



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Estudio de la Eficiencia Técnica de Productores de Papas en Chile: El Rol del Programa de Transferencia Tecnológica de INDAP

J. Santos(1), W. Foster(2), J. Ortega(3), E. Ramirez(4)

ABSTRACT

J. Santos, W. Foster, J. Ortega y E. Ramírez. Study of the technical efficiency of potato producers in Chile: The role of INDAP's Technology Transference Program (PTT)

This study analyzes the technical efficiency of a group of potato producers from San Javier commune, in the VII Region of Chile. The data was obtained from a survey conducted by the Latin-American Center for Rural Development (RIMISP) in 2003, to a group of 118 producers. From the total sample, 59 are beneficiaries of INDAP's Technology Transference Program (PTT), whereas the remaining 59 producers do not participate in the program. By means of the estimation of a frontier parametric model of gross income, indicators of technical efficiency were obtained using the Cobb-Douglas and Translog functional specifications. At the same time, a model of linear regression was estimated with the purpose of identifying the determinants of the technical inefficiencies. The results show important differences in the technical efficiency indicators, with a range that varies from 0,1 up to 0,9. It was also observed that the principal determinants of these differences are variables such as the property size, age of the household chief, distance from the property to the principal road, etc. Moreover, it was possible to prove in the model, with heteroscedasticity correction, that the PTT has a direct and significant effect on the technical efficiency of the producers. Nevertheless, it presents distinguishing effects on some groups of producers. Based on the results obtained, the paper proposes policy strategies such as: improvement of the rural infrastructure, strengthening of rural extension programs and actions toward enhancing the commercialization channels. This type of policies can help to increase the producers' technical efficiency and also improve the chance of the PTT to have a positive impact.

 **Key words:** stochastic frontiers, technical efficiency, program of technological transfer.

Resumen

Este estudio analiza la eficiencia técnica de un grupo de productores de papas de la Comuna de San Javier VII Región. Los datos fueron obtenidos a partir de una encuesta aplicada por el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (Rimisp) el año 2003, a un grupo de 118 productores de dicha Comuna. Del total de la muestra 59 productores son beneficiarios del Programa de Transferencia Tecnológica de INDAP (PTT), mientras que los 59 restantes no participan del mismo. Mediante la estimación de un modelo paramétrico de ingresos brutos frontera, en primera instancia se obtuvo indicadores de eficiencia técnica utilizando las especificaciones funcionales Cobb-Douglas y Translogaritmica. De manera simultánea se estima un modelo de regresión lineal con el propósito de identificar los determinantes de las ineficiencias técnicas. Los resultados muestran diferencias importantes en los indicadores de eficiencia técnica, con un rango que varía desde 0.1 hasta 0.9. Se observa también que los principales determinantes de estas diferencias son variables tales como el tamaño de la propiedad, edad del jefe de hogar, distancia del predio a camino principal etc. Adicionalmente se pudo comprobar en el modelo con corrección de heterocedasticidad que el PTT tiene un efecto directo y significativo sobre la eficiencia técnica de los productores, sin embargo presenta efectos diferenciales sobre algunos grupos de productores. En base a los resultados obtenidos se propone estrategias de políticas tales como: mejoramiento de la infraestructura rural, fortalecimiento de los programas de extensión rural y acciones que hagan más expeditos los canales de comercialización. Políticas como estas pueden ayudar a incrementar la eficiencia técnica de los productores y también aumentar las probabilidades de impacto del PTT.

Palabras claves: fronteras estocásticas, eficiencia técnica, programa de transferencia tecnológica

(1)Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe. Jozimo.Santos@fao.org

(2)Departamento de Economía Agraria Pontificia Universidad Católica de Chile. wfoster@puc.cl

(3)Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe. Jorge.Ortega@fao.org

(4)Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (Rimisp). eramirez@rimisp.org

I. INTRODUCCION

Se observa en la bibliografía especializada que al igual que el caso de la mayoría de los cultivos anuales, existe una alta competitividad en el mercado de la papa en Chile. En un estudio sobre concentración y coordinación vertical en la agricultura chilena, se ha encontrado que la papa es uno de los cinco productos, de un total de 17 analizados, en que el mercado spot es el mecanismo dominante de coordinación vertical, y en el cual existe un número suficiente de compradores como para asegurar el funcionamiento de mercados competitivos (Vargas y Foster, 2001). Por ello se puede señalar que los productores son tomadores de precio y por lo tanto una de las formas endógenas de competir es vía reducción de costos medios y/o el aumento de la productividad total de los factores (PTF), la cual puede darse por mejoramiento de la eficiencia técnica y por la adopción de nuevas tecnologías que puedan ser introducidas en los sistemas productivos.

Considerando el gran potencial productivo de la zona en estudio y la eminente necesidad de reducir los costos de producción, el presente estudio tiene como objetivo general, hacer una caracterización de la tecnología utilizada en la producción de papas y determinar a través de la estimación de una función frontera de ingresos brutos, el efecto sobre la productividad y eficiencia técnica, de variables tales como niveles de insumos fijos y variables, edad del productor, nivel educacional, experiencia en la producción de papa, participación o no en el Programa de Transferencia Tecnológica de INDAP (PTT), distancia a camino principal más cercano, lugar de venta del producto etc.

Se utiliza un enfoque econométrico de fronteras estocásticas, que permita caracterizar la producción y calcular los índices de eficiencia técnica de un grupo de productores de papas, de la VII Región, específicamente de la comuna de San Javier (sector denominado "Orilla de Maule"). Este grupo está compuesto por 118 agricultores de los cuales 59 tienen vinculación al PPT impulsado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INDAP) y otros 59 agricultores no tienen vinculación alguna con dicho programa. El estudio de la eficiencia productiva tiene origen en el trabajo de Farrell (1957), quién propone por primera vez una forma de medir el nivel de eficiencia técnica y asignativa de las empresas. La eficiencia técnica requiere un adecuado aprovechamiento de los recursos productivos, de manera que no sea posible aumentar la producción, sin incrementar el uso de los insumos. A su vez la eficiencia asignativa exige la elección del proceso productivo más barato, tomando en cuenta la productividad y los precios.

A partir del trabajo precursor de Farrell (1957), varios autores han desarrollado diversos estudios, donde se han originado varias líneas de trabajo. Una de ellas es la estimación de fronteras de producción estocásticas y sus precursores son Aigner, Lovell y Schimdt (1977) y Meeusen y van den Broeck (1977).

Esta es una técnica en la cual la frontera es estimada a través de métodos econométricos, donde se obtiene un término de error compuesto por una parte estocástica y otra parte sistemática, este último término se origina por las diferencias de eficiencias existentes entre las empresas.

Lovell (1993) justifica la medición de la eficiencia dado que ésta permite ordenar y evaluar las Unidades Tomadoras de Decisión (DMUs) analizadas, siendo posible diseñar mecanismos de incentivos que premien a las mejores DMUs y políticas que ayuden a mejorar sus niveles de eficiencia de aquellas que se encuentran bajo la frontera. Además las conclusiones que se derivan de un estudio de esta naturaleza, pueden ser usadas de una u otra forma por los productores involucrados, de manera que sus niveles de productividad se vean incrementados.

Este trabajo está compuesto por cuatro partes principales, siendo la primera una introducción al tema, la segunda los materiales y método, en donde se detallan los conceptos de eficiencia técnica, los métodos que se dispone para determinar la frontera de producción y los modelos y variables que se utilizan en la caracterización tecnológica y en la estimación de los índices de eficiencia técnica. En la tercera parte se analiza y discute los resultados, terminando el estudio en la cuarta sección con las conclusiones más importantes.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Calculo empírico de fronteras

La frontera de producción $f(x)$, define la cantidad máxima de producto que una determinada DMU puede producir a partir de un vector X de insumos. De ésta manera, la ineficiencia técnica corresponde a las diferencias existentes entre ese máximo teórico y lo que realmente produce la firma con estos insumos. Por lo tanto se estima primeramente esta frontera teórica, de manera que con este punto de referencia se obtengan indicadores de eficiencia para las unidades de producción.

Cuando se busca medir empíricamente cual es la eficiencia productiva de una empresa, en realidad lo que se pretende es diferenciar las firmas que tienen un buen desempeño, de las que no lo tiene. Las metodologías que se utilizan para la medición, difieren básicamente en la manera en que se genera la frontera, estas aproximaciones se pueden dividir, en dos grandes grupos, las aproximaciones paramétricas y las no-paramétricas. El método paramétrico es el más utilizado y consiste en especificar una forma funcional concreta para la frontera, de manera que se estime sus parámetros a través de técnicas econométricas. La ventaja de este método es que, al estar basado en procedimientos estadísticos, permite que se tome en cuenta la existencia de errores de medición u otros. Dentro del método paramétrico, como se detalla a

continuación se destacan dos tipos de fronteras, las determinísticas y las aleatorias.

2.1.1. Fronteras determinísticas

La característica principal de este tipo de fronteras, es que todas las discrepancias entre la frontera y el comportamiento real de la firma son consideradas como ineficiencias. Una función de producción frontera determinística puede ser escrita de la siguiente forma:

$$y = f(x_i, \beta) e^{(u_i)}$$

donde u_i es una perturbación aleatoria no negativa que mide la distancia que tiene la empresa de la frontera. El hecho de que la distancia de la frontera sea atribuida exclusivamente a la ineficiencia técnica, es una desventaja de este método, dado que este no toma en cuenta posibles shocks (que no son del control de la empresa), y además no afectan en la misma medida a todas las empresas.

2.1.2. Fronteras estocásticas⁽⁵⁾

Este método de estimación de fronteras agrega la posibilidad de que el desempeño de las empresas, puedan ser afectadas por factores aleatorios que no están bajo su control. Por lo tanto ahora la función de producción a ser estimada (ecuación 2), incluye un término de error que ya no es equivalente al nivel de ineficiencia de la firma, sino que es descompuesto en dos términos, el primero v_i es un error aleatorio y simétrico, idéntica e independientemente distribuido con media cero. Éste error v_i , representa las ocurrencias que no pueden ser controladas por la firma. El segundo término de error representa el índice de eficiencia del i -ésimo productor (u_i), este se supone que es no negativo, se distribuye independientemente de v_i y sigue una distribución de asimétrica de una cola.

$$y_i = f(x_i, \beta) e^{(v_i - u_i)}$$

La frontera de producción estocástica por lo tanto, será representada por la expresión siguiente:

$$y^* = f(x_i, \beta) e^{(v_i)}$$

Usando como punto de referencia la frontera de producción estocástica, el índice de eficiencia técnica para la firma i puede ser calculada con la expresión (4)⁶.

$$ET_i = \frac{y_i}{f(x_i, \beta) + v_i} = \frac{f(x_i, \beta) e^{(v_i - u_i)}}{f(x_i, \beta) e^{(v_i)}} = e^{-u_i}$$

Este modelo de fronteras estocásticas tiene muchas implicancias prácticas para la interpretación de los índices de eficiencia técnica, dado que como lo dicen Aigner, Lovell y Schimdt (1977), una empresa cuya cosecha es devastada por una sequía o tormenta, es desafortunado con la presente medida, pero es ineficiente con la medida de fronteras determinísticas anterior.

2.1.3. Análisis de segunda etapa

Una vez comprobada la existencia de ineficiencia en el grupo de productores, cabe preguntarse cuál es el origen de las mismas, con el fin de establecer medidas que ayuden a las DMUs de la zona en estudio hacia un mejor empleo de sus factores productivos. Algunos autores atribuyen estas ineficiencias a la capacidad de gestión de los empresarios, de forma que algunos estudios han conseguido extraer algunas explicaciones haciendo regresiones de la ineficiencia técnica versus variables explicativas tales como nivel educacional, experiencia y edad del empresario, superficie del predio etc. El modelo que se ha utilizado en estas regresiones son los siguientes:

$$\hat{u}_i = (w_i, \delta) + \omega_i$$

donde ω_i sigue una distribución normal-truncada en $-z_i\alpha$ con media cero y varianza constante; w_i es un vector de variables del empresario y u_i es el índice de ineficiencia técnica definido anteriormente.

Sin embargo este tipo de análisis enfrenta algunos problemas. El primero de ellos es decidir cuales son las variables que se utilizan en la primera etapa y cuales en la segunda. Lovell (1993) ofrece la alternativa de que las variables bajo control del productor (endógenas) pertenecen a la primera etapa y las que el productor no puede controlar se utilizan en la segunda etapa (exógenas). El análisis de segunda etapa debe ser realizado en forma simultánea con la primera etapa. Esto evita los problemas ocasionados con la correlación existente entre los errores de ambos modelos 2 y 5. Los resultados obtenidos al realizar estas regresiones en forma separada, no debería ser muy confiable dado que los estimadores son sesgados.⁽⁷⁾

2.2. Datos y área de estudio

Los datos utilizados en las estimaciones econométricas, se obtuvieron a partir de una encuesta aplicada a un grupo de 118 productores de papa, de la VII Región, específicamente de la comuna de San Javier (sector denominado "Orilla de Maule"). Esta encuesta fue aplicada el año 2003 por el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (Rimisp), en el contexto de un estudio de caso que dicha institución está realizando para los cultivos de papa y cereza. Con la aplicación de esta encuesta, se obtuvo información acerca de los niveles de producción, niveles de costos, utilización de insumos, precios de insumos, precios de venta del producto y también datos relacionados con las características del productor y de la gestión realizada en las explotaciones. Los agricultores que participan en el estudio están divididos en dos grupos. El primero contiene 59 productores que participan del PTT y el segundo abarca un número de 59 integrantes que no presentan vinculación con el programa.

(5) Por tener un término de error con dos elementos, también se le conoce como modelos de "error compuesto".

(6) Los artículos precursores de las fronteras de producción estocásticas son el Aigner, Lovell y Schimdt (1977) y el de Meeusen y Van den Broeck (1977).

(7) La correlación existente entre los términos de error se debe al hecho de que u_i es endógeno

Cuadro1. Características promedio de los agricultores según tipo, para la temporada 2002/2003

<i>VARIABLE</i>	<i>Promedios de las variables</i>		
	<i>No INDAP</i>	<i>INDAP</i>	<i>Todos</i>
Superficie total con papa	4.20	3.27	3.75
Superficie total predio	14.53	13.97	14.24
Número personas hogar (pers./ha)	1.54	2.03	1.78
Producción de papas (sacos 80kg/ha)	207	230	218
Ingreso bruto por hectárea (\$./ha)	720.762	948.675	829.676
Costo total hectárea (\$./ha)	679.387	720.477	699.405
Ingreso neto por hectárea (\$./ha)	39.812	211.511	121.863
Costo de mano de obra (\$./ha)	89.366	101.589	95.156
Costo de maquinaria (\$./ha)	121.771	119.994	120.905
Costo de insumos (\$./ha)	505.316	505.237	505.276
Costo de trans. hectárea (\$./ha)	3.491	7.310	5.327
Nivel educacional jefe hogar (años estud.)	6.30	6.00	6.15
Edad jefe hogar	52.30	55.90	54.07
Exp. jefe hogar en agricultura (años)	26.33	30.86	28.64
Exp. jefe hogar en papa (años)	22.64	24.00	23.32
Dist. camino princ. mas cercano (m)	916	1.187	1.049
Precios de la papa (\$/80kg)	4.273	3.640	3.945
Número de participantes del PTT	-	59	59
Número de no participantes del PTT	59	-	59
Número de pers. venden producto predio	49	41	90
Número de pers. venden producto mercado	10	18	28

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios de un conjunto de variables que caracterizan al productor o su producción, este cuadro presenta datos de los productores participantes de INDAP, los no INDAP y los promedios totales. Como se puede observar, se trata de productores pequeños, donde el promedio general de superficie de papa plantada es de aproximadamente 3.75 hectáreas, siendo que el productor con mayor superficie plantó 20 hectáreas. Hay algunas variables que presentan diferencias notables entre grupos, como es el caso de los costos de transacción por hectárea, que para el caso de los productores participantes del PTT, tienen un promedio 2 veces mayor que los que no participan en dicho programa, esto es así dado hay una proporción de los productores de este grupo, que venden su producto fuera del predio. Los ingresos netos e ingresos brutos, también son superiores para estos productores.

Los ingresos netos por hectárea en general han tenido niveles bastante bajos, con un valor promedio de aproximadamente 122.000 pesos. Esto ha ocurrido principalmente por los bajos precios alcanzados por el producto en la temporada en estudio, en épocas de precios normales el saco de 80 kg de papa puede alcanzar valores superiores a los 10.000 pesos, sin embargo en la temporada de

aplicación de las encuestas, el precio promedio es inferior a los 4.000 pesos. Esto significa que en el caso de muchos productores, el valor de su cosecha no cubre a los costos y por esto se ha observado una cantidad significativa de productores con ingresos netos negativos.

En relación a los precios de papas se ha notado una cierta diferencia, los participantes del PTT han obtenido en promedio un menor precio en la venta de su producto que los no PTT, aunque la diferencia de medias estadísticamente es no significativa. Esto es un poco contradictorio, dado que hay un mayor número de productores PTT que han salido a comercializar su producto en mercados externos, donde los precios son en promedio superiores. Por otro lado, al analizar los ingresos netos, no se observa un efecto de los precios en estos, dado que los productores del PTT tienen en promedio un mayor ingreso neto, de manera que esta diferencia se debe a mayores niveles de producción, más que por una diferencia en precios.

2.3. El modelo de ingresos brutos

En la literatura econométrica se ha publicado innumerables estudios que utiliza el enfoque de fronteras estocásticas para la

estimación de funciones de producción y funciones de costos. Sin embargo, hay antecedentes de trabajos como los de Ali y Flinn (1989) y Rahman (2003), que han estimado funciones fronteras de ingresos netos, con el objeto de identificar los niveles de ineficiencia existentes en la producción de arroz, tomando como variables explicativas precios de insumos y niveles de insumos fijos. Con estos antecedentes el presente estudio estima un modelo de ingresos brutos, el cual toma como variables explicativas los costos de algunos insumos (precio multiplicado por cantidad) y los niveles de insumos fijos. Aunque el modelo de ingresos brutos se estima inicialmente con una especificación funcional translog generalizada, los resultados son presentados con una forma funcional Cobb-Douglas, dado que no hay diferencias significativas entre ambos modelos, con respecto al nivel de información que ambos entregan.

No se estimó una función de producción, debido a que la base de datos utilizada no entregaba las cantidades y los precios en forma separada, sino que el valor de la producción y los costos. Sin embargo, dada la poca variación de los precios, se espera que esta función de ingresos brutos, se comporte como una función de producción, donde los cambios observados en las variables explicativas, son debido a cambios en las cantidades, más que en los precios(8). Adicionalmente no se estimó un modelo de ingresos netos, dado que no hay una variación significativa de los precios de insumos entre los productores, de manera que no tendría sentido utilizarlos como variables explicativas. Los modelos de ingresos brutos Cobb-Douglas y Translog se presentan en las ecuaciones 6 y 7 respectivamente.

$$\ln IB_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^5 \beta_i \ln x_i + v_i - u_i$$

$$\ln IB_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^5 \beta_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \beta_{ij} \ln x_i \ln x_j + v_i - u_i$$

Donde IB_i es la variable dependiente del modelo y representa el ingreso bruto por hectárea del i -ésimo productor de papa. Dentro de las variables explicativas x_i representa un vector de costos de insumos variables del i -ésimo productor (costo por hectárea de mano de obra, costo por hectárea de insumos y costo por hectárea de maquinaria). Dentro de las x_i también están incluidas variables fijas, las cuales no se puede modificar fácilmente en el corto plazo (superficie de papa sembrada en la temporada y número de personas en el hogar mayores de 15 años por hectárea). Las letras griegas representan los estimadores de los parámetros de la función de ingresos brutos y v_i , u_i los términos de error mencionados en la ecuación 3.

La segunda etapa del modelo de fronteras, corresponde a un modelo lineal, el cual es estimado en forma simultánea al modelo

frontera de ingresos brutos. A continuación se presenta el modelo de ineficiencia técnica:

$$\hat{u}_i = \delta_0 + \sum_{i=1}^9 \delta_i w_i + \omega_i$$

donde u_i es el índice de ineficiencia técnica para el productor i -ésimo estimado en los modelos 6 y 7 y el cual obedece una distribución truncada-normal. Asimismo w_i es el vector de variables explicativas, que está compuesto por variables que representan características del productor y del predio. Las variables usadas son: nivel educacional del jefe hogar, edad del jefe hogar, distancia a camino principal más cercano, superficie total del predio, experiencia relativa en papa, especialización en papa (superficie), experiencia en la agricultura, tipo de agricultor (PTT=1) y lugar de venta del producto (predio=1). Finalmente δ_i es un vector de parámetros a estimar y ω_i el término de error del modelo de ineficiencia, el cual es totalmente aleatorio.

En la caracterización de la tecnología, los modelos fueron estimados a través del método econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Mientras que para la obtención de la función de ingresos brutos frontera, se utilizó el método econométrico Máxima Verosimilitud (MLE).

Para llevar a cabo las pruebas de hipótesis sobre los parámetros, se utiliza la prueba de razón de verosimilitud generalizada, en cuya fórmula es la siguiente:

$$LR = -2[\log(H_0) - \log(H_1)]$$

donde $\log(H_0)$ es logaritmo de la función de verosimilitud para el modelo restringido especificado en la hipótesis nula y $\log(H_1)$ es el logaritmo de la función de verosimilitud para el modelo no restringido estipulado en la hipótesis alternativa. Esta prueba presenta una distribución chi-cuadrado, con grados de libertad iguales al número de parámetros que se igualan a cero en la hipótesis nula⁹.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

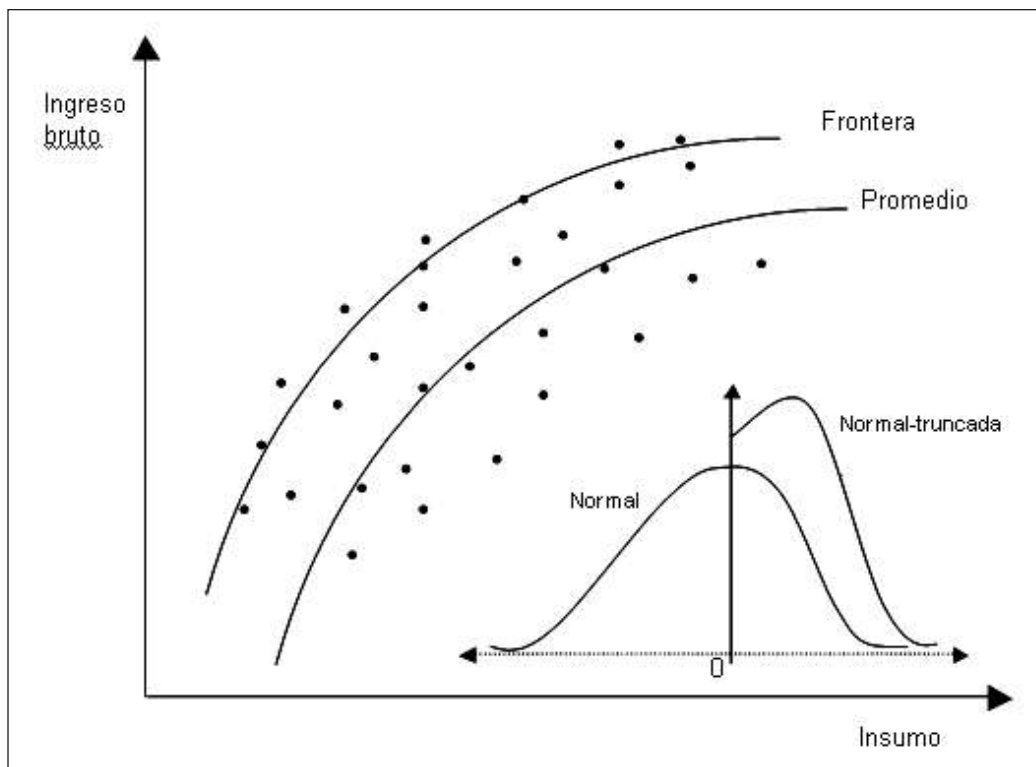
En este apartado se realiza la interpretación de los modelos de ingresos brutos obtenidos con diferentes métodos de estimación (promedio, frontera y el de fronteras con corrección de heterocedasticidad). También se prueba la hipótesis de que existen ineficiencias técnicas en los sistemas productivos y se realiza algunos análisis buscando respuestas acerca de los determinantes de las ineficiencias técnicas de los productores.

3.1. Caracterización Paramétrica de la Tecnología

La caracterización paramétrica de la tecnología utilizada por un

(8)Se ratificó que realmente hay poca variación en los precios a través de un análisis exploratorio de los datos

(9)La hipótesis nula de esta prueba es que LR es igual a cero. Por lo tanto si no se rechaza la H_0 , esto significa que no existen diferencias significativas entre los modelos restringidos y no restringidos.



Como se puede observar en la Figura 1, la curva obtenida a través de MCO pasa a través del promedio de las observaciones, donde el término de error obedece a una distribución normal con media cero. Por otro lado, la función frontera, como su nombre lo dice, consiste en una aproximación de la frontera de producción donde las empresas que allí están, son técnicamente eficientes (100% eficiente). En este caso, el término de error compuesto tiene media distinta a cero y por lo tanto asume una distribución asimétrica.

Además del método en el cual se estimó la función (frontera o promedio), también es importante la forma funcional que se utilizó para representar la tecnología. Este trabajo ha utilizado una función translog, la cual a través de restricciones en sus parámetros también se representó como una Cobb-Douglas.

A partir de lo anterior entonces se hizo algunas pruebas para determinar cual de los métodos y que forma funcional, son más adecuados para caracterizar la tecnología de los productores de papas en estudio.

Según se puede ver en el Cuadro 2, la prueba que determina la existencia de una frontera

$$H_0: \gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_y^2) = 0,$$

arroja que se está en condiciones de rechazar la hipótesis nula y por lo tanto existe una frontera de producción. Según los resultados no se rechaza la hipótesis de que hay variables que explican las diferencias en los niveles de eficiencia técnica de los productores, de manera que todo indica que el mejor modelo a ser utilizado es el de ingresos brutos fronteras en dos etapas¹⁰.

3.2. Modelo de ingresos brutos frontera

El Cuadro 3, reporta los resultados de la estimación del modelo de ingresos brutos frontera. Inicialmente se puede destacar el valor de $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_y^2)$ el cual representa la razón entre la varianza del término de ineficiencia u y la varianza del componente de error compuesto $\varepsilon = u + v$.

Cuadro 2. Pruebas de contrastes de especificación funcional

Variable	Valor Crítico	p-value	Decisión (95%)
$H_0: \beta_S^2 = \beta_{LX} = \beta_{LM} = \beta_S = \beta_{LN} = \beta_{LS} = \beta_{XN} = \beta_{XS} = \beta_{MN} = \beta_{MS} = \beta_{NS} = \beta_L^2 = \beta_X^2 = \beta_M^2 = \beta_N^2 = 0$	24.88	0.056*	No rechazo
$H_0: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = \delta_6 = \delta_7 = \delta_8 = \delta_9 = 0$	15.72	0.000	Rechazo

(10) La presencia de asimetría en la distribución de los errores sugiere la existencia de ineficiencias técnicas en los sistemas productivos analizados.

Cuadro 3. Modelo fronteras Cobb-Douglas ingresos brutos

<i>Variable</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Estadístico - Z</i>
<i>Función frontera de ingresos brutos (MLE)</i>			
Constante	β_0	2.080	1.070
Costo de mano de obra (L)	β_L	0.178*	2.710
Costo de insumos (X)	β_X	0.778*	6.530
Costo de maquinaria (M)	β_M	-0.068	-0.730
Número personas hogar (N)	β_N	0.519*	2.800
Superficie de papa (S)	β_S	0.319**	1.740
<i>Modelo de ineficiencia</i>			
Constante	δ_0	-16.150	-0.530
Nivel educacional jefe hogar	δ_1	-0.626	-0.870
ad jefe hogar	δ_2	0.210	0.660
Dist. camino princ. mas cercano	δ_3	0.002	0.690
Superficie total predio	δ_4	-0.075	-0.550
Experiencia relativa en papa	δ_5	6.726	0.700
Especialización en papa (superficie)	δ_6	-4.558	-0.690
Experiencia en la agricultura	δ_7	0.014	0.160
Tipo de productor (PTT=1)	δ_8	-3.516	-0.640
Lugar de venta del producto	δ_9	-4.562	-0.730
Varianza de término de error u	σ_u^2	2.477	
Varianza de término de error v	σ_v^2	0.409	
$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$	σ^2	2.886	
$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$	γ	0.858	
Log likelihood	L	-114.406	
Número de observaciones	n	102	
Promedio de eficiencia	ET	0.737	

* Parámetro significativo con un nivel de 5% ($p < 0.05$)

** Parámetro significativo con un nivel de 10% ($p < 0.10$)

El hecho de que el valor de gama sea (0.858), nos indica que la proporción de la varianza de sobre el total, es de aproximadamente un 85%, lo que revela que el término de ineficiencia técnica es el que supone la mayor fuente de variabilidad. Con la interpretación de este parámetro se puede de alguna manera concluir que una parte significativa de la variabilidad en los ingresos brutos por

hectárea, puede ser explicada por diferencias existentes en los niveles de eficiencia de las explotaciones.

Respecto a la interpretación de las elasticidades de producción, se puede observar que con excepción al costo de maquinaria, todos los insumos presentan un efecto positivo sobre los ingresos brutos.

La elasticidad del costo de mano de obra es significativa y su valor es de aproximadamente 0.178, lo que significa que los ingresos brutos pueden aumentar en 0.18% frente a un incremento de 1% en la mano de obra *ceteris paribus*.

El signo y magnitud de la elasticidad de costo de insumos (0.78), comprueban que un incremento en factores de producción tales como fertilizantes y cantidad de semillas, produciría también un aumento en la cantidad producida, aunque esto sólo ocurra en un determinado tramo de la función de producción. La elasticidad del número de personas del hogar, también es significativa y presenta el signo positivo. Al haber mayor cantidad de mano de obra familiar, se espera un efecto positivo en la producción.

Acerca los índices de eficiencia técnica, según el cuadro anterior estos índices presentan un promedio de aproximadamente (0.74), lo que indica que como consecuencia de la presencia de ineficiencias técnicas, el ingreso bruto de los productores se ha visto en promedio reducido en un 24%. Esto significa que considerando el ingreso bruto promedio de los predios (\$ 829.676), los productores en promedio pierden anualmente por cada hectárea aproximadamente \$200.000. Se registra un rango muy amplio en los sectores de eficiencia técnica, con un valor mínimo de aproximadamente 0.05 y máximo del orden de 0.92.

El Cuadro 3 muestra también el modelo de segunda etapa, el cual tiene como variable dependiente el índice de ineficiencia estimado en la primera etapa y como variables explicativas, un grupo de características del jefe de hogar y del predio. De esta forma los estimadores de este modelo entregan directamente, cual es el cambio marginal en el índice de ineficiencia del productor *i*-ésimo, frente a cambios en las variables explicativas.

Aunque los signos obtenidos en el modelo de ineficiencias son en su mayoría considerablemente intuitivos, su nivel de significancia es bajo y sugiere corregir algunos posibles problemas para mejorar este modelo. Por esto a continuación se realiza algunos análisis con el objeto de identificar posibles problemas de heterocedasticidad en las estimaciones, los cuales a menudo se hacen presentes en este tipo de modelos.

3.3. Modelo de corrección de heterocedasticidad

El análisis de heterocedasticidad no ha sido un tema muy tratado en la literatura de análisis de fronteras estocásticas. Probablemente esto puede deberse al hecho de que la heterocedasticidad agrega mayor complejidad a los estudios de frontera. A pesar de esto, hay razones para pensar que el análisis de frontera realizado anteriormente, enfrenta problemas de heterocedasticidad en los errores. Esto debido a que la varianza de estos no se mantiene constante frente a un cambio en variables dependientes tales como edad del jefe de hogar, nivel educacional, superficie de papa etc. Esto se puede comprobar para el término de eficiencia (u), donde

la varianza se altera cuando aumenta el valor de algunas variables. Sin embargo, los paquetes econométricos, no permiten eliminar los problemas de esta naturaleza cuando se estima la frontera en dos etapas simultáneas. Por lo tanto a continuación se procede a presentar la función frontera en dos etapas, pero esta vez en forma separada. Además dado que el modelo de translog con corrección de heterocedasticidad entrega mayor información que el Coob-Douglas, se utiliza este primero.

En el Cuadro 4, se estimó la función frontera de ingresos brutos corrigiendo heterocedasticidad para ambos errores. Al aumentar la superficie de papa tiende a haber una mayor varianza en las observaciones del error idiosincrásico, siendo significativo con un nivel de confianza de 95%. También se evidencia que la varianza del término de error v es menor en el grupo de productores que venden su producto en el predio. Respecto al posible problema de heterocedasticidad en el término de ineficiencia, aunque no es significativo con nivel de confianza del 95% surge que los productores que participan del PTT tienen una menor varianza.

Este modelo con corrección de heterocedasticidad, presenta cambios en el signo de algunos parámetros con relación al modelo sin corrección de heterocedasticidad, también se nota una diferencia en la magnitud de estos parámetros, siendo que el modelo con corrección de heterocedasticidad presenta valores más altos. El modelo con corrección presenta un mayor número de parámetros significativos al 0.05 y además los mismos parámetros que ya eran significativos aumentaron su nivel de significancia.

Del modelo de ingresos brutos frontera con corrección de heterocedasticidad, se estimó el término de ineficiencia, con el objetivo de utilizar a este como variable dependiente de una regresión lineal (segunda etapa). Además en esta segunda etapa, se introduce el análisis de los posibles efectos diferenciales que tiene el PTT sobre algunos grupos de productores.

Respecto a los efectos del PTT, al contrario de los resultados anteriores que decían que el modelo del Cuadro 5 manifiesta que el PTT tiene un efecto positivo y significativo sobre los niveles de eficiencia de los productores, de manera que los productores que participan del PTT son más eficientes. Además se ha podido identificar efectos diferenciales sobre algunos grupos de productores.

En primer lugar se ha percibido que para los productores que se encuentran más aislados de los caminos principales, el PTT no les ayuda a mejorar sus niveles de eficiencia técnica. En otras palabras, aunque el PTT tiene un efecto positivo sobre la eficiencia técnica de los productores en general, los que viven muy aislados no se ven beneficiados de este programa, en cuanto a incrementar Ingreso Bruto.

Lo anterior se refleja en el Anexo 1, donde muestra que en el promedio de las observaciones de las otras variables, cuanto

Cuadro 4. Modelo de ingresos brutos frontera con corrección de heterocedasticidad

<i>Variable</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Estadístico - Z</i>
<i>Función frontera de ingresos brutos (MLE)</i>			
Constante	β_0	-81.316*	-2.650
Costo de mano de obra (L)	β_L	3.839**	1.750
Costo de insumos (X)	β_X	5.216	1.420
Costo de maquinaria (M)	β_M	4.574**	1.850
L^2	β_{L^2}	0.074	0.770
X^2	β_{X^2}	-0.012	-0.050
M^2	β_{M^2}	-0.011	-0.100
LX	β_{LX}	-0.174**	-1.630
LM	β_{LM}	-0.159**	-1.830
XM	β_{XM}	-0.175	-0.900
Número personas hogar (N)	β_N	12.345*	2.730
Superficie de papa (S)	β_S	16.214*	4.150
N^2	β_{N^2}	-1.361*	-2.950
S^2	β_{S^2}	-1.334*	-1.980
LN	β_{LN}	-0.519*	-3.990
LS	β_{LS}	-0.363*	-2.600
XN	β_{XN}	-0.319	-1.480
XS	β_{XS}	-0.352**	-1.760
MN	β_{MN}	-0.083	-0.340
MS	β_{MS}	-0.534*	-2.130
NS	β_{NS}	-1.198*	-2.220
<i>Corrección para v</i>			
Constante	δ_0	-0.990*	-2.080
Superficie de papa	δ_1	1.223*	3.930
Lugar de venta del producto	δ_2	-1.827*	-4.360
<i>Corrección para u</i>			
Constante	ρ_0	-1.879*	-3.120
Tipo de productor (PTT=1)	ρ_1	-2.685**	-1.750
Log likelihood	L	-101.750	
Número de observaciones	n	105	
Chi-Cuadrado	X^2	181.58	

* Parámetro significativo con un nivel de 5% ($p < 0.05$)** Parámetro significativo con un nivel de 10% ($p < 0.10$)

Cuadro 5. Modelo ineficiencias con interacciones y corrección heterocedasticidad

Modelo de ineficiencias			
<i>Constante</i>	δ_0	0.08425*	14.180
<i>Nivel educacional jefe hogar (A)</i>	δ_1	0.00022	1.430
<i>Edad jefe hogar (B)</i>	δ_2	0.00004	0.460
<i>Dist. camino princ. mas cercano (C)</i>	δ_3	-0.000046	-0.150
<i>Superficie total predio (D)</i>	δ_4	-0.00014*	-3.220
<i>Experiencia relativa en papa (E)</i>	δ_5	-0.00851*	-2.880
<i>Especialización en papa (superficie) (F)</i>	δ_6	-0.00407	-0.920
<i>Experiencia en la agricultura (G)</i>	δ_7	-0.00006	-1.240
<i>Tipo de productor (PTT=1) (H)</i>	δ_8	-0.03306*	-4.090
<i>Lugar de venta del producto (predio=1) (I)</i>	δ_9	-0.00131	-0.950
<i>AH</i>	δ_{10}	-0.00023	-1.080
<i>BH</i>	δ_{11}	0.00001	0.110
<i>CH</i>	δ_{12}	0.00232*	4.110
<i>DH</i>	δ_{13}	0.00017*	3.780
<i>EH</i>	δ_{14}	0.02137*	5.800
<i>FH</i>	δ_{15}	0.00490	0.970
<i>GH</i>	δ_{16}	0.00021*	2.370
<i>IH</i>	δ_{17}	-0.00287	-1.260
Corrección heterocedasticidad			
<i>Constante</i>	ρ_0	-9.120*	-6.380
<i>Nivel educacional jefe hogar</i>	ρ_1	-0.098**	-1.870
<i>Edad jefe hogar</i>	ρ_2	-0.001	-0.050
<i>Dist. camino princ. más cercano</i>	ρ_3	0.000	0.530
<i>Superficie total predio</i>	ρ_4	-0.100*	-7.000
<i>Experiencia relativa en papa</i>	ρ_5	-0.224	-0.310
<i>Especialización en papa (superficie)</i>	ρ_6	-3.209*	-4.880
<i>Experiencia en la agricultura</i>	ρ_7	-0.013	-0.780
<i>Tipo de productor (PTT=1)</i>	ρ_8	0.043	0.120
<i>Lugar de venta del producto (predio=1)</i>	ρ_9	3.274*	7.240
<i>Chi-cuadrado</i>	X^2	84.058	
<i>R²</i>	R^2	0.531	
<i>Observaciones</i>	N	102	

* Parámetro significativo con un nivel de 5% ($p < 0.05$)

** Parámetro significativo con un nivel de 10% ($p < 0.10$)

mayor la distancia al camino principal, menor es el efecto marginal del PTT. En otras palabras, los productores que están más aislados de los centros urbanos, tienen menos posibilidades de aprovechar los beneficios entregados por el programa. Por otro lado, para los productores que cuentan con superficies del predio muy amplias, el PTT no les hace mejorar sus niveles de eficiencia. Este es un resultado un poco más intuitivo, dado que sería de esperar que los productores más grandes, tengan un mayor acceso a las tecnologías, a la información, a los mercados etc. Además de esto hay un efecto de escala que les permite reducir costos y por otro lado vender sus productos por mejores precios en mercados externos. En el Anexo 2, se ilustra este efecto diferencial del PTT a estos grupos, donde el efecto marginal del PTT se acerca cada vez más a cero y por lo tanto el PTT deja de ser efectivo a los grupos que tienen una superficie total del predio relativamente grande.

En último lugar, se ha registrado que los productores con mayor experiencia tanto en papa como en la agricultura, no aumentan sus niveles de eficiencia al participar del PTT. Este resultado es un poco inesperado, dado que se sostendría que con un mayor conocimiento del rubro, los productores podrían aprovechar mejor las herramientas que entrega el PTT. Tal vez la explicación más adecuada es que los productores con mayor experiencia, ya tienen un mayor conocimiento del rubro y por lo tanto, tienen mayores accesos a los mercados, conocen los canales de información y también tienen mayor acceso a nuevas tecnologías, de manera que las herramientas entregadas por el PTT no les presentan mayor utilidad.

Al igual que en las variables de distancia y de superficie, los efectos del PTT tienden a disminuir a medida que aumentan los niveles de experiencia en papa y también en la agricultura. Por ejemplo, la reducción del efecto marginal de un agricultor tipo que tiene una experiencia en la agricultura de 5 años, es de un 11% en relación a otro que tiene 10 años de experiencia y 21% en relación a un productor con 15 años trabajando en la agricultura.

A pesar de que los resultados obtenidos, son bastante válidos y suficientes para ver los efectos diferenciales del PTT, sería interesante en investigaciones futuras, estudiar nuevas formas funcionales para el modelo de ineficiencias, dado que este al ser lineal está forzando que en un determinado valor de las variables explicativas, el signo del cambio marginal se invierta.

En otros términos, hay un punto en donde para algunos grupos, el participar del PTT tiene un efecto negativo sobre sus niveles de eficiencia, de hecho esto se puede observar en algunas de las figuras anteriores.

En el modelo en donde se estimó los índices de ineficiencia técnica, se corrigió el problema de heterocedasticidad para el término de error aleatorio (v_i), sin embargo no se corrigió dicho problema para el término de ineficiencia (u_i). Por este motivo al estimar el modelo de ineficiencias del Cuadro 5, se utilizó un mecanismo de corrección de heterocedasticidad, de manera que los modelos de primera y segunda etapa son homocedásticos.

La regresión del cuadro mencionado, demuestra que efectivamente había problemas de heterocedasticidad en el modelo. A mayor nivel educacional, mayor superficie del predio y especialización en papa, hay una tendencia a disminuir la varianza del error de este modelo. Por otro lado la variable lugar de venta del producto, tiene un efecto positivo sobre la varianza del error, es decir, al vender el producto en el predio, los niveles de eficiencia técnica tienden a ser más dispersos.

VI. CONCLUSIONES

Este estudio utilizó un enfoque de fronteras estocásticas, con el objetivo de analizar los niveles de eficiencia técnica y sus determinantes, de un grupo de productores de papa de la comuna de San Javier VII Región. Para ello se usó datos de una encuesta aplicada a 118 productores, con los cuales se caracterizó la tecnología de producción y se estimó la función de ingresos brutos frontera. Adicionalmente se estudió también posibles problemas de heterocedasticidad, a través de la estimación de un modelo con la corrección de este problema. Según los resultados, se percibió que la especificación que mejor caracteriza la tecnología de producción es la Translog, aunque en el modelo sin corrección de heterocedasticidad la Cobb-Douglas se adaptó mejor.

En la estimación de la frontera eficiente de ingresos brutos Cobb-Douglas, se obtuvo un promedio de eficiencia de aproximadamente 0.74, este valor revela que los productores en general todavía tienen un rango amplio en el cual pueden aumentar sus niveles de producción. De acuerdo a las cantidades de insumos que se está utilizando, se puede aumentar en promedio la producción en aproximadamente un 26%, sin la necesidad de incrementar el vector de factores productivos. Interpretando estos resultados desde otro punto de vista, se puede decir que en promedio un 26% de la superficie cultivada con papa se está perdiendo a causa de ineficiencias existentes en la producción.

Los resultados comprueban también que hay un problema de heterocedasticidad no menor, el cual pudo ser corregido a través de la estimación de un modelo con corrección de heterocedasticidad utilizando algunas variables correctoras de este problema. Para los

(11) El mejoramiento de los Programas de Transferencia Tecnológica, es una medida que puede ser tomada, sin embargo es importante resaltar que en varios países desarrollados los PPT están siendo cada vez más cuestionados.

datos de productores de papas que se estudió, las variables que mejor explicaron la varianza de las perturbaciones fueron: el nivel educacional del jefe de hogar, la superficie total del predio, el nivel de especialización en papa de los productores y el lugar de venta del producto.

Las variables usadas como determinantes de los índices de ineficiencia técnica, revelan que los productores que están más especializados en papa, que venden su producto en el predio y que participan en el PTT, tienden a ser técnicamente más eficientes. En estricto rigor, las variables que son significativas con nivel de confianza de 95%, son experiencia relativa en papa, superficie total del predio y tipo de productor (Participantes o no del PTT).

Con respecto a los efectos diferenciales del PTT, se percibió que dicho programa no tiene un efecto homogéneo sobre todos los productores. La eficiencia técnica de productores con mucha especialización en papa y mucha experiencia en la agricultura, no se ve afectada por el hecho de que estos participen del PTT. Lo mismo ocurre con productores que se encuentran muy aislados de los centros urbanos y también los que tienen superficies relativamente extensas. Por lo tanto, se podría decir que no todos los beneficiarios del PTT, reciben efectos positivos sobre sus niveles de eficiencia técnica, como consecuencia de su participación en el programa.

Según las evidencias las implicancias de políticas son bastante claras, la eficiencia técnica de los productores de papa de la Comuna de San Javier y tal vez de todo Chile, se puede ver aumentada significativamente a través de políticas que mejoren la infraestructura rural (caminos principalmente), que hagan más expeditos los canales de comercialización y también que fortalezcan los programas de extensión rural. A medida que los productores se encuentren más conectados a los mercados y estén más capacitados para negociar el precio de venta de los productos, habrá mayor homogeneidad de ingresos entre los productores y por supuesto los índices promedios de eficiencia técnica aumentarán. Por el lado del PTT, una de las cosas a considerar, es la necesidad de hacer una mejor focalización de los beneficiarios, de manera que el impacto de este programa sea más efectivo¹¹.

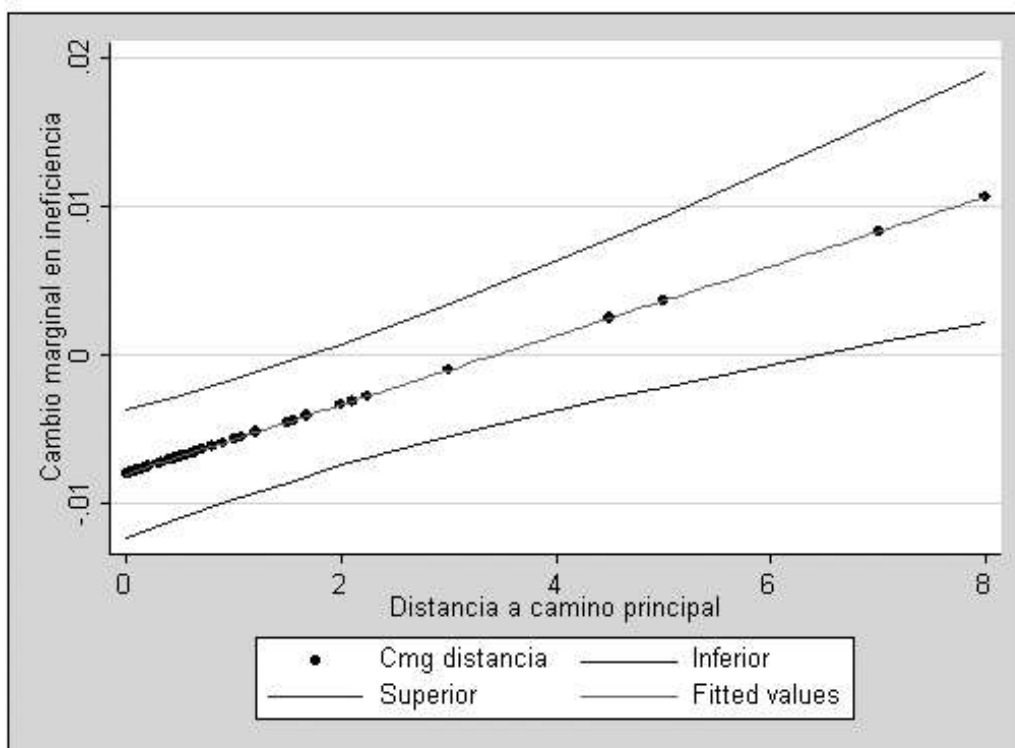
Los diferentes temas tocados en el presente trabajo, son por sí solos un área que necesita ser desarrollado más ampliamente, sin embargo, además de mostrar un poco de la realidad de los productores en estudio, el objetivo de este trabajo es el de introducir al lector al estudio de fronteras estocásticas de producción, el cual en los últimos años ha tomado mucha importancia. Este enfoque permite analizar los sistemas productivos en forma más real, dada la posibilidad de identificar tanto los efectos aleatorios que afectan a la producción, como también aquellos de carácter sistemático, que pueden en gran medida ser alterados a través de la intervención de los productores o de otros agentes externos, como por ejemplo el Estado.

BIBLIOGRAFIA

- Aigner, D., Lovell, K. y Schmidt, J. (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics* 6, 21- 37.
- Ali, M., y Flinn, C. (1989). "Profit Efficiency Among Basmati Rice Producers in Pakistan Punjab". *American Journal of Agricultural Economics*, 71, 303 - 310.
- Álvarez, A. (2001). "La medición de la eficiencia técnica y la productividad". Primera edición. Ediciones Pirámide. Madrid, España.
- Banker, R., Charnes, A. y Cooper, W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, 30. 1078-1092.
- Battese, G. y Coelli, T. (1988). "Prediction of Firm-level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data". *Journal of Econometrics*. 38: 387-399
- Battese, G. (1992). "Frontier Production Functions and Technical Efficiency: a Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics". *Agricultural Economics*, 7, 185-208.
- Chambers, R. (1988). "Applied production analysis: A dual approach". University of Maryland. Cambridge University Press. New York. p 31.
- Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research*, 2 . 429-444.
- Coelli, T. (1996). "A guide to DEAP Versión 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Center for Efficiency and Productivity Analysis". Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.
- Comité Interministerial de Desarrollo Productivo. (1998). "Evaluación de instrumentos de fomento productivo: Programa de Transferencia Tecnológica de INDAP". Ministerio de Economía y Ministerio de Agricultura de Chile.
- Dios, R. y Martínez, J. (1998). "Estudio del grado de tecnología en explotaciones agrarias: un análisis microeconómico", *Investigación agraria: economía*. 12. 1-3.
- Farrel, J. (1957). "The measurement of productive efficiency". *J. Royal. Statist. Soc. Series A* 120. 253 -281.

- Greene, H. (1980): "On the Estimation of a Flexible Frontier Production Model", *Journal of Econometrics* 13:1, 101-115.
- Koopmans, T. (1951) "An Analysis of Production as an Efficiency Combination of Activities", *Activity of Production and Allocation*. Cowles Commission for Research in Economics, Monograph N° 13; New York: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Kumbhakar, C. y Lovell, K. (2000). "Stochastic Frontier Analysis". Cambridge University Press.
- Lovell, K. (1993). "Productions Frontiers and Productive Efficiency", in Fried, Lovell y Schmidt (eds.), *The measurement of Productive Efficiency*. Oxford University Press.
- Meeusen, W. y van den Broeck, J. (1977) . "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error". *International Economic Review* 18, 435-444.
- Peña, J., Basch, M. y Vergara, S. (2003). "Eficiencia técnica y escalas de operación en pesca pelágica: un análisis de fronteras estocásticas". *Cuaderno economía* vol.40, no.119, p.47-87. ISSN 0717-6821.
- Russell, N. y Young, T. (1983). "Frontier Production Functions and the Measurement of Technical Efficiency". *Journal of Agricultural Economics*, 34, 139 - 149.
- Rahman, S. (2003). "Profit efficiency among Bangladeshi rice Farmers". 25th Conference of the International Association of Agricultural Economists, Durban, Sudáfrica.
- Santos, J., Foster, W., Ortega, J. y Ramirez, E. (2003). "Los determinantes de la eficiencia técnica de productores de papas en Chile: el rol del Programa de Transferencia Tecnológica de INDAP". Tesis de Magíster. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- StataCorp. (2003). "Stata base reference manual". Volume 1: A-F. Release 8.0. College Station, Texas: Stata Corporation.
- Vargas, G. y Foster, W. (2001). "Concentración y Coordinación Vertical en la Agricultura Chilena". Taller sobre Concentración en los segmentos de transformación y mercadeo del sistema agroalimentario y sus efectos sobre los pobres rurales de América Latina. Santiago, Chile.
- Fundación Chile. (2004). "Cadenas agroalimentarias: papas". <http://www.fundacionchile.cl/fc/papas/index.cfm>

Anexo 1. Cambio en efecto marginal versus cambio en distancia a camino principal



Anexo 2. Cambio en efecto marginal versus cambio en superficie total del predio

