

UNIVERSITIES NATIONAL COUNCIL  
III UNIVERSITY SCIENTIFIC CONGRESS  
41 ANNIVERSARY OF THE CATHOLIC FARMING LIVESTOCK UNIVERSITY OF  
THE DRY TROPIC  
"UNIVERSITY, SCIENCE AND TECHNOLOGY: A STRATEGY FOR CONFRONTING  
THE NATIONAL GLOBAL CHALLENGE"  
23 SEPTEMBER 2009

ANALYSIS OF THE TECHNICAL EFFICIENCY OF THE STOCHASTIC FRONTIER  
PRODUCTION FUNCTION IN FOREST FARMING NICARAGUA 1998-2005

Carlos Alberto Zuniga González\*

Copyright 2009 by [Carlos Alberto Zuniga González]. All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

Abstract

This paper analyses the farming technical efficiency that make forest activities. The purpose is to assess the impact of the political minimum salary and political fiscal in forest subsector that it is implemented by the governments during the period 1998-2005. I use data base of home survey (MECOVI) from INIDE and the methodology of measuring known as Stochastic Frontier Production Function (Coelli, 1995).

Generally speaking, we observe a decreasing trend, but it is acceptable in a 0.90 of the technical efficiency in the farms that combine the forest activity like likelihood in your home. It is evidenced as a positive impact and increasing of application taxation policy and forest technology that promote forest measure that contribute to improve the environmental ecosystem.

The governmental institutions that either supervises or monitoring the implement of this political measure, I suggest them consider this investigation results as far as to improve your applicable to political forest with special emphasis in farmers training and education of technology applicable in the forest sector.

Keyword: Stochastic Frontier Production, Forest Police, LSMS-ISA MECOVI, Technical efficiency, Allocative Efficiency.

---

\* NATIONAL AUTONOMOUS UNIVERSITY OF NICARAGUA, LEON Business and Enterprise Science Faculty. Economic Department Email [czuniga@unanleon.edu.ni](mailto:czuniga@unanleon.edu.ni) [czunigagonzales@gmail.com](mailto:czunigagonzales@gmail.com) Telephone 505 2311 0080 ext. 17.

CONSEJO NACIONAL DE UNIVERSIDADES  
III CONGRESO CIENTÍFICO UNIVERSITARIO  
41 ANIVERSARIO DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA AGROPECUARIA DEL  
TROPICO SECO  
"UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA: UNA ESTRATEGIA PARA  
ENFRENTAR LOS DESAFÍOS NACIONALES GLOBALES"  
23 SEPTIEMBRE 2009

ANALISIS DE LA EFICIENCIA TECNICA DE LA FUNCION DE PRODUCCION  
STOCHASTIC FRONTIER EN FINCAS FORESTALES DE NICARAGUA 1998-2005

Carlos Alberto Zuniga González\*

Copyright 2009 por [Carlos Alberto Zuniga González]. Todos los derechos reservados. Los lectores pueden hacer copias al pie de la letra de este documento para propósitos no comerciales por cualquier medio, establecido que este anuncio de copyright aparece en tales copias.

Resumen

El paper analiza la eficiencia técnica de las fincas que desarrollan actividad forestal con el objetivo de evaluar el impacto en el subsector forestal de la política de salario mínimo y política fiscal implementada por los gobiernos durante el período 1998-2005. Utilizamos las bases de datos de las encuestas de hogares (MECOVI) del INIDE y la metodología de medición conocida como Stochastic Frontier Function Production (Coelli, 1995).

En términos generales, observamos una tendencia decreciente, pero aceptable en un 0.90 de la eficiencia técnica en las fincas que combinan la actividad forestal como un medio de subsistencia en sus hogares evidenciando un impacto positivo y creciente de la aplicación de las tasas impositivas y tecnologías forestales que promueven las medidas forestales que contribuyen a mejorar el ecosistema ambiental.

Las instituciones gubernamentales que supervisan o monitorean la implementación de estas medidas les sugerimos considerar los resultados de esta investigación a los efectos de mejorar su aplicabilidad a la política forestal con especial énfasis en la capacitación y la educación de los productores(as) de las tecnologías aplicadas en el sector forestal.

Keyword: Stochastic Frontier Production, política forestal, LSMS-ISA MECOVI, Eficiencia técnica, Eficiencia asignativa.

---

\* UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEON. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Departamento de Economía. Email czuniga@unanleon.edu.ni czunigagonzales@gmail.com Teléfonos 505 0080 ext. 17.

## Introducción

En los últimos catorce años se evidencia una contribución de 0.01 de la actividad forestal al PIB, esta baja contribución nos ha llamado la atención como para hacer una valoración económica de la política forestal (Indicadores Económicos: 1994-2008). La política Forestal tiene como objetivo el acceso y manejo del recurso para aprovecharlo sosteniblemente; el fomento del recurso forestal con el propósito de valorarlo adecuadamente; protección forestal, a fin de conservar la riqueza genética forestal y proteger físicamente el recurso contra plagas, enfermedades, incendios y robos; para promover la investigación, validación y difusión en materia forestal y agroforestal a lo largo de toda la cadena de producción; modernizar el marco institucional y garantizar la participación ciudadana para dar más transparencia al sistema de regulación y control forestal (Asamblea Nacional: 2001).

Tradicionalmente en Nicaragua, igual que en otros países, la actividad forestal representa un sector de la economía en la cual el objetivo primario fue la de maximizar beneficios de la producción de madera. Sin embargo, actualmente la temática forestal tiene otros objetivos focalizados en los servicios del ecosistema, la producción de carbono para mitigar los efectos del cambio climático, proveer biodiversidad y servir de base para el desarrollo local de oportunidades emprendedoras, además del ecoturismo, entre otros (Nijnik: 2009). En nuestro estudio nos centraremos en evaluar la eficiencia de las unidades productivas que han utilizado la actividad forestal como actividad económica. Evaluaremos el impacto de las medidas políticas forestales impulsadas por las instituciones públicas, como el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), Instituto Nacional Forestal, MARENA y otras instituciones públicas y privadas que establecen en los territorios tecnologías y por ende una educación o capacitación tecnológica. Para el cálculo de la eficiencia utilizaremos Stochastic Frontier de la función de producción forestal. La base de datos que utilizamos es la LSMS-ISA de las encuestas de mejoramiento de nivel de vida correspondiente al período 1998 al 2005.

El trabajo se ha organizado en una primera sección para la revisión de la literatura sobre la metodología Stochastic Frontier, una segunda sección es dedicada al panel de datos donde describimos la base de datos que utilizamos, una tercera sección es para la metodología,

una cuarta sección para los resultados y finalmente una sección de discusión de las principales conclusiones.

#### Revisión de la literatura

Podríamos decir que la medición de la eficiencia moderna inicia con Farrell (1957). Su planteamiento es una continuación del trabajo de Debreu (1951) y Koopmans (1951) que consistía en definir una simple medida de eficiencia para relacionar un conjunto de inputs.

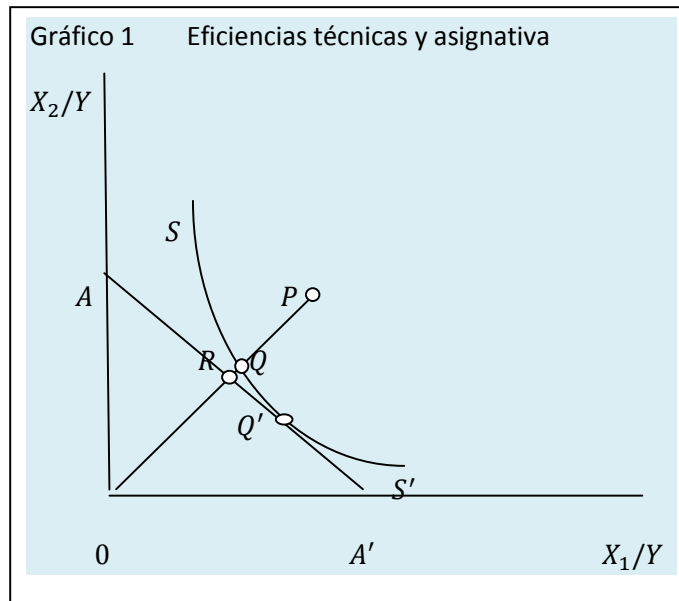
La contribución de Farrel fue introducir la medida mediante la gráfica de Isocuanta e Isocotos descomponiendo la eficiencia en técnica asignativa y eficiencia total.

De tal manera, que la eficiencia consistía de dos componentes: a) eficiencia técnica, la cual refleja la habilidad de la finca para obtener el máximo output dado un conjunto de inputs, y b) eficiencia asignativa, la cual refleja la habilidad de una finca para usar las proporciones óptimas de los inputs. La combinación de ambas nos resulta la medida de eficiencia total<sup>1</sup>.

Nos apoyaremos en el ejemplo sencillo de Farrell para ilustrar estas medidas donde se utiliza una finca con dos inputs ( $x_1$  y  $x_2$ ) para producir un solo output ( $Y_j$ ), bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, aunque Farrell, también discutió la extensión de su método con dos inputs, múltiple outputs y rendimientos a escala no constantes. En la gráfica # 1 se presenta la curva de Isocuanta que representa la completa eficiencia de la finca dado por  $SS'$ , y que permite la medición de la eficiencia técnica. El punto P define el uso de cantidades inputs aplicadas por una finca para producir una unidad de output, la eficiencia técnica de esa finca estará definida por la razón  $OQ/OP$ , la cual es la reducción proporcional en todos los inputs que pudo ser teóricamente realizada sin cualquier reducción en el output. Es de notar que el punto Q es eficientemente técnico porque se ubica en la Isocuanta eficiente.

---

<sup>1</sup> Farrell utiliza en sus terminología Firm en lugar de Finca, también usa eficiencia de precios, mientras Coelli, (1995) utiliza eficiencia asignativa que consideramos más conveniente en nuestro estudio, además de eficiencia total en lugar de eficiencia económica.



La línea  $AA'$  representa el input razón de precio, también conocido como eficiencia asignativa (línea Isocoste). En el gráfico # 1 la eficiencia asignativa de una finca se explica por el punto  $P$  de donde se obtiene la razón  $OR/OQ$  desde la distancia  $RQ$  que representa la reducción en los costos de producción que ocurriría si la producción fuera a ocurrir en el punto  $Q'$  de la eficiencia asignativa, en lugar de la eficiencia técnica, pero ineficientemente asignativa en el punto  $Q$ . La total eficiencia económica es definida por la razón  $\frac{OR}{OP}$ , donde la distancia  $RP$  puede ser interpretada en términos de reducción de costos.

El producto de la eficiencia técnica y asignativa resulta la eficiencia total,  $\left(\frac{OQ}{OP}\right) \left(\frac{OR}{OQ}\right) = \left(\frac{OR}{OP}\right)$ , y finalmente las tres medidas están en un rango de 0 a 1.

En nuestro estudio asumimos las medidas de eficiencia de las fincas forestales o con actividades forestales donde estas medidas asumen la función de producción stachastic forntier de la muestra dada por el panel de datos LSMS-ISA. Dentro de los métodos que Farrell sugirió se encuentra la función paramétrica de forma Cobb Douglas ajustada a los datos. Dentro de los trabajos que fueron ajustando y extendiendo las contribuciones de Farrell, encontramos a Aigner and Chu (1968) quienes consideraron la estimación de una función de producción con un frontier paramétrico en un espacio input/output. Ellos especificaron una función de producción Cobb Douglas en la forma logarítmica dada una muestra de  $N$  fincas:

$$\ln(y_i) = F(X_i; \beta) - \mu_i \quad , i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

Donde  $y_i$  es el output de la  $i$ -ésima finca;  $X_i$  es el vector de las cantidades de inputs usadas por la  $i$ -ésima finca;  $\beta$  es un vector de parámetros desconocidos para ser estimados;  $F(\cdot)$  denota una función apropiada en este caso Cobb Douglas; y  $\mu_i$  es una variable no negativa que representa ineficiencia en la producción. Los parámetros del modelo fueron estimados usando programación lineal, donde  $\sum_{i=1}^N \mu_i$  es minimizado, sujeto a las restricciones que  $\mu_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N$ . La razón observada de output de la  $i$ -ésima finca, relaciona el output potencial definido por la frontier estimada, dado el vector del input  $x_i$ , fue sugerido como una estimación de la eficiencia técnica de la  $i$ -ésima finca:

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(F(x_i; \beta))} = \exp(-\mu_i) \quad (2)$$

Esto se conoce como una medida output-orientado opuesto al input-orientado de una función de costo ecuación (1). Esta medida indica la magnitud del output de la  $i$ -ésima finca relativa al output que pudo ser producido por la completa eficiencia de la finca usando el mismo vector input.

La medida del output e input orientado provee una medida equivalente de la eficiencia técnica cuando existen rendimientos de escala, pero es desigual cuando incrementa o decrecen los rendimientos de escala presente (Fare and Lovell 1978).

Afriat (1972) especificó un modelo similar a (1), excepto que  $\mu_i$  fueron asumido para obtener una distribución gamma y los parámetros del modelo fueron estimados usando el método de máxima verosimilitud (ML). Richmond (1974) notando que los parámetros del modelo de Afriat pudo también ser estimado usando un método que ha sido conocido como mínimos cuadrados ordinarios corregido (MCO), donde el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) provee estimación insesgada de los parámetros de la pendiente y el estimador del (sesgado descendiente) MCO intercepto parámetro. Esto fue ajustado por la distribución del error de la muestra, obtenido de los residuos de MCO. Schmidt (1976) agregó a la discusión en ML frontiers por observar que los estimadores de

la programación cuadrática y lineal propuesta por Aigner y Chu (1968) son estimadores de ML si el  $\mu_i$  fueron asumido para ser distribuido como exponencial o meida-normal de las variables al azar, respectivamente.

Una de las primeras críticas es que no se toma en cuenta la posible influencia de la medición de los errores y otros ruidos sobre la forma y posición del frontier estimado, desde todas las desviaciones observadas del frontier estimado para ser el resultado de la ineficiencia técnica. Timmer (1971) intento direccionar este problema por hacer un ajuste al método de Aigner y Chu (1968) el cual involucra sacar un porcentaje de fincas mas cercanas al estimado frontier. La naturaleza arbitraria de la selección de algunos porcentajes de observaciones para omitir, ha significado, sin embargo, que el planteamiento probabilístico frontiers de Timmer no fue ampliamente seguido. Una alternativa del planteamiento para solucionar el problema del ruido ha sido sin embargo ampliamente adoptada.

#### Función de Producción Stochasctic Frontier

Partiremos con explicar el concepto de Frontier (Frontera) que se refiere al objetivo o límite de la función, es decir la producción óptima ( $y^*$ ). Para nuestro estudio la teoría microeconómica explica el límite de la función de producción como en la maximización del output, dado un conjunto de inputs, o como en la minimización de costos, dado un conjunto de inputs. La función Frontier representa la tecnología de mejor práctica contra la cual la eficiencia de las fincas dentro del sector puede ser medida (Coelli, 1995).

El segundo concepto es el de eficiencia que regularmente se confunde con el de productividad. Eficiencia está relacionada con la inversión en la capacitación y la educación de la mano de obra. En cambio, la productividad puede expresarse de dos maneras. Una pude ser referida al estado de la tecnología cuando se invierte en la invención de controladores de biológicos de plagas, fertilizantes, insecticidas, etc. Una segunda manera es referida al cambio tecnológico que es lo más próximo a la existencia de un Frontier. Es así evidente, que el crecimiento productivo puede llevarse a cabo a través de progreso tecnológico o el mejoramiento de la eficiencia y que las políticas requeridas para conducir estas dos medidas son comúnmente diferentes (Coelli, 1995).

Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y van den Broeck (1977) independientemente propusieron la estimación de una función de producción stochastic frontier, donde el ruido es contabilizado para agregar un término error simétrico ( $v_i$ ) para el error no negativo en (1) para proveer:

$$\ln(y_i) = F(x_i; \beta) + v_i - \mu_i, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

Los parámetros de este modelo son estimados por ML, dado una suposición distribucional disponible para el término error. Aigner, Lovell y Schmidt (1977) asume que  $v_i$  tiene una distribución normal y  $u_i$  tiene un media normal o la distribución exponencial.

Esta especificación del modelo stochastic frontier no solamente condujo el problema del ruido asociado con la más temprana frontier (determinística), sino también permitió la estimación de errores estándar y examinar la hipótesis, la cuales no fueron posible con los modelos determinístico más tempranos, porque de la violación de ciertas condiciones regulares ML (refiere a Schimidt 1976). El stochastic frontier no es, sin embargo, sin problemas. La principal crítica es que no hay a priori justificación para la selección de cualquier forma distribucional particular para el  $v_i$ . La especificación de la forma distribucional mas general, tales como la normal-trucada (Stevenson 1980) y los dos parámetros gamma (Greene, 1990), tiene aliviado parcialmente este problema, pero el resultado mide eficiencia aun de ser sensitiva al supuesto distribucional.

#### Panel de Datos LSMS-ISA<sup>2</sup>

Asumimos que los datos de las unidades productivas en N fincas, observado en un punto en el tiempo, están disponibles en la base de datos de LSMS para usar en la estimación del frontier. Si los datos en N fincas, son observados en cada uno de los T diferentes tiempo

---

<sup>2</sup> Living Standards Measurement Survey (LSMS), es ampliamente reconocido como líder en la introducción y mejoramiento integrado de la encuestas de hogares de los países subdesarrollados. Las LSMS ha sido un importante esfuerzo del Grupo de investigación y desarrollo del Banco Mundial (DECRG) por más de 20 años (World Bank, 2006). LSMS-ISA Living Standars Measurement Study with Integrated Survey on Agricultural es una contribución del grupo (DECRG) que inicia su lanzamiento en 5 países de África (Carleto, 2009)



de períodos, entonces esto es conocido como panel de datos (Coelli 1995). El Panel de datos tiene muchas ventajas potenciales sobre un cruce de sección de datos en una estimación frontier. Incrementa el grado de libertad para la estimación de los parámetros; provee de estimadores consistentes de fincas eficientes dado un T tiempo suficientemente largo; remueve la necesidad para hacer supuestos distribucional específico con relación a  $\mu_i$ ; no requiere que las ineficiencias son independiente de los regresores y permite la investigación simultánea de los cambios tecnológicos y la eficiencia técnica cambio sobre el tiempo (Coelli, 1995).

Es de señalar que las encuestas MECOVI han publicado cuatro base de datos, sin embargo por la heterogeneidad en la estructura de los datos y las limitantes en la conformación de las variables que estamos estudiando hemos seleccionado las bases de datos de 1998 con 29 casos, de la encuesta del 2001 88 casos, y la del 2005 con 114 casos. Para organizar la variable Output (Q) trabajamos con los ingresos generados por la venta producto del talado y agregamos el valor del producto talado destinado al autoconsumo, la segunda variable (L) la organizamos sumando los valores de jornales sin alimentación, con alimentación y permanentes. Aclaramos que en la base de datos de 1998 agregamos los valores de jornales pagados a destajo. La tercer variable (K) la construimos con los impuestos sobre los productos talados vendidos, los impuestos sobre la tierra, y los impuestos por la tierra, en las bases de datos varían la forma de brindar la información.

### Metodología

Hemos elegido la función de producción forestal Stochastic Frontiers porque se ajusta más a la disponibilidad de la base de datos LSMS-ISA en la medición de la formulación de políticas sectoriales. Este método nos permite valorar la eficiencia técnica de la actividad económica forestal como impacto de la política de salario mínimo y fiscal implementada en el sub sector forestal de nuestro país.

Pretendemos estimar la función de producción frontier Cobb-Douglas:

$$\ln(Q_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(L_i) + \beta_2 \ln(K_i) + (V_i - U_i), \quad (4)$$

Donde  $Q_i$  es el output que para nuestro estudio representa los ingresos por la venta del talado de árboles y la tala utilizada para el autoconsumo,  $L_i$  representa el valor de gastos en trabajadores sin alimentación, más el valor de gastos en trabajadores con alimentación, más el valor de gastos en trabajadores permanentes,  $K_i$  nos representa el valor anual de gastos de impuestos y otros gastos impositivos, y  $V_i$  y  $U_i$  son normalmente asumidas con media normal distribuida, respectivamente y representan los niveles de ineficiencia de cada finca. La función de producción forestal Stochastic frontier puede ser estimada usando el método de ML o usando una variante de los MCOC<sup>3</sup>, método sugerido por Richmond (1974). El planteamiento de MCOC pudo ser referido porque no es una demanda computacional como ML el cual requiere solución numérica de la probabilidad. Dada la disponibilidad del software del programa Frontier (Coelli, 1992-1994), que automatizan el Método de ML, considero conveniente utilizarlo.

El programa computarizado, FRONTIER Versión 4.1 se usa para obtener los estimadores de máxima probabilidad (ML), de un subconjunto de la función de producción stochastic frontier como se refiere en la sección de la revisión de literatura. Este programa puede acomodar el panel de datos brindado por las encuestas de mejoramiento de nivel de vida LSMS-ISA.

Este programa fue elaborado para estimar las especificaciones del modelo detallado en Battese y Coelli (1988, 1992 y 1995) y Battese, Coelli y Colby (1989). Con la especificación del modelo ecuación (4) estimaremos el nivel de eficiencia de las fincas en un intento de identificar el impacto de algunas de las medidas tomadas por los hacedores de la política forestal.

La especificación de Battese y Coelli (1995), es utilizado en el procesamiento de los datos para calcular los coeficientes de eficiencia, quienes extendieron el planteamiento de Kumbhakar, Ghosh y McGukin (1991) y Reifschneider y Steveson (1991) quienes propusieron modelos stochastic frontier en los cuáles los efectos de ineficiencia  $U_i$  son expresadas como una función explícita de un vector de variables de finca específica y error al azar. La especificación de nuestro modelo basado en Battese y Coelli (1995), puede expresarse de la siguiente manera:

---

<sup>3</sup> Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos.

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}), \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T. \quad (5)$$

Donde  $Y_{it}$  expresa los ingresos por el talado de madera y el valor de la tala destinada al autoconsumo durante los períodos 1998-01 y 05, representa el valor de gastos en trabajadores sin alimentación, más el valor de gastos en trabajadores con alimentación, más el valor de gastos en trabajadores permanentes,  $X_{it}\beta$  nos representa el valor anual de gastos de impuestos y otros gastos impositivos, el vector  $V_{it}$  son variables al azar las cuales son asumidas para ser usando la parametrización de Battese y Corra (1977)  $N(0, \sigma v^2 + \sigma u^2)$ , e independiente de  $U_{it}$  los cuales no son variables negativas al azar, las cuales son asumidas para calcular la ineficiencia técnica en la producción y son asumidas para ser independientemente distribuidas como trunca de cero de la distribución  $N(m_{it}, \sigma u^2 + \sigma v^2)$  donde  $m_{it} = z_{it}\delta$ , donde  $z_{it}$  es un vector  $p \times 1$  de variables las cuales pueden influir en la eficiencia de una finca;  $\delta$  es un vector  $1 \times p$  de parámetros para ser estimados.

#### Resultados<sup>4</sup> y discusión

El programa FRONTIER 4.1 nos brinda apoyados en la ecuación (5) evaluar la eficiencia la eficiencia técnica. En el mismo evaluamos el efecto de la eficiencia técnica en el Frontier ( $Y^*$ ).

#### Análisis por períodos<sup>5</sup>

Partimos de la función de producción Cobb-Douglas ec(5) donde los coeficientes evidencian que los productos marginales del valor de los jornales (L) e impuestos (K), ambos son menor que uno y por tanto decrecientes. En esta sección evaluamos la proporcionalidad óptima en la utilización del recurso forestal a un nivel de significancia de 0.01. En 1998 y 2005 encontramos que las fincas obtuvieron rendimientos decrecientes de escala, sin embargo en el 2001 éstas manifestaron rendimientos crecientes de escala. Esta situación implica que solamente en los años 98 y 05 los productores forestales lograron

---

<sup>4</sup> El análisis de los resultados se apoya en la tabla No1 de los anexos.

<sup>5</sup> Ver tabla # 1 de los anexos.

desarrollar economías de escala, mientras que en el 2001 su eficiencia asignativa del recurso forestal se limitó a los rendimientos crecientes donde muy posiblemente el efecto de las políticas forestales no contribuyó en la identificación del nivel óptimo. Esta situación se confirma dado que en el 2001 el valor marginal del jornal fue de 0.9622 por encima de 0.1549 y 0.2016 correspondientes a 1998 y 2005 respectivamente. Con relación a los impuestos la situación cambia para el año 1998 donde los impuestos marginales (tasación ponderada) alcanzaron 0.5515, es de señalar que una justificante de la política forestal<sup>6</sup> en este período fue los efectos del Huracán Mitch. Bien, de acuerdo a la teoría microeconómica en la medida que aumentan los valores marginales disminuyen los impuestos y los jornales que es lo observado en la tabla No 1 de los anexos, de tal manera que los jornales expresan un comportamiento variado, pues el jornal aumenta y luego disminuye implicando que la cantidad de jornales iniciaron en el 98 aumentando, luego disminuyendo en el 2001 y aumentaron más que en el 2005 más que en el 98. En cambio la tasa impositiva presenta una tendencia decreciente implicando que el volumen de recaudaciones o gastos por impuestos han ido aumentando en los años de estudio.

En la eficiencia técnica de la finca en base a la tecnología de mejor práctica observamos que la tendencia es creciente. En 1998 el promedio de eficiencia técnica del grupo de finca estudiadas obtuvo un índice de 0.2579, en el 2001 0.6347 y en el 2005 0.99. Ello implica que los productores(as), analizando sus fincas por cada período de estudio lograban acercarse a la frontera ( $Y^*$ ) gradualmente explicado por los gastos en los impuestos tanto de la tierra como por el uso de la tierra (ver tabla # 1).

#### Análisis completo del modelo Battese and Coelli (1992-1995)

En la tabla No 2 de los anexos presentamos el modelo completo de la función Cobb-Douglas para la estimación stochastic frontier utilizando el modelo de la ec (5). Por el período 1998 a 2001 la productividad media de la mano de obra experimenta una baja y por otro lado, el costo unitario incrementa, incidiendo en una pérdida de eficiencia en el sector

---

<sup>6</sup> La política forestal, es evaluada en cuanto a la política salarial o salario mínimo y la política fiscal. De tal manera que su impacto es medido por el nivel de eficiencia de la mano de obra en los procesos productivos forestales.

primario, en el 2005 se mejora la situación salarial con un aumento del salario mínimo del 16.5 %; en cambio las decisiones de política fiscal se vienen deteriorando desde 1998 al 2001, debido al decrecimiento de la economía, debilitamiento de las bases gravables, y el inicio del proceso electoral con los comicios municipales en el 2000, además de la baja en el precio internacional del café, y disminución de los ingresos en las familias y las empresas, de tal manera que el gobierno en el 2001 inicia con la suspensión temporal de la retención del impuesto sobre la renta, a los productores de café, posteriormente el subsidio de transporte fue eliminado y sustituido por una reducción del impuesto específico de consumo (IEC) al diesel y la gasolina. Esto ocasiono una fuerte erosión de los impuestos. De tal manera, que en el 2005, se continuaron con este tipo de medidas aunque el efecto fue mejor, pues se logro reducir la brecha fiscal (BCN: 2001-2005). En este contexto los resultados en el período de estudio, evidencia que el sector forestal desarrollo una economía de escala con rendimientos decrecientes, significando una reducción en los costos de jornales con y sin alimentación y permanente de la mano de obra, así mismo, los incrementos y los gastos impositivos para mantener el nivel óptimo de los ingresos, por consiguiente se puede señalar como un efecto positivo de la política forestal hacia el sector. Por otro lado, la eficiencia técnica del grupo de finca durante el período de estudio alcanzo 0.94, 0.89, y 0.81 respectivamente a los años 1998, 2001 y 2005 significa que las fincas objeto de estudio analizadas en los tres períodos se aproximaron a la producción óptima como para valorar de aceptable la eficiencia técnica de la mano de obra en sus distintas modalidades de contratación, y de un impacto positivo de las tasas impositivas que pudo ser teóricamente aplicadas sin una reducción en los niveles de ingresos por tala.

Utilizando el modelo 2 Efectos de Eficiencia Técnica en el Frontier ec (5), donde aplicamos todos los períodos, los resultados nos varían en cuanto a la tendencia (decreciente) de la eficiencia técnica y los coeficientes de la función de producción Cobb Douglas. Apoyándonos en el cuadro No 3 y el gráfico 3 de los anexos, observamos una tendencia decreciente en los coeficientes técnicos manteniendo un promedio aceptable de 91 %, mientras el coeficiente de ineficiencia es de un 48 % (término error).

En el período analizado observamos rendimientos decrecientes de escala coincidentes con los resultados del análisis por períodos, que implica incrementos en la inversión de los recursos (jornales e impuestos) manteniendo niveles óptimos en los ingresos por la tala. El

producto marginal de los jornales fue de 0.16 implicando que el precio del jornal promedio incrementaba en 16% por cada córdoba incrementado, información relacionada con el salario mínimo durante este período que la comisión de salarios del gobierno estableció en un 16.5 (Zuniga: 2009). La tasa marginal de impuestos se registro en un 0.79 por cada córdoba incrementado en la política de impuesto al sector forestal por concepto de tala, de tal manera que impacta directamente en los ingresos por tala.

### Conclusiones

Los resultados nos indican que los ingresos por tala en el subsector forestal son mejor explicados por la política impositiva del gobierno, quien ha utilizando medidas para incrementar los ingresos fiscales, más que la política salarial que ha impactado menos en la eficiencia del sector. En conclusión, podemos valorar de positivo los esfuerzos de los entes públicos por establecer y desarrollar una política forestal en el sector, manifestándose en la educación y capacitación de la mano de obra en la temática forestal amigable con el medio ambiente, además de la administración de la política impositiva del sector, aunque los efectos han sido favorables a una economía de escala forestal, es recomendable implementar otras medidas promocionales a la conservación del ecosistema forestal garantizando la racionalidad económica del productor(a), un ejemplo puede ser la política forestal de Costa Rica donde el gobierno motiva al productor mediante una remuneración por la producción de carbono, simplemente manteniendo adecuadamente su plantación forestal.

## Referencias

- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, (2001). Que establece la política de desarrollo forestal de Nicaragua. Decreto No. 50-2001, Aprobado el 26 de Abril del 2001. Publicado en la Gaceta No.88 del 11 de Mayo 2001.
- Afriat, S.N (1972), Efficiency Estimation of Production Functions, *International Economic Review* 13, 568-598.
- Aigner, D.L. and S.F. Chu (1968), On Estimating the Industry Production Function, *American Economic Review* 58, 826-839.
- Aigner, D.J., C.A.K Lovell, and P. Schmidt (1977), Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models, *Journal of Econometrics* 6, 21-37.
- Banco Central de Nicaragua. Indicadores Económicos 1994-2008. [www.bcn.gob.ni.com](http://www.bcn.gob.ni.com)
- Banco Central de Nicaragua, Informe Anual 2001-2005. Gobierno de Nicaragua. 2005
- Battese, G.E. and T.J. Coelli (1988), Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a generalized Frontier Production Function and Panel Data, *Journal of Econometric* 38,387-399
- Battese.G.E and T.j. Coelli (1992), Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India, *Journal of Productivity Analysis* 3, 153-169.
- Battese, G.E and T.J Coelli (1995), A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier production Function for Panel Data, *Empirical Economic* (to appear).
- Battese, G.E., T.J. Coelli and T.C Colby (1989), Estimation of Frontier Production Functions and the Efficiencies of Indian Farms Using Panel Data from ICRISAT's Village Level Studies, *Journal of Quantitative Economics* 5, 327-348.
- Battese, G.E. and G.S. Corra (1977), Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia, *Australian Journal of Agricultural Economics* 21, 169-179.
- Coelli,T.J. (1992), A Computer Program for Frontier Production Function Estimation: FRONTIER, Versión 2.0, *Economic Letters* 39, 29-32.

- Coelli, T.J. (1994), A Guide to FRONTIER Versión 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimations, mimeo, Department of Econometric, University of New England, Armidale.
- Coelli, T.L. (1995), Estimator and Hypothesis Test for a Stochastic Frontier Functions: A Monte Carlo Analysis, *Journal of Productivity Analysis*, 6, 247-268.
- Debreu, G. (1951), The Coefficient of Resource Utilisation, *Econometrica* 19, 273-292.
- Fare, R. and C.A.K. Lovell (1978), Measuring the Technical Efficiency of Production, *Journal of Economic Theory* 19, 150-162
- Farrel, M.J. (1957), The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society, A CXX*, Part 3, 253-290.
- Farrell, G.D and C.A.K. Lovell (1978), Measuring Cost Efficiency in Banking: Econometric and Linear Programming Evidence, *Journal of Econometric* 46, 229-245.
- Greene, W.H. (1990), A Gamma-distributed Stochastic Frontier Model, *Journal of Econometrics* 46, 141-164.
- Gero, Carleto, 2009. Designing and implementing integrated household surveys on agricultural: Concepts and applications. The 27<sup>th</sup> Conference of International Association of Agricultural Economist. Development Economics Research Group The World Bank Beijing, August 16-21, 2009. [www.worldbank.org/lsm](http://www.worldbank.org/lsm)
- Nijnik, María; Oskam, Arie; Nijnik, Albert. Afforestation to increase the provision of ecosystem services: Economic implications for Ukraine and beyond. Contributed paper prepared for presentation at the International Associations of Agricultural Economist Conferences, Beijing, China, August 16-22, 2009.
- Koopmans, T.C (1951), An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, in T.C, Koopmans, Ed., *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Commission for Research in Economic, Monograph No 13, Wiley, New York.
- Kumbhakar, S., S. C. Ghosh and J.T McGuckin (1991), A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S Dairy Farms, *Journal of Business and Economic Statistics* 9, 279-286.



- Meeusen, W. and J. van den Broeck (1977), Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error, *International Economic Review* 18, 435- 444.
- Richmond, J.(1974), Estimating the Efficiency of Production, *International Economic Review* 15, 515-521.
- Reifschneider, D. and Stevenson, R (1991), Systematic Departures from the Frontier: A Framework for the Analysis of Firm Inefficiency, *International Economic Reviews* 32, 715-723.
- Schmidt, P. (1976), On the Statistical Estimation of Parametric Frontier Production Function, *The Review of Economics and Statistics* 58, 238-239.
- Schmidt, P. (1986), Frontier Production Functions, *Econometric Reviews of Economic and Statistic* 58, 238-328.
- Stevenson, R.E (1980), Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation, *Journal of Econometrics* 13, 57-66.
- Timmer, C.P.(1971), Using a Probabilistic Frontier Function to Measure Technical Efficiency, *Journal of Political Economy* 79, 776-794.
- World Bank, (2006). LSMS IV: Research for Improving Survey Data. Poverty Group. DECRG. January 2006.
- Zuniga, G., Carlos, A., Wages and employs for non-farm agricultural activities: one livelihood strategy in Nicaragua. 111<sup>th</sup> EAAE-IAAE Seminar ‘Small Farms: decline or persistence’ University of Kent, Canterbury, UK. 26<sup>th</sup> -27<sup>th</sup> June 2009.

## Anexos

Tabla No 1: Modelo (2) Estimadores de Maximum Log likelihood de Función de producción Cobb-Douglas, Eficiencia Técnica con error components Frontier de las actividades forestales por período 1998 a 2005

Años	Variables	Coefficient	standard-error	t-ratio
2005	Constante	0.43163832E+01	0.52650942E+00	0.81981121E+01
2001		0.66813126E+01	0.72091466E+00	0.92678275E+01
1998		0.72721921E+01	0.19121499E+01	0.38031495E+01
2005	Jornales (L)	0.20160871E+00	0.76092595E-01	0.27521074E+01
2001		0.96227522E-01	0.55491463E-01	0.17340960E+01
1998		0.15490791E+00	0.18928951E+00	0.81836504E+00
2005	Impuestos (K)	0.15004772E+00	0.76934392E-01	0.19503335E+01
2001		0.23370423E-01	0.91600828E-01	0.25513332E+00
1998		0.55150050E-01	0.15017929E+00	0.36722806E+00
2005	sigma-squared	0.12591631E+01	0.16464469E+00	0.76477604E+01
2001		0.24876203E+02	0.52365869E+02	0.10498310E+02
1998		0.16687598E+01	0.62660881E+00	0.26631605E+01
2005	Gamma	0.39333381E-03	0.34684795E-04	0.11340237E+02
2001		0.77347091E-04	0.33213834E-01	0.47504613E+00
1998		0.99999999E+00	0.25769622E-02	0.38805381E+03
2005	log likelihood function	-0.16804250E+03		
2001		-0.14780421E+03		
1998		-0.40225382E+02		
2005	mean efficiency	0.99963037E+00		
2001		0.63476217E+00		
1998		0.25798575E+00		

Fuente: Elaboración propia, en base a ec (5)

Tabla No 2: Modelo (1) Estimadores de Maximum Log likelihood de la Función de producción Cobb-Douglas, Eficiencia Técnica con error components Frontier de las actividades forestales con datos completos del período 1998 a 2005:

VARIABLES	Coefficient	standard-error	t-ratio
Constante	0.53930645E+01	0.33097459E+00	0.16294497E+02
Jornales (L)	0.15653123E+00	0.47205036E-01	0.33159858E+01
Impuestos (K)	0.78902070E-01	0.45637653E-01	0.17288810E+01
sigma-squared	0.13456618E+01	0.10171891E+00	0.13229221E+02
Gamma	0.85969422E-02	0.11771638E+00	0.73030975E-01
Mu	0.21511464E+00	0.20100576E+00	0.10701914E+01
Eta	-0.60944983E+00	0.89782013E+00	-0.67881061E+00
log likelihood function		-0.35817185E+03	
mean eff. in year 1998		0.93715391E+00	
mean eff. in year 2001		0.88818931E+00	
mean eff. in year 2005		0.80564073E+00	

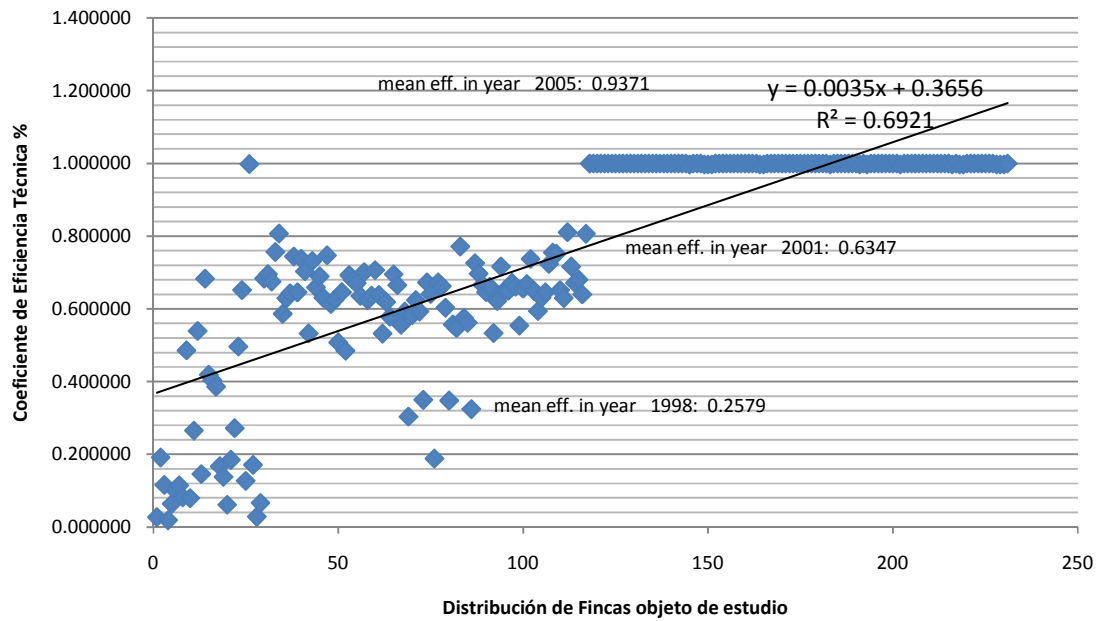
Fuente: Elaboración propia. Modelo ec (5)

Tabla No 3: Modelo (2) Estimadores de Maximum Log likelihood de la Función de producción Cobb-Douglas, Eficiencia Técnica con Efecto Frontier de las actividades forestales con datos completo del período 1998 a 2005:

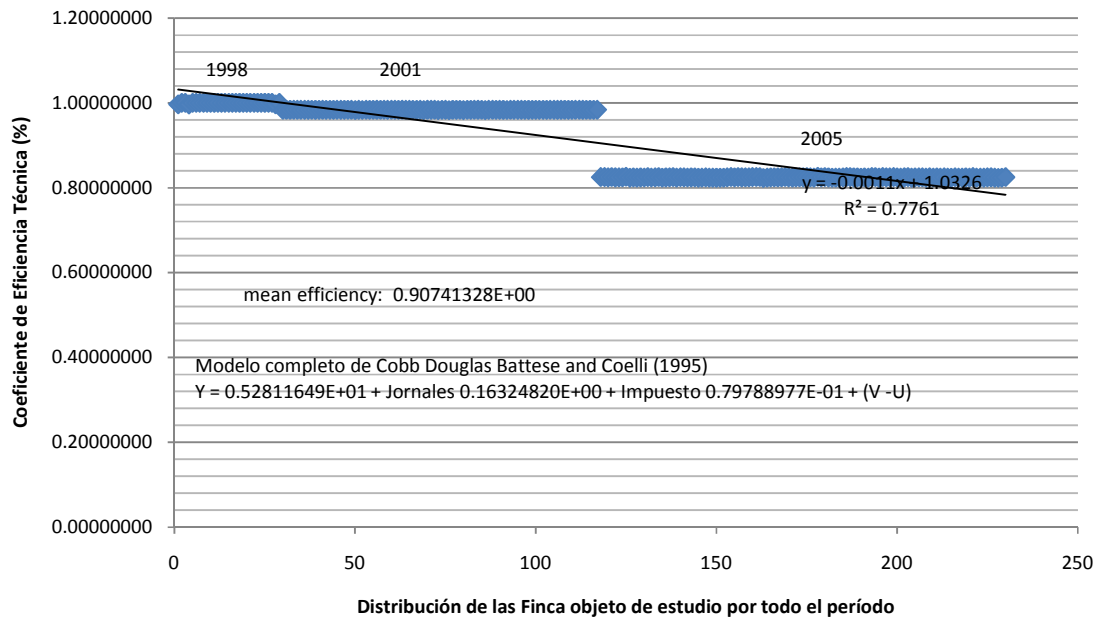
VARIABLES	Coefficient	standard-error	t-ratio
Constante	0.52811649E+01	0.35205669E+00	0.15000893E+02
Jornales (L)	0.16324820E+00	0.22666066E-01	0.72023171E+01
Impuestos (K)	0.79788977E-01	0.34358094E-01	0.23222760E+01
Delta 0	-0.44985391E+00	0.12406523E+01	-0.36259466E+00
Delta 1	0.21443373E+00	0.36468773E+00	0.58799273E+00
sigma-squared	0.13238700E+01	0.11663077E+00	0.11350949E+02
Gamma	0.61926766E-03	0.46503844E-02	0.13316483E+00
log likelihood function		-0.35621184E+03	
mean efficiency		0.90741328E+00	

Fuente: Elaboración propia. Modelo ec (5)

**Grafico No 2: Eficiencia Técnica e impacto de la politica forestal por cada período 1998-2005 (Modelo 2 ec (5))**



**Gráfico No 3: Eficiencia Técnica e impacto de la política forestal por todo el período 1998-2005 (Modelo ec (4 y 5))**



**Gráfico No 4: Eficiencia técnica e impacto de la política forestal con todo el período 1998-2005 (Modelo 1 ec (5))**

