ESTIMACION DE UNA FUNCION DE PRODUCCION PARA EL FILET DE MERLUZA CONGELADO

Natalia Jorgensen

1.INTRODUCCIÓN

La primera pregunta que puede hacerse al leer un trabajo acerca de la estimación de una función de producción es, por qué es importante conocer la forma en que se relacionan los factores productivos para obtener un determinado nivel de producto (Función de producción).

Hoy en día, la estabilidad económica en la que se encuentran enmarcadas las empresas a nivel Nacional y la apertura de los mercados hacen que las entidades tengan que ser lo más eficientes posibles para poder competir, lo cual implica mejorar los niveles de productividad y disminuir los costos, en el plano mas sencillo.

Luego, es necesario que las empresas se reestructuren hacia firmas flexibles, capaces de absorber cambios rápidos y adaptarse a las diferentes condiciones que el avance de la tecnología genera.

Lo expresado en los dos párrafos anteriores hace que sea imprescindible para los establecimientos conocer su forma de producción, cómo se emplean los factores productivos, la intensidad de utilización de los mismos y la capacidad de sustitución que poseen, para encontrar la combinación óptima de insumos que minimiza los costos y prever, ante un cambio en los precios relativos de los factores, que posibilidades se tiene de sustituir uno por otro.

1.1.OBJETIVO

Obtener por medio de un modelo econométrico la **estimación** de los parámetros de la **función de producción de filet de merluza congelado**, lo cual implica determinar los factores de la producción que intervienen en dicho proceso y el porcentaje de participación de cada uno en el producto total. Asimismo, realizar un análisis de **elasticidades de sustitución** (las cuales vienen determinadas, en el caso especifico de una función Cobb-Douglas, por los parámetros a estimar).

Estos objetivos se llevan a cabo sin perder de vista el **contexto** en el que se desarrolla la empresa. La producción pesquera tiene características particulares que es necesario conocer para comprender los resultados econométricos a los que se arriba. Es por ello que se esbozan los aspectos principales del sector y de la producción de congelado.

1.2.CONTEXTO

La actividad se caracteriza por tener un fuerte componente estacional, que viene determinado por la época de captura de las especies que luego procesa. Siendo éstas últimas un elemento determinante a la hora de definir el nivel de producción.[1]

La relación anteriormente expuesta tiene implicancias significativas en la forma de desarrollo de la actividad pesquera: si se observa la conformación de los frigoríficos existentes, se aprecia que existe una **integración vertical** de las actividades. Las empresas necesitan asegurarse la materia prima para garantizar la continuidad del proceso productivo.

---

[1] El trabajo, incluye una regresión simple entre el nivel de capturas generada por los barcos propios de la empresa y el nivel de producción, la misma arrojó un R^2 = 0.66, aceptando todos los tests de significatividad.

2.MODELO Y VARIABLES A CONSIDERAR

El modelo estimado es lineal y uniecuacional, basado en una función Cobb-Douglas con restricciones en los coeficientes. La variable a explicar es la cantidad producida y las variables explicativas son la mano de obra ocupada y el capital. Todas se encuentran desestacionalizadas. Formalmente:

$$Q = \alpha_o * K^{\alpha 1} * L^{(1-\alpha 1)} * \mu\iota$$

Donde:

Qi Kilogramos producidos de filet de merluza congelado en el mes i.

Li Mano de obra ocupada en el mes i, ponderada por la participación de la producción estudiada en el total. Expresado en horas trabajadas al mes.

Ki Capital aplicado en el mes i, en Kwats. de energía utilizada al mes, ponderado por la participación de la producción estudiada en el total.[2]

α_0 Parámetro a estimar. Representa el coeficiente tecnológico.

α_1 Parámetro a estimar. Participación relativa del trabajo en la producción.

$(1-\alpha_1)$ Participación relativa del capital en la producción.

μ_i Término de perturbación.

El modelo posee la característica de ser no lineal pero **intrínsecamente lineal** es decir, que se puede convertir en lineal mediante una transformación adecuada de las variables. En el caso específico de la función Cobb-Douglas el modelo lo es en términos de logaritmos:

$$\mathbf{LnQ = ln\alpha o + \alpha_1 * ln\ Ki + (1-\alpha_1) * ln\ Li + \mu\iota} \quad (2)$$

la cual es una ecuación lineal de regresión simple y puede estimarse a través de mínimos cuadrados ordinarios (M.C.O.):

$$\widehat{\mathbf{lnQi}} = \widehat{\alpha o}^{*} + \widehat{\alpha_1} * \mathbf{ln\ Ki}$$

Donde:

LnQi = Logaritmo natural estimado de Qi

LnKi = Logaritmo natural estimado de Ki

El supuesto de rendimientos constantes a escala: $\alpha 1+\alpha 2=1$. o alternativamente: $(1-\alpha 1=\alpha 2)$, fue incorporado por la presencia de multicolinealidad significativa en el modelo sin restricciones. La regresión corrida, por lo tanto, responde al modelo Cobb-Douglas con **restricción lineal en los coeficientes**, cuya suma es la unidad. El modelo responde a la siguiente forma teórica:

$$\mathbf{Q = \alpha_o * K^{\alpha 1} * L^{(1-\alpha 1)} * \mu\iota}$$

$$\mathbf{lnQ = \alpha_o + \alpha_1 * lnK + (1-\alpha_1) * lnL + \mu} \quad \text{(modelo con restricciones)}$$

El modelo que hubiéramos corrido de no incorporarlas hubiera sido:

$$\mathbf{lnQ = \beta o + \beta 1 * lnK + \beta 2 * lnL + \mu\iota} \quad \text{(modelo sin restricciones)}$$

Correspondencia de un modelo con el otro:

---

[2] La medición del capital es un tema controvertido debido a la heterogeneidad de las unidades de medida utilizadas. En el presente trabajo, se ha simplificado el modelo y dado que las maquinarias son el principal componente, se ha utilizado como medida representativa del capital los Kwats de energía utilizada, lo cual es discutible.

$\beta_o = \alpha_1$ $\beta_1 = \alpha_2$ $\beta_2 = (1 - \alpha_2)$	Observamos la existencia de **superidentificación** es decir, existe mas de una solución para α_2: el nº de coeficientes sin restricciones es mayor que el número de parámetros con restricciones y no existe solución única para α_2.

La aplicación de restricciones a los coeficientes permitió la corrección de la multicolinealidad y el incremento en la eficiencia de los estimadores. Sin embargo, al realizar la estimación en condiciones de superidentificación, **los estimadores mínimo cuadráticos no minimizan la suma de errores al cuadrado,** no obteniéndose el máximo valor posible del R^2.

3.RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ESTIMACIÓN

$\ln\hat{Q}i$ =	1.5573 +	0.4517*lnki +	(1-0.4517)*lnLi	R^2= 0.7106
σ=		(0.1076)	(0.0434)	F= 108.0531
Test "t"		14.4616	10.3948	D.W= 1.7486

Regresión Expresada En Términos Del Modelo Original :

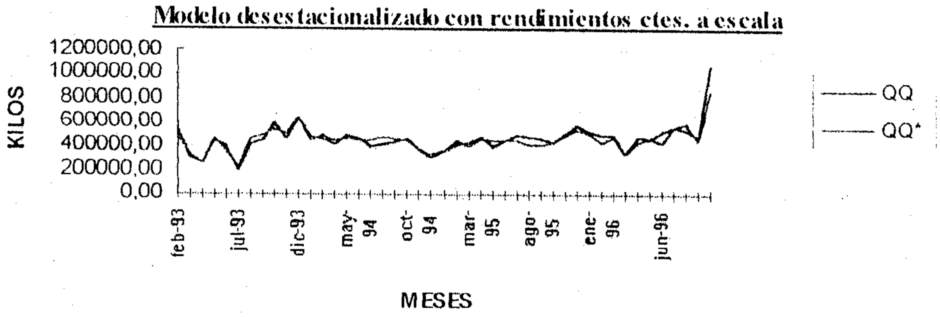
$$\hat{Q} = 4.7459 * K^{0.4517} * L^{(1-0.4517)}$$

El modelo estimado cumple con todas las condiciones necesarias para la obtención de **estimadores insesgados, eficientes y consistentes**: El estadístico "t" acepta las variables incorporadas (término autónomo y capital) como relevantes; el test "F" acepta el modelo como globalmente significativo, rechazando la Ho) de no significatividad con gran vigor, ya que el F observado alcanza un valor de 108.0531.Sin embargo, el coeficiente de determinación disminuye con respecto al modelo sin restricciones (93%) y toma un valor de 0.71, lo cual nos indica que el modelo explica en promedio, aproximadamente el 71% de las observaciones de la variable dependiente. No obstante, el modelo es más eficiente.

Modelo sin restricciones	Modelo con restricciones
$R^2 = 0.93$	$R^2 = 0.71$
$\sigma_{(\beta o)} = 0.58$	$\sigma_{(\alpha o)} = 0.10$
$\sigma_{(\beta 1)} = 0.08$	$\sigma_{(\alpha 1)} = 0.04$
$\sigma_{(\beta 2)} = 0.04$	No presenta multicolinealidad signif.
Presenta multicolinealidad significativa	

Los errores con respecto a la variable independiente, se comportan en forma aleatoria, y no siguen un patrón de comportamiento con respecto a la variable independiente, por lo tanto, se puede aseverar la hipótesis de homoscedasticidad, que se define como: **$E(mi)^2 = s^2$ = Constante.** El modelo con restricciones ha corregido el problema de multicolinealidad, con lo cual cumple con los supuestos del modelo lineal general.

3.1.MODELO OBSERVADO Y ESTIMADO



- Siendo: **QQ** = Serie observada desestacionalizada y **QQ***= Serie estimada

Se evidencia un ajuste correcto con respecto a los datos observados. Las mayores oscilaciones se observan durante 1993, las mismas son generadas principalmente por problemas en la etapa de capturas. Los puntos extremos, no explicados por el modelo, se deben a incrementos o decrementos de la producción generados factores exógenos al modelo como puede ser la avería de un barco.

4.ANALISIS MICROECONOMICO DE LA FUNCIÓN ENCONTRADA

Es una función Cobb-Douglas que presenta rendimientos constantes a escala: incrementos proporcionales en el trabajo y la mano de obra generan incrementos proporcionales en el nivel de producción: Si L y K aumentan ambos en un 10%, en promedio Q también lo hará en un 10%.

Los coeficientes estimados señalan la participación relativa de cada factor en el producto total: $\alpha 1$**=0.46,** evidencia que el capital tiene una participación del 46%, en otros términos, un incremento unitario de K genera un incremento promedio en Q del 46%. $\alpha 2$**=0.54,** muestra, por consiguiente, que el trabajo tiene una contribución al producto del **54%** o lo que es lo mismo, incrementos unitarios en **L** producen, **en promedio**, incrementos del 54% en **Q.**

4.1.ANÁLISIS PARA UN FACTOR VARIABLE

Para analizar la función encontrada se calcula el producto medio y marginal para cada uno de los factores productivos, dejando el otro constante.

Producto medio: Nos muestra la relación producto-insumo para cada nivel de producción. Es la productividad por unidad de trabajo y de capital. $\mathbf{Pme(L) = K^{\alpha}*L^{(\alpha)}}$

$$\frac{Q}{L} = \frac{\alpha o * K^{\alpha 1} * L^{(1-\alpha 1)}}{L} = \frac{\alpha o * K^{\alpha 1}}{L^{-\alpha 1}} = \alpha o * \left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha 1}$$

Si reemplazamos por los valores obtenidos en la función de producción:

$$Pme_{(Q,L)} = 4.74 * \left(\frac{Ko}{L}\right)^{0.4517}$$

Pme con respecto al trabajo

$$Pme_{(Q,K)} = 4.74 * \left(\frac{Lo}{K}\right)^{(1-0.4517)}$$

Pme con respecto al capital

El producto medio depende únicamente de la razón de insumos, lo cual implica que mientras la proporción de los mismos sea la misma el Pme también lo será. Si mantenemos el capital en un nivel Ko=100.000 Kwats de energía, nuestra función queda formulada de la siguiente forma:

$$Pme_{(Q,L)} = 4.74 * \left(\frac{100.000}{L}\right)^{0.4517}$$

<u>**Producto marginal:**</u> Nos muestra el rendimiento marginal en la utilización de insumos, nos responde a la pregunta. Para el caso empírico estudiado, la productividad marginal de cada factor resulta **siempre decreciente**: adiciones del factor variable sobre el facto fijo producen incrementos cada vez más pequeños en el producto total.

1) Con respecto al trabajo: **$PmgL = \alpha_1 * Pme(L)$**

$$\frac{\delta Q}{\delta L} = 2.6022 * \left(\frac{Ko}{L}\right)^{0.4517}$$

Productividad marginal de L

2) Con respecto al capital: **$Pme(K) = \alpha_2 * Pme(K)$**

$$\frac{\delta Q}{\delta K} = 2.1437 * \left(\frac{Lo}{K}\right)^{(1-0.4517)}$$

Productividad marginal de K

<u>**Máximo del Producto Total :**</u> La condición necesaria para la determinación del máximo del producto total es que el **Pmg=0**. En este punto se encuentra el valor del factor variable que, dado el factor fijo, maximiza el PT.

Encontramos el nivel de L para el cual el Producto Total se hace máximo: PmgL = 0

$$\frac{\delta Q}{\delta L} = 2.6022 * \left(\frac{Ko}{L}\right)^{0.4517} = 0$$

Despejamos L , aplicándole ln: [3]

$$L = e^{5.78 * Ko^{(0.45)}} \quad (3)$$

Sustituimos este valor en la función Q, obteniendo el máximo valor que se puede generarse dado el nivel de capital.

---

[3] Derivación de (3) $2.60*K^{0.45}-0.45*\ln L = 0$;$-0.45 \ln L = -2.6*K^{0.45}$; $\ln L = 5.78*K^{0.45}$; $L=e^{5.78*K^{(0.45)}}$

$$\hat{Q}_{(máx)} = 4.7459 * K_o^{0.4517} * e^{5.78 * K_o^{(0.45)}}$$ [4]

5.CONCLUSIÓN

La función Cobb-Douglas, caracteriza la producción de filet de merluza congelado. Se Llega a la conclusión de la casi proporcionalidad en la utilización de los factores y se comprueba la existencia de rendimientos constantes a escala con un nivel de certeza del 78% al 5% de significatividad.

Se observa una fuerte dependencia de la etapa productiva con respecto a la de captura, lo cual se comprueba mediante una regresión simple realizada entre el nivel de producción de filet de merluza y las capturas obtenidas por la empresa en el mismo periodo[5].

Los momentos de captura de merluza que, a su vez, vienen condicionados por las migraciones y los períodos de reproducción, son los que determinan la estacionalidad propia de la actividad, por ello se desestacionalizan las series y se obtienen mejores resultados.

Una vez obtenida la función buscada, se realiza su estudio económico y se corroboran empíricamente las proposiciones teóricas asumidas en la primer parte del trabajo.

Todo este estudio se realiza bajo la óptica de la evolución del sector en los últimos años: Se llega a la conclusión de que el mismo está muy condicionado por factores externos, y dispone de pocas variables controlables: el mayor porcentaje de su producción se destina a mercados externos en los cuales es tomador de precios; el valor agregado incorporado a sus productos no es significativo, se exportan commodities; el nivel tecnológico utilizado no es de punta aunque, en los últimos años se ha mejorado.

Sin embargo, el problema principal al que se ve sometido el sector en el largo plazo es a la ***insuficiencia*** de su materia prima, la ***merluza hubssi***, principalmente. Las estadísticas demuestran que se está sobreexplotando la especie y que de no tomar el Estado medidas firmes en cuanto a los niveles de capturas, el problema se agravaría año tras año.

Esto se agudiza al exportar commodities: los niveles de precios son determinados en el mercado externo con lo cual son solo un dato, los niveles de capturas no se pueden incrementar más, como consecuencia tampoco las toneladas exportadas. Por lo tanto, si ***p y q se determinan exógenamente***, la única salida que tiene el sector es ***incorporar valor agregado*** a los productos.

La proposición del párrafo anterior implica grandes inversiones que las empresas no están en condiciones de afrontar: la falta de créditos de inversión, las altas tasas de interés y la falta de credibilidad que tiene el sector por créditos que se les dieron en el pasado y nunca pagaron, dificultan la posibilidad de financiación de este tipo de emprendimientos.

En conclusión, creo que la viabilidad a largo plazo del sector pesquero marplatense es dificultosa y no depende en forma exclusiva de decisiones privadas. Es el Estado quien, en este caso, debe tomar una posición frente al problema de escasez del recurso pesquero, teniendo en cuenta la calidad de este como de dominio público.

---

[4] Recordar que K es una constante, un dato, L lo obtuvimos igualando a cero el Pmg.

[5] por las características propias del pescado y de la empresa, no se mantienen stocks significativos de materia prima.

6.BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Elementos de econometría. Jan Kmenta.
2. Econometria . Gujarati.
3. Econometría. Madala.
4. Planificación y modelos econométricos. Aznar - Grava.
5. Apuntes de clases teóricas. Fuster Horacio. Iturrarte Darío.
6. Microeconomía. Henderson Y Quandt.
7. Microeconomía. Miller.
8. Trabajos de econometria: Estimación de una función de producción para la industria alfajorera. Sabatini.
9. Revista Redes.
10. Conferencia sobre la industria pesquera marplatense, 11 de septiembre de 1996. cámara argentina de buques pesqueros de altura, cámara argentina de procesadores de pescado. Canepa, Homero.
11. Análisis del desarrollo actual de la pesca marítima bonaerense. Ministerio de asuntos agrarios. 1978.
12. La pesca marítima en Argentina. Carlos Engelbeen.
13. Estadísticas agropecuarias y pesqueras. SAGYP.
14. Introducción a la pesca argentina. Milciadez Spos-Spos. Fundación Atlántica.
15. El mercado americano y las exportaciones pesqueras argentinas. Malaret Antonio
16. Breve reseña histórica de la pesca marítima en la Rep. Argentina. Bertoloti. Maricel.