

# ENSAYOS

---

volumen VII - numero 2 - Dic. 1985

---



Facultad de Economía

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

---

## FACULTAD DE ECONOMIA

Fundada en 1957

\* La revista ENSAYOS publica manuscritos de todos los campos de la economía, la estadística, las ciencias sociales y la educación. Se edita dos veces al año en los meses de Junio y Diciembre, salvo cambios de última hora que determinen lo contrario.

Diciembre de 1985

\* La suscripción a la revista tiene un costo de \$4,000.00 anuales para todo el territorio nacional; y de 15.00 dólares para el extranjero. Las solicitudes deben dirigirse a la propia Facultad, mediante cheque u orden de pago.

### DIRECTORIO

Dirección: Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Loma Redonda # 1515 Pte. Col. Loma Larga. Monterrey, N.L. México. Apartado Postal 288.

#### Consejeros:

Consuelo Meyer L.  
Ernesto Quintanilla Rodríguez  
Israel Gutiérrez Guerrero  
Sergio Martínez Guerrero

\* Toda comunicación relativa a manuscritos y correspondencia editorial, deberán ser dirigidos a: Lic. Edgar López. Editor, Departamento de Publicaciones, Facultad de Economía, UANL.

#### Director:

Manuel Silos Martínez

\* Las opiniones, juicios o ideas que puedan contener los artículos impresos en esta revista no reflejan de ninguna forma el criterio de la Facultad de Economía de la UANL, siendo de exclusiva responsabilidad de su autor. Sin embargo, esta Institución se reserva todos los derechos y la revista no puede ser reproducida sin permiso por escrito del Editor. Se autoriza la reproducción parcial para efectos de análisis o comentarios en otras publicaciones.

#### Editor:

Edgar López Garza

\* Edición realizada por el Departamento de Publicaciones de la Facultad de Economía, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

## I N D I C E

|                                                                                                                                                    | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| LA MAXIMIZACION DE BENEFICIOS BAJO RESTRICCIONES<br>ESTOCASTICAS DE PERDIDA DE SUELO: EL CASO DEL<br>AREA DENOMINADA PIEDMONT BRIGHT LEAF. . . . . | 1    |
| <i>Eduardo Segarra.</i>                                                                                                                            |      |
| EL PRODUCTO INTERNO BRUTO AGROPECUARIO DE NUEVO<br>LEON: UNA ESTIMACION A 1980. . . . .                                                            | 21   |
| <i>Ernesto Quintanilla.</i>                                                                                                                        |      |
| CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA DE ENERGIA DEL SECTOR<br>INDUSTRIAL EN EL LARGO PLAZO. . . . .                                                       | 37   |
| <i>Noé Aarón Fuentes Flores.</i>                                                                                                                   |      |

LA MAXIMIZACION DE BENEFICIOS BAJO RESTRICCIONES  
ESTOCASTICAS DE PERDIDA DE SUELO: EL CASO DEL  
AREA DENOMINADA PIEDMONT BRIGHT LEAF.

*Eduardo Segarra\**

El servicio de conservación del suelo de los Estados Unidos ha determinado que los suelos de los 14 condados del área del Piedmont Bright Leaf correspondientes a Virginia, están entre los más severamente erosionados de la nación. La pérdida media anual de suelo en la tierra cultivada sujeta a la erosión, promedia 18 toneladas por acre. Esta tasa es superior al doble del promedio del estado y tres y media veces mayor que la tolerancia para los suelos prevalecientes en el área, los suelos que más predominan en el área son: Appling, Cecil y Cullen. Por lo tanto, la conservación del suelo en esta región ha surgido como un importante problema de política pues la erosión del suelo genera una pérdida en la productividad agrícola a largo plazo y una degradación de la calidad del agua en las corrientes de agua de la región.

Los programas para reducir las tasas de erosión del suelo en la región fueron, son y serán implementados. Sin embargo, la mayoría de estos programas están basados en los "valores medios" de las tasas de erosión del suelo, esto es, hay un 50% de probabilidad de que la erosión del mismo sea, o se espera que sea, de un cierto nivel predeterminado. Este artículo intenta mostrar los efectos de la reducción de las tasas de erosión del suelo tomando en cuenta la distribución de probabilidad de la pérdida del suelo, en lugar de un valor medio de ella. Un método desagregado se usó debido al interés de observar el impacto de políticas alternativas de conservación del suelo sobre la toma de decisiones al nivel de la parcela. Un modelo de programación lineal que toma en cuenta diferentes niveles de probabilidad de pérdida del



suelo fue usado. El objetivo de este artículo fue determinar cómo las combinaciones óptimas de beneficio y actividades de producción variarán ante diferentes niveles de probabilidad de pérdida del suelo para una parcela representativa del área del Piedmont Bright Leaf.

## LA PROGRAMACION DE PROBABILIDAD RESTRINGIDA

Tradicionalmente, al formular un problema de programación lineal, los coeficientes técnicos de la matriz  $A$  (los  $a_{ij}$ ) se supone que se conocen y son constantes. En particular, las medias poblacionales de los niveles de erosión del suelo derivadas de numerosas muestras de diferentes prácticas de cultivo (rotaciones de cultivo), son usadas como los  $a_{ij}$  asociados a aquellas rotaciones de cultivo. Una vez estimados, estos coeficientes técnicos raramente son cambiados aunque alguna variabilidad entre muestras se sabe que existe.

Se le dará reconocimiento al hecho de que los niveles de erosión del suelo siguen una función de distribución. Esto proviene del hecho de que las estimaciones de pérdida del suelo obtenidas de la ecuación universal de pérdida del suelo (EUPS), se pueden considerar como estocásticas dado que la EUPS es una función de una variable aleatoria tal como la precipitación pluvial, la cual posee una función de distribución. Por lo tanto, será de interés considerar en el problema de programación lineal por la naturaleza probabilística de la pérdida del suelo, cuando se observan los niveles de erosión, implicados por diferentes rotaciones de cultivo.

Un modelo de programación matemática es uno que optimiza el valor de una función objetivo numérica de una o más variables sujeta a ciertas restricciones. Este problema, en forma matricial, puede establecerse como sigue:

$$\text{Optimizar } Z = C'X \quad (1)$$

$$\text{sujeta a } AX \leq b \quad (2)$$

$$\text{y } X \geq 0 \quad (3)$$

Convencionalmente, todos los elementos de  $C$ ,  $A$  y  $b$  se supone que se conocen y son constantes al resolver el problema. Sin embargo, este supuesto no es válido para la pérdida del suelo impliicada por las diferentes rotaciones de cultivo que están incluidas en la matriz. Por lo tanto, las  $a_{ij}$  de  $A$  correspondientes a una rotación de cultivo particular, poseen una media y varianza asociadas, esto es,  $a_{ij} \sim N(\mu_{ij}, \sigma_{ij}^2)$ .

Observe que la pérdida de suelo para la rotación del cultivo  $j$ , se supone que está distribuida normalmente, trataré este asunto más detalladamente. También, se supone que las  $a_{ij}$  están distribuidas independientemente, esto es, que no están relacionadas entre sí a través de las rotaciones, pues éstos son eventos independientes.

Como Natt y Combs sugirieron [6], si deseamos la probabilidad de satisfacer la  $b_{it}$  ésima restricción en 95% de las veces por ejemplo, tenemos que ajustar cada  $a_{ij}$  hacia arriba multiplicándola por 1.96 (el valor de  $Z$  para una distribución normal con 95% de probabilidad) su desviación estándar ( $\sigma_{ij}$ ). Ajustando hacia arriba el nuevo  $a_{ij}$ , lo llamamos  $a_{ij}^*$ , será:  $a_{ij}^* = a_{ij} + 1.96 \sigma_{ij}$ .

Usando programación estocástica no secuencial que supone que no existen blancos de decisiones y eventos inciertos y en la cual todas las decisiones son hechas en un punto del tiempo, podríamos proceder a resolver este problema de la forma siguiente. Lo que tenemos que hacer hasta aquí es resolver el modelo en el cual tenenemos las  $a_{ij}^*$  en lugar de las  $a_{ij}$  para el  $b_i$  que deseamos. Después, de la solución obtenida, teniendo los niveles de actividad

que maximizan la función objetivo ( $\Pi^*$ ), podríamos proceder a calcular el límite inferior de la  $b_j$  para este modelo particular multiplicando el nivel de actividades de la solución óptima por el límite inferior, asociado al nivel de probabilidad del 95% por ejemplo, de la actividad en cuestión y totalizándolas. De esta manera, el límite superior de la restricción para la  $i$ ésima hilera lo igualaremos al  $b_j$  seleccionado y el límite inferior de la misma será dado al realizar los cálculos mencionados. Hasta aquí podríamos concluir que, hay un 95% de probabilidad de que la  $i$ ésima restricción esté entre los límites inferior y superior si nos obligamos a realizar aquellos niveles de actividad dados por la solución óptima. También, tendremos que el nivel de la función objetivo asociado a la satisfacción de esta restricción el 95% de las veces será  $\Pi$ .

#### EL MODELO Y LOS DATOS

El área del Piedmont Bright Leaf está en la parte sudcentral de Virginia. Usando los datos del censo de agricultura de 1978, una parcela representativa con 174 acres de tierra cosechada fue analizada. Los mayores cultivos originados en el área incluida son: tabaco, maíz, frijol de soya y granos pequeños. Se supuso que 37,800 libras de tabaco (18 acres) fue la producción media de tabaco para la parcela representativa.

Tradicionalmente, al construir un modelo de programación lineal para una parcela representativa, las actividades de producción a ser consideradas son los acres dedicados a la producción de maíz, frijol de soya, etc. Sin embargo, debido a que en este caso estábamos interesados en la erosión del suelo, requerida para la producción, usamos las rotaciones que incluyen uno o más cultivos. Hubo dieciseis rotaciones consideradas como las actividades de producción a seleccionar. Por ventaja de



espacio, definimos los cultivos siguientes los cuales forman parte de las rotaciones: CT= cultivo convencional de maíz, CNO=maíz no cultivado, W=trigo, BA=cebada, C=cultivo asegurado, TB=tabaco, DWS=cultivo doble de trigo y frijol de soya y TB/c= tabaco con un seguro de cultivo. Las rotaciones consideradas fue ron (los números dentro de los paréntesis representan la cantidad de años en la rotación): CTW(2); CNOW(2), CTBA(2), CNOBA(2), TB/c TBBAC(4), TB/c TBWC(4), TB(1), TBW(2), TBBA(2), CTWS(3), CNOWS(3), CTBAS(3), CNOBAS(3), CTDWS(2), CNODWS(2) y c(1). La información con respecto a: a) los ingresos brutos para cada una de las rota ciones en 1983, b) los costos variables para cada una de las ro taciones en 1983 y c) las necesidades de trabajo para cada una de las rotaciones en los meses de mayo, junio, septiembre y octubre fue obtenida de la oficina estatal del Servicio de Conservación del Suelo en Richmond, Virginia.

La parte de pérdida del suelo correspondiente al programa, se basó en las estimaciones dadas por la ecuación universal - (EUPS). Esta predice la pérdida de suelo bruta por acre, como un producto de varios factores relacionados con la erosión. Particularmente, la EUPS es:

$$A=RKLSCP$$

(4)

donde:

- A → Toneladas de pérdida de suelo por acre por año,
- R → Factor de precipitación pluvial y drenaje.
- K → Factor de erosionalidad del suelo.
- L → Factor pendiente-longitud
- S → Factor pendiente-inclinación.
- C → Factor de seguro y administración.
- P → Factor de práctica sostenida.



Mediante pláticas con los científicos del suelo y con el personal del Servicio de Conservación del Suelo, llegamos a los siguientes parámetros de la ecuación EUPS para la parcela representativa en el Area del Piedmont Bright Leaf:  $K=0.32$  y  $LS=0.928$  (correspondiéndole a  $L=300$  pies y  $S=5\%$  de pendiente). Supusimos un factor  $P$  igual a uno esencialmente debido a que no podemos realmente suponer cuántos acres están sujetos a control; las franjas de terreno dedicadas al cultivo de los distintos productos que se hacen siguiendo una dirección adecuada para minimizar la erosión, las líneas de nivel de tierra, los bordos, etc. El factor  $c$  fue obtenido para las diferentes rotaciones de cultivo analizadas, éstas son descritas en la Tabla 1. Con respecto al factor de precipitación pluvial y de drenaje  $R$ , tenemos que este sigue una distribución de probabilidad lognormal [8]. Debido a la simplicidad de considerar el valor de  $R$  en el modelo de programación lineal, aproximamos su distribución de probabilidad lognormal a una distribución de probabilidad normal utilizando los procedimientos estadísticos estándar. Su media y desviación estándar fueron 178.66 y 77.24, respectivamente.

La Tabla 1 muestra la media y desviación estándar de la pérdida de suelo, asociada con las diferentes rotaciones de cultivo analizadas. Además, se supone que se distribuyen normalmente como en la ecuación (4) para una rotación particular, los factores  $K$ ,  $LS$ ,  $C$  y  $P$  son constantes y dado que  $R \sim N(\mu_R, \sigma_R)$ , esto implica que  $A \sim N(\mu_a, \sigma_a)$  para esa rotación particular. Usando la información de la Tabla 1, y con la ayuda de las tablas estadísticas para una distribución de probabilidad normal, fuimos capaces de construir intervalos de confianza de pérdida del suelo a diferentes niveles de probabilidad para las rotaciones de cultivo analizadas. Estos intervalos están descritos en la Tabla 2.

La información de la Tabla 2 se puede interpretar de la forma siguiente: considerando la rotación CTW; hay un 50 por ciento de probabilidad de que estemos perdiendo 10.611 toneladas de suelo por acre por año si esta rotación es realizada, también, hay un 80 por ciento de probabilidad de que estemos perdiendo entre 4.732 y 16.490 toneladas de suelo por acre por año si esta rotación es efectuada, etc.

## RESULTADOS

Como se mencionó, el modelo tiene que resolverse tomando en cuenta el límite superior del intervalo de confianza de la restricción en la que estamos interesados. En este caso, como estamos interesados en la restricción de la pérdida del suelo, el modelo se resolvió sustituyendo el límite superior de la pérdida del suelo para los diferentes niveles de probabilidad mostrados en la Tabla 2.

Cuando el modelo se resolvió, cinco restricciones diferentes se consideraron, es decir, tuvimos 5 valores diferentes de  $b$  para cada uno de los niveles de probabilidad. Una de estas  $b$  como un asunto de hecho, se dejó libre, esto es, que el modelo se resolvió sin imponer un nivel particular de pérdida del suelo. Esto se hizo con la intención de observar: Cuál sería la pérdida del suelo (a diferentes niveles de probabilidad) si no la restringimos a que tenga un valor predeterminado. Los otros cuatro valores de  $b$  fueron: 10, 8, 6 y 5 toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

Después de que los diferentes modelos fueron resueltos, sólo cuatro rotaciones, de las dieciseis consideradas, se presentaron en las soluciones óptimas alternativas. Estas fueron: TB/cTBWC, TB, CNODWS y C, por lo tanto, el resto de las rotaciones será omitido al presentar los resultados.



Los resultados obtenidos después de resolver el modelo para el nivel de probabilidad de 50% de pérdida del suelo, y el límite superior del resto de los niveles de probabilidad considerados, se muestran en las Tablas 3-8. La información contenida en estas tablas, con respecto a la producción de un cultivo particular en las soluciones óptimas, puede ser obtenida como una proporción de aquellos acres en las rotaciones de la solución a los cultivos bajo esa rotación. Por lo tanto, tenemos por ejemplo en la Tabla 3, que bajo una restricción libre para  $b$ , 18 acres serán cosechados de tabaco y 156 acres serán utilizados bajo la rotación CNODWS, como ésta es una rotación de dos años, significa que: 78 acres estarán en la producción de maíz no cultivado y 78 acres estarán en la producción doble cultivada de trigo y frijol de soya. Así, podríamos obtener el área en acres específica, dedicada a producir un cultivo particular bajo cualquiera de las soluciones del modelo que mostramos, siguiendo exactamente procedimientos similares al usado.

Tradicionalmente, lo que obtendremos como una solución óptima para la maximización de beneficios sujeta a varias restricciones, una de las cuales corresponde a la erosión del suelo requerida por las diferentes rotaciones, será la que se muestra en la Tabla 3, la cual corresponde a los valores medios de pérdida de suelo. Como podemos ver en esta tabla, los beneficios serán de \$45,733.07 hasta el punto en el cual tenemos una restricción de 8 toneladas de pérdida de suelo por acre por año. Desde este punto, dadas nuestras otras dos restricciones para 5 y 6 toneladas de pérdida de suelo por acre por año, vemos que los beneficios decrecerán a \$43,900.09 y \$34,436.85, respectivamente. También se observa que en estas dos últimas soluciones óptimas experimentaremos algún intercambio de tierra de las rotaciones de cultivos que provocan más erosión hacia las de menos erosión para satisfacer la restricción en pérdida de suelo. Observe en la última solución de esta tabla que deberemos de tener 28.41 acres de la par



te interior dedicados a pastura, el cultivo que se supone que tiene asociada baja pérdida de suelo.

Hasta aquí, todo parece excelente y podríamos decir que, si deseamos reducir la erosión del suelo a los valores "T" correspondientes a una parcela en el área Bright Leaf, la cual es de 5 toneladas por acre por año, todo lo que tendremos que hacer será seguir las recomendaciones de producción dadas por la última solución óptima de la Tabla 3. Sin embargo, como lo señalamos antes, la pérdida de suelo en la tierra agrícola sigue una función de distribución, la cual debe ser tomada en consideración al hacer las recomendaciones de política. Por lo tanto, es interesante examinar lo que nuestras recomendaciones serían, si cambiamos nuestros supuestos con respecto a tener valores medios de pérdida de suelo.

El análisis siguiente se basará en las Tablas 4-8 y en los límites inferiores de pérdida de suelo obtenidos de las soluciones óptimas. Para ilustrar la información contenida en estas tablas, daremos un ejemplo: de la Tabla 6 tenemos que, hay un 80% de probabilidad de que la pérdida de suelo esté entre 2.297 y 8.003 toneladas por acre por año si producimos 36.00 acres de TB/c TBWC, 119.42 acres de CNODWS y 18.57 acres de pastura. Los beneficios asociados a este plan de producción serán de \$37,101.27.

Como esperaríamos, en las Tablas 4-8 podemos ver que a medida que incrementamos la probabilidad de pérdida de suelo hasta los niveles de probabilidad de 80 ó 90% de un nivel más restringido de pérdida de suelo, los beneficios disminuyen uniformemente. Por lo tanto, tenemos que si deseamos estar casi seguros, el nivel de probabilidad del 95%, de reducir la pérdida de suelo hasta el límite "T", recomendado para el área Bright Leaf, el cual es de 5 toneladas por acre por año, tendremos que dedicar 17.47 acres a la producción de la rotación TB/c TBWC y 156.52 acres de pastura. Con estos niveles de producción recomendados seremos capaces de decir que hay un 95% de pro-

babilidad de que la pérdida de suelo, para una parcela ubicada en el Area Bright Leaf, esté entre 0.414 y 5.001 toneladas por acre por año. Sin embargo, es importante observar que el nivel de beneficios, en este caso será negativo, es decir, los agricultores estarán perdiendo \$9,588.49 como se indica en la Tabla 8. Observe que esta última solución óptima es muy diferente de la "tradicional" que hubieramos obtenido al considerar los valores medios de pérdida del suelo. También, comparando las soluciones óptimas de las Tablas 3-8, podemos ver fácilmente que los beneficios son consistentemente sobreestimados a los mismos niveles de restricciones de pérdida del suelo bajo los diferentes niveles de probabilidades.

Diciendo todo esto en otras palabras, si el agricultor gana dinero, pierde suelo; sin embargo, si él ahorra suelo, pierde dinero. ¿De quién es la decisión? y ¿Hasta qué tanto se ahorrará el suelo? Bien, realmente no sabemos, pero los elaboradores de la política supuestamente lo hacen, o al menos tendrán una idea de quién lo hace. En este caso particular, sin embargo, aquellos quienes están en una posición de tomar decisiones políticas deberán estar conscientes de las diferencias en los resultados obtenidos de la forma "tradicional" de encontrar las recomendaciones óptimas para las estrategias de ahorro de suelo y aquellos obtenidos con la introducción de la idea de la distribución probabilística de la erosión del suelo. Pienso que lo que estoy tratando de decir, es que si tenemos información que pueda ser agregada al análisis de la erosión del suelo, debería de agregarse.

## CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

Este artículo ilustra que la noción de la naturaleza probabilística de la pérdida del suelo puede ser incorporada dentro de la estructura de la programación lineal. También, se propuso



como un factor importante en el proceso de elaboración de la política.

Se mostró, que los beneficios son consistentemente sobreestimados en los bajos niveles de probabilidades de pérdida del suelo, cuando se están considerando diferentes niveles restringidos de pérdida del suelo. Sin embargo, se reconoció que existen algunas limitaciones en este análisis, que podrían agruparse en dos categorías:

Primero, no consideramos en este análisis la posibilidad de que un agricultor tenga la opción de entrar en un programa tal como el pago en algo de la misma clase o en un conjunto de programas aparte. Bajo estos programas esperamos que los resultados finales sean algo diferentes de los encontrados.

Otra limitación del análisis, es que no tenemos en cuenta la variabilidad de los rendimientos del cultivo con respecto a las condiciones climáticas. Es decir, esperamos una relación positiva entre la precipitación pluvial y los rendimientos del cultivo hasta cierto punto. Por lo tanto, tendremos una relación positiva entre la pérdida de suelo y los rendimientos, y no explicamos este hecho. Hasta ese punto esto es importante, no sabemos realmente y se dejó para investigación adicional.

Aunque el análisis de este artículo puede implicar más limitaciones que las explícitamente mencionadas, consideramos que este artículo es útil debido a que agrega la información disponible al complejo proceso de toma de decisiones de los intercambios entre la pérdida del suelo y el ingreso. Pero, ¡entonces otra vez, podremos estar abriendo una lata de lombrices!



TABLA 1

MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR DE TONELADAS DE PERDIDA  
DE SUELO PARA DIFERENTES ROTACIONES DE CULTIVO:  
EL AREA DEL PIEDMONT BRIGHT LEAF

| Rotaciones de Cultivo | Factor C | Media <sup>2/</sup> | Desviación Estándar <sup>2/</sup> |
|-----------------------|----------|---------------------|-----------------------------------|
| CWT (2) <sup>1/</sup> | 0.20     | 10.611              | 4.587                             |
| CNOW (2)              | 0.13     | 6.897               | 2.982                             |
| CTBA (2)              | 0.20     | 10.611              | 4.587                             |
| CNOBA (2)             | 0.13     | 6.897               | 2.982                             |
| TB/cTBBAC (4)         | 0.15     | 7.958               | 3.440                             |
| TB/cTBWC (4)          | 0.15     | 7.958               | 3.440                             |
| TB (1)                | 0.42     | 22.283              | 9.634                             |
| TBW (2)               | 0.25     | 13.264              | 5.734                             |
| TBBA (2)              | 0.25     | 13.264              | 5.734                             |
| CTWS (3)              | 0.32     | 16.978              | 7.340                             |
| CNOWS (3)             | 0.15     | 7.958               | 3.440                             |
| CTBAS (3)             | 0.32     | 16.978              | 7.340                             |
| CNOBAS (3)            | 0.15     | 7.958               | 3.440                             |
| CTDWS (2)             | 0.17     | 9.019               | 3.899                             |
| CNODWS (2)            | 0.09     | 4.775               | 2.064                             |
| C (1)                 | 0.04     | 2.122               | 0.917                             |

1/ Cantidad de años en la rotación.

2/ Toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: El factor C obtenido del personal del servicio de conservación del suelo, la media y la desviación estándar fueron calculadas por el autor.

TABLA 2

INTERVALOS DE CONFIANZA DE PERDIDA DE SUELO PARA DIFERENTES ROTACIONES DE CULTIVO:  
EL AREA DEL PIEDMONT BRIGHT LEAF

| ROTACION DE CULTIVO | VALOR MEDIO | P R O B A B I L I D A D                          |               |              |              |              |
|---------------------|-------------|--------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                     |             | .60                                              | .70           | .80          | .90          | .95          |
|                     |             | (TONELADAS DE PERDIDA DE SUELO POR ACRE POR AÑO) |               |              |              |              |
| CTW                 | 10.611      | 6.750-14.472                                     | 5.857-15.365  | 4.732-16.490 | 3.065-18.157 | 1.620-19.602 |
| CNOW                | 6.897       | 4.378- 9.407                                     | 3.806- 9.988  | 3.075-10.719 | 1.992-11.802 | 1.052-12.742 |
| CTBA                | 10.611      | 6.750-14.472                                     | 5.857-15.365  | 4.732-16.490 | 3.065-18.157 | 1.620-19.602 |
| CNOBA               | 6.897       | 4.378- 9.407                                     | 3.806- 9.988  | 3.075-10.719 | 1.992-11.802 | 1.052-12.742 |
| TC/c TBBAC          | 7.958       | 5.062-10.854                                     | 4.392-11.524  | 3.549-12.367 | 2.299-13.617 | 1.216-14.700 |
| TB/c TBWC           | 7.958       | 5.062-10.854                                     | 4.392-11.524  | 3.549-12.367 | 2.299-13.617 | 1.216-14.700 |
| TB                  | 22.283      | 14.173-30.393                                    | 12.297-32.269 | 9.936-34.630 | 6.435-38.131 | 3.400-41.166 |
| TBW                 | 13.264      | 8.437-18.091                                     | 7.321-19.207  | 5.915-20.613 | 3.832-22.696 | 2.025-24.503 |
| TBBA                | 13.264      | 8.437-18.091                                     | 7.321-19.207  | 5.915-20.613 | 3.832-22.696 | 2.025-24.503 |
| CTWS                | 16.978      | 10.799-23.157                                    | 9.370-24.586  | 7.571-26.385 | 4.904-29.052 | 2.592-31.364 |
| CNOWS               | 7.958       | 5.062-10.854                                     | 4.392-11.524  | 3.549-12.367 | 2.299-13.617 | 1.216-14.700 |
| CTBAS               | 16.978      | 10.799-23.157                                    | 9.370-24.586  | 7.571-26.385 | 4.904-29.052 | 2.592-31.364 |
| CNOBAS              | 7.958       | 5.062-10.854                                     | 4.392-11.524  | 3.549-12.367 | 2.299-13.617 | 1.216-14.700 |
| CTDWS               | 9.019       | 5.737-12.301                                     | 4.978-13.060  | 4.022-14.016 | 2.605-15.433 | 1.377-16.661 |
| CNODWS              | 4.775       | 3.038- 6.512                                     | 2.636- 6.914  | 2.130- 7.420 | 1.380- 8.170 | 0.730- 8.820 |
| C                   | 2.122       | 1.350- 2.894                                     | 1.172- 3.072  | 0.947- 3.297 | 0.614- 3.630 | 0.325- 3.919 |

FUENTE: Calculado por el Autor.

TABLA 3  
RESULTADOS OBTENIDOS PARA UN 50% DE PROBABILIDAD DE PERDIDA DE SUELO.

| 1/<br>b | ACRES EN ROTACION |       |        | Límite inferior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Límite superior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Beneficios<br>\$ |
|---------|-------------------|-------|--------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
|         | TB/cTBWC          | TB    | CNODWS |                                                  |                                                  |                  |
| Libre   |                   | 18.00 | 156.00 | 6.586                                            | 6.586                                            | 45,733.07        |
| 10 T/A  |                   | 18.00 | 156.00 | 6.586                                            | 6.586                                            | 45,733.07        |
| 8 T/A   |                   | 18.00 | 156.00 | 6.586                                            | 6.586                                            | 45,733.07        |
| 6 T/A   | 18.32             | 8.84  | 146.84 | 6                                                | 6                                                | 43,900.90        |
| 5 T/A   | 36.00             |       | 109.58 | 5                                                | 5                                                | 34,436.85        |
|         |                   |       | 28.41  |                                                  |                                                  |                  |

1/ Restricción de pérdida de suelo.

2/ T/A = toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: Calculado por el autor.



TABLA 4  
RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL LIMITE SUPERIOR DEL 60% DE PROBABILIDAD  
DE PERDIDA DE SUELO.

| 1/<br>b | ACRES EN ROTACION |       |        | Límite inferior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Límite superior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Beneficios<br>\$ |
|---------|-------------------|-------|--------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
|         | TB/cTBWC          | TB    | CNODWS |                                                  |                                                  |                  |
| Libre   |                   | 18.00 | 156.00 | 4.190                                            | 8.660                                            | 45,733.07        |
| 10 T/A  |                   | 18.00 | 156.00 | 4.190                                            | 8.660                                            | 45,733.07        |
| 8 T/A   | 22.42             | 6.79  | 144.79 | 3.733                                            | 7.704                                            | 43,490.67        |
| 6 T/A   | 36.00             |       | 70.36  | 2.800                                            | 5.858                                            | 23,816.96        |
| 5 T/A   | 36.00             |       | 22.28  | 2.334                                            | 4.958                                            | 10,784.40        |
|         |                   |       |        | 67.63                                            |                                                  |                  |
|         |                   |       |        | 115.71                                           |                                                  |                  |

1/ Restricción de pérdida de suelo

2/ T/A = toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: Calculado por el autor.

TABLA 5

RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL LIMITE SUPERIOR DEL 70% DE PROBABILIDAD  
DE PERDIDA DEL SUELO

| 1/<br>b | ACRES EN ROTACION |       |        |        | Límite inferior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Límite superior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Beneficios<br>\$ |
|---------|-------------------|-------|--------|--------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
|         | TB/cTBWC          | TB    | CNODWS | C      |                                                  |                                                  |                  |
| Libre   |                   | 18.00 | 156.00 |        | 3.635                                            | 9.537                                            | 45,733.07        |
| 10 T/A  |                   | 18.00 | 156.00 |        | 3.635                                            | 9.537                                            | 45,733.07        |
| 8 T/A   | 33.34             | 1.32  | 139.32 |        | 3.045                                            | 7.989                                            | 42,395.99        |
| 6 T/A   | 36.00             |       | 53.13  | 84.86  | 2.285                                            | 5.994                                            | 19,151.00        |
| 5 T/A   | 36.00             |       | 7.91   | 130.08 | 0.876                                            | 4.995                                            | 6,825.03         |

1/ Restricción de pérdida de suelo.

2/ T/A = toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: Calculado por el autor.

TABLA 6

RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL LIMITE SUPERIOR DEL 80% DE PROBABILIDAD  
DE PERDIDA DE SUELO.

| 1/<br>b | ACRES EN ROTACION |       |        | Límite inferior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Límite superior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Beneficios<br>\$ |
|---------|-------------------|-------|--------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
|         | TB/cTBWC          | TB    | CNODWS |                                                  |                                                  |                  |
| Libre   |                   | 18.00 | 156.00 | 2.938                                            | 10.235                                           | 45,733.07        |
| 10 T/A  | 4.63              | 15.68 | 153.68 | 2.871                                            | 10.003                                           | 45,269.10        |
| 8 T/A   | 36.00             |       | 119.42 | 2.297                                            | 8.003                                            | 37,101.27        |
| 6 T/A   | 36.00             |       | 35.02  | 1.723                                            | 6.003                                            | 14,247.09        |
| 5 T/A   | 32.74             |       |        | 1.437                                            | 5.004                                            | 2,137.36         |

1/ Restricción de pérdida de suelo.

2/ T/A = toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: Calculado por el autor.



TABLA 7

RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL LIMITE SUPERIOR DEL 90% DE PROBABILIDAD  
DE PERDIDA DE SUELO.

| 1/<br>b | ACRES EN ROTACION |       |        | Límite inferior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Límite superior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Beneficios<br>\$ |
|---------|-------------------|-------|--------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
|         | TB/cTBWC          | TB    | CNOWDS |                                                  |                                                  |                  |
| Libre   |                   | 18.00 | 156.00 | 1.900                                            | 11.269                                           | 45,733.07        |
| 10 T/A  | 23.41             | 6.29  | 144.29 | 1.686                                            | 9.985                                            | 43,389.97        |
| 8 T/A   | 36.00             |       | 87.89  | 1.350                                            | 7.989                                            | 28,563.68        |
| 6 T/A   | 36.00             |       | 11.37  | 1.013                                            | 5.993                                            | 7,779.36         |
| 5 T/A   | 23.77             |       |        | 0.844                                            | 4.994                                            | -4,740.76        |

1/ Restricción de pérdida de suelo.

2/ T/A = toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: Calculado por el autor.

TABLA 8

RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL LIMITE SUPERIOR DEL 95% DE PROBABILIDAD  
DE PERDIDA DE SUELO.

| 1/<br>b | ACRES EN ROTACION |       |        | Límite inferior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Límite superior<br>de pérdida de<br>suelo T/A 2/ | Beneficios<br>\$ |
|---------|-------------------|-------|--------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
|         | TB/cTBWC          | TB    | CNOWDS |                                                  |                                                  |                  |
| Libre   |                   | 18.00 | 156.00 | 1.006                                            | 12.166                                           | 45,733.07        |
| 10 T/A  | 36.00             |       | 136.68 | 0.827                                            | 9.999                                            | 41,775.17        |
| 8 T/A   | 36.00             |       | 65.71  | 0.662                                            | 8                                                | 22,556.77        |
| 6 T/A   | 33.61             |       | 140.39 | 0.497                                            | 6.001                                            | 2,806.07         |
| 5 T/A   | 17.47             |       | 156.52 | 0.414                                            | 5.001                                            | -9,588.49        |

1/ Restricción de pérdida de suelo.

2/ T/A = toneladas de pérdida de suelo por acre por año.

FUENTE: Calculado por el autor.

# EL PRODUCTO INTERNO BRUTO AGROPECUARIO DE NUEVO LEÓN: UNA ESTIMACION A 1980

*Ernesto Quintanilla R.*

## Introducción

El presente informe contiene los resultados de una serie de investigaciones y cálculos destinados a obtener una estimación del producto interno bruto aportado por el sector agropecuario en Nuevo León en el año de 1980.

En vista de la escasez de información, tanto estadística como relacionada con criterios en estimación, las cifras aquí presentadas sólo pretenden constituirse en una visión aproximada de la realidad de la estructura productiva del sector agropecuario en esta entidad federativa.

En este trabajo colaboró el Lic. Rubén Ojeda Gallardo.

## Entorno Conceptual y Fuentes de Información

La estimación del Producto Interno Bruto agropecuario del estado de Nuevo León se realizará en base al enfoque de pago a factores, de los tres que es posible adoptar (ver C.I.E.: 1962). De esta manera, es conveniente presentar aquí los conceptos básicos de las cuentas sociales de acuerdo a tal enfoque.



La identidad fundamental del Producto Interno Bruto es, entonces, como sigue:

$$1) \text{ PIB} = w + (\text{Yr}-w) + k + \text{Ti} - \text{Tr}$$

donde:

PIB : Producto Interno Bruto

w : Remuneración a los asalariados

Yr : Ingreso regional (definido como la suma total de los pagos a los factores: salarios, rentas, intereses y beneficios).

k : Consumo de capital fijo.

Ti : Impuestos indirectos

Tr : Subsidios

(Yr - w) : Excedente de explotación

Para llevar a cabo la estimación del P.I.B. agropecuario, se contó con información procedente de fuentes tales como las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Reforma Agraria, Banco Rural, Unión Ganadera Regional, así como cifras publicadas por la Secretaría de Programación y Presupuesto.

En los Cuadros 1 a 3 se presenta la información correspondiente a tres diferentes estimaciones del producto agropecuario en Nuevo León. El primero de ellos es solamente una transcripción del que se presenta en el documento de la S.P.P., Sistema de Cuentas Nacionales de México: Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 1980.

El Cuadro No. 2 presenta, en base a la cifra total del P.T.N. calculada por la S.A.R.H. (S.A.R.H.: 1983), de 8,166.44 millones de pesos, una estimación según subsectores y rubros de pagos

Cuadro No. 1

ESTADO DE NUEVO LEON  
PRODUCTO INTERNO BRUTO: 1980  
(Precios Corrientes)

| Sector                     | Valor<br>(Millones de Pesos) | Estructura<br>Porcentual |
|----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1. Agropecuario            | 8 831.4                      | 3.52                     |
| 2. Minería                 | 9 689.8                      | 3.87                     |
| 3. Industria Manufacturera | 92 204.2                     | 36.77                    |
| 4. Construcción            | 10 661.0                     | 4.25                     |
| 5. Electricidad            | 1 678.4                      | 0.67                     |
| 6. Distribución            | 71 651.2                     | 28.57                    |
| 7. Resto de Servicios      | 56 056.1                     | 22.35                    |
| T o t a l                  | 250 772.1                    | 100.00                   |

FUENTE: C.G.S.N.E.G.I.- S.P.P.: Sistema de Cuentas Nacionales de México: Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 1980. S.P.P.- P.N.U.D. México. 1982.

## Cuadro No. 2

## ESTADO DE NUEVO LEON

PRODUCTO TERRITORIAL NETO: 1980  
(Millones de Pesos Corrientes)<sup>1/</sup>

| Concepto                  | Agricultura            | Silvicultura         | Ganadería | Total    |
|---------------------------|------------------------|----------------------|-----------|----------|
| Sueldos y Salarios        | 1,130.45               | 43.27                | 1,287.81  | 2,461.53 |
| Rentas                    | 7.92                   | -                    | 37.56     | 45.48    |
| Intereses                 | 173.71                 | 10.70                | 96.59     | 281.00   |
| Beneficios                | 1,327.39 <sup>2/</sup> | 107.03 <sup>2/</sup> | 3,944.01  | 5,378.43 |
| Producto Territorial Neto | 2,639.47               | 161.00               | 5,365.97  | 8,166.44 |

FUENTES: 1) Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos: Evaluación del Sector Agropecuario y Forestal 1980. Monterrey, N.L. s/f.

2) Centro de Investigaciones Económicas: UANL.: Estructura Económica del Noreste de México. 1955. U.N.L. Monterrey, N.L. 1962.

NOTAS: 1/ Calculado a precios de comprador (se incluyen los impuestos indirectos).

2/ La cifra agregada de intereses para agricultura y silvicultura se dividió de acuerdo a la importancia relativa en el P.T.N. de cada sector.



a factores, utilizando para ello la estructura porcentual que para 1955 calculó el Centro de Investigaciones Económicas (C.I.E.: 1962).

A su vez, el Cuadro No. 3 presenta una estimación, rubro por rubro, del P.I.B. agropecuario de esta entidad federativa, haciendo uso de la información directa proporcionada por organismos oficiales. Puesto que la mayor parte de la investigación se enfocó al cálculo de este cuadro, a continuación se detalla, a nivel de subsector, el procedimiento que se siguió para obtener las cifras contenidas en el mismo.

### Agricultura

Las principales fuentes de información para realizar las estimaciones correspondientes al subsector agricultura fueron la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y el Banco de Crédito Rural del Noreste, Sucursal Monterrey.

Primeramente, por lo que respecta al cálculo de los intereses, se procedió a estimar la media ponderada para los diversos cultivos que financia el Banrural. Previamente se computaron tasas medias de interés, para los siguientes productos (que en conjunto representaron un 32% del valor total de la producción, durante el ciclo primavera-verano de 1980): maíz, frijo, pradera y trigo. Posteriormente, se procedió a estimar una tasa media general ponderada, la cual se aplicó al trigo. Posteriormente, se obtuvo una tasa media general ponderada, la cual se aplicó para estimar la participación de los intereses en el P.I.B. agrícola (6.46%, Cuadro No. 3). Para todos los productos financiados por Banrural se cuenta con tres datos diferentes de costos en intereses, dependiendo del tipo de riego de la siembra, es decir, por gravedad, por bombeo o de tempora, habiéndose obtenido una cifra promedio a par-

## ESTADO DE NUEVO LEON

## PRODUCTO INTERNO BRUTO AGROPECUARIO: 1980

(Millones de Pesos a Precios Corrientes).

| Concepto           | Agricultura |        | Silvicultura |        | Ganadería |        | Total    |        |
|--------------------|-------------|--------|--------------|--------|-----------|--------|----------|--------|
|                    | Absoluto    | %      | Absoluto     | %      | Absoluto  | %      | Absoluto | %      |
| Sueldos y Salarios | a/          | a/     | 43.18        | 26.82  | 2,616.08  | 48.75  | -        | -      |
| Rentas             | a/          | a/     | 0.09         | 0.06   | 37.56     | 0.70   | -        | -      |
| Intereses          | 180.84      | 6.85   | 10.70        | 6.65   | 96.59     | 1.80   | 284.48   | 3.48   |
| Beneficios         | 1,138.90    | 43.14  | 107.03       | 66.47  | 2,616.08  | 48.75  | 3,862.00 | 47.29  |
| Total              | 2,640.00    | 100.00 | 161.00       | 100.00 | 5,366.31  | 100.00 | 8,167.31 | 100.00 |

FUENTES: 1) Elaborado en base a las fuentes primarias citadas en el Listado de Fuentes de Información.

2) Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos: Evaluación del Sector Agropecuario y Forestal. 1980. Monterrey, N.L. s/f.

NOTA: a/ Sueldos, Salarios y Rentas representan el 50% del pago a los factores en la agricultura; es decir, 1,320.26 millones de pesos.

tir de las tres cifras disponibles para cada cultivo.

Por ejemplo, para el caso del sorgo se procedió de la siguiente manera: Definiendo la tasa de interés como

$$\text{Tasa de Interés} = \frac{\text{Interés por Hectárea/Producto Medio por Hectárea}}{\text{Costo por Hectárea/Producto Medio por Hectárea}}$$

entonces las tres distintas tasas de interés son:

$$1) \text{ Riego por bombeo: } \frac{\$680/12}{\$8,414/12} = \frac{56.67}{701.17} = 8.08\%$$

$$2) \text{ Riego por humedad: } \frac{\$389/3.8}{\$7,446/3.8} = \frac{102.37}{1,959.47} = 5.22\%$$

$$3) \text{ Temporal: } \frac{\$412/3.8}{\$7,893/3.8} = \frac{108.42}{2,077.11} = 5.22\%$$

Utilizando como ponderaciones las razones Interés por Hectárea/Producto Medio por Hectárea (es decir,  $56.67 + 102.37 + 108.42 = 267.46$ ), se procede a obtener una tasa de interés media ponderada:

$$\frac{56.67}{267.46} (8.08) + \frac{102.37}{267.46} (5.22) + \frac{108.42}{267.46} (5.22) = 5.83$$

entonces, la tasa de interés media ponderada para el financiamiento del sorgo es de 5.83%.

Se procedió de la misma manera para todos los demás productos incluidos en la estimación de la tasa media general de interés.

Posteriormente, utilizando como ponderaciones las sumatorias por cultivo de las relaciones Interés por Hectárea/Producto Medio por Hectárea, se obtuvo una tasa media general ponderada, es de-



cir:

$$\frac{267.46}{2,058.81} (5.83) + \frac{446.60}{2,058.81} (5.44) + \frac{582.00}{2,058.81} (5.57) + \dots$$

$$\dots + \frac{33.00}{2,058.81} (5.20) + \frac{729.75}{2,058.81} (9.17) = 6.85\%$$

Por ejemplo, para el caso del maíz, tenemos:

$$140.83 + 148.46 + 157.31 = 446.60,$$

que es la ponderación para este cultivo.

En cuanto a la estimación de los beneficios en el subsector de la agricultura, se utilizaron para este propósito las relaciones beneficio/costo proporcionadas por el Banco de Crédito Rural. En el Cuadro No. 4 se presenta la información de base para obtener la razón media ponderada beneficio/costo para de allí estimar los beneficios en la agricultura. La primera columna presenta los datos de las razones beneficio/costo por cultivo de acuerdo a Banrural; en la segunda columna se especifica la superficie financiada por esta institución, para cada cultivo. En la tercera columna se obtienen las razones beneficio/costo medias ponderadas por cultivo; se multiplica la razón beneficio/costo por la superficie financiada y se divide sobre el total de superficie financiada del cultivo. Así, para el sorgo de temporal tenemos:  $(10 \times 1.42)/945 = 0.0150$ .

En la cuarta columna se asientan los elementos que integran el cálculo de la razón general media ponderada beneficio/costo. Estos elementos se obtienen multiplicando las razones medias beneficio/costo por cultivo, por el total de superficie del mismo cultivo financiada por el Banrural, y dividiendo sobre el gran total de superficie financiada. Por ejemplo, para el caso del

sorgo tenemos:

$$(1.4191 \times 945)/27,305.44 = 0.0491.$$

La suma de estos elementos, 1.7587, es la razón media general ponderada beneficio/costo. Por lo tanto, la tasa de utilidades estimada es de 75.87% sobre los costos totales de producción, y de 43.14% sobre el valor total de la producción (que incluye las propias utilidades), o sea:

$$(0.75.87/1.7587)100 = 43.14\%.$$

Esta cifra es notablemente inferior a la calculada para el año de 1955 por el C.I.E., que resultó ser de 50.28%, en tanto que el porcentaje de las retribuciones totales que correspondió al pago de intereses se mantuvo prácticamente constante (6.58% reportado por el C.I.E. para 1955, y 6.85% estimado aquí). Lo anterior implica que aumentaron las participaciones relativas de los sueldos y salarios o de las rentas, o bien, de ambos conceptos. Sin embargo, puesto que la información disponible no permitió estimar el monto de estos rubros, y que no es válido aplicar la estrutura correspondiente al año de 1955 (precisamente debido al cambio tan pronunciado que se observa en la participación de las utilidades en el valor total de la producción), no fue posible realizar un desglose.

Para el caso de la silvicultura, en virtud de que no fue posible obtener información relacionada con las remuneraciones particulares a los factores productivos, se decidió utilizar la información relativa a la estructura porcentual calculada por el C.I.E. en 1955, y aplicarla al total del subsector que se tiene para 1980.

RAZON GENERAL MEDIA PONDERADA PARA LOS CULTIVOS FINANCIADOS POR  
EL BANCO DE CREDITO RURAL EN NUEVO LEON<sup>1/</sup>

(Ciclos Primavera-Verano 1980 e Invierno 1980-1981)

| Cultivo y Tipo   | Razón<br>Beneficio<br>Costo<br>por Tipo | Superficie<br>Financiada<br>(Hectáreas) | Razón<br>Beneficio<br>Costo<br>por Cultivo | Razón<br>General<br>Beneficio<br>Costo |
|------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| Sorgo Temporal   | 1.42                                    | 10                                      | 0.0150                                     | 0.0491                                 |
| Sorgo Gravedad   | 1.48                                    | 302                                     | 0.4730                                     |                                        |
| Sorgo Bombeo     | 1.39                                    | <u>633</u>                              | <u>0.9311</u>                              |                                        |
| Total Sorgo      |                                         | 945                                     | 1.4191                                     |                                        |
| Maíz Temporal    | 1.72                                    | 4 247                                   | 1.2358                                     | 0.3648                                 |
| Maíz Gravedad    | 1.63                                    | 1 053                                   | 0.2904                                     |                                        |
| Maíz Bombeo      | 1.54                                    | <u>611</u>                              | <u>0.1592</u>                              |                                        |
| Total Maíz       |                                         | 5 911                                   | 1.6854                                     |                                        |
| Frijol Gravedad  | 2.66                                    | 700                                     | 1.5065                                     | 0.1080                                 |
| Frijol Temporal  | 2.03                                    | <u>536</u>                              | <u>0.8803</u>                              |                                        |
| Total Frijol     |                                         | 1 236                                   | 2.3868                                     |                                        |
| Praderas (Total) | 1.59                                    | 1 551.44                                | 1.59                                       | 0.0903                                 |
| Trigo Temporal   | 2.07                                    | 5 160                                   | 0.6048                                     | 1.1465                                 |
| Trigo Gravedad   | 1.67                                    | 10 186                                  | 0.9631                                     |                                        |
| Trigo Bombeo     | 1.56                                    | <u>2 316</u>                            | <u>0.2046</u>                              |                                        |
| Total Trigo      |                                         | 17 662                                  | 1.7725                                     |                                        |
| Gran Total       |                                         | 27 305.44                               |                                            | 1.7587                                 |

FUENTE: Elaborado en base a información proporcionada por el Banco de Crédito Rural, Sucursal Monterrey. 1984.

NOTA: <sup>1/</sup> Antes del incremento de costos por cosecha siniestrada.



## Ganadería

La información de carácter primario que se utiliza para las estimaciones correspondientes a la ganadería fue proporcionada por la Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Solamente fue posible obtener las cifras relacionadas con la estructura de costos para la producción de leche. La única posibilidad para seguir adelante en las estimaciones era adoptar el supuesto de que la estructura general de costos de producción (es decir, para todos los productos de este subsector) es la misma que para la producción de leche. En la conciencia de que esto constituye una seria limitación al trabajo, se decidió adoptarlo. La estructura de costos en cuestión es la siguiente:

| Concepto           | Porcentaje |
|--------------------|------------|
| Alimentos          | 70         |
| Sueldos y Salarios | 10         |
| Medicinas y Otros  | 10         |
| Utilidades         | 10         |
| T o t a l          | 100        |

A partir de aquí es necesario realizar estimaciones de las participaciones relativas de las rentas y los intereses en el producto total. El procedimiento para llevar a efecto estas estimaciones se describe a continuación. En base a la información contenida en el trabajo del C.I.E., donde se especifica la estructura porcentual del valor agregado en la ganadería, se calculan las participaciones de intereses y rentas.

Sea:

w : Sueldos y Salarios

r : Rentas

i : Intereses

u : Utilidades

v : Valor Agregado

$$\text{Si} \quad \left( \frac{w}{v} + \frac{r}{v} + \frac{i}{v} + \frac{u}{v} \right) \times 100 = 100,$$

entonces (en base a los datos presentados en la obra del C.I.E.)

$$24.0 + 0.7 + 1.8 + 73.5 = 100.0$$

De donde, para el caso de los intereses, tenemos:

$$\frac{i}{w + u} \times 100 = \frac{1.8}{24.0 + 73.5} \times 100 = 1.84615$$

Para obtener la participación de los intereses en la estructura de los costos totales, aplicamos este resultado a la información sobre estructura de costos proporcionada por la Unión Regional Ganadera:

$$\frac{i}{w + u} \times 100 = 1.84615$$

Sustituyendo  $w = 0.10$  y  $u = 0.10$ , tenemos:

$$\frac{i}{0.20} \times 100 = 1.84615$$

Despejando  $i$ :

$$500_i = 1.84615$$

$$i = 0.0036923$$

$$i\% = 0.36923$$

Asimismo, para el caso de las rentas:

$$\frac{r}{w + u} \times 100 = \frac{0.7}{24.0 + 73.5} \times 100 = 0.71974$$

De nuevo, sustituyendo  $w = 0.10$  y  $u = 0.10$  y despejando:

$$\frac{r}{0.10 + 0.10} \times 100 = 0.71794$$

$$r = 0.0014359$$

$$r\% = 0.14359$$

Los valores  $i\% = 0.36923$  y  $r\% = 0.14359$  son las participaciones de intereses y rentas, respectivamente, en el valor total de la producción.

Para obtener las participaciones en el valor agregado, procedamos de la siguiente manera:

$$w\% + r\% + i\% + u\% = 20.51282$$

(participación del valor agregado en el valor total de la producción).

Convirtiendo la cifra de 20.51282 en 100% para obtener la estructura porcentual del valor agregado (lo cual equivale a multiplicar todos los valores de las participaciones de los factores por 4.875), tenemos:

$$w = 48.75$$

$$r = 0.70$$

$$i = 1.70$$

$$u = \frac{48.75}{100.00}$$



Aplicando esta estructura porcentual estimada para 1980 a la cifra total de 5,366.31 millones de pesos, proporcionada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, obtenemos la estimación del valor del pago a factores en la ganadería para tal año (ver Cuadro No. 3).

## Listado de Fuentes de Información.

### Primarias

1. Banco de Crédito Rural, Sucursal Monterrey.
2. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Delegación Nuevo León.
3. Unión Ganadera Regional de Nuevo León.

### Secundarias

1. Centro de Investigaciones Económicas, Universidad de Nuevo León: Estructura Económica del Noreste de México: Un Análisis Regional. 1955. U.N.L. Monterrey, N.L. 1962.
2. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Gobierno del Estado de Nuevo León: Evaluación, Sector Agropecuario y Forestal. 1980. S.A.R.H. Monterrey, N.L. s/f.
3. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos: Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal. S.A.R.H. Monterrey, N. L. Diciembre de 1981.
4. Secretaría de Programación y Presupuesto (C.G.S.N.E.G.I.): Sistema de Cuentas Nacionales de México: Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 1980. S.P.P. - P.N.U.D. México. 1982.
5. Secretaría de Programación y Presupuesto: El ABC de las Cuentas Nacionales. S.P.P. México. 1981.

## CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA DE ENERGIA DEL SECTOR INDUSTRIAL EN EL LARGO PLAZO

Noé Aarón Fuentes Flores\*

### INTRODUCCION.

El Centro principal de este estudio es determinar las características de la demanda de energía del sector industrial en el largo plazo.

Para esto es necesario hacer referencia al impacto de mayores precios de la energía, a la estructura de la demanda y a la relación entre la energía y la macroeconomía. Poca gente, está centrada en estos eventos y esperan que no tengan impacto sobre nuestros estándares de vida; sin embargo, tales hechos han contribuido a reducir el crecimiento económico en un gran número de países, y si pensamos en el largo plazo, pueden darnos como resultado un importante cambio en nuestros estilos de vida.

Así pues, no hay duda que aumentos presentes y futuros en los precios de los energéticos tienen efectos sobre la demanda de energía, así como efectos dañinos temporales sobre empleo, inflación y crecimiento económico.

---

\* Investigador del Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte.

Estudios empíricos han mostrado que la elasticidad precio de la demanda de energía es muy pequeña. El argumento de esta evidencia es que un aumento en el precio de la energía tiene un impacto menor sobre su uso, que cualquier incremento en el precio de otro bien, debido al papel estratégico que la energía juega.

Este argumento es válido únicamente en el corto plazo, debido básicamente a que el potencial de sustitución interenergético es muy limitado a corto plazo, así también, porque el capital (K) y la energía (E) se usan juntos, es decir, complementariamente en la función de producción.

Mientras que esta afirmación es válida para el inmediato plazo, no puede ser verdad en el largo plazo. De hecho, una importante pregunta que enfrentamos es ¿Cuánta flexibilidad hay en el uso de la energía en el largo plazo?.

La respuesta es importante para la construcción y diseño de la política energética y así predecir el impacto de mayores precios de la energía sobre las variables macroeconómicas anteriores.

Si en el largo plazo la demanda responde mucho a un cambio en el precio, significa que el gobierno no puede incrementar mucho los precios de energéticos, sin caer en sustanciales pérdidas en el ingreso. Así, nuestra capacidad de predecir el comportamiento de precios depende de la estimación y entendimiento de las elasticidades precio e ingreso, así como del grado de sustitución entre energéticos e insumos en la producción.

Por otro lado, una pregunta interesante se refiere a la estructura de la demanda de la energía, encontramos que el uso de



la energía por unidad monetaria del PNB varía entre industrias y para la mayoría de éstas la proporción Energía/PNB <sup>1/</sup> ha cambiado en el tiempo y espacio, en la minoría ha caído y aún existen industrias cuyas proporciones son constantes.

La respuesta lógica a esto, es que existen diferencias en tecnologías entre industrias y hay diferencias en las necesidades de energéticos e insumos.

Así pues, es importante reconocer que existen diferencias - en el uso de la energía y no puede ser explicado en el agregado, sino sobre la base de sector por sector.

Para el sector manufacturero industrial, la estructura de la demanda de la energía depende de las características particulares de la producción y en especial del grado de uso de los diferentes insumos, así como la respuesta del grado de uso motivado por cambios en precios de estos insumos. La sustitución del capital (K), energía (E) y trabajo (L) es un determinante crítico de la demanda industrial de energía y como podemos ver, determina el impacto macroeconómico de cambios en precios de los insumos sobre el empleo, inflación y crecimiento económico.

Las características de la producción determinan si la demanda industrial de energía y de otros factores productivos se elevan proporcionalmente con el crecimiento del producto con precios constantes de otros factores, lo cual deberá producir que las razones de gasto de cada factor se mantengan constantes.<sup>2/</sup>

---

<sup>1/</sup> Valor de la energía eléctrica (Millones de pesos)/PNB (Millones de pesos).

<sup>2/</sup> Se dice que tal estructura de producción es homotética, si las razones de gasto se mantienen constantes.

A causa de la importante interrelación entre el sector energético y la macroeconomía, el uso de la energía y la política de precios de la energía, es importante aclarar estos hechos para diseñar la política económica.

#### MODELO TEORICO.

En esta sección discuto las especificaciones teóricas del modelo usado, para determinar la demanda de energía del sector manufacturero.

Por un lado, los efectos del crecimiento económico y cambios en precios de energéticos sobre la demanda industrial de energéticos depende del grado de sustitución entre energía, capital y trabajo; y por otro lado, de la sustitución interenergética dentro de la energía agregada.

Empíricamente Berndt y Wood<sup>3/</sup>, efectuando un estudio de series de tiempo, encontraron que la energía y capital son complementos y que la primera y el trabajo son sustitutos, éste puede considerarse como el efecto de corto plazo. Griffin y Gregory,<sup>4/</sup> usando información de corte transversal con intervalos de cinco años, para nueve países, captaron los efectos de largo plazo, observando que energía y capital tienden a ser sustitutos.

Nuestro objetivo es encontrar evidencia para México sobre el

---

3/ Ernest. R. Berndt y D.O. Wood, "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy". *The Review of Economic and Statistics*. Agosto 1975.

4/ James M. Griffin y P. Gregory, "An Intercontry translog Model of energy substitution responses". *The Economic Review*.

grado de sustitución de diferentes insumos, mediante las elasticidades propias y cruzadas de demanda de energía de los diferentes insumos y ver el impacto del crecimiento en el sector industrial sobre la demanda de energía; y los efectos de un alza en los costos de energéticos e insumos sobre sus costos de producción para diferentes industrias.

Aquí, para determinar la demanda industrial de energía, usamos un enfoque que consiste en dos etapas. En la primera cada uno de los regresores en (9) son corridos contra un conjunto de variables consideradas exógenas del sector manufacturero y empleamos los valores ajustados de esta primer etapa como instrumentos en lugar de los regresores en (9)<sup>5/</sup>. En tanto, la segunda etapa es encontrar la demanda derivada de energía basada en una función translog. El uso de este enfoque requiere de algunos supuestos acerca de la estructura de producción prevaleciente.

Primero, nosotros suponemos que los factores como energía, trabajo y capital son débilmente separables de materias primas. ¿Qué entendemos por débil separabilidad?

Si consideramos una función homotética dos veces diferenciable, estrictamente cuasi-cóncava, con un número finito de insumos y que tienen productos marginales bien comportados. Entonces podemos escribir la función de producción  $Y = F(\vec{X}) = F(X_1, \dots, X_n)$ ; donde  $\vec{X}$  se refiere al conjunto de "n" insumos llamados  $N = (1, 2, \dots, n)$ , y  $f(\vec{X})$  puede estar participando en "r" subconjuntos que son mutuamente exclusivos y exhaustivos  $(N_1, \dots, N_r) = R$ .

---

<sup>5/</sup> Debido a la homogeneidad lineal en precios impuesta en (9) podemos escribir los regresores en (9) en logaritmos de las razones de precios.



La primera y segunda derivada de  $F(\vec{X})$  son:

$$F_i = \partial F / \partial X_i \mid X_j = K_c \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$F_{ij} = \partial^2 F / \partial X_i \partial X_j \mid X_K = X_c \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Así pues, la función  $f(\vec{X})$  es débilmente separable con respecto a la partición  $R$  si la tasa marginal de sustitución (TMS) entre  $X_i$  y  $X_j$  de cualquier subconjunto  $N_s$ ,  $s = 1, 2, \dots, r$ , es in dependiente de las cantidades de insumo fuera de  $N_s$ .

$$\frac{\partial}{\partial X_K} \left( \frac{F_i}{F_j} \right) = 0 \quad \forall \quad i, j \in N_s, \text{ y } K \notin N_s$$

Esto establece una condición necesaria y suficiente para que la función sea de la forma  $Q = F(f(L, K, E); M)$ , este supuesto es ne cesario porque es difícil y no tenemos datos para construir índi ces de precios de materias primas y por consiguiente, únicamente estimamos elasticidades de sustitución entre  $K$ ,  $L$  y  $E$ .

El segundo supuesto es que la función es débilmente separable también en los factores  $K$ ,  $L$  y  $E$ . Es decir, que la tasa mar ginal de sustitución (TMS) de energía es independiente de las can tidades de capital y trabajo. Esto nos permite usar índi ces agregados de precios para  $K$ ,  $L$  y  $E$ .

El tercer supuesto tiene que ver con las ecuaciones de cada factor y sus principales componentes que son homotéticos, esto provee la condición necesaria y suficiente para llevar a cabo nuestro proceso de optimización de las dos etapas, es decir, pri mero optimizo los regresores de (9) y después usamos éstos como una variable instrumental para nuestro segundo proceso de opti mi



zación. Así pues, nuestra función se escribe como

$$(1) \quad Q = F [K, L, c(f_j); M] \quad i = 1, 2 \dots$$

donde  $c$  es una función homotética.

Correspondiente a tal función de producción existe una función de costos, la cual refleja la tecnología de la función de producción. En su forma general, podemos escribir a la función de costos como

$$(2) \quad G = G [g(P_K, P_L, P_E(P_{ij}), Q); P_M, Q]$$

Para propósitos de estimación tomé la función translog, y el uso de costos translog para determinar la demanda industrial que posee la ventaja de obtener estimaciones irrestrictas de elas ticidades precio de la demanda. Además puede ser interpretada como una aproximación de segundo orden a una función de costos dos veces diferenciables y es la más aproximada para tomar los precios como exógenos en lugar de las cantidades. Para nuestro modelo de tres insumos, escribimos las propiedades de la función de costo como:

$$(3) \quad \text{LNG} \quad \alpha_0 + \alpha_Q \text{LN } Q + \sum_i \alpha_i \text{LN } P_i + 1/2 \gamma_Q Q (\text{LN } Q)^2 \\ + 1/2 \sum_i \sum_j \gamma_{ij} (\text{LN } P_i \times \text{LN } P_j) + \sum_i \gamma_i Q (\text{LN } Q \times \text{LN } P_i)$$

$$i = j = K, L, E$$

La homogeneidad lineal en precios implica las siguientes

restricciones:

$$(4) \quad \sum_i \alpha_i = 1$$

$$\sum_i \alpha_{ij} = \sum_j \alpha_{ij} = 0 \quad i = j = K, L, E$$

La ecuación (3) puede ser considerada como una función bien comportada si y sólo si sus derivadas parciales son simétricas en sus insumos, entonces imponemos el siguiente requisito de simetría.

$$(5) \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad i = j = K, L, E$$

La función deberá ser homotética si puede ser escrita como una función separable del producto y precios de los factores. Así, el supuesto de homoteticidad implica:

$$(6) \quad \gamma_{Q_i} = 0$$

Suponiendo mercados perfectos de factores, nosotros tomamos a los precios como exógenos. Dado el nivel de producción las funciones de demanda que minimizan el gasto en insumos se derivan diferenciando (3) con respecto a  $P_i$

$$(7) \quad \frac{\partial \text{LNG}}{\partial \text{LN } P_i} = \frac{\partial G}{\partial P_i} \frac{P_i}{G} + \alpha_i + \gamma_{Q_i} \text{LN } Q + \sum_j \gamma_{ij} \text{LN } P_{j,i}$$

$j = K, L, E$

Luego, usando el lema de Shepard<sup>6/</sup>

$$(8) \quad x_i = \frac{\partial G}{\partial p_i} \quad i = K, L, E$$

Obtenemos finalmente las ecuaciones de demanda de K, L, E.

$$(9) \quad S_i = \alpha_i + \gamma Q_i \ln Q + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_{j,i}$$

$j = K, L, E$

Una forma conveniente de derivar la sustitución de varios insumos en la producción es a través de las elasticidades de sustitución parciales de Allen (Ver Allen). Si la elasticidad entre dos factores es positiva, llamamos a tales factores sustitutos; si son negativos, los factores son complementarios.

En orden a aclarar esta idea que es básica, derivamos las funciones de demanda considerando al producto fijo. Si tenemos K, L, E.

$$(10) \quad \text{Min } G = p_K K + p_E E + p_L L \quad \underline{7/}$$

$$\text{sujeto a: } Q^0 = f(K, L, E)$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\lambda f_K(K, L, E) = p_K$$

$$\lambda f_L(K, L, E) = p_L$$

---

<sup>6/</sup> Ver demostración Hal Varian. "Microeconomic Analysis". W. W. Norton & Company, Inc.

<sup>7/</sup> Véase Layard and Walters. "Microeconomic". McGraw-Hill, Inc.

$$\lambda f_E (K, L, E) = P_E$$

$$\lambda (K, L, E) = Q^0$$

Estas pueden ser resueltas para determinar tres funciones de demanda de la forma:

$$(11) \quad x_i = g^i (PK, PL, PE) Q^0$$

$i = K, L, E.$

Ahora, si nos interesa saber si los factores  $i, j$  son complementos o sustitutos Hicks-Allen, nosotros simplemente preguntamos.

$$(\partial X_i / \partial P_j) Q^0 < 0 \quad i, j : \text{ complementos}$$

$$(\partial X_i / \partial P_j) Q^0 > 0 \quad i, j : \text{ sustitutos}$$

Se dice que el factor  $i, j$ , son complementos en el primer caso, debido a que cuando  $P_j$  aumenta,  $X_i$  cae y si  $X_i$  cae, entonces es razonable que ellos sean complementos. Lo opuesto es sustitutos.

También podemos notar simetría de los efectos cruzados, y para contestar a esta pregunta, únicamente necesitamos saber:

$$(12) \quad (\partial X_i / \partial P_j) = (\partial X_j / \partial P_i)$$

Pero en aras de ser más específico presentamos la prueba - Aquí. Si la función de costo es

$$G = G [ PK, PL, PE, Q^0 ]$$



$$x_i = \partial G / \partial P_i (PK, PL, PE, Q^0)$$

$$i = J = K, L, E.$$

y ésta es la función de demanda compensada, de esto sigue que:

$$(\partial x_i / \partial P_j) Q^0 = \partial^2 G / \partial P_i \partial P_j = (\partial x_j / \partial P_i) Q^0$$

llamamos  $G_{ij}$  a  $\partial^2 G / \partial P_i \partial P_j$ , y de aquí podemos definir las ecuaciones de demanda cruzadas, considerando al producto constante.

$$\frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln P_j} = \left( \frac{\partial x_i}{\partial P_j} \frac{P_j}{x_i} \right) = G_{ij} \frac{P_i}{x_j} = \epsilon_{ij}^*$$

#### MODELO ECONOMETRICO Y ESPECIFICACION ESTOCASTICA.

Ya que la matriz de covarianzas de las tres ecuaciones en (9) es singular, podemos arbitrariamente eliminar la ecuación  $M_j (j=K, L, E)$  y estimar las restantes dos ecuaciones por mínimos cuadrados en tres etapas iterativo.

En esta sección daré una visión muy intuitiva del modelo e conométrico y de la especificación estocástica, en orden a aclarar el método de estimación utilizada.

Supongamos un  $M$  -vector de variables endógenas  $Y_t$  correspondiente a un  $K$  - vector de variables exógenas  $X_t$  generadas por el modelo estadístico.

$$(1') \quad q_j(y_t, x_t, \theta_j^*) = e_{jt} \quad \begin{array}{l} j = 1, 2, \dots, M \\ t = 1, 2, \dots, n \end{array}$$

Los parámetros desconocidos  $\theta_j$  son un  $P_j$  - vector  $j=1,2,\dots,m$  los errores.

$$e_t = (e_{1t}, e_{2t}, \dots, e_{mt})$$

Se suponen independientes que siguen una distribución normal M-variada con media cero y matriz varianza - covarianza positiva semidefinida  $\Sigma = \varepsilon (a a')$ . Este supuesto es necesario en pruebas y empíricamente se usa en aplicaciones que incluyen transformaciones  $U(\cdot)$ .

Cualquier transformación  $U[\theta_j(y_t, x_t, \theta_j)]$  depende de ciertos parámetros, y éstos son incluidos en  $\theta_j$ .

Las variables instrumentales consisten de un  $K$  - vector  $Z_t (t=1, \dots, N)$  disponibles para estimación. La elección óptima de estas variables es discutida por Jeorgenson (1974).<sup>8/</sup>

Así los estimadores de tres etapas son obtenidos por minimizar.

$$(2') \quad S(\theta) = \left(\frac{1}{n}\right) q'(\theta) (\hat{\Sigma}^{-1}) p_z(\theta)$$

donde

$$q_j(\theta_j) = [q_j(y_1, x_1, \theta_j), q_j(y_2, x_2, \theta_j) \dots q_j(y_n, x_n, \theta_j)]^1$$

---

<sup>8/</sup> Jergenson D.W. and K. Laffant. "Efficient Estimation of Nonlinear simultaneous equations with additive disturbances", *Annals of Economic*.

$$q(\theta) = [q'_1(\theta_1), q'_2(\theta_2), \dots, q'_M(\theta_M)]^1$$

$$z = z [z_1, z_2, \dots, z_n]$$

$$P_z = z(z'z)^{-1} z^1$$

Se supone que cualquier restricción a priori en las ecuaciones que no son de interés inferencial han sido eliminados por reparametrización y, así, los parámetros  $\theta_j$  se refieren al modelo en forma reparametrizada.

En lo que resta de esta sección se ilustra la aplicación del método de la interferencia estadística basada en estimadores de tres etapas iterativo a un sistema de ecuaciones simultáneas. Consideramos nuestro modelo de demanda derivada basado en la función de costo translogarítmico, introducido por Georgeson and Lau (1975)<sup>9/</sup>. El sistema de las funciones de demanda puede ser escrito en la forma

$$(3') \quad M_j = \frac{p_j X_j}{G} = \alpha_j + \gamma_{jj} \ln P_j + \gamma_{ji} \ln P_i$$

$$i, j = K, L, E$$

donde  $M_j$  es la proporción del costo del  $j$ -ésimo insumo en el costo total de producir  $Y$ .

$$M = \sum_j M_j = \sum_j P_j X_j$$

Los parámetros  $(\alpha_j, \gamma_{jj}, \gamma_{ji})$  satisfacen ciertas restricciones.

$$(4') \quad \alpha = \sum \alpha_j \quad \beta_{ij} = \beta_{ji} \quad \sum \gamma_{ji} = \sum \gamma_{ji} = 0$$

---

<sup>9/</sup> *Jorgeson D.W. and L.J.Lau, 1978, Testing the Integrability of Consumer Demand functions, United States 1947-1971. Review of Economic Studies.*

La normalización es necesaria para estimación debido a que este sistema es homogéneo de grado cero en estos parámetros. Una conveniente normalización es

$$(5') \quad \alpha = \sum \alpha_j = -1$$

Las proporciones de costo  $M_j$  suman la unidad implicando que la matriz de varianzas-covarianzas tienen un rango menor que la dimensión de la matriz. Una regresión con tal matriz singular puede ser estimada sin pérdida de eficiencia por eliminar una ecuación apropiada e imponer un conjunto adecuado de restricciones en los parámetros. En este caso se puede verificar que podemos eliminar del sistema a cualquier ecuación.

El modelo de la demanda de energía  $M_k, M_l, M_e$  es, entonces, un sistema de dos ecuaciones.

$$M_L = \alpha_L + \gamma_{LL} \ln(PL/PK) + \gamma_{LE} \ln(PE/PK) + c_{1t}$$

$$M_E = \alpha_E + \gamma_{EE} \ln(PE/PK) + \gamma_{EL} \ln(PL/PK) + c_{2t}$$

En términos de nuestra notación anterior tenemos,

$$\theta_1 = (\alpha_L, \gamma_{LL}, \gamma_{LE})$$

$$\theta_2 = (\alpha_E, \gamma_{EE}, \gamma_{EL})$$

$$P = (\alpha_L, \alpha_E, \gamma_{LL}, \gamma_{LE}, \gamma_{EE}, \gamma_{EL})$$

Las restricciones  $\theta = (\theta_1', \theta_2')' = g(P)$  son únicamente transformaciones lineales  $\theta = Gp$ . La matriz  $G$  es de orden  $6 \times 6$  con 0 y 1 determinados por las anteriores restricciones (4') y (5'). Por ejemplo, la última fila de la matriz  $G$  es

$$(0, 0, 0, 1, 1)$$



Así pruebas sobre la teoría de la demanda derivada pueden ser formuladas imponiendo restricciones sobre los parámetros del sistema de demanda traslogarítmica, ejemplo: una propiedad crítica del sistema de demanda derivada de la teoría de la demanda es la simetría de la matriz de parámetros  $[\beta_{ij}]$ . Para probar esta hipótesis imponemos ciertas restricciones.

$$\beta_{ij} = \beta_{ji} \quad i, j = K, L, E$$

en términos de nuestra anterior notación tenemos

$$\beta = (\alpha_L, \alpha_E, \gamma_{LL}, \gamma_{LE}, \gamma_{EE})$$

La restricción  $P = f(B)$  son transformaciones lineales  $P = F(B)$ , donde la matriz  $F$  es de orden  $6 \times 5$  con entradas de 0 a 1 determinadas por las restricciones paramétricas.

Así de los doce parámetros a estimar, únicamente ocho son libres, y de los parámetros estimados de cualquiera de las tres ecuaciones pueden ser derivadas de las otras dos.

#### DESCRIPCION DE LA INFORMACION.

La principal fuente de información para este estudio fue Estadística Industrial Anual (EIA). La EIA está basada en la clasificación del Censo Industrial de México, el cual es publicado cada cinco años. Este contiene información económica de aquellos establecimientos que contribuyen mayormente al valor de la producción por sectores. La convergencia de la EIA es aproximadamente 51% del valor de la producción de cada sector.

## SECTOR MANUFACTURERO

| Código 4-dígitos | Nombre                                                                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2012             | Preparación, conservación, empackado y enlatado de carnes.             |
| 2023             | Preparación, conservación, empackado y envasado de frutas y legumbres. |
| 2041             | Conservación, empackado y enlatado de pescados y mariscos.             |
| 2132             | Fabricación de cerveza.                                                |
| 2212             | Fabricación de cigarros.                                               |
| 2711             | Fabricación de pastas de celulosa y papel.                             |

La medida teórica del insumo del capital que usamos es el flujo de máquinas horas ajustadas por edad, calidad, etc., de los activos de capital.

Por esto usamos el método de inventarios perpetuos (MIP) para obtener la medida del acervo de capital en un año dado. Así pretendemos estimar el acervo de capital neto, basados en la siguiente identidad.

Por lo tanto, el (MIP) usado para estimar el capital es simplemente una suma ponderada del flujo de inversión bruta pasada.

Así, para las series de tiempo de valores monetarios de la inversión bruta, se necesitan índices de precios de bienes de capital, supuestos de longitud de vida para cada bien y clase de -

activo, y su patrón de depreciación.

El principal problema surge en la valuación del capital. Para medir el volumen de bienes de capital, se divide el valor en tre un índice de precios. Los índices son designados para medir cambios en el precio promedio o total de una agregación cuya especificación no cambia. El más parecido es el de la inversión - bruta, no existen problemas de tomarlo, si toda la estructura del acervo del capital hubiera permanecido constante en el tiempo.

Usando el supuesto tradicional centrado en la proporcionalidad de los servicios del capital al acervo de capital, medimos - los servicios del capital.

La medida correcta del insumo de trabajo es horas trabajadas ajustadas por nivel de educación, entrenamientos y esfuerzo, etc. por tipo de trabajador empleado. Sin embargo, la EIA reporta in formación no ajustada por estos factores para únicamente dos tipos de trabajadores obreros (blue-collar) y empleados (white - collar) y no hay una forma de medir el precio unitario para cada tipo de trabajo.

Decidí evitar una arbitraria descomposición de este concepto con costo de introducir un sesgo de agregación al introducir un único tipo de insumo de trabajo. Así el número total de trabadores y sus correspondientes salarios, sueldos y otros beneficios fueron usados para construir series de proporciones del insumo del trabajo usados en el análisis.

El valor corriente de la electricidad y otros lubricantes - fue obtenido de EIA. Series de consumo de electricidad (KWH) son disponibles en esta publicación. De ella, índices de precios fue ron estimados y, las medidas deseadas de las cantidades y precios

fueron obtenidos a través del uso de la metodología de índices divisa.

#### RESULTADOS EMPIRICOS.

En el Cuadro No. 1 presentamos los parámetros de la función de costo translog, para el sector manufacturero del modelo, estimados con información interindustrial consistente en seis industrias para seis años (1960, 1964, 1968, 1972, 1976 y 1980).

CUADRO No. 1

PARAMETROS DE LA FUNCION TRANSLOG. LA DESVIACION ESTANDAR  
ESTA ENTRE PARENTESIS.

|                                |                                     |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $\alpha_K = 0.5517$<br>(6.333) | $\gamma_{KK} = 0.0487$<br>(4.437)   | $\gamma_{LL} = 0.0025$<br>(7.12)    |
| $\alpha_L = 0.0420$<br>(9.042) | $\gamma_{KL} = -0.01551$<br>(-.100) | $\gamma_{LE} = -0.0076$<br>(-0.295) |
| $\alpha_E = 0.0392$<br>(2.610) | $\gamma_{KE} = 0.0372$<br>(1.698)   | $\gamma_{EE} = 0.00115$<br>(6.390)  |

Fuente: Investigación Directa.

El  $R^2$  convencional para (L) figura como 0.8184 (0.8105), para la ecuación de (E) es 0.5223 (0.4143) y 0.414 (0.3994) para (K). El determinante de  $\Omega (E'HH'E)$  es 12.5073. La hipótesis - nula de no autocorrelación contra la hipótesis alternativa de - una matriz no diagonal con elementos diferentes de cero no puede ser rechazada. Para probar la hipótesis de que el conjunto de parámetros derivados es conjuntamente igual a cero usamos la prueba CHI-CUADRADA ( $\chi^2 = 390.655$ ), donde para 0.01 el valor es 6.78 con lo que afirmamos que son diferentes de cero.



Antes de abordar la inferencia de las elasticidades precio y sustitución, es necesario determinar que la función estimada - translog está bien comportada.

Una función de costo bien comportada es cóncava en precios de los insumos y su función de demanda es estrictamente positiva. La positividad se satisface si las razones de costos ajustadas son positivas. Checando nuestras proporciones ajustadas y basadas en el método de tres-etapas iterativo, encontramos que en general se cumplen (Cuadro No. 2), una posible explicación para que no se cumpla se debe a la mala construcción de los índices.

CUADRO No. 2  
RAZONES DE COSTOS DE LOS FACTORES.\*

|          | MK   | ML  | ME    |
|----------|------|-----|-------|
| Cerveza  | 0.74 | .23 | .002  |
| Cigarros | 0.72 | .25 | .0019 |
| Papel    | 0.72 | .25 | .0019 |
| Pescado  | 0.71 | .26 | .0018 |
| Fruta    | 0.70 | .86 | .0019 |
| Carne    | 0.71 | .26 | .0019 |

Fuente: Investigación Directa.

\*: Datos basados para 1976.

La concavidad es satisfecha si la matriz del Hessiano es negativa semidefinida, encuentro que la condición de concavidad es satisfecha para las observaciones de mi muestra. Así, para este horizonte de información la función de costos es bien comportada.

Ahora, las elasticidades de sustitución, evaluadas para la muestra aparecen en el Cuadro No. 3 para 1976.

CUADRO No. 3  
ELASTICIDADES DE SUSTITUCION PROPIAS Y CRUZADAS, ELABORADAS A  
TRAVES DEL METODO DE UZAWA.\*

|          | $\sigma_{KK}$ | $\sigma_{LL}$ | $\sigma_{EE}$ | $\sigma_{KL}$ | $\sigma_{KE}$ | $\sigma_{LE}$ |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cerveza  | -0.222        | -1.930        | -5.315        | 0.760         | 0.339         | 0.233         |
| Cigarros | -0.152        | -1.806        | -6.093        | 0.722         | 0.354         | 0.194         |
| Papel    | -0.290        | -1.800        | -6.067        | 0.723         | 0.355         | 0.198         |
| Pescado  | -0.309        | -1.769        | -7.549        | 0.710         | 0.359         | 0.187         |
| Fruta    | -0.328        | -1.654        | -6.798        | 0.700         | 0.305         | 0.191         |
| Carne    | -0.303        | -1.730        | -7.873        | 0.712         | 0.368         | 0.198         |

Fuente: Investigación Directa.

\*: Datos basados para 1976.

Consideremos primero las elasticidades propias de sustitución, éstas deben ser no positivas. Este criterio es satisfecho estadísticamente en cuatro de los seis conjuntos de elasticidades estimadas, para pescado y papel puede ser puramente aleatorio, el cual sugiere una ausencia de la conducta de minimización de costos en estas industrias y también una estructura diferente de producción porque recuérdese que anteriormente derivamos una función translog bien comportada para las observaciones de la muestra.

Una posible explicación es que a partir de 1970 estas industrias han sido afectadas por legislaciones que protegen el medio ambiente más que las otras. También ellas han experimentado lentos cambios en la mezcla de los métodos de producción, es decir, no tienen una gran incorporación de tecnología en la maquinaria usada.

Así, la respuesta a estas restricciones pueden haber dominado cualquier tendencia de minimizar costos.

En cuanto al análisis de las elasticidades cruzadas de sustitutos y las elasticidades precio, las cuales son indicativas de la respuesta de largo plazo.

Consideremos la elasticidad de sustitución entre (K) y (E), sabemos que tienen signo positivo para las industrias de la muestra, entonces sabemos que si la energía y capital son sustitutos, luego ceteris paribus, un mayor precio de la energía deberá aumentar la demanda de bienes de capital. Si (K) y (E) son sustitutos en el largo plazo, y si la elasticidad precio de la demanda de energía es grande, entonces incrementos en el precio de la energía deberán aumentar el costo de la producción por una cantidad menor y por consiguiente tendrán un menor impacto macroeconómico.

Como la demanda de energía responde mucho en el largo plazo, entonces esto significa que el gobierno no puede incrementar el precio de la energía mucho en el futuro. Cuadro No. 4.

CUADRO No. 4  
ELASTICIDADES PRECIO PROPIAS Y CRUZADAS PARA LA ENERGIA, CAPITAL Y TRABAJO.

|          | $E_{EE}$ | $E_{EK}$ | $E_{EL}$ | $E_{LL}$ | $E_{LK}$ | $E_{LE}$ | $E_{KK}$ | $E_{KL}$ | $E_{KE}$ |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Cerveza  | -1.23    | 0.28     | 0.24     | -0.65    | 0.72     | 0.92     | -0.18    | 0.34     | 0.233    |
| Cigarros | -1.20    | 0.25     | 0.22     | -0.64    | 0.67     | 0.91     | -0.10    | 0.35     | 0.194    |
| Papel    | -1.21    | 0.25     | 0.22     | -0.64    | 0.68     | 0.91     | -0.21    | 0.36     | 0.198    |
| Pescado  | -1.41    | 0.24     | 0.21     | -0.63    | 0.67     | 0.91     | -0.21    | 0.36     | 0.127    |
| Fruta    | -1.31    | 0.25     | 0.21     | -0.60    | 0.66     | 0.88     | -0.23    | 0.37     | 0.191    |
| Carne    | -1.60    | 0.22     | 0.22     | -0.64    | 0.67     | 0.89     | -0.22    | 0.68     | 0.198    |

Fuente: Investigación Directa.

La sustitución entre trabajo y capital (KL) satisface los tradicionales modelos de dos insumos. Históricamente a partir



del período "Desarrollo Estabilizador" dos factores comenzaron a ser significativamente más baratos en términos reales, mediante políticas artificiales --energía y capital-- y un tercer factor el trabajo el cual es abundante permaneció constante. El cambio en precios relativos respondió a varias razones. Las reservas de recursos naturales crecieron, la producción de energía creció rápidamente y políticas gubernamentales, disminuyeron el costo real de la energía. En tanto que políticas de exención de impuestos a créditos para inversión, diseñadas para alentar nueva inversión en capital, acelerar la expansión económica y ayudar a reducir el crecimiento del precio de los servicios de capital. Esto tendió a elevar el costo efectivo del trabajo en la producción y de cidió la sustitución del trabajo.

El cambio del trabajo por energía y capital sirvió para agravar el impacto de un mayor precio en el capital debido a devaluaciones, y así trasmitirse al crecimiento económico. Cuando el precio del capital aumentó, las industrias fueron incapaces de lograr una rápida combinación intensiva en trabajo. Así el incremento en el precio del capital fue trasmitido a un incremento en el costo de la producción industrial y el aumento en el costo fue tan grande como el incremento porcentual en el precio del capital multiplicado por la proporción del capital en el costo total de la función de producción.

Centrándonos ahora en la elasticidad precio propia de la energía ( $E = 1.23$  en promedio), sugiere que la respuesta de largo plazo de la demanda de energía es más elástica, que la respuesta a corto plazo. Sin embargo, omití importantes elementos energéticos sustitutos, luego la elasticidad precio de la energía es sesgada hacia abajo y no hay problemas en la inferencia.

La explicación de la mayor elasticidad de la energía en el



largo plazo adyace en el proceso de sustitución. Es decir, en el largo plazo la energía es un sustituto vis a vis de todos los demás insumos; y por lo tanto, no hay complementos compensadores para disminuir el impacto de mayores precios de la energía.

$E_{KK}$  y  $E_{LL}$  tienen el signo esperado negativo requerido para la estabilidad, y tienden a ser más inelásticas que a corto plazo, debido básicamente a que tienen un cierto grado de complementabilidad.

Las elasticidades precio cruzadas se comportan como se esperaba. Hay menos ambigüedad en la interpretación de  $E_{LK}$ , que muestra que energía y trabajo son sustitutos en el largo plazo, no obstante pienso deberían ser más elásticas, por el potencial de sustitución entre estos dos factores.

En cuanto a  $E_{KE}$  encontramos son ligeros sustitutos y esto se opone a lo encontrado empíricamente por Berndt and Wood, usando información de series de tiempo, y analizando la sustitución para el corto plazo.

## BIBLIOGRAFIA

R. Berndt and L.R. Christensen, (1973a). "The Translog Function and Labor in U.S. manufacturing, 1929-68," J.Econometrics Mar. 1973, 1, 81-114.

----- (1973b) "The Internal Structure of - Functional Relationship: Separability, Substitution and Aggregation", Rev. Econ. Statist., Aug. 1975, 57, 259-68.

R. Berndt and D.O. Wood, "Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy", Rev. Econ. Statist., Aug. 1975.

L.R. Christensen, D.W. Jeorgenson, and L.J. Lau, "Trascedental Logarithmic Production Frontiers", Rev. Econ. Statist., - Feb. 1973, 55, 28-45.

P.R. Gregory and J.M. Griffin, "Secular and Cross Section Industrialization Patterns; Some Further Evidence on the Kuznets-Chenery", Rev. Econ. Statist. Aug. 1974, 56, 360-68.

-----, "The American Econ. Rev. Dec. 1976, 72, 845-57.

R. Berndt, "Testing for the Existence in the Consistent Aggregate Index of Labor Inputs, "American Econ. Rev. (June 1974) 34, 391-404.

A.R. Gallant and D.W. Jorgenson, "Statistical Inference for a System of Simultaneous, Non-Linear, Implicit Equations in the Context of Instrumental Variable Estimation", J. Econometrics (1979), 275-302.

G.S. Maddala, "The Use of Variance Components in Pooling Cross Section and Time Series Data", *Econometrica*, Mar. 1971, 39 341-58.