a 18.

Adicionalmente, para que la función de costo trans-log sea homogénea de grado 1 en los precios de los insumos, se deben imponer las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned} \alpha_K + \alpha_L + \alpha_N + \alpha_M &= 1 \\ \gamma_{KK} + \gamma_{KL} + \gamma_{KN} + \gamma_{KM} &= 0 \\ \gamma_{LK} + \gamma_{LL} + \gamma_{LN} + \gamma_{LM} &= 0 \\ \gamma_{NK} + \gamma_{NL} + \gamma_{NN} + \gamma_{NM} &= 0 \\ \gamma_{MK} + \gamma_{ML} + \gamma_{MN} + \gamma_{MM} &= 0 \end{aligned}$$

Estas restricciones reducen el número de parámetros a estimar de 18 a 12. De acuerdo a McElroy (1987), se pueden imponer las restricciones de homogeneidad en los precios quitando cualquiera de las ecuaciones de participación y estimar directamente los doce parámetros libres en las otras tres ecuaciones. Quitando la ecuación de los insumos importados, el sistema de n-1 ecuaciones de participación de K, L y N quedan en función de los precios relativos de los insumos y de la escala de producción de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} S_K &= \alpha_K + \gamma_{KK} \text{Ln}(W_K/W_H) + \gamma_{KL} \text{Ln}(W_L/W_H) + \gamma_{KN} \text{Ln}(W_N/W_H) + \gamma_{KY} \text{Ln}Y + u_K \\ S_L &= \alpha_L + \gamma_{LK} \text{Ln}(W_K/W_H) + \gamma_{LL} \text{Ln}(W_L/W_H) + \gamma_{LN} \text{Ln}(W_N/W_H) + \gamma_{LY} \text{Ln}Y + u_L \\ S_N &= \alpha_N + \gamma_{NK} \text{Ln}(W_K/W_H) + \gamma_{NL} \text{Ln}(W_L/W_H) + \gamma_{NN} \text{Ln}(W_N/W_H) + \gamma_{NY} \text{Ln}Y + u_N \end{aligned}$$

De estas estimaciones pueden derivarse indirectamente los otros seis parámetros de la ecuación de participación de las importaciones omitida, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 1 - \alpha_K - \alpha_L - \alpha_N &= \alpha_H \\
 \gamma_{KK} + \gamma_{KL} + \gamma_{KN} &= -\gamma_{KH} \\
 \gamma_{LK} + \gamma_{LL} + \gamma_{LN} &= -\gamma_{LH} \\
 \gamma_{NK} + \gamma_{NL} + \gamma_{NN} &= -\gamma_{NH} \\
 \gamma_{MK} + \gamma_{ML} + \gamma_{MN} &= -\gamma_{MH}
 \end{aligned}$$

Ahora bien, la medición de las economías de escala se obtiene de la función de costo trans-log original (2.5), diferenciando los costos en función de la escala de producción:

$$\begin{aligned}
 \text{ecy} = \frac{\partial \text{LnC}}{\partial \text{LnY}} &= \alpha_Y + \gamma_{KY} \text{LnWk} + \gamma_{LY} \text{LnWl} + \gamma_{NY} \text{LnWn} \\
 &\quad + \gamma_{HY} \text{LnWm} + \gamma_{YY} \text{LnY} \quad (2.6)
 \end{aligned}$$

Pero debido a que con la estimación del sistema de ecuaciones de participación de los insumos, no se pueden derivar los parámetros α_Y , γ_{YY} y γ_{HY} , se tiene que estimar conjuntamente el sistema de las 3 ecuaciones de participación y la función de costos trans-log original (2.5), con las restricciones de simetría y homogeneidad en los precios, dejando libremente las restricciones de los parámetros que determinan las economías de escala.

A continuación se presentan los modelos KLN y KLNLM con las restricciones de simetría y homogeneidad en los precios impuestas y dejando libremente las restricciones de los parámetros que determinan las economías de escala.

MODELO KLN

$$\begin{aligned} \text{LnCost} &= \alpha_0 + \alpha_K \text{Ln}W_K + \alpha_L \text{Ln}W_L + (1 - \alpha_K - \alpha_L) \text{Ln}W_N + \\ &\frac{1}{2} \left[\gamma_{KK} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_K + \gamma_{KL} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_L + (-\gamma_{KK} - \gamma_{KL}) \text{Ln}W_K \text{Ln}W_N + \right. \\ &\quad \gamma_{KL} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_K + \gamma_{LL} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_L + (-\gamma_{KL} - \gamma_{LL}) \text{Ln}W_L \text{Ln}W_N + \\ &\quad \left. (-\gamma_{KK} - \gamma_{KL}) \text{Ln}W_N \text{Ln}W_K + (-\gamma_{KL} - \gamma_{LL}) \text{Ln}W_N \text{Ln}W_L + \right. \\ &\quad \left. (-(-\gamma_{KK} - \gamma_{KL}) - (-\gamma_{KL} - \gamma_{LL})) \text{Ln}W_N \text{Ln}W_N \right] \\ &+ \alpha_Y \text{Ln}Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\text{Ln}Y)^2 + \gamma_{KY} \text{Ln}W_K \text{Ln}Y \\ &+ \gamma_{LY} \text{Ln}W_L \text{Ln}Y + \gamma_{NY} \text{Ln}W_N \text{Ln}Y \end{aligned}$$

$$S_K = \alpha_K + \gamma_{KK} \text{Ln}(W_K/W_N) + \gamma_{KL} \text{Ln}(W_L/W_N) + \gamma_{KY} \text{Ln}Y$$

$$S_L = \alpha_L + \gamma_{KL} \text{Ln}(W_K/W_N) + \gamma_{LL} \text{Ln}(W_L/W_N) + \gamma_{LY} \text{Ln}Y$$

MODELO KLN_M

$$\begin{aligned} \text{LnCost} &= \alpha_0 + \alpha_K \text{Ln}W_K + \alpha_L \text{Ln}W_L + \alpha_N \text{Ln}W_N + (1 - \alpha_K - \alpha_L - \alpha_N) \text{Ln}W_H + \\ &\frac{1}{2} \left[\gamma_{KK} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_K + \gamma_{KL} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_L + \gamma_{KN} \text{Ln}W_K \text{Ln}W_N \right. \\ &\quad (-\gamma_{KK} - \gamma_{KL} - \gamma_{KN}) \text{Ln}W_K \text{Ln}W_H + \gamma_{KL} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_K + \gamma_{LL} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_L \\ &\quad \gamma_{LN} \text{Ln}W_L \text{Ln}W_N + (-\gamma_{KL} - \gamma_{LL} - \gamma_{LN}) \text{Ln}W_L \text{Ln}W_H + \gamma_{KN} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_K \\ &\quad \gamma_{LN} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_L + \gamma_{NN} \text{Ln}W_N \text{Ln}W_N + (-\gamma_{KN} - \gamma_{LN} - \gamma_{NN}) \text{Ln}W_N \text{Ln}W_H \\ &\quad (-\gamma_{KK} - \gamma_{KL} - \gamma_{KN}) \text{Ln}W_H \text{Ln}W_K + (-\gamma_{KL} - \gamma_{LL} - \gamma_{LN}) \text{Ln}W_H \text{Ln}W_L \\ &\quad \left. (-\gamma_{KN} - \gamma_{LN} - \gamma_{NN}) \text{Ln}W_H \text{Ln}W_N + \right. \\ &\quad \left. (-(-\gamma_{KK} - \gamma_{KL} - \gamma_{KN}) - (-\gamma_{KL} - \gamma_{LL} - \gamma_{LN}) - (-\gamma_{KN} - \gamma_{LN} - \gamma_{NN})) \text{Ln}W_H \text{Ln}W_H \right] \\ &+ \alpha_Y \text{Ln}Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\text{Ln}Y)^2 + \gamma_{KY} \text{Ln}W_K \text{Ln}Y + \\ &+ \gamma_{LY} \text{Ln}W_L \text{Ln}Y + \gamma_{NY} \text{Ln}W_N \text{Ln}Y + \gamma_{HY} \text{Ln}W_H \text{Ln}Y \end{aligned}$$

$$S_K = \alpha_K + \gamma_{KK} \text{Ln}(W_K/W_H) + \gamma_{KL} \text{Ln}(W_L/W_H) + \gamma_{KN} \text{Ln}(W_N/W_H) + \gamma_{KY} \text{Ln}Y$$

$$S_L = \alpha_L + \gamma_{KL} \text{Ln}(W_K/W_H) + \gamma_{LL} \text{Ln}(W_L/W_H) + \gamma_{LN} \text{Ln}(W_N/W_H) + \gamma_{LY} \text{Ln}Y$$

$$S_N = \alpha_N + \gamma_{KN} \text{Ln}(W_K/W_H) + \gamma_{LN} \text{Ln}(W_L/W_H) + \gamma_{NN} \text{Ln}(W_N/W_H) + \gamma_{NY} \text{Ln}Y$$

11.3 MÉTODO DE ESTIMACIÓN

Anteriormente se mencionó que del sistema de ecuaciones de participación se elimina una ecuación sin importar la elección, ya que se podía asegurar que los parámetros no cambien por tal elección. Pero el problema del cambio de los parámetros puede aparecer, si aunado a lo anterior se piensa que las innovaciones de las ecuaciones utilizadas están correlacionadas. Si se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinario (OLS), puede encontrarse que los parámetros cambian debido al sesgo que se provoca al no utilizar un método de estimación más eficiente. Por ello, en este tipo de formulaciones se utiliza un sistema de estimación; el más usado es el estimador de sistemas de ecuaciones aparentemente no relacionadas de Zellner (Conocido como ZEF, SUR o estimador mínimo de Chi-cuadrado)¹⁸.

Una vez que se adiciona a las ecuaciones de participación los términos de error u_i , $i=k, l, m, n$, y se asume que el vector $u = \{u_k, u_l, u_m, u_n\}$ es multivariado distribuido normalmente con un vector de medias ceros y una matriz de varianza-covarianza constante $\Omega^*(u'u)$. El método ZEF lo que garantiza es que se minimice el determinante de la matriz Ω^* , y que los parámetros estimados y los errores estándar no cambien al elegir cualquiera de las $n-1$ ecuaciones de participación para ser estimadas. De manera, que el método ZEF aumenta la eficiencia en la estimación de los parámetros.

El algoritmo que utiliza el método ZEF, es el de estimar con mínimos cuadrados cada ecuación para obtener una estimación de la matriz Ω y entonces hacer mínimos cuadrados generalizados. Si se estima Ω por un procedimiento iterativo, a el método se le conoce como el método iterativo de Zellner (IZEF). Este método produce estimadores que son numéricamente equivalentes a los estimadores de máxima verosimilitud (ML).

¹⁸Berndt(1991). p. 462. y Pindyck(1991) pp.308-311.

II.4 ERROR DE ESPECIFICACIÓN Y LA EVALUACIÓN ECONOMETRICA

DE LOS MODELOS

La especificación de un modelo se determina con base a una serie de supuestos subyacentes sobre el proceso generador de información (PGI) del que proviene.

Desde una perspectiva moderna, la existencia de errores de especificación de un modelo propuesto, se derivan por el incumplimiento de los supuestos establecidos sobre el modelo estadístico, probabilístico y muestral. Proviene en general por "una inadecuada especificación de los momentos de la distribución condicional de la variable dependiente al conjunto de información"¹⁹.

Si al conjunto de toda la información relevante al modelo le llamamos F_t :

$$F_t = \left\{ y_{t-1}, \dots, y_{t-n}, X_{1t} \dots X_{kt}, \dots, X_{1t-s}, \dots, X_{kt-s} \right\}$$

Donde y_t es la variable endógena y la X_{kt-s} son todas las variables exógenas relevantes.

Y si además definimos a:

$\bar{\mu}_t = E(y_t/F_t)$ como el componente sistemático

$\bar{u} = y_t - E(y_t/F_t)$ como las innovaciones

Tenemos que el proceso generador de información (PGI) se define como:

$$y_t = \bar{\mu}_t + \bar{u}_t$$

¹⁹Casson (1991). p. 10

Por tanto, un modelo propuesto se relaciona con el PGI de la siguiente forma:

$$y_t = \bar{\mu}_t + \bar{u}_t \quad \text{PGI}$$

$$y_t = \mu_t(\beta) + u_t \quad \text{es el modelo propuesto}$$

entonces tenemos, igualando, que:

$$\bar{\mu}_t + \bar{u}_t = \mu_t(\beta) + u_t \Rightarrow u_t = \bar{u}_t + \left[\bar{\mu}_t - \mu_t(\beta) \right]$$

Esto es, que las innovaciones del modelo propuesto son iguales a las del PGI si y sólo si, la parte sistemática del modelo propuesto es idéntico a la del PGI.

De manera, que el incumplimiento de los supuestos sobre las innovaciones es consecuencia de una mala especificación de la parte sistemática propuesta.

Las pruebas de correcta especificación del modelo propuesto, se plantea como la hipótesis nula de que el modelo es una representación adecuada del PGI, y, como opción, que se han omitido ciertos elementos.

Así, en el momento en que se propone un modelo estadística como aproximación del PGI, tiene que cumplir con los supuestos subyacentes al método econométrico, los cuales son:

1. $\mu_t = E(y_t/X_t = x_t) = x_t\beta$ es el componente sistemático, y $u_t = y_t - E(y_t/X_t = x_t)$ es el componente no sistemático o las innovaciones del modelo.
2. $\theta = (\beta, \sigma^2)$ son los parámetros estadísticos de interés, $\beta \in R^k$.
3. No hay información a priori sobre $\theta = (\beta, \sigma^2)$
4. rango $(X) = k < T$ con $X = (x_1, x_2 \dots x_T)$, la matriz de datos
5. X_t es débilmente exógena con respecto a θ , $t = 1, 2, \dots, T$

- 6i. $D(y_t/x_t; \theta)$ es una distribución normal
- 6ii. $E(y_t/x_t=x_t) = x_t\beta$ lineal en x_t .
- 6iii. $V(y_t/x_t=x_t) = \sigma^2$ homoscedástica
- 7. $\theta = (\beta, \sigma^2)$ invariante en el tiempo.
- 8. $(Y_1, Y_2, \dots, Y_T)'$ es una muestra aleatoria de $D(y_t/x_t; \psi)$, para $t = 1, \dots, T$, respectivamente.

Existen muchas causas por las cuales un modelo propuesto puede no cumplir con los supuestos mencionados y provocar un sesgo debido a una mala especificación. Entre las más comunes se encuentran: a) la omisión de variables²⁰, b) no tomar en cuenta procesos no lineales, c) la omisión de una especificación dinámica, d) cambio estructural, e) una especificación incorrecta de las innovaciones²¹, etc.

En nuestro caso, debido a que estamos interesados en el caso de errores de especificación por la omisión de una variable relevante, como son los insumos importados. Desarrollamos a continuación las consecuencias de la omisión de variable en la estimación de los parámetros.

²⁰En Intriligator(1990), pp. 215-218; se plantea los casos de variables omitidas y de variables incluidas irrelevantes, mientras que en Pindyck(1991), pp. 162-166; se tratan los casos de variables omitidas, variables irrelevantes y especificación no-lineal. Para un ejemplo sobre la omisión de variables en una función consumo, véase Cassoni(1991), p.21.

²¹Debido a que el método IZEF nos garantiza una mejor estimación, al tomar en cuenta la matriz de varianzas y covarianza entre las innovaciones de las n ecuaciones, el error de especificación por las posibles relaciones entre las innovaciones del sistema de ecuaciones no se toma en cuenta.

Si suponemos que el modelo correctamente especificado es el siguiente²²

$$y = X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + u \quad (2.4.1)$$

Sin embargo el modelo propuesto es de la forma

$$y = X_1\beta_1 + u_1 \quad (2.4.2)$$

El estimador de β_1 en 2.4.2 es

$$\hat{\beta}_1 = (X_1'X_1)^{-1}X_1'y$$

Pero, si en el estimador de $\hat{\beta}_1$ sustituimos y de acuerdo al modelo correctamente especificado (2.4.1) encontramos que:

$$\hat{\beta}_1 = (X_1'X_1)^{-1}X_1'[X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + u]$$

$$\hat{\beta}_1 = \beta_1 + (X_1'X_1)^{-1}X_1'X_2\beta_2 + (X_1'X_1)^{-1}X_1'u$$

Si tomamos esperanzas,

$$E(\hat{\beta}_1) = \beta_1 + (X_1'X_1)^{-1}X_1'X_2\beta_2$$

y si definimos que el sesgo $B(\hat{\beta}_1)$ al estimar $\hat{\beta}_1$ es

$$B(\hat{\beta}_1) = E(\hat{\beta}_1) - \beta_1 = (X_1'X_1)^{-1}X_1'X_2\beta_2$$

²²El desarrollo no toma en cuenta la constante, pero es claro que se debe incluir en la estimación. Intriligator(1990), pp.215-217.

Este sesgo de especificación tiene las siguientes características:

1. El sesgo es directamente proporcional a la magnitud de la variable omitida.
2. El sesgo es directamente proporcional al tamaño de la correlación entre la variables incluidas y excluidas ($X'_{1}X_{2}$).
3. El error de especificación desaparece en el límite, si β_{2} o $X'_{1}X_{2}$ se aproxima a cero.
4. El sesgo no necesariamente desaparece con el aumento del tamaño de la muestra, de modo que el estimador $\hat{\beta}_{1}$ es inconsistente.

De acuerdo a que el objetivo de esta investigación consiste en encontrar posibles errores de especificación en la determinación de las economías de escala. Se utilizan dos modelos: la especificación KLN que contiene los insumos capital (K), trabajo (L) y los insumos nacionales (N), y; la especificación KLN^M que contiene los insumos anteriores y los insumos importados (M).

El método consiste en estimar los dos modelos y determinar económicamente si la especificación KLN^M es mejor que la KLN.

A continuación se presentan las pruebas econométricas de correcta especificación para sistemas de ecuaciones, que se llevarán a cabo para determinar cual de las dos especificaciones representan un mejor acercamiento al PGI.

Como las pruebas econométricas de correcta especificación para sistemas de ecuaciones tienen poco desarrollo computacional. Presentamos el algoritmo para los siguientes 4 pruebas econométricas que se efectuarán en la evaluación de los modelos KLN^M y KLN:

- 1) Autocorrelación serial
- 2) Heteroscedasticidad
- 3) No linealidad
- 4) No normalidad

El algoritmo consiste en:

1) Estimar el sistema de ecuaciones; la función de costos y las funciones de participación. Con el método iterativo IZEF.

2) Obtener las innovaciones de cada ecuación del sistema, de la diferencia entre los valores estimados y observados para todas las ecuaciones.

3) Hacer las pruebas econométricas de forma individual para cada ecuación, con base a las innovaciones obtenidas.

La prueba de autocorrelación serial se basa en hacer regresiones auxiliares, de la siguiente manera:

$$\hat{u}_t = \rho_1 \hat{u}_{t-1} + \rho_2 \hat{u}_{t-2} + \rho_3 \hat{u}_{t-3} + \dots + \rho_n \hat{u}_{t-n}$$

Donde el término n representa el grado de autocorrelación.

Si se encuentra que algún ρ_n es significativo, entonces se tiene problemas de autocorrelación serial de orden n.

La prueba de heteroscedasticidad se plantea bajo tres direcciones:

a) La prueba ARCH, que consiste en:

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 (\hat{u}_{t-1})^2 + \alpha_2 (\hat{u}_{t-2})^2 + \dots + \alpha_n (\hat{u}_{t-n})^2$$

Donde $\hat{u}_t = \hat{u}_c, \hat{u}_k, \hat{u}_l, \hat{u}_n$ es de acuerdo a la ecuación que se esté evaluando.

Si se encuentra que α_n es significativo desde $n= 1.. N$, tenemos problemas de heteroscedasticidad de orden n en tal sentido²³.

Para los modelos KLN y KLNLM se hacen las pruebas ARCH(1) y ARCH(2).

b) La prueba de amemiya consisten en estimar

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1(\hat{W}_t)^2$$

Donde $\hat{W}_t = \hat{L}nCost, \hat{S}_k, \hat{S}_l, \hat{S}_n$ son las estimaciones de las funciones de costos y de participación respectivamente.

Si α_1 es significativo se tiene problemas de heteroscedasticidad en tal sentido.

c) La prueba de Poisson consiste en:

$$\hat{u}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{W}_t$$

Si α_1 es significativo se tiene problemas de heteroscedasticidad en tal sentido.

²³Para tener un criterio general en todas las pruebas, se presenta el estadístico F de las regresiones auxiliares, donde la hipótesis nula es:

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots \alpha_l = 0 \quad , \text{ y la hipótesis alternativa}$$

$$H_1 : \alpha_1 \neq 0, \alpha_2 \neq 0, \dots \alpha_l \neq 0$$

El estadístico \hat{t} se utilizó simplemente para identificar en que parámetro se tiene el problema.

La prueba de no linealidad que se utilizó se basa en la prueba general RESET, la cual consiste en hacer las siguientes regresiones auxiliares:

$$\text{RESET(1)} \quad \hat{u}_t = \alpha_0 + \alpha_1(\hat{w}_t)^2$$

$$\text{RESET(2)} \quad \hat{u}_t = \alpha_0 + \alpha_1(\hat{w}_t)^2 + \alpha_2(\hat{w}_t)^3$$

Si los α_i son significativos se tiene problemas de no linealidad.

La prueba de normalidad se basa en el estadístico de Jarque-Bera²⁴. Que postula que si $D(y_t/X_t=x_t; \theta)$ es normal el tercer momento (simetría) es cero y el cuarto momento (curtosis) es igual a $3\sigma^4$.

Para desarrollar la prueba se obtienen las innovaciones de las estimaciones y se hacen las siguientes regresiones auxiliares:

$$\hat{u}_t^3 = \alpha_3 + \varepsilon_1 \quad (\text{Simetría})$$

$$\hat{u}_t^4 - 3\sigma^4 = \alpha_4 + \varepsilon_2 \quad (\text{curtosis})$$

Donde las pruebas de hipótesis se plantean como:

$H_0: \alpha_3 = \alpha_4 = 0$, contra

$H_1: \alpha_3 \neq 0$ y/o $\alpha_4 \neq 0$

La distribución es normal si α_3 y α_4 se anulan.

²⁴Todas la pruebas se pueden encontrar en Casson(1991) y Spanos(1986).

III. ESTIMACION DE LA FUNCION DE COSTO TRANS-LOG PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

En esta parte se presenta; en primer lugar, el método para elegir las ramas manufactureras en donde se lleva a cabo la estimación de las economías de escala.

En segundo lugar, se presentan los resultados del proceso de estimación para el periodo de 1970 a 1989. Donde se estimaron dos tipos de funciones de costo trans-log para cada rama industrial. La primera especificación de la función de costo toma en cuenta los insumos capital (K), trabajo (L), insumos intermedios nacionales (N) e insumos importados (M), a este modelo se le asignó el nombre de KLNM. La segunda especificación de la función de costo toma en cuenta todos los insumos anteriores menos los insumos importados, a este modelo se le llamó KLN.

Por último, se obtienen las economías de escala para cada modelo, de la siguiente manera:

ECONOMIAS DE ESCALA²⁵

MODELO KLNM	MODELO KLN
$ECY1 = \alpha Y + \gamma_{KY}LnWk + \gamma_{LY}LnWL$ $\gamma_{NY}LnWN + \gamma_{MY}LnWM + \gamma_{VY}LnY$	$ECY2 = \alpha Y + \gamma_{KY}LnWk + \gamma_{LY}LnWL$ $\gamma_{NY}LnWN + \gamma_{VY}LnY$

²⁵Debido a que el conjunto de información de los modelos KLN y KLNM no es la misma, los parámetros no son idénticos, aunque en los dos modelos aparezcan con las mismas siglas. Ya que, mientras que el conjunto de información para el modelo KLN está formado por el capital (K), trabajo (L) y los insumos nacionales (N); El conjunto de información para el modelo KLNM consiste en el capital, trabajo, insumos nacionales e insumos importados (M).

III.1 LAS RAMAS MANUFACTURERAS

Para poder detectar en que ramas manufactureras puede existir un error de especificación en la determinación de las economías de escala, se seleccionó las 10 ramas con los mayores coeficientes de importación y participación porcentual en el total de las importaciones manufactureras.

De acuerdo a los cuadros 1 y 2, las ramas que tienen los mayores coeficientes de importación y de participación porcentual en la industria manufacturera son :

- 51. Maquinaria y aparatos no eléctricos
- 57. Motores y accesorios para automóviles

Con los datos de estas dos ramas se llevará a cabo la estimación de los dos modelos (KLNM y KLN). Pero, debido a que se ha observado que la industria automotriz y las ramas que se relacionan con el transporte representan una parte muy importante dentro del comercio exterior de México. También se tomaron en cuenta las ramas:

- 56. Automóviles
- 58. Equipo y material de transporte²⁶

Con el fin de analizar el conjunto de las ramas del transporte y poder determinar sus posibilidades dentro del contexto de apertura de la economía mexicana en los 90s, desde el punto de vista del análisis de las economías de escala.

²⁶Fuente: Cuentas Nacionales, INEGI.

CUADRO 1

PRINCIPALES RAMAS MANUFACTURERAS CON ALTO COEFICIENTE DE IMPORTACION (TANTO PORCIENTO)

RAMA	1980	1985	1989
Maquinaria y aparatos no eléctricos	260.2	152.9	206.1
Motores y accesorios para automóviles	158.7	72.8	116.1
Petróleo y derivados	40.7	81.5	114.6
Equipo y aparatos no electrónicos	53.3	55.5	110.6
Equipo y material de transporte	182.9	90.7	109.2
Equipos y aparatos electrónicos	66.9	60.1	95.4
Química básica	112.0	54.4	89.9
Petroquímica básica	239.4	155.4	86.5
Otras industrias manufactureras	67.6	48.2	78.2
Otros productos metálicos excepto maquinaria	41.5	26.9	55.4
Maquinaria y aparatos eléctricos	62.0	43.2	51.4
Resinas sintéticas y fibras artificiales	59.4	49.4	50.6
Aceites y grasas comestibles	27.1	14.7	49.6
Otros productos químicos	36.7	29.6	48.8
Industrias básicas de metales no ferrosos	63.2	73.5	44.7
Carnes y lácteos	22.1	16.3	39.8
Industrias básicas de hierro y acero	86.1	27.3	35.8
Papel y cartón	44.0	18.2	35.6
Hilados y tejidos de fibras blandas	3.4	6.5	29.7
Aparatos eléctrico-domésticos	8.7	2.8	26.9
Preparación de frutas y legumbres	11.7	4.6	24.3
Azúcar	66.3	0.0	22.5
Productos farmacéuticos	22.1	15.8	21.0
Prendas de vestir	7.3	3.2	20.5
Artículos de plástico	12.6	9.9	18.8

Fuente: Elaborado con base a información del Sistema de Cuentas Nacionales, SPP e INEGI.

- Nota: 1) El coeficiente de importación es igual a importaciones/pib, en tanto por ciento.
 2) El orden en que se presentan las ramas es de acuerdo al año de 1989.

CUADRO 2

ESTRUCTURA PORCENTUAL: IMPORTACIONES MANUFACTURERAS

RAMA	1980	1985	1989
TOTAL DE MANUFACTURAS	100	100	100
Maquinaria y aparatos no eléctricos	21.23	15.74	14.53
Motores y accesorios para automóviles	9.23	8.38	9.34
Petróleo y derivados	1.55	5.58	5.27
Equipo y aparatos no electrónicos	2.30	3.26	4.94
Otras industrias manufactureras	3.80	4.63	4.68
Carnes y lácteos	1.92	2.67	4.11
Hierro y acero	8.93	4.60	4.05
Otros productos metálicos excepto maquinaria	2.86	2.72	3.75
Química básica	2.84	3.01	3.43
Petroquímica básica	3.06	5.63	3.36
Papel y cartón	2.86	2.34	3.04
Otros productos químicos	1.74	2.61	2.87
Resinas sintéticas y fibras artificiales	2.05	3.68	2.75
Equipos y aparatos eléctricos	1.46	2.30	2.51
Equipo y material de transporte	3.94	2.82	1.84
Prendas de vestir	0.71	0.49	1.84
Industrias básicas de metales no ferrosos	1.88	3.46	1.72
Aceites y grasas comestibles	0.71	0.82	1.66
Maquinaria y aparatos eléctricos	1.95	1.98	1.65
Azúcar	2.91	0.00	1.30
Productos farmacéuticos	0.95	1.31	1.16
Artículos de plástico	0.50	0.76	1.00
Productos a base de minerales no metálicos	0.54	0.53	0.86
Hilados y tejidos de fibras blandas	0.45	0.35	0.83
Otros productos alimenticios	0.57	0.43	0.74
Imprentas y editoriales	0.51	0.84	0.68
Productos de hule	0.70	0.58	0.60
Automóviles	2.24	0.79	0.51
Preparación de frutas y legumbres	0.16	0.11	0.49

Fuente: Elaborado con base a información del Sistema de Cuentas Nacionales, SPP e INEGI.

Nota: El orden en que se presentan las ramas es de acuerdo al año de 1989.

III.2 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

Se llevó el proceso de estimación de los modelos KLN y KLM para las cuatro ramas que se plantearon en el inciso anterior.

Los resultados de estas estimaciones indican que los modelos KLN y KLM no representan una buena especificación del comportamiento de los costos para las ramas 51, 56 y 57, y por ende para la determinación de las economías de escala, ya que las dos especificaciones mantienen problemas econométricos.

Esto es, en esta ramas se encontró que los modelos KLN y KLM mantenían los siguientes problemas econométricos:

RAMA 51: MAQUINARIA Y APARATOS NO ELECTRICOS²⁷

MODELO KLN

La función de costo $Lncost$ no presenta problemas de autocorrelación, de heteroscedasticidad en el sentido de ARCH Poisson y Amemiya. Tampoco tiene problemas de no linealidad (RESET). Pero el estadístico de Jarque-Bera nos indica que se tienen problemas de no normalidad.

En la función de participación S_k se observan problemas de heteroscedasticidad en el sentido de Poisson, de no linealidad (RESET(2)) y problemas de no normalidad.

Mientras que la función de participación S_L mantiene problemas de heteroscedasticidad en el sentido de Poisson, de no linealidad (RESET(1) y RESET(2), y problemas de no normalidad.

²⁷Los resultados de las estimaciones para las ramas 51, 56 y 57 se presentan en el anexo 2.

MODELO KLM

En éste modelo la función de costo $Lncost$ mantiene problemas de no normalidad.

La función de participación S_k tiene problemas de heteroscedasticidad en el sentido de Poisson y se sigue presentando el problema de no normalidad.

La función de participación S_l solamente presenta problemas de no normalidad.

La función de participación S_n tiene todos los problemas excepto el de no normalidad.

RAMA 56: AUTOMOVILES

MODELO KLN

La función de costo $Lncost$ tiene problemas de heteroscedasticidad (Poisson y Amemiya) y problemas de no normalidad.

La función de participación S_k mantiene problemas de autocorrelación serial de primer orden, problemas de heteroscedasticidad (poisson y amemiya) y problemas de no linealidad (RESET(2)).

Mientras que la función de participación S_l tiene problemas de autocorrelación de primer, segundo y tercer orden; y problemas de heteroscedasticidad en el sentido de ARCH (1 y 2) y Amemiya.

MODELO KLMN

En éste modelo la función de costo $Lncost$ tiene problemas de heteroscedasticidad (poisson y amemiya), de no linealidad ($RESET(1)$) y de no normalidad.

En la función de participación Sx se presentan problemas de autocorrelación (primero y segundo orden), problemas de heteroscedasticidad en el sentido de $ARCH(1)$, Poisson y Amemiya.

La función de participación Sl tiene problemas de autocorrelación de primer orden, heteroscedasticidad en el sentido de $ARCH(1)$, Poisson y Amemiya; y problemas de no linealidad ($RESET(1)$).

La función de participación Sw solamente tiene problemas de autocorrelación serial de primer y segundo orden.

RAMA 57: MOTORES Y ACCESORIOS PARA AUTOMOVILES

MODELO KLN

La función de cost $Lncost$ tiene problemas de autocorrelación de primer orden.

La función de participación Sx se observan problemas de autocorrelación de primer y segundo orden; se tiene problemas de heteroscedasticidad en el sentido de Poisson y Amemiya, y problemas de no linealidad ($RESET(2)$).

Mientras que la función de participación Sl presenta problemas de autocorrelación de primer y segundo orden , y problemas de no normalidad.

MODELO KLN

En éste modelo se agudizan los problemas, ya que en la función de costo $Lncost$ se tiene autocorrelación de primer y segundo orden; problemas de heteroscedasticidad en el sentido de ARCH, Poisson y Amemiya, no hay linealidad y tampoco se tiene normalidad.

De la misma manera las funciones de participación S_k y S_L , mantienen todos los problemas, menos el de la normalidad.

Mientras que la función S_M tiene todos los problemas.

De manera, que para estas ramas se tiene los siguientes resultados:

1) En todas las ramas se cumple la primera implicación de la hipótesis central, es decir que los modelos KLN no son desde el punto de vista econométrico aceptables.

2) Pero, de acuerdo a la evaluación econométrica de los modelos KLN para estas ramas, tampoco resultan ser modelos correctamente especificados. De manera, que la segunda implicación de que los modelos KLN son mejores especificaciones que los modelos KLN no se cumple para estas ramas.

Por tanto, el problema de la sub o sobrestimación de las economías de escala que surgen del error de especificación no pueden ser probadas en esta ramas, ya que no se puede mostrar cual de los dos modelos esta sub o sobrestimando las economías de escala si no se tiene un modelo correctamente especificado.

Esto nos conduce a pensar que si tanto el modelo KLN como el modelo KLN no representan una correcta especificación para determinar las economías de escala para estas ramas, se tendrían que buscar modelos estadísticos bajo otra dirección, como podrían ser modelos donde se incluyan variables dinámicas, de cambio

estructural, de cambio técnico²⁸, o tal vez los supuestos que se hacen de la función dual no son los adecuados, en tal sentido se tendrían que estimar libremente algunos parámetros o probar con otras formas funcionales.

Por el otro lado, se encontró que para el caso de la Rama 58-material y equipo de transporte, se cumplían las dos primeras implicaciones de la hipótesis de esta investigación:

1) El modelo KLN esta incorrectamente especificado; mantiene problemas econométricos.

2) El modelo KLNM es un mejor modelo que la especificación KLN; no tiene problemas econométricos.

Por tanto, podemos inferir de estas especificaciones conclusiones sobre el problema de sub o sobrestimación de las economías de escala por errores de especificación.

De acuerdo a lo anterior, en esta parte solamente presentamos las estimaciones de los modelos KLN y KLNM para la rama 58-material y equipo de transporte, donde se desarrollará la determinación de las economías de escala de acuerdo a cada modelo, el método para medir la sub o sobrestimación de las economías de escala, y el comportamiento de las economías de escala.

²⁸Debido a los objetivos de éste trabajo, la investigación no se encaminó hacia tales posibilidades. Pero, para un ejemplo de estudios que introducen variables de cambio técnico véase: montesillo, José Luis(1993). Cambio Técnico y sustitución de factores en la industria Automótriz de México, 1970-1989. Tesis de Maestría en Ciencias Económicas, mimeo.

III.2.1 EVALUACIÓN ECONÓMETRICA PARA LA RAMA 58

MODELO KLN

En este modelo se observa que en la función de costo Inc_{ost} todos los parámetros individualmente son estadísticamente diferente de cero a un 95% de confianza, excepto los parámetros γ_{KL} y γ_{VY} que son significativos al 90 % de confianza, y conjuntamente son diferentes de cero al 95% de confianza. El coeficiente de determinación indica que se tiene un ajuste de .999. Por otro lado, esta función tiene problemas de autocorrelación de primer orden y problemas de heteroscedasticidad en el sentido de Poisson y Amemiya.

La función de participación S_k tiene parámetros estadísticamente diferentes de cero al 95% excepto el parámetro γ_{KL} , que es significativo al 90%. Se tiene un coeficiente de determinación de .894. Pero tiene problemas de autocorrelación de primer orden y problemas de forma funcional.

Mientras que la función de participación S_L tiene los todos los parámetros significativos al 95% excepto el parámetro γ_{KL} que es significativo al 90%. Tiene un coeficiente de determinación de .991.

MODELO KLNLM

Este modelo representa una mejor especificación que el modelo KLN, ya que en general todas las funciones tienen parámetros significativos, coeficientes de determinación altos y ninguna de las funciones tiene problemas econométricos graves.

MODELO KLN²⁹

FUNCIÓN LNCOST

$\alpha_0 = 9.77$ (534)	$\gamma_{KK} = 0.095$ (7.07)	$\alpha_Y = 0.466$ (4.08)	$\gamma_{LY} = -0.065$ (-2.4)
$\alpha_K = 0.117$ (11)	$\gamma_{KL} = -0.012$ (-1.6)	$\gamma_{YY} = -0.47$ (-1.3)	$\gamma_{NY} = 0.198$ (3.35)
$\alpha_L = 0.359$ (61)	$\gamma_{LL} = 0.185$ (8.04)	$\gamma_{KY} = -0.07$ (-2.7)	
$R^2 = .999$	$F = 1656$		

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

FUNCIÓN SK

$\alpha_K = 0.117$ (11)	$\gamma_{KK} = 0.095$ (7.07)	$\gamma_{KL} = -0.012$ (-1.6)	$\gamma_{KY} = -0.07$ (-2.7)
$R^2 = .894$	$F = 45.09$		

FUNCIÓN SL

$\alpha_L = 0.359$ (61)	$\gamma_{KL} = -0.012$ (-1.6)	$\gamma_{LL} = 0.185$ (8.04)	$\gamma_{KY} = -0.07$ (-2.7)
$R^2 = .911$	$F = 54.87$		

²⁹Mientras en el modelo KLN se estiman conjuntamente 16 parámetros, en el modelo KLN solamente se estiman 11. Este hecho no se refleja claramente en la cantidad de parámetros que determinan las economías de escala en cada modelo, ya que la diferencia es solo de uno, pero representa una importante diferencia en los valores que toman de acuerdo al modelo estimado.

MODELO KLNLM

FUNCION LNCOST

$\alpha_0 = 9.77$ (1047)	$\gamma_{KK} = 0.068$ (5.02)	$\gamma_{LN} = -0.176$ (-8.6)	$\gamma_{KY} = -0.08$ (-3.1)
$\alpha_K = 0.116$ (14)	$\gamma_{KL} = -0.01$ (-0.7)	$\gamma_{NN} = 0.246$ (10.0)	$\gamma_{LY} = -0.06$ (-2.2)
$\alpha_L = 0.358$ (51)	$\gamma_{KN} = -0.05$ (-3.4)	$\alpha_Y = 0.708$ (14.2)	$\gamma_{NY} = 0.117$ (4.26)
$\alpha_N = 0.464$ (66)	$\gamma_{LL} = 0.184$ (7.75)	$\gamma_{YY} = -0.04$ (-0.3)	$\gamma_{MY} = 0.044$ (1.15)
$R^2 = .999$		$F = 659.31$	

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

FUNCION SK

$\alpha_K = 0.116$ (14)	$\gamma_{KK} = 0.068$ (5.02)	$\gamma_{KL} = -0.01$ (0.76)	$\gamma_{KN} = -0.05$ (-3.4)	$\gamma_{KY} = -0.08$ (-3.1)
$R^2 = .87$		$F = 26.86$		

FUNCION SL

$\alpha_L = 0.358$ (51)	$\gamma_{KL} = -0.01$ (-0.7)	$\gamma_{LL} = 0.184$ (7.75)	$\gamma_{LN} = -0.176$ (-8.6)	$\gamma_{LY} = -0.06$ (-2.2)
$R^2 = .91$		$F = 38.59$		

FUNCION SN

$\alpha_N = 0.464$ (66)	$\gamma_{KN} = -0.05$ (-3.4)	$\gamma_{LN} = -0.176$ (-8.6)	$\gamma_{NN} = 0.246$ (10.0)	$\gamma_{NY} = 0.117$ (4.26)
$R^2 = .68$		$F = 8.27$		

MODELO KLN

Pruebas	Función Lncost	Función Sk	Función Sl
Correlación Serial			
Primer orden	F=4.18*	F=8.99	F=2.95
Segundo orden	F=3.91	F=3.30	F=1.22
Heteroscedasticidad			
ARCH(1)	F=.129	F=3.06	F=.11
ARCH(2)	F=.062	F=2.17	F=.27
Poisson	F=6.68	F=2.27	F=.19
Amemiya	F=7.52	F=2.63	F=.08
Linealidad			
RESET(1)	F=1.46	F=.21	F=.08
RESET(2)	F=4.61	F=8.12	F=.14
Normalidad			
Jarque-Bera	1.28	0.39	1.58

Nota: En negritas, si existe incumplimiento del supuesto.

* Las pruebas son al 95% de confianza.

MODELO KLNLM

Pruebas	Función Lncost	Función Sk	Función Sl	Función Sn
Correlación Serial				
Primer orden	F=3.0	F=4.0	F=3.3	F=1.53
Segundo orden	F=2.0	F=4.4	F=.98	F=1.31
Heteroscedasticidad				
ARCH(1)	F=.007	F=3.0	F=.48	F=3.07
ARCH(2)	F=0.43	F=.99	F=.33	F=1.84
Poisson	F=.005	F=3.3	F=.15	F=.23
Amemiya	F=.007	F=3.7	F=.23	F=.24
Linealidad				
RESET(1)	F=.35	F=4.3	F=.18	F=.26
RESET(2)	F=2.80	F=3.0	F=.23	F=2.5
Normalidad				
Jarque-Bera	.75	1.46	1.53	1.36

III.3 DETERMINACIÓN DE LAS ECONOMÍAS DE ESCALA EN LA RAMA 58

De acuerdo a los resultados de la estimación presentados en el inciso anterior, se concluyó que solamente en la rama 58 el modelo KLMN representa una buena especificación para derivar algunas conclusiones sobre los errores de especificación en la determinación de las economías de escala.

En concreto el error de especificación en la determinación de las economías de escala al utilizar el modelo KLN en vez del modelo KLMN, se expresa como una sub o sobrestimación de las economías de escala.

El método para determinar tal sub o sobrestimación, es comparar las economías de escala que se obtienen entre el modelo KLN y el modelo KLMN, y medir el grado de sub o sobrestimación mediante una diferencia porcentual entre las dos determinaciones.

ECONOMÍAS DE ESCALA

MODELO KLMN

$$ecy1 = 0.70 - 0.086*LnWk - 0.067*LnWl + 0.117*LnWn \\ + 0.044*LnWn - 0.048*LnY$$

MODELO KLN

$$ecy2 = 0.46 - 0.074*LnWk - 0.065*LnWl + 0.198*LnWn \\ - 0.471*LnY$$

El método para calcular el grado de sub o sobrestimación de las economías de escala del modelo KLN es el siguiente:

$$\theta = \left[\frac{KLN - KLN M}{KLN} * (-1) \right] * 100,$$

- a) Si θ es positivo se tiene una sobrestimación, y
- b) Si θ es negativo se tiene una subestimación.

Con base a éste método en las gráficas economías de escala se presentan:

- 1) Una gráfica comparativa entre las economías de escala que se obtienen de los modelos KLN y KLN M.
- 2) Una gráfica del comportamiento del índice de producción.
- 3) Una gráfica donde se presentan conjuntamente el comportamiento de la cantidad de insumos importados (insumos importados en millones de pesos de 1980) y el precio de los insumos importados (deflactor implícito de los insumos importados).

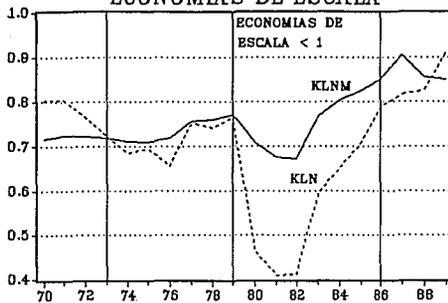
Adicionalmente en el cuadro 3 se presenta el grado de sub o sobrestimación del modelo KLN para todos los años de estudios.

De la gráfica comparativa de las economías de escala y del cuadro 3 se puede observar:

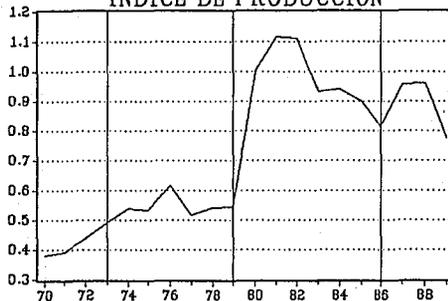
- 1) El modelo KLN subestima³⁰ las economías de escala en relación con el modelo KLN M, en los años de 1970 a 1973 y en 1989.
- 2) El modelo KLN sobrestima las economías de escala en los años de 1974 a 1988.

³⁰Se debe tener cuidado de no caer en el error, al pensar que la sobrestimación del modelo KLN se observa, en la gráfica economías de escala, cuando algunos de sus puntos están por arriba de los del modelo KLN M, y la subestimación cuando estén por abajo. Ya que, entre menores a 1 sean los valores estimados se tienen mayores economías de escala; por tanto, la sobrestimación se presenta cuando los valores del modelo KLN están por abajo de lo del modelo KLN M, y la subestimación cuando se observa lo contrario.

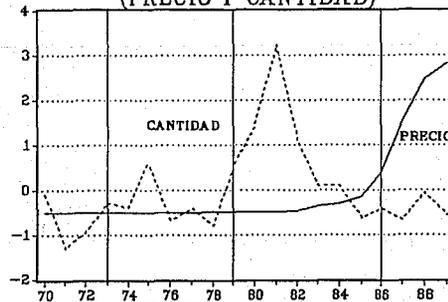
ECONOMIAS DE ESCALA



INDICE DE PRODUCCION



INSUMOS IMPORTADOS (PRECIO Y CANTIDAD)



Pero de una análisis más detallado, podemos encontrar cuatro subperiodos (cuadro 3) : 1) de 1970-1973, que se caracteriza por la subestimación de las economías de escala; 2) de 1974 a 1979, que se caracteriza por sobrestimaciones, en promedio, pequeñas; 3) de 1980 a 1985, periodo de altas sobrestimaciones; y 4) de 1986 a 1988, donde las sobrestimaciones son muy variantes.

CUADRO 3.

ECONOMIAS DE ESCALA ANUAL: RAMA 58

AÑOS	Modelo KLNM	Modelo KLN	Sobrestimación de las economías de escala. %
1970	0.71	0.80	-10.80
1971	0.72	0.80	-10.07
1972	0.72	0.76	-5.41
1973	0.71	0.72	-0.29
1974	0.71	0.68	4.03
1975	0.70	0.69	2.00
1976	0.71	0.65	9.63
1977	0.75	0.75	0.48
1978	0.75	0.74	2.43
1979	0.77	0.76	0.70
1980	0.70	0.46	51.89
1981	0.67	0.40	65.52
1982	0.67	0.41	62.94
1983	0.76	0.59	28.92
1984	0.80	0.65	23.35
1985	0.82	0.70	16.43
1986	0.85	0.78	7.70
1987	0.90	0.81	10.90
1988	0.85	0.82	3.49
1989	0.85	0.91	-7.08
Media			
70-73	0.71	0.77	-6.64
74-79	0.73	0.71	3.22
80-85	0.74	0.53	41.50
86-88	0.87	0.80	7.36

Para asegurar que realmente existe una sub o sobrestimación por el modelo KLN, se llevó a cabo una prueba de hipótesis de medias sobre las estimaciones de las economías de escala de los modelos, para demostrar con ello que son muestras de diferentes PGI.

La prueba se llevó a cabo para los cuatro subperiodo. De estas pruebas se encontró que solamente para el periodo de 1974-1979 no se puede asegurar que exista sobrestimación del modelo KLN, ya que la prueba de medias mostró que no son de diferentes muestras; los resultados se presentan en el cuadro 4.

CUADRO 4. PRUEBA DE MEDIAS³¹

PERIODO	MEDIAS		σ		t-Calculada	t-Tablas
	KLNM	KLN	KLNM	KLN		
70-73	.72	.77	.0034	.0393	2.53	2.30
74-79	.73	.71	.0274	.0436	1.04	2.17
80-85	.74	.53	.0655	.1284	3.14	2.17
86-88	.87	.80	.0309	.0191	2.86	2.44

Nota: las pruebas son al 95% de confianza.

³¹El estadístico t de la prueba diferencia de medias se platea como:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{(\sigma_1)^2}{n_1} + \frac{(\sigma_2)^2}{n_2}}}$$

Donde μ es la media, σ^2 es la varianza y n el tamaño de cada muestra correspondiente.

La hipótesis nula se escribe como:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$, y la alternativa

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$.

Con la seguridad de que existe una sub o sobrestimación de las economías de escala en los subperiodos, podemos pasar a la descripción de los periodos de sub y sobrestimación de las economías de escala, con la ayuda de la gráfica economías de escala y el cuadro 3.

1) En el periodo de 1970 a 1973, la subestimación promedio fue de -6.64%. En el año de 1970 se presenta la mayor subestimación (10.8%) de este periodo y en este año se observa una tendencia decreciente hasta 1973, donde la subestimación sólo se encuentra al 0.29%.

2) De 1974 a 1979 el nivel de sobrestimación promedio se encuentra en 3.22%; el índice de sobrestimación más alto es alcanzado en 1976, con el 9.63%. Pero de acuerdo a los resultados de las prueba de medias, no podemos asegurar que en este periodo exista tal sobrestimación.

3) De 1980 a 1985 encontramos los años de las mayores índices de sobrestimación de las economías de escala de todo el periodo de estudios. El índice de sobrestimación promedio es de 41.5%; el año de mayor sobrestimación es en 1981 con 65.51%. La sobrestimación tiende a crecer rápidamente en los años de 1980 y 1981, y a partir de 1982 se observa un tendencia decreciente hasta alcanzar en 1985 el nivel de sobrestimación de 16.43%.

4) De 1986 a 1988 los índices de sobrestimación tienen altibajos alrededor del nivel de 7%, pero la tendencia sigue siendo decreciente. Ya en el año de 1989 volvemos a observar un índice de subestimación de 7.08%.

Por otro lado, de las gráficas economías de escala y del índice de producción observamos que:

Tanto en el modelo KLN como en el KLNMM, las economías de escala tienen la misma tendencia. Esto es, en el periodo de 1970 a 1978 tenemos economías de escala más o menos estables; De 1979 a 1981 se observa un incremento de las economías de escala; y, de 1982 a 1989 tienden a decrecer.

Pero a la vez, esta tendencia de las economías de escala se relaciona positivamente con el comportamiento del índice de producción, como teóricamente se planteó en el primer capítulo.

En el periodo de economías de escala estables (1970-1978) se tiene un crecimiento moderado del índice de producción.

El periodo de mayores economías de escala (1979-1981) se presenta un crecimiento acelerado del índice de producción.

Por otro lado, en el periodo de la tendencia decreciente de las economías de escala 1982 a 1989, se relaciona en general con una caída sostenida del índice de producción.

De manera que, el comportamiento de las economías de escala tanto en el modelo KLN como el KLNMM se determina por el nivel de producción que se tenga.

Mientras que de la gráficas economías de escala e insumos importados concluimos que:

La sub y sobrestimación de las economías de escala por parte del modelo KLN, se determina por no incluir el efecto de los insumos importados sobre las economías de escala.

Aunado a lo anterior, tanto del cuadro 3 como de la gráfica economías de escala podemos concluir que:

Independientemente del modelo KLN o KLNMM la rama 58 se caracteriza por mantener economías de escala en todo el periodo de estudio.

Esta característica también ha sido señalada por otros estudios. Por ejemplo; la investigación de Tybout, la cual es un análisis de la industria manufacturera con base a la estimación de funciones de costo trans-log con información en panel encontró que esta rama 58 mantiene economías de escala.³²

³²Los resultados encontrados por Tybout no son comparables con los de esta investigación, principalmente por que:

- 1) Estima una función de costo trans-log transformada, sin tomar en cuenta las funciones de participación.
- 2) Es un estudio con datos en panel a nivel de establecimiento. Para mayor detalle ver Tybout(1992).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Esta investigación se enfocó en analizar la posibilidad de errores de especificación en la determinación de las economías de escala, para algunas ramas de la industria manufacturera de México.

Esta posibilidad se deriva del hecho de que algunas ramas manufactureras son altamente dependientes de exterior, en el sentido de que demandan una gran cantidad de insumos importados.

Para medir las economías de escala se estimaron funciones de costo trans-log conjuntamente con las funciones de participación de los insumos considerados. Para ello, se especificaron dos tipos de funciones de costo trans-log: una, donde se consideran a los insumos capital, trabajo, insumos nacionales e insumos importados; a este modelo se le llamó KLMN. Y otra, donde se considera todos los insumos anteriores menos los insumos importados; a este modelo se le llamó KLN.

La estimación de los modelos KLMN y KLN se llevo a cabo para las ramas:

- 51. Maquinaria y aparatos no eléctricos
- 57. Motores y accesorios para automóviles
- 56. Automóviles
- 58. Equipo y material de transporte.

La hipótesis central de esta investigación fue la siguiente: si en la estimación de las economías de escala para las ramas con altos coeficientes de importación y de participación en el total de las manufacturas, no se toma en cuenta el precio de los insumos importados se podría tener un sesgo tal que la evaluación de las economías de escala estarían sub o sobrestimadas y las conclusiones que se deriven de ellas serían erróneas.

Esta hipótesis central tuvo tres implicaciones:

1) Los modelos KLN no son modelos correctamente especificados.

2) Los modelos KLMN son mejores especificaciones que los modelos KLN.

3) Si lo anterior se cumplía, entonces el modelo KLN mantiene un error de especificación que se expresa como una sub o sobrestimación de las economías de escala con respecto al modelo KLMN.

De la estimación de los modelos KLN y KLMN para las ramas 51, 56 y 57, se concluyó:

1) La primera implicación de la hipótesis central se cumplió, de acuerdo a que los modelos KLN mantenían muchos problemas econométricos.

2) La segunda implicación no se cumplió, ya que los modelos KLMN mantuvieron problemas econométricos, y en algunos casos los problemas se incrementaron.

3) De acuerdo, a que en esta ramas no se cumplió las dos primeras implicaciones de la hipótesis central, no se pudo concluir cual de los modelos sub o sobrestiman las economías de escala.

Por tanto, para estas ramas se tendrá que buscar algunas especificaciones donde tal vez se incluyan algunas variables dinámicas, de cambio estructural, de cambio técnico, etc. Probar si las restricciones hechas sobre la función trans-log no son las adecuadas o buscar otras formas funcionales para tales ramas, con las cuales se pudieran modelar con mejores resultados las economías de escala.

Debido a los objetivos de esta investigación, estas líneas de trabajo no fueron desarrolladas pero representan posibles hipótesis de trabajo para futuras investigaciones.

Por otro lado, solamente en la rama 58 se pudo encontrar que el modelo KLN es una mejor especificación que el modelo KLN.

De manera que la investigación se centró en determinar si el modelo KLN sub o sobrestima las economías de escala en comparación con el modelo KLN.

La sub o sobrestimación de las economías de escala se analizó para 4 subperiodos.

- a) De 1970 a 1973, periodo de subestimación,
- b) De 1974 a 1979, donde no se pudo asegurar que exista alguna sobrestimación, de acuerdo a la prueba de medias.
- c) De 1980 a 1985, periodo de sobrestimación alta.
- d) De 1986 a 1988, periodo de sobrestimación baja.

Para comprobar que realmente existía una sub o sobrestimación del modelo KLN sobre el modelo KLN, se llevó a cabo una prueba estadística de medias. De esta prueba se encontró que solamente en el periodo de 1974 a 1979 no se podía asegurar que hubiera una sub o sobrestimación de las economías de escala.

Con los resultados de la estimación conjunta de la función de costo y las funciones de participación, se llevó a cabo el análisis de las economías de escala de los modelos y se concluyó lo siguiente:

1) Un modelo mal especificado (KLN), por la omisión de una variable como son los insumos importados, puede sub o sobrestimar las economías de escala en relación con un modelo correctamente especificado econométricamente, sobre todo en épocas de crisis caracterizadas por incremento de los precios de los insumos importados y caídas de los niveles de producción.

2) El periodo de sub y sobrestimación de las economías de escala del modelo KLN, esta determinado por la tendencia que presenta el precio de los insumos importados.

3) Independientemente del modelo KLN o KLNLM, la tendencia de las economías de escala se determina por el comportamiento del nivel de producción.

4) Ya sea con cualquiera de los dos modelos, la Rama 58 se caracteriza por tener economías de escala.

Lo anterior demuestra que es posible tener errores de especificación expresados como una sub o sobrestimación de las economías de escala, cuando no se toma en cuenta variables relevantes en su determinación, que para el caso de esta investigación se supuso era el precio de los insumos importados.

También se mencionó, que los errores de especificación pueden ser provocados por un sinúmero de causas como la omisión de variables relevantes, no tomar en cuenta dinámica, cambio estructural, etc.

Pero no obstante a ello, debido a los objetivos de la investigación solamente nos abocamos en la posibilidad de tener un error de especificación por la omisión de una variable que en nuestro caso fueron los insumos importados, el cual no resultó un supuesto adecuado para tres de las cuatro ramas que se plantearon como candidatas para presentar tales problemas. Pero con el análisis de la rama 58 se pudo derivar ciertas conclusiones que nos mostraron la validez de la hipótesis sobre los errores de especificación en la determinación de las economías de escala expresada como una sub o sobrestimación.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, Uriarte(1991). "Las empresas manufactureras mexicanas en los ochentas". En Comercio Exterior, Vol. 41, núm. 9, septiembre de 1991.
- Binger, Brian and Elizabeth Hoffman(1988). *Microeconomics with Calculos*. Scot, Foresman and Company Glenview, Illinois London, England.
- Berndt, Ernst(1991). *The practice of econometrics: Classic and contemporary*. Editorial Addison-Wesley Publishing Company.
- Cassoni, Adriana E. y Jorge Mattar(1986). *Economías de escala: Enfoques metodológicos y aplicaciones al sector manufacturero*. En revista del CIDE, núm 6.
- Cassoni, Adriana E(1990). *Pruebas de diagnóstico en el modelo econométrico*. En documentos de trabajo del CIDE.
- Chiang, Alpha C(1987) *Métodos fundamentales de economía matemática*. Editorial McGraw-Hill. Tercera Edición.
- Del castillo, Gustavo(1991). *El tratado de libre comercio y las empresas manufactureras mexicanas*". En Comercio Exterior, vol. 41, núm.7, julio de 1991.
- Diewert, W.E. (1982). "Duality Approaches Microeconomic Theory". En *Handbook of Mathematical Economics*, vol. II, editado por K.J. Arrow y M.D Intriligator.
- Espinosa, Pedro(1990a). *Elementos teóricos para la estimación de una función de costos*. En Documentos de Investigación, núm 2, CIDE.
- Espinosa, Pedro(1990b). *Un análisis técnico de la industria manufacturera en México. (1960-1986)*. En Documentos de Investigación, núm 31, CIDE.
- Friedman, Milton(1969). *Price Theory*. Chicago: Aldine.
- Gold, Bela(1981). *Changing perspective on size, escale and returns: and interpretive survey*. En *Journal of Economic Literature*, marzo 1981. pp. 5-33.
- Hay, Donald and Derek J. Morris(1991). *Industrial Economics and Organization. Theory and Evidence*. Oxford University Press.

- Helpman, Elhanan(1984). "Increasing Returns, Imperfect Markets, and Trade Theory. En Handbook of international economic, Editado por Ronald W.Jones y Peter B.Kenen . Vol. 1, capítulo 7.
- Ide-Takayama(1989) Factor prices and the shape of average cost. Curves with special references to international trade. En journal of International Economic 1989, pp. 1-7.
- Intriligator, Michael(1990). Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones. Fondo de Cultura Económica.
- Koutsoyiannis(1979). Microeconomía moderna. Amorrourtu editores, Buenos Aires.
- Kumbhakar, Subal C(1991). "The Measurement and Decomposition of Cost-Inefficiency: The Translog Cost System". En Oxford Economic Papers, vol. 43, núm 4.
- McElroy, Marjorie B(1987). "Additive General Error Models for Production, Cost, and Derived Demand or Share Sytems. En Journal of Political Economy, vol. 95, núm 4.
- Montesillo, José Luis C (1993). Cambio técnico y sustitución de factores en la industria automótriz de México, 1970-1989. Tesis de maestría en ciencias económicas, UACYP-CCH, UNAM. mimeo.
- Nadiri, M. Ishaq(1982). "Producers Theory". En Handbook of Mathematical Economics, vol. II, editado por K.J. Arrow y M.D Intriligator.
- NiKaido, H(1978). Métodos matemáticos del análisis económico. Ed. Vicens-Vives, España.
- Spanos, A.(1986). Statistical Foundations of Econometric Modelling, Cambridge University Press.
- Pindyck, Robert y Daniel L. Rubinfeld(1989). Microeconomics. New York: Macmillan.
- Pindyck, Robert y Daniel L. Rubinfeld(1991) Econometric Models and Economic Forecasts. Editorial McGraw-Hill. Tercera Edición.
- Trejo Reyes, Saúl(1983). "La concentración Industrial en México. El tamaño Mínimo Eficiente y el papel de las empresas. En Comercio Exterior, vol. 33. núm. 8.

Tybout, Jean R(1992) Trade liberalization and the structure of production in Mexican manufacturin industries. mimeo.

Tótoro N y Rodríguez C(1991). "¿ Ha perdido vigencia la industrialización ? . En Comercio Exterior, vol. 41, núm.3 marzo de 1991.

Varian, Hal(1986). Análisis microeconómico. Editorial Antoni Bosch, Barcelona. Segunda edición.

Varian, Hal(1988). Microeconomía Intermedia: Un enfoque moderno. Editorial Antoni Bosch, Barcelona.

ANEXO 1

DEFINICIONES

$X_K W_K$ = Acervo neto de capital (millones de pesos corrientes)

X_K = Acervo neto de capital (millones de pesos de 1980)

W_K = Índice de precios implícito (1980=1)

$X_L W_L$ = Remuneraciones de asalariados (millones de pesos)

X_L = Personal ocupado (número de personas)

W_L = Índice de remuneraciones promedio

$X_N W_N$ = Consumo intermedio (millones de pesos corrientes)

X_N = Consumo intermedio (millones de pesos de 1980)

W_N = Índice de precios implícito (1980=1)

$X_M W_M$ = Importaciones (millones de pesos corrientes)

X_M = Importaciones (millones de pesos de 1980)

W_M = Índice de precios implícito (1980=1)

y = Índice del volumen de producción (1980=1)

Cost = Producción bruta (millones de pesos corrientes)

$$S_K = \frac{X_K W_K}{\text{Cost}} = \text{Participación del capital en el costo total}$$

$$S_L = \frac{X_L W_L}{\text{Cost}} = \text{Participación del trabajo en el costo total}$$

$$S_N = \frac{X_N W_N}{\text{Cost}} = \text{Participación de los insumos en el costo total}$$

$$S_M = \frac{X_M W_M}{\text{Cost}} = \text{Participación de las importaciones en el costo total}$$

$\ln W_i$ = logaritmo de W_i $i = K, L, N, M$

$\ln W_i \ln W_j$ = Multiplicación de los logaritmos de los precios

$i = K, L, N, M$, $j = K, L, N, M$

$\ln W_i W_j$ = Logaritmo de la relación de precios. $i \neq j$ $i = K, L, N, M$

$j = K, L, N, M$

$\ln y$ = Logaritmo de y

$\ln \text{Cost}$ = Logaritmo de Cost

ANEXO 2

RAMA 51: MAQUINARIA Y APARATOS NO ELECTRICOS

MODELO KLN

FUNCION LNCOST

$\alpha_0 = 11.20$ (310)	$\gamma_{KK} = 0.105$ (7.36)	$\alpha_Y = 0.918$ (9.74)	$\gamma_{LY} = -0.035$ (-1.5)
$\alpha_K = 0.126$ (4.8)	$\gamma_{KL} = 0.05$ (6.14)	$\gamma_{YY} = -0.24$ (-1.7)	$\gamma_{NY} = 0.057$ (2.01)
$\alpha_L = 0.191$ (16)	$\gamma_{LL} = -0.02$ (-2.3)	$\gamma_{KY} = -0.12$ (-2.5)	
$R^2 = .998$	$F = 708.1$		

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

FUNCION SK

$\alpha_K = 0.126$ (4.8)	$\gamma_{KK} = 0.105$ (7.36)	$\gamma_{KL} = 0.05$ (6.14)	$\gamma_{KY} = -0.12$ (-2.5)
$R^2 = .556$	$F = 6.6$		

FUNCION SL

$\alpha_L = 0.191$ (16)	$\gamma_{KL} = 0.055$ (6.14)	$\gamma_{LL} = -0.02$ (-2.3)	$\gamma_{LY} = -0.035$ (-1.5)
$R^2 = .80$	$F = 21.5$		

MODELO KLMN

FUNCION LNCOST			
$\alpha_o = 11.27$ (302)	$\gamma_{KK} = 0.218$ (7.53)	$\gamma_{LN} = 0.225$ (3.48)	$\gamma_{KY} = -0.072$ (-1.7)
$\alpha_K = 0.148$ (7.4)	$\gamma_{KL} = -.083$ (-3.0)	$\gamma_{NN} = 0.511$ (1.53)	$\gamma_{LY} = -0.117$ (-2.4)
$\alpha_L = 0.152$ (6.9)	$\gamma_{KN} = -.305$ (-4.8)	$\alpha_Y = 1.128$ (10.8)	$\gamma_{NY} = -0.532$ (-2.0)
$\alpha_N = 0.194$ (1.6)	$\gamma_{LL} = 0.065$ (2.33)	$\gamma_{YY} = -0.136$ (-0.89)	$\gamma_{NY} = 0.680$ (2.69)
$R^2 = .998$		$F = 187.9$	

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

FUNCION SK			
$\alpha_K = 0.148$ (7.4)	$\gamma_{KK} = 0.218$ (7.53)	$\gamma_{KL} = -.083$ (-3.0)	$\gamma_{KN} = -.305$ (-4.8)
$R^2 = .723$		$F = 9.79$	

FUNCION SL			
$\alpha_L = 0.152$ (6.9)	$\gamma_{KL} = -.083$ (-3.0)	$\gamma_{LL} = 0.065$ (2.33)	$\gamma_{LN} = 0.225$ (3.48)
$R^2 = .09$		$F = .38$	

FUNCION SN			
$\alpha_N = 0.194$ (1.6)	$\gamma_{KN} = -.305$ (-4.8)	$\gamma_{LN} = 0.225$ (3.48)	$\gamma_{NN} = 0.511$ (1.53)
$R^2 = -.213$		$F = \text{NO EXISTE}$	

PRUEBAS ECONOMÉTRICAS: RAMA 51

MODELO KLN

Pruebas	Función Lncost	Función Sk	Función SL
Correlación Serial			
Primer orden	F=.017	F=.24	F=.001
Segundo orden	F=.15	F=.23	F=.09
Heteroscedasticidad			
ARCH(1)	F=.079	F=.037	F=.07
ARCH(2)	F=.090	F=.031	F=.05
Poisson	F=.210	F=16.5	F=4.7
Amemiya	F=.260	F=.75	F=3.0
Linealidad			
RESET(1)	F=.045	F=.51	F=3.6
RESET(2)	F=.048	F=16	F=37
Normalidad			
Jarque-Bera	61.15	88.31	40.63

Nota: En negritas, si existe incumplimiento del supuesto.

MODELO KLNLM

Pruebas	Función Lncost	Función Sk	Función SL	Función SN
Correlación Serial				
Primer orden	F=.45	F=.10	F=.04	F=140
Segundo orden	F=.42	F=.20	F=.11	F=108
Heteroscedasticidad				
ARCH(1)	F=.004	F=.00	F=.04	F=57
ARCH(2)	F=.013	F=.00	F=.05	F=265
Poisson	F=.112	F=11	F=.03	F=4765
Amemiya				
Linealidad				
RESET(1)	F=.043	F=.55	F=.88	F=.50
RESET(2)	F=.128	F=.89	F=1.9	F=.66
Normalidad				
Jarque-Bera	67	18.71	13.51	22

RAMA 56: AUTOMOVILES

MODELO KLN

<u>FUNCION LNCOST</u>			
$\alpha_0 = 11.70$ (659)	$\gamma_{KK} = -0.015$ (-.61)	$\alpha_Y = 1.102$ (22.5)	$\gamma_{LY} = -0.054$ (-7.2)
$\alpha_K = 0.105$ (7.6)	$\gamma_{KL} = -0.002$ (-.53)	$\gamma_{YY} = 0.144$ (1.51)	$\gamma_{NY} = 0.098$ (3.32)
$\alpha_L = 0.100$ (29)	$\gamma_{LL} = 0.082$ (9.31)	$\gamma_{KY} = -0.10$ (-3.9)	
$R^2 = .999$	$F = 1100$		

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

<u>FUNCION SK</u>			
$\alpha_K = 0.105$ (7.6)	$\gamma_{KK} = -0.015$ (-.61)	$\gamma_{KL} = -0.002$ (-.53)	$\gamma_{KY} = -0.10$ (-3.9)
$R^2 = .230$	$F = 1.60$		

<u>FUNCION SL</u>			
$\alpha_L = 0.100$ (29)	$\gamma_{KL} = -0.002$ (-.53)	$\gamma_{LL} = 0.082$ (9.31)	$\gamma_{LY} = -0.054$ (-7.2)
$R^2 = .823$	$F = 24.94$		

MODELO KLNLM

FUNCIÓN LNOCST

$\alpha_0 = 11.70$ (1087)	$\gamma_{KK} = 0.053$ (3.23)	$\gamma_{LN} = -0.045$ (-4.4)	$\gamma_{KY} = -0.093$ (-4.6)
$\alpha_K = 0.109$ (10)	$\gamma_{KL} = -.003$ (-.56)	$\gamma_{NN} = 0.308$ (6.68)	$\gamma_{LY} = -0.051$ (-6.0)
$\alpha_L = 0.096$ (33)	$\gamma_{KN} = -.127$ (-5.1)	$\alpha_Y = 1.07$ (30.9)	$\gamma_{NY} = -0.085$ (-2.9)
$\alpha_N = 0.653$ (51)	$\gamma_{LL} = 0.060$ (6.24)	$\gamma_{YY} = 0.084$ (1.57)	$\gamma_{HY} = 0.160$ (4.72)
$R^2 = .999$		$F = 339.5$	

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

FUNCIÓN SK

$\alpha_K = 0.109$ (10)	$\gamma_{KK} = 0.053$ (3.23)	$\gamma_{KL} = -.003$ (-.56)	$\gamma_{KN} = -.127$ (-5.1)	$\gamma_{KY} = -0.093$ (-4.6)
$R^2 = .567$		$F = 4.921$		

FUNCIÓN SL

$\alpha_L = 0.096$ (33)	$\gamma_{KL} = -.003$ (-.56)	$\gamma_{LL} = 0.060$ (6.24)	$\gamma_{LN} = -0.045$ (-4.4)	$\gamma_{LY} = -0.051$ (-6.0)
$R^2 = .722$		$F = 9.75$		

FUNCIÓN SN

$\alpha_N = 0.653$ (51)	$\gamma_{KN} = -.127$ (-5.1)	$\gamma_{LN} = -0.045$ (-4.4)	$\gamma_{NN} = 0.308$ (6.68)	$\gamma_{NY} = -0.085$ (-2.9)
$R^2 = -.903$		$F = \text{NO EXISTE}$		

PRUEBAS ECONÓMICAS: RAMA 56

MODELO KLN

Pruebas	Función Lncost	Función Sk	Función SL
Correlación Serial			
Primer orden	F=.072	F=22.4	F=115
Segundo orden	F=.103	F=5.0	F=49.5
Heteroscedasticidad			
ARCH(1)	F=.459	F=.660	F=86
ARCH(2)	F=.208	F=.035	F=38
Poisson	F=4.28	F=15.3	F=.91
Amemiya	F=4.66	F=16.4	F=23.6
Linealidad			
RESET(1)	F=.750	F=2.73	F=21.0
RESET(2)	F=.50	F=6.42	F=28
Normalidad			
Jarque-Bera	99.77	1.19	2.25

Nota: En negritas, si existe incumplimiento del supuesto.

MODELO KLNLM

Pruebas	Función Lncost		Función Sk		Función SL		Función SN	
Correlación Serial								
Primer orden	NO	F=.54	SI	F=92	SI	F=26	SI	F=139
Segundo orden	NO	F=.27	SI	F=30	NO	F=1.2	SI	F=111
Heteroscedasticidad								
ARCH(1)	NO	F=1.11	SI	F=100	SI	F=29	SI	F=56
ARCH(2)	NO	F=.60	NO	F=2	NO	F=1.4	SI	F=320
Poisson	SI	F=9.08	SI	F=17	SI	F=9.4	NO	F=.68
Amemiya	SI	F=8.81	SI	F=40	SI	F=27	NO	F=.43
Linealidad								
RESET(1)	NO	F=6.81	NO	F=25	NO	F=27	SI	F=.65
RESET(2)	SI	F=3.45	NO	F=22	SI	F=1.3	NO	F=5.5
Normalidad								
Jarque-Bera	NO	6.8	SI	1.6	SI	2.34	NO	22.23

RAMA 57: MOTORES Y ACCESORIOS PARA AUTOMOVILES

MODELO KLN

FUNCION LNCOST

$\alpha_0 = 11.03$ (1100)	$\gamma_{KK} = 0.065$ (10.5)	$\alpha_Y = 1.117$ (24.3)	$\gamma_{LY} = -0.060$ (-6.6)
$\alpha_K = 0.112$ (25)	$\gamma_{KL} = -0.004$ (-.98)	$\gamma_{YY} = 0.181$ (1.08)	$\gamma_{NY} = 0.081$ (3.09)
$\alpha_L = 0.185$ (59)	$\gamma_{LL} = 0.174$ (11.9)	$\gamma_{KY} = -0.06$ (-4.9)	

R²= .999 F= 3130

FUNCION SK

$\alpha_K = 0.112$ (25)	$\gamma_{KK} = 0.065$ (10.5)	$\gamma_{KL} = -0.004$ (-.98)	$\gamma_{KY} = -0.06$ (-4.9)
----------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

R²= .936 F= 78.00

FUNCION SL

$\alpha_L = 0.185$ (59)	$\gamma_{KL} = -0.004$ (-.98)	$\gamma_{LL} = 0.174$ (11.9)	$\gamma_{LY} = -0.060$ (-6.6)
----------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

R²= .902 F= 49.19

MODELO KLNLM

FUNCIÓN LNCOST

$\alpha_0 = 10.97$ (519)	$\gamma_{KK} = 0.889$ (7.74)	$\gamma_{LN} = -0.685$ (-6.0)	$\gamma_{KY} = 0.333$ (1.65)
$\alpha_K = 0.142$ (2.0)	$\gamma_{KL} = 0.296$ (7.27)	$\gamma_{NN} = 3.767$ (3.77)	$\gamma_{LY} = 0.094$ (1.30)
$\alpha_L = 0.199$ (7.7)	$\gamma_{KN} = -1.49$ (-4.7)	$\alpha_Y = 0.23$ (1.57)	$\gamma_{NY} = 2.831$ (5.14)
$\alpha_N = 0.365$ (1.6)	$\gamma_{LL} = 0.283$ (12.4)	$\gamma_{YY} = -2.17$ (-3.2)	$\gamma_{MY} = -2.145$ (-4.4)

$R^2 = .965$

$F = 7.54$

Nota: Entre paréntesis, la t-estadística.

FUNCIÓN SK

$\alpha_K = 0.142$ (2.0)	$\gamma_{KK} = 0.889$ (7.74)	$\gamma_{KL} = 0.296$ (7.27)	$\gamma_{KN} = -1.49$ (-4.7)	$\gamma_{KY} = 0.333$ (1.65)
-----------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

$R^2 = -41.95$

$F = \text{NO EXISTE}$

FUNCIÓN SL

$\alpha_L = 0.199$ (7.7)	$\gamma_{KL} = 0.296$ (7.27)	$\gamma_{LL} = 0.283$ (12.4)	$\gamma_{LN} = -0.685$ (-6.0)	$\gamma_{LY} = 0.094$ (1.30)
-----------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

$R^2 = -19.0$

$F = \text{NO EXISTE}$

FUNCIÓN SN

$\alpha_N = 0.365$ (1.6)	$\gamma_{KN} = -1.49$ (-4.7)	$\gamma_{LN} = -0.685$ (-6.0)	$\gamma_{NN} = 3.767$ (3.77)	$\gamma_{NY} = 2.831$ (1.30)
-----------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

$R^2 = -0.11$

$F = \text{NO EXISTE}$

PRUEBAS ECONOMÉTRICAS: RAMA 57

MODELO KLN

Pruebas	Función Lncost	Función S _k	Función S _L
Correlación Serial			
Primer orden	F=8.97	F=13.7	F=3.91
Segundo orden	F=3.07	F=12.5	F=3.09
Heteroscedasticidad			
ARCH(1)	F=.40	F=2.1	F=2.05
ARCH(2)	F=0.2	F=1.2	F=1.59
Poisson	F=1.4	F=5.9	F=3.01
Anemiyá	F=1.7	F=5.4	F=3.26
Linealidad			
RESET(1)	F=1.70	F=.145	F=2.35
RESET(2)	F=1.02	F=5.05	F=1.29
NORMALIDAD			
Jarque-Bera	2.04	1.50	6.83

Nota: En negritas, si existe incumplimiento del supuesto.

MODELO KLNLM

Pruebas	Función Lncost	Función S _k	Función S _L	Función S _N
Correlación Serial				
Primer orden	F=100	F=40	F=38	F=153
Segundo orden	F=44	F=21	F=20	F=216
Heteroscedasticidad				
ARCH(1)	F=69	F=23	F=26	F=76
ARCH(2)	F=39	F=20	F=23	F=540
Poisson	F=26	F=104	F=87	F=14
Anemiyá	F=37	F=530	F=1.1	F=36
Linealidad				
RESET(1)	F=71	F=68	F=.26	F=53
RESET(2)	F=498	F=33	F=67	F=93
Normalidad				
Jarque-Bera	20.4	4.1	4.0	25.06