



**Facultad de  
Ciencias Sociales y Humanísticas**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**“EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LA AGRICULTURA FAMILIAR  
CAMPESINA EN LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS: UNA RESPUESTA A LOS  
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AL DOBLE DESAFÍO -70/+70  
PROPUESTO POR LA FAO”**

**Previa la obtención del Título de:  
MAGISTER EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**Presentado por:  
LIZBETH CAROLINA TORRES SAMANIEGO**

**Guayaquil – Ecuador**

**2021**

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta este punto.

Al Dr. Ramón Espinel por la oportunidad de realizar este trabajo bajo su dirección. Ha sido un honor contar con su acompañamiento y una experiencia de gran aprendizaje.

Al Ing. Eithel Lozano por compartir información valiosa para esta investigación y a los profesores Daniel Lemus y Gonzalo Villa por sus comentarios.

A mi familia, mi amiga Betty y a Jonathan por brindarme su apoyo incondicional.

*Lizbeth Carolina Torres Samaniego*

Dedico este trabajo con todo mi amor para mis padres Flor y José y mi hermana Joselyn.

Y en honor a los agricultores por el invaluable trabajo que realizan día a día para abastecernos de los alimentos que compartimos en nuestras mesas.

*Lizbeth Carolina Torres Samaniego*

## **COMITÉ DE EVALUACIÓN**

---

**Ramón Espinel Martínez, Ph.D**

**Tutor del Proyecto**

---

**Título / Nombre**

**Evaluador 1**

---

**Título / Nombre**

**Evaluador 2**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y al patrimonio intelectual de la misma **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**”

---

Lizbeth Carolina Torres Samaniego

## ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	6
3.1 Modelo económico.....	6
3.2 Método econométrico .....	10
4 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS.....	11
5 VARIABLES DEL MODELO.....	13
6 RESULTADOS .....	18
6.1 Prueba de maximización de beneficios y rendimientos constantes a escala.....	18
6.2 Parámetros estimados.....	19
6.3 Funciones de oferta de producción y demanda de factores .....	22
6.4 Elasticidades de precio propio y precio cruzado.....	23
7 CONCLUSIONES.....	25
REFERENCIAS .....	26

## RESUMEN

La agricultura familiar campesina es uno de los ejes fundamentales para la economía ecuatoriana, pues resulta la principal proveedora de la mayoría de los alimentos básicos. Existe interés mundial, y en particular de los países en desarrollo, de promover a este tipo de agricultura como un sector más competitivo que contribuya a la seguridad alimentaria y al crecimiento económico, por lo que entra en juego la eficiencia productiva para lograr que la agricultura familiar campesina esté en capacidad de producir la suficiente cantidad de alimentos.

El interés se ve plasmado en la meta 3 del objetivo 2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles y en el doble desafío -70/+70 planteado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Este estudio determina la eficiencia productiva de los pequeños productores arroceros en la Cuenca del Río Guayas, usando los datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del Instituto Nacional de Estadística y Censos y empleando la metodología de la Función de Ganancias Restringida. El resultado del análisis efectuado, muestra que los pequeños agricultores de la Cuenca del Río Guayas son eficientes desde el punto de vista económico, puesto que cumplen las condiciones establecidas para determinar la eficiencia en la función de producción neoclásica.

**Palabras claves:** eficiencia productiva, monocultivo, pequeños agricultores, policultivo, soberanía alimentaria.

**Clasificación JEL:** Q12, O13

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pruebas de maximización de ganancias y retornos constantes a escala .....	19
Tabla 2: Mínimos Cuadrados Ordinarios aplicado a cada ecuación por separado .....	20
Tabla 3: Mínimos Cuadrados Generalizados con el Método Eficiente de Zellner para Regresiones Aparentemente No Relacionadas (sin restricciones) .....	21
Tabla 4: Mínimos Cuadrados Generalizados con el Método Eficiente de Zellner para Regresiones Aparentemente No Relacionadas (con 4 restricciones) .....	21
Tabla 5: Mínimos Cuadrados Generalizados con el Método Eficiente de Zellner para Regresiones Aparentemente No Relacionadas (con 5 restricciones) .....	22
Tabla 6: Elasticidades de precio propio y precio cruzado .....	24

## **1 INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales sectores de la economía del Ecuador es la agricultura, que provee una significativa contribución a la seguridad alimentaria y a la generación de empleo. En 2019 este sector aportó alrededor del 8% del Producto Interno Bruto (PIB), según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Respecto a la estructura agraria del Ecuador persiste la división entre de la Agricultura Empresarial (AE, también llamada agricultura convencional o moderna), y la Agricultura Familiar Campesina (AFC). La AE concentra el 80% de la tierra en el 15% de las Unidades de Producción Agrícolas (UPAs), utiliza grandes cantidades agroquímicos y energía y se dedica principalmente a la agroexportación. La AFC concentra tan solo el 20% de la tierra en el 84,5% de las UPAs, y principalmente destina su producción a satisfacer las necesidades tanto en alimentos frescos como en materia prima para la agroindustria alimenticia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018).

Del total de la producción agrícola nacional, más del 64% está en manos de pequeños productores. Según el III Censo Agropecuario del año 2000, el 45% del total del valor producido por la agricultura ecuatoriana corresponde a la producción realizada por la AFC. Además, el 78% de los alimentos consumidos por la población provienen de la misma.

Existen dos posturas marcadas, aquellas investigaciones con más de 20 años (Schejtman, 1980,1994) que sugieren ineficiencia de la AFC, ya que la producción resultante de las parcelas de los pequeños productores campesinos es muy inferior de los niveles generados por la AE y solo una pequeña porción puede producir niveles aceptables de excedentes agrícolas para el mercado. Y, por otra parte, están los hallazgos menos antiguos que enfatizan que la AFC es una forma eficiente de producción, en muchos casos más que la agricultura comercial a gran escala (Espinel, 2013; Wong & Ludeña, 2006), esto implica que la AFC es más productiva vis a vis a la agricultura moderna.

La meta 3 del objetivo 2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible está encaminada a temas de mejoramiento de la productividad, pues establece para el año 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala. Por tanto, es importante realizar una evaluación actualizada de los avances logrados en términos de eficiencia productiva, considerando que ya ha transcurrido un tercio del plazo establecido.

Otra situación importante es el doble desafío que marca el año 2050: la FAO plantea que hasta entonces, a nivel mundial, se debe disminuir en 70% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y aumentar el 70% la producción de alimentos. Uno de los principales responsables de hacer frente a este doble desafío -70/+70 es el sector agropecuario que actualmente aporta un quinto de todas las emisiones globales de GEI y es el sector que produce la mayor cantidad de alimentos.

Este estudio se centra en el cultivo de arroz, debido a que es una de las actividades agrícolas más representativas del país y es un cultivo característico de pequeños productores. Según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales del INEC, el arroz es uno de los principales productos de consumo en los hogares ecuatorianos. Datos de la ESPAC en 2019 revelan que la superficie sembrada de cultivos transitorios fue de 849,355 hectáreas, siendo el maíz duro seco, el arroz en cáscara y la papa los cultivos de mayor producción a nivel nacional. Adicionalmente, en términos de prácticas agrícolas, es un cultivo que permite caracterizar fácilmente al productor, puesto que el proceso de producción es muy homogéneo de provincia a provincia.

En 2019, la superficie sembrada de arroz a nivel nacional fue de 261,770 hectáreas y su producción se concentró en Guayas, Los Ríos y Manabí. Por ser las más representativas de la producción de arroz, se ha delimitado el análisis a las provincias en las que se ubica la Cuenca del Río Guayas, que incluye: Los Ríos, Guayas, Cotopaxi, Bolívar, Manabí, Cañar, Chimborazo y Santo Domingo. La Cuenca del Río Guayas es considerada altamente productiva gracias a la buena calidad de sus suelos. El año de análisis se ha limitado al 2019, debido a que es el periodo más actual del cuál el INEC ha publicado los datos de la ESPAC, que es la principal fuente de información.

Con estos antecedentes, se plantea analizar la eficiencia de la AFC en el marco de su eficiencia energética, esto es, el análisis de la relación entre la energía insumida para la producción y la energía que se obtiene de esta agricultura. Para esto, se considera a la AFC en su característica de policultivo, lo que la diferencia de la agricultura convencional que es mayoritariamente de monocultivo. Se emplea la metodología de Función de Ganancia Restringida y se espera mostrar que la AFC está en capacidad de cumplir el ODS 2, al mismo tiempo que obtener el resultado que propone la FAO frente al objetivo -70/+70.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

El estudio de la AFC que propone esta investigación, parte de la inserción de la producción de pequeños productores a partir del proceso de reforma agraria iniciado en Ecuador con el decreto 1001 que afectó a las tierras arroceras y la Ley de Abolición del Trabajo Precario en la agricultura, seguido por la Ley de Reforma Agraria dictada en 1973. Este conjunto de cambios institucionales afectando al sector agrario pone en directa relación a esta producción de la AFC con su influencia en la economía agraria del país (Espinel R. , 1991).

La eficiencia productiva es un tema que se viene discutiendo desde hace mucho tiempo atrás, sin embargo, si hablamos de la eficiencia productiva de la AFC, la literatura no es tan amplia, sobre todo en países en desarrollo como Ecuador. Dorward (1999) manifiesta que, en los policultivos desarrollados por pequeños productores, la productividad en términos de productos cosechables por unidad de área es mayor que en cultivos únicos con el mismo nivel de manejo. Las ventajas de rendimiento pueden variar de 20% a 60% debido a que los policultivos disminuyen las pérdidas debidas a malezas, insectos y enfermedades, y hacen un uso más eficiente del agua, luz y nutrientes.

Por su parte, Espinel (2006) manifiesta que el sistema multicultivo que caracteriza a la AFC responde a una estrategia de supervivencia que ha llevado a los pequeños productores a cubrirse del riesgo que implican los fenómenos naturales y las fluctuaciones bruscas de precios en los mercados. Tener acceso a una variedad de producciones, incluyendo algunas de rápido ciclo y mezclando perecibles con otros menos perecibles garantiza no perder el control con respecto a la seguridad alimentaria de la familia.

En la literatura existen algunas metodologías para medir la eficiencia productiva en la agricultura, tales como la función de producción óptima o Frontera de Posibilidades de Producción (FPP) a partir de métodos no-paramétricos, principalmente el Análisis Envoltente de Datos (DEA), y la Función de Ganancias Restringida.

Haji (2006), emplea el método de Análisis Envoltente de Datos no paramétrico para estimar las eficiencias técnicas, de asignación y económicas e identifica sus determinantes en el sistema de cultivo mixto donde predominan las hortalizas de los pequeños agricultores de Etiopía. Encontró que las eficiencias técnicas, asignativas y económicas promedio eran del

91, 60 y 56%, respectivamente. Esto indica la existencia de importantes ineficiencias económicas y de asignación de producción en las áreas de estudio.

Para el caso de América Latina, Gonçalves Gomes, Soares de Mello, & Rei (2012), evalúan la eficiencia de los agricultores familiares de la Amazonia Oriental brasileña, que utilizan diferentes sistemas de producción agrícola, mediante modelos de Análisis Envoltantes de Datos (DEA) y de un algoritmo alternativo para evaluar la eficiencia global que considera la no homogeneidad. Los resultados muestran que los agricultores que usan la tecnología clásica son más eficientes que los considerados "amigables con el medio ambiente", ya que solo consideran el aspecto económico.

El otro método utilizado es la estimación de la Función de Ganancias Restringida para facilitar la computación de los parámetros que permiten realizar análisis de eficiencia productiva basándose en los teoremas de dualidad utilizados para construir funciones de producción y sus respectivas funciones de costos.

Para el efecto podemos citar a Yotopoulos & Lawrence (1979), quienes realizaron de manera pionera el uso de este enfoque para estimar los coeficientes de eficiencia de funciones de producción de pequeños productores en la agricultura de Japón. También, Espinel (1991) utilizó la metodología de Función de Ganancias Restringida para comparar el uso de tecnología para la agricultura ecuatoriana. Por último, Sadoulet & de Janvry (1995) han utilizado de forma didáctica el enfoque de la Función de Ganancias Restringida para fundamentar la política agrícola con base a la eficiencia de producción.

Ogundari (2006) emplea un enfoque de la Función de Ganancia Restringida para examinar la eficiencia de los beneficios de los pequeños agricultores de arroz en Nigeria utilizando datos de encuestas recopilados de 200 agricultores en el área de estudio. El resultado muestra que alrededor del 60% de la ganancia potencial se debe a la eficiencia de la producción, mientras que el resto se puede atribuir a ineficiencias técnicas y de asignación en el área de estudio. Además, el resultado reveló que la edad, el nivel educativo, la experiencia agrícola y el tamaño del hogar afectaron positivamente la eficiencia de los beneficios.

En la misma línea, otro estudio interesante es el realizado por Tijjani & Usman (2015), que analiza la eficiencia de las ganancias de los productores de arroz de secano en la zona norte del estado de Taraba mediante la recopilación de datos de 156 encuestados en 2013. Se

proporcionó una medida de la eficiencia de las ganancias utilizando una frontera de ganancias estocástica y un modelo de ineficiencia. Los resultados mostraron que había altos niveles de ineficiencia en producción de arroz. El nivel medio de eficiencia de las ganancias fue del 59%, lo que indica que el 41% de las ganancias se perdió debido a una combinación de ineficiencias técnicas y de asignación. El modelo de ineficiencia de ganancias mostró que la edad, la educación, la experiencia agrícola, el tamaño del hogar y el acceso a servicios de crédito aumentaron la eficiencia de las ganancias de los encuestados. Por lo tanto, se recomienda que las oportunidades de aprendizaje, los insumos agrícolas y las facilidades crediticias se pongan a disposición de los agricultores en el momento adecuado.

Estudios sobre la eficiencia productiva de la AFC, tienden a ser escasos; especialmente en países en vías de desarrollo. Para el caso de Ecuador, no se ha encontrado estudios actualizados que brinden resultados de la eficiencia productiva de la AFC, a pesar de la relevancia de esta actividad para su economía y del interés de proveer la ACF como un sector más competitivo que contribuya a la seguridad alimentaria y al crecimiento económico. En este contexto, es clara la necesidad de nueva literatura que aporte a esta línea.

### 3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología empleada sigue de cerca el método a través del cual se llevó a cabo el trabajo de Espinel (1991). La base del procedimiento implica la construcción de un modelo económico que permita probar la validez de la hipótesis planteada. La característica fundamental del modelo es que debe ser coherente con la teoría económica y empíricamente manejable para proporcionar conclusiones que se ajusten a la realidad de la AFC de la Cuenca del Río Guayas.

#### 3.1 Modelo económico

Inicialmente el procedimiento implica el planteamiento de una función de producción para la AFC de la Cuenca del Río Guayas. Dicha función se estimó con cuatro insumos variables: mano de obra, fertilizantes, plaguicida e insumos mecánicos; y dos insumos fijos: superficie de tierra cultivada y capital.

La forma general que adopta esta función es:

$$X = f(L, F, P, M; T, K)$$

Donde:

$X$  es la producción agrícola,

$L$  es la cantidad de mano de obra contratada,

$F$  es la cantidad de fertilizantes,

$P$  es la cantidad de plaguicidas,

$M$  es la energía mecánica utilizada para la producción,

$T$  es el área de tierra dedicada a cada cultivo; y

$K$  es la cantidad de capital fijo invertido en la finca.

Por temas metodológicos, se estimó una función de ganancias restringida normalizada en lugar de una función de producción. La función de ganancia restringida toma la forma de:

$$\Pi = g(P_L, P_F, P_P, P_M; Y_T, Y_K)$$

Dónde:

$\Pi$  es el beneficio restringido (ingresos totales menos costo variable),

$P_L$  es el salario agrícola nominal,

$P_F$  es el precio nominal de los fertilizantes,

$P_P$  es el precio nominal de los plaguicidas,

$P_M$  es el precio nominal pagado por los servicios mecánicos en la finca,

$Y_T$  es el área de tierra cultivada en hectáreas, y

$Y_K$  es el valor de la tierra en dólares.

La función de ganancias restringida normalizada posee la ventaja metodológica de tener supuestos menos restrictivos que los que necesita la metodología de función de producción. A pesar de estar dentro del marco conceptual de la función de producción neoclásica, la estimación de la función de ganancia es un procedimiento distinto:

1. La función de ganancias restringida se estima en función de los precios de los insumos variables, de la cantidad de insumos fijos y del precio del producto.

2. La función de demanda de factores se puede estimar en conjunto con la estimación de la función de ganancia restringida.

3. Para estimar la función de ganancias restringida, se asume que las unidades agrícolas se comportan de acuerdo con reglas estimables empíricamente, que incluyen el comportamiento de maximización de beneficios como un caso especial.

4. La función de oferta de producción y demanda de factores se pueden derivar directamente de una función de ganancias restringida normalizada.

5. Las características institucionales pueden introducirse de forma directa en la función de lucro restringido, para proceder al análisis estructural.

Por lo tanto, esta investigación procede a aplicar el enfoque de la función de ganancias para los datos de pequeños agricultores asentados en la Cuenca del Río Guayas. La aplicación de esta metodología implica los siguientes pasos:

1. Estimar los parámetros de la función de ganancia restringida normalizada y para los de las ecuaciones de participación de factores;

2. Realizar una prueba de maximización de ganancias y, condicionada a sus resultados, realizar una segunda prueba sobre rendimientos constantes a escala en la producción. La función de oferta de producción y demanda de factores se derivan de la función de ganancia restringida normalizada, y a partir de ella se calculan las elasticidades de precio propio y cruzado.

3. Analizar los criterios de eficiencia productiva de la AFC y discutir su capacidad de cumplir la meta 3 del ODS 2 y responder positivamente al objetivo -70/+70 trazado por la FAO.

El modelo asume una tecnología de tipo Cobb-Douglas, de manera que la función de ganancia restringida normalizada admite una transformación logarítmica, que toma la forma:

$$(1) \ln \Pi = \ln A + \alpha_L \ln P_L + \alpha_F \ln P_F + \alpha_P \ln P_P + \alpha_M \ln P_M + \beta_K \ln Y_K + \beta_T \ln Y_T$$

Donde:

$\Pi$  es la ganancia restringida (ingresos menos el costo variable) por unidad agrícola, normalizada por el precio de producción,

$P_L$  es el salario nominal, normalizado por el precio de la producción,

$P_F$  es el precio nominal de los fertilizantes, y normalizado por el precio de producción,

$P_P$  es el precio nominal de los plaguicidas, y normalizado por el precio de producción,

$P_M$  es el precio nominal de los insumos mecánicos, y normalizado por el precio de producción,

$Y_K$  es el valor base del terreno del agricultor, medido en dólares, y

$Y_T$  es el área de la finca dedicada al cultivo de arroz.

Por el lema de Hottelling, la demanda de cada factor variable de producción está dada por la ecuación:

$$X_i = - \frac{d\Pi}{dP_i}, i = L, F, P, M$$

Donde  $-\frac{d\Pi}{dP_i}$  es el negativo de la primera derivada parcial de la función de ganancia con respecto al factor  $i$ . Esto implica que:

$$(2) - \frac{P_L X_L}{\Pi} = \alpha_L$$

$$(3) -\frac{P_F X_F}{\Pi} = \alpha_F$$

$$(4) -\frac{P_P X_P}{\Pi} = \alpha_P$$

$$(5) -\frac{P_M X_M}{\Pi} = \alpha_M$$

Donde:

$X_L$  es el total de días laborados,

$X_F$  cantidad total de fertilizante en kilogramos,

$X_P$  cantidad total de plaguicida en kilogramos, y

$X_M$  el total de servicios mecánicos utilizados por cada finca.

Todos los parámetros se pueden calcular ajustando la ecuación 1 por métodos econométricos. Pero, de forma alternativa, los parámetros correspondientes a los factores variables también se pueden encontrar estimando las ecuaciones 2, 3, 4 y 5, sin embargo, bajo la hipótesis de maximización de beneficios y suponiendo condiciones competitivas, los parámetros en las ecuaciones 2, 3, 4 y 5 deben ser iguales a los parámetros de la función de ganancia. Esta igualdad provee la base para realizar una prueba sobre la hipótesis de maximización de beneficios. Se puede aumentar el nivel de eficiencia en la estimación de dichos parámetros imponiendo la restricción que implica la maximización de beneficios, como parte de la especificación del modelo econométrico. Esa restricción implica que los alfa en la función de ganancias sean estadísticamente iguales a los de las ecuaciones de participación de factores.

EL análisis probará la hipótesis de maximización de beneficios. Si esta hipótesis no puede rechazarse, también se probarán la hipótesis subsidiaria adicional de los rendimientos constantes a escala. La existencia de rendimientos constantes implica que:  $\beta_K + \beta_T = 1$ .

Finalmente, usando los teoremas de la dualidad, las funciones de oferta de producto y demanda de factores se derivan de la función de ganancias restringida estimada. A partir de estas funciones derivadas, se pueden calcular las elasticidades de precio propio y precio cruzado, tanto para la oferta de producción como para las demandas de factores. También se evaluará la eficiencia técnica y de precios entre las unidades agrícolas.

### ***3.2 Método econométrico***

El modelo econométrico especificado requirió la estimación de todos los parámetros de la función de ganancia restringida normalizada y de los parámetros para cada una de las ecuaciones factoriales: trabajo, fertilizantes, plaguicidas e insumos mecánicos. Luego, estos parámetros se usaron para probar las hipótesis principales y subsidiarias establecidas.

El procedimiento econométrico para obtener estos resultados consistió primero en estimar los parámetros en cada ecuación por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO); es decir, se ejecutaron cinco regresiones independientes. Luego, se realizó una estimación conjunta de las mismas cinco ecuaciones usando Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) con el método eficiente de Zellner para regresiones aparentemente no relacionadas.

El tercer paso impone restricciones a los parámetros de las ecuaciones del modelo, con el objetivo de probar la hipótesis de maximización de beneficios. Se impusieron cuatro restricciones para realizar esta prueba: los parámetros estimados en las ecuaciones factoriales sean estadísticamente idénticos a los parámetros de la función de ganancia restringida normalizada. Esta prueba de hipótesis se realizó usando el estadístico chi-cuadrado con cuatro grados de libertad. Condicional a la aceptación de la hipótesis de maximización de beneficios, se probó la hipótesis subsidiaria de rendimientos constantes a escala. Para realizar esta prueba se usa el estadístico chi-cuadrado con cinco grados de libertad.

#### **4 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS**

Los datos empleados para esta investigación provienen de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2019 realizada por el INEC. La ESPAC es la principal fuente de información oficial sobre el sector agropecuario, con un marco de muestreo adoptado de acuerdo a las recomendaciones de la FAO. (INEC, 2019).

La ESPAC se compone de 18 bases de datos, de las cuales para esta investigación han sido empleadas tres: la base de datos correspondiente a uso de suelo, la que contiene datos con información de cultivos transitorios o de ciclo corto y la base correspondiente a empleo

Dado que en esta investigación se ha planteado estudiar la AFC, se establece como criterio para identificar a un pequeño agricultor a aquel que tenga hasta 5 hectáreas de terreno. Considerando que se ha delimitado la investigación a la Cuenca del Río Guayas, aplicando ambos criterios la muestra se compone de 377 observaciones que se distribuyen: el 77,9% en Guayas, el 18,4% en Los Ríos, 3,5% en Manabí y 0,2% en Bolívar. Los cantones que forman parte de la muestra son: en la provincia del Guayas: Alfredo Baquerizo Moreno, Balzar, Colimes, Daule, Durán, Naranjal, Palestina, Pedro Carbo, Samborondón, Santa Lucía, Salitre, San Jacinto de Yaguachi y Lomas de Sargentillo. En Los Ríos: Babahoyo, Baba, Montalvo, Pueblo Viejo, Urdaneta, Ventanas, Vinces, Palenque y Mocache. En Manabí: Bolívar, Paján, Pichincha, Sucre, Tosagua y 24 de Mayo, y de la provincia de Bolívar el cantón las Naves.

En 2019 por recomendación de la FAO, el INEC empezó a levantar variables de tipo económico (costos de insumos empleados, costos de mano de obra, valoración de maquinaria y de capital, entre otras), sin embargo, hasta el momento esas variables no han sido publicadas. A pesar de haber solicitado la información a través de gestión documental, indicaron no poder proporcionarla para ningún fin.

En vista de la restricción al acceso de los datos, se acudió a información generada por otras instituciones, tales como el MAG, la Unidad de Almacenamiento Nacional (UNA) y las Ordenanzas Municipales (publicadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados) que regulan la valoración de predios. La información de la UNA se solicitó por gestión documental, pero en el caso del MAG la información es pública, así como las ordenanzas municipales.

En referencia a precios de fertilizantes y plaguicidas, la ESPAC informa la cantidad de cada sustancia que empleó el agricultor, mas no cuanto pagó. En el cuestionario aplicado, se definen para los fertilizantes las categorías: nitrogenados, fosfatados, potásicos y completos, llamados NPK, mientras que para plaguicidas: herbicidas, insecticidas y fungicidas. Se solventó la ausencia de precios, utilizando los precios promedios referenciales a nivel provincial de Agroquímicos y Fertilizantes para el año 2019, publicados en el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA) del MAG. Los datos del MAG incluyen todas las categorías de plaguicidas, pero en el caso de fertilizantes no hay precios de los NPK. Para esa categoría de NPK se usó información de la UNA. Las cantidades de fertilizantes se estandarizaron a kilogramos, la de los plaguicidas a litros, y se realizó la respectiva conversión de los precios para cada categoría.

En cuanto al capital, se realizó la aproximación del valor base por hectárea del terreno del agricultor según la ubicación. Para ello se siguió Normativa de Valoración de Terrenos, la guía de catastro prediales y las ordenanzas municipales de cada GAD cantonal, donde se establecen los valores bases de suelo según sectores homogéneos.

Para la mano de obra, en la base de datos de empleo se encuentra sólo el número de trabajadores por finca, el género del trabajador y su tipo (si el trabajador es un familiar, o si es remunerado permanente u ocasional). Para imputar estos valores, se empleó el ranking provincial de las tarifas promedio de mano de obra del año 2019, publicado en el Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario 2020 del MAG.

Finalmente, para imputar los precios de servicios mecánicos se recurrió a una entrevista con un experto en cultivo de arroz, quién brindó información de las tareas principales para este cultivo, los precios de alquiler de maquinaria y su tiempo de uso.

## 5 VARIABLES DEL MODELO

Se construyeron las variables para el modelo econométrico mediante la transformación de la información bruta de cada observación. Las reglas de transformación de materia prima observada a variable económica real del modelo se realizaron de acuerdo a la descripción que sigue para cada una de las variables implicadas.

### **Precio del producto**

En el caso del precio del producto, la ESPAC publica una variable donde la persona productora informa el precio al cual vendió su producción.

### **Beneficio restringido normalizado**

Esta variable se construyó calculando el ingreso total procedente de la venta del arroz y de este valor se restó el gasto total en los factores variables. Luego, la ganancia restringida se normalizó por división a través del precio de producción.

### **Precio de salario normalizado**

Se calculó un promedio ponderado de la siguiente manera:

$$P_{Li} = \frac{1}{E_i} \sum_{k=1}^3 E_{ki} * P_{ki}$$

$P_{Li}$  es el precio promedio de mano de obra para cada finca “i”,

$P_{ki}$  es el salario pagado según el tipo de trabajador “k” (k = 1, 2, 3: familiar, contratado ocasional y contratado permanente, para cada finca “i”),

$E_{ki}$  es el gasto total hecho por la finca “i” en la contratación de trabajadores de tipo “k”,

$E_i$  es el gasto total en mano de obra realizado por la finca “i”.

En el capítulo anterior se detalló que para esta variable se tiene disponible las tarifas promedio de mano de obra publicadas por el MAG. Estas tarifas fueron útiles para imputar la mano de obra contratada (ocasional y permanente), sin embargo, para el caso de los trabajadores familiares se dio un tratamiento especial. En primera instancia podríamos pensar que al ser un familiar quien trabaja en la finca el gasto es cero, pero es importante darle un valor, que se constituya en una especie de costo de oportunidad. Para este análisis se estableció un costo de

alimentación diario por trabajador para asignar un valor monetario al trabajo familiar. El precio promedio salarial se normalizó dividiendo para el precio de producción.

### **Precio de fertilizantes normalizado**

Se tomó los precios promedios referenciales de los fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potásicos y NPK y se calculó un promedio ponderado de las diferentes clases. Finalmente, este precio promedio se normalizó para el precio de producción. El precio promedio se calculó para cada finca mediante la siguiente expresión:

$$P_{Fi} = \frac{1}{E_i} \sum_{h=1}^4 E_{hi} * P_{hi}$$

$P_{Fi}$  es el precio promedio de fertilizantes para cada finca “i”,

$P_{hi}$  es el precio del fertilizante de clase “h” (h = n, p, k, npk),

$E_{hi}$  es el gasto total realizado por la finca “i” sobre el insumo de clase h, y

$E_i$  es el gasto total realizado por la finca “i” en todos los fertilizantes que compró.

### **Precio de plaguicidas normalizado**

El procedimiento para calcular un índice de precios para los plaguicidas es similar al de los fertilizantes. Se tomó los precios promedios referenciales de los 3 tipos de plaguicidas: insecticidas, herbicidas y fungicidas, y se calculó un promedio ponderado de las diferentes clases. Posteriormente, el precio promedio calculado se normalizó para el precio de producción.

El precio promedio se calculó para cada finca mediante la siguiente expresión:

$$P_{Pi} = \frac{1}{E_i} \sum_{j=1}^3 E_{ji} * P_{ji}$$

$P_{Pi}$  es el precio promedio de plaguicidas para cada finca “i”,

$P_{ji}$  es el precio del plaguicida de clase “j” (j = insecticidas, herbicidas, fungicidas),

$E_{ji}$  es el gasto total realizado por la finca “i” sobre el insumo de clase h, y

$E_i$  es el gasto total realizado por la finca “i” en todos los fertilizantes que compró.

### **Precio de insumos mecánicos normalizado**

Las labores principales en el cultivo de arroz se refieren a preparar el suelo para lo cual los agricultores utilizan dos tipos de maquinarias: un tractor al que se acopla un arado, un romplow y una fanguedora, o agricultores más pequeños que no utilizan un tractor, sino que preparan el suelo utilizando un motocultor. La ESPAC contiene una variable que indaga si el agricultor preparó el suelo usando tractor o motocultor: esta variable toma el valor de “1” si se usó tractor y “2” otro tipo de implemento, en el caso de arroz motocultor.

La diferencia de estos dos tipos de preparación se refiere al tiempo que requieren estos dos métodos diferentes. Los que utilizan tractor realizan las 3 labores de arado, romplow y fanguero que tienen un costo de \$22, \$25 y \$20 por hora respectivamente, y en cuanto a tiempos por tarea se requerirá 3 horas para arado, 3 horas para romplow y 4 horas para fanguero, haciendo entonces un total de 10 horas de uso de tractor por hectárea.

El motocultor, por otra parte, es una máquina pequeña cuya acción requiere una persona que va caminando atrás de la máquina y guiando su trabajo; por esta razón la tarea de preparar el terreno con un motocultor toma en promedio de 3 veces el tiempo para preparar el suelo por hectárea, relativo al requerido por un tractor, es decir un total de 30 horas y tiene un costo de \$10 por hora. Por tanto, se tiene un valor total de preparación de suelo por hectárea de \$221 para el tractor y \$300 para el motocultor.

Una vez establecidos los costos y tiempos demandados para preparación de suelo según la maquinaria empleada, es necesario definir el precio que se insertará en la función de ganancia restringida por concepto de servicios mecánicos. En este caso, se definió un precio por tarea realizada. Para el caso del motocultor, dado que el precio por hora es de \$10 y se puede usar para cualquier tarea, el precio por tarea resulta de \$100 (\$300/3tareas). Por otro lado, para los agricultores que emplean tractor, se procedió a calcular un promedio ponderado del costo de cada tarea sobre el total de gasto en las 3 tareas, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Preciox tarea} = \frac{(3\text{horas} * \$22)}{(\$221)} (\$66) + \frac{(3\text{horas} * \$25)}{(\$221)} (\$75) + \frac{(4\text{horas} * \$20)}{(\$221)} (\$80)$$

$$\text{Preciox tarea} = \$74,12$$

Para calcular el gasto total en alquiler de maquinaria por finca se multiplicó el costo por hectárea por la cantidad total de hectáreas sembradas. En resumen, el costo por tarea de preparación de suelo es de \$74.12 para tractor y \$100 para motocultor. Este precio por uso de maquinaria luego se normalizó dividiendo para el precio del producto.

### **Activos fijos**

Primero se hizo la aproximación del valor base del terreno del productor, siguiendo la Normativa de Valoración de Terrenos, la guía de catastro prediales y las ordenanzas municipales publicadas por cada GAD cantonal. La Normativa de valoración de terreno establece una clasificación agrológica de suelos y jerarquías territoriales en la jurisdicción rural.

La clasificación agrológica de suelos consta de 8 clases. La *clase I* corresponde a tierras sin limitaciones en su uso, suelos profundos y disponibilidad de agua de riego. La *clase II* implica tierras con ligeras limitaciones en su uso, suelos moderadamente profundos a profundos y disponibilidad de agua de riego. La *clase III* incluye tierras con algunas limitaciones en su uso, suelos moderadamente profundos, erosión moderada y disponibilidad de agua de riego. La *clase IV* es para tierras con limitaciones en su uso, aptas para pastos, arroz y frutales, suelos superficiales, nivel de fertilidad pobre y disponibilidad de agua de riego. De la *clase V a la VIII*, son tierras no aptas para cultivos, por lo que no son de interés para este análisis.

Respecto a las jerarquías territoriales en la jurisdicción rural, la jerarquía 1 en la evaluación a la información está entre el 77% al 100% de la ponderación establecida: cuenta con riego y drenaje, servicios básicos, centros de acopio, equipamiento alto y se ubica cerca de la capital provincial. La jerarquía 2 está entre el 60% al 76% de la ponderación. La jerarquía 3 entre el 45% al 59%, la 4 entre el 30% al 44%, la 5 entre el 16% al 29%, y la jerarquía rural 6 está entre 0% al 15% de la ponderación establecida: sin vías de acceso, sin riego y drenaje, sin servicios básicos, sin centros de acopio, sin equipamiento y lejos del centro poblado.

La guía de catastro prediales explica que en el código de sector homogéneo (SH), el primer dígito corresponde a la Clase de Tierra desde 1 hasta 8 (SH 1.), el segundo dígito corresponde a definición de Jerarquía del territorio rural desde 1 hasta 6 (SH 1.1).

En el plano del valor de la tierra constan los valores bases de suelo. Estos valores pueden afectarse por factores de aumento o reducción del valor del terreno por aspectos de localización, forma, superficie, topográficos, accesibilidad al riego, a vías de comunicación, calidad del suelo y acceso a servicios básicos. Sin embargo, para efectos de la imputación realizada, se consideró sólo el valor base de tierra, debido a que no se tiene mayores detalles de cada uno de los terrenos.

En total se realizó la búsqueda de las ordenanzas municipales de 29 cantones donde se establecen las tablas de valor de suelo, y básicamente el procedimiento consistió en identificar el valor de suelo base por hectárea según el cantón (seleccionando la clase de suelo y la jerarquía más adecuada según el cantón). Luego, el valor base por hectárea se multiplicó por el total de hectáreas que mide el terreno para obtener la valoración total del mismo. Finalmente, se normalizó esta variable dividiendo para el precio de producción.

### **Tierra**

Para esta variable se empleó solamente la porción dedicada al cultivo de arroz de la superficie total de la finca. La variable se informó en hectáreas.

## 6 RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del modelo estadístico descrito en el capítulo 3. Primero, se discute las pruebas construidas para determinar la existencia de maximización de ganancias y rendimientos constantes a escala. Luego, se presentan los parámetros estimados tanto por MCO como MCG con el método eficiente de Zellner para regresiones aparentemente no relacionadas. Finalmente, se derivan las funciones de oferta de producto y demanda de factores, y a partir de ellas se calculan las elasticidades de precio propio y cruzado.

### *6.1 Prueba de maximización de beneficios y rendimientos constantes a escala*

Para probar si la hipótesis de maximización de ganancias puede no rechazarse para la AFC de la Cuenca del Río Guayas, se construyó una prueba basada en el estadístico chi-cuadrado. La primera hipótesis probada fue la de maximización de beneficios. Esto implica probar la hipótesis nula de que los alfas en la función de ganancia restringida son iguales a los alfas en las ecuaciones de factores:

$$H_0: \alpha_L = \alpha_L ;$$

$$H_0: \alpha_F = \alpha_F ;$$

$$H_0: \alpha_P = \alpha_P ;$$

$$H_0: \alpha_M = \alpha_M$$

Condicionales a la prueba sobre la igualdad de los parámetros, se probó los rendimientos constantes de las escalas. Esto implica probar que:

$$H_0: \beta_K + \beta_T = 1$$

El resultado encontrado es que la hipótesis de maximización de ganancias no puede rechazarse. Condicionales a la aceptación de la hipótesis nula de la prueba de maximización de beneficios, se procedió a probar la hipótesis sobre rendimientos constantes a escala; la hipótesis de rendimientos constantes tampoco se rechaza. Así, se puede concluir que la evidencia empírica apoya la existencia de eficiencia de precios en la AFC en la Cuenca del Río Guayas y la presencia de rendimientos constantes a escala en la producción.

La tabla 1 presenta las estadísticas de chi-cuadrado que se calcularon para cada una de las pruebas realizadas.

**Tabla 1:** Pruebas de maximización de ganancias y retornos constantes a escala

<i>Maximización de ganancias (g.l. = 4)</i>	<i>Retornos constantes a escala (g.l. = 5)</i>	<i>Valores críticos Chi-cuadrado</i>	
<i>Chi-cuadrado calculado</i>	<i>Chi-cuadrado calculado</i>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
4.17		9.49	13.28
	7.89	11.07	15.09

## 6.2 Parámetros estimados

Las estimaciones de los parámetros se presentan en la tabla 2, 3 y 4 y 5. La tabla 2 muestran los coeficientes estimados a partir de MCO aplicado de forma separada a ecuación por ecuación. Estos estimadores son consistentes, pero ineficaces, bajo la especificación estocástica.

En la tabla 3 se presentan los coeficientes estimados a partir del método de Zellner (1962) sin restricciones al mismo conjunto de datos. Estos estimadores se calculan a partir de una regresión conjunta y simultánea de todas las ecuaciones, con la utilización del método eficiente de Zellner para la estimación de regresiones aparentemente no relacionadas. Estos estimadores son más eficientes que los estimadores de MCO a cada ecuación por separado. Sin embargo, su eficiencia puede mejorarse aún más si se mantiene la hipótesis de maximización de beneficios imponiendo las restricciones lineales implícitas en la maximización de beneficios.

En la tabla 4 se pueden ver tales estimaciones restringidas (4 restricciones). Finalmente, la tabla 5 reporta los coeficientes estimados a partir del método de Zellner que imponen las restricciones lineales implícitas en la maximización de ganancias y adicionalmente se añade la restricción de los rendimientos constantes a escala (5 restricciones).

Sobre la base de estos resultados, que significan que los datos observados son consistentes con la maximización de ganancias y a los rendimientos constantes a escala, las estimaciones informadas en la tabla 5 se adoptan como el conjunto final de estimaciones para un análisis adicional.

Los coeficientes informados de MCG con cinco restricciones satisfacen dos condiciones adicionales: monotonidad y convexidad decreciente de los parámetros correspondientes a las

cuatro ecuaciones de factores; y monotonicidad y cuasi concavidad creciente para los correspondientes a los factores fijos de producción en la función de ganancia. Esto implica que la función de beneficio normalizada cumplirá de forma satisfactoria las condiciones de Kuhn-Tucker para un óptimo. Estas condiciones, no son cumplidas por ninguna función de ganancia arbitraria, se cumplirán cuando las ganancias se maximicen afectivamente, es decir, cuando se asignen factores de producción de acuerdo con el comportamiento de optimización económica

**Tabla 2:** *Mínimos Cuadrados Ordinarios aplicado a cada ecuación por separado*

	Parámetro	Coef.	Error Est.	t	P>t	95% Intervalo Conf.	
<b><i>Función de ganancia</i></b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.111	0.219	-0.510	0.611	-0.542	0.319
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.401	0.566	-0.710	0.479	-1.513	0.711
Plaguicidas	$\alpha_P$	0.047	0.225	0.210	0.835	-0.395	0.488
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-1.116	0.465	-2.400	0.017	-2.030	-0.202
Tierra	$\beta_T$	0.829	0.111	7.490	0.000***	0.611	1.046
Valor terreno	$\beta_K$	0.069	0.113	0.610	0.543	-0.154	0.291
Constante	$\ln A$	2.178	2.746	0.790	0.428	-3.222	7.578
<b><i>Ecuaciones de factores</i></b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.465	0.184	-2.530	0.012**	-0.827	-0.103
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.216	0.070	-3.090	0.002***	-0.353	-0.079
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.052	0.026	-2.000	0.046**	-0.104	-0.001
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-2.522	0.826	-3.050	0.002***	-4.145	-0.899

\*\*\*Significativo al 1%; \*\*Significativo al 5%; \*Significativo al 10%

**Tabla 3:** Mínimos Cuadrados Generalizados con el Método Eficiente de Zellner para Regresiones Aparentemente No Relacionadas (sin restricciones)

Parámetro	Parámetro	Coef.	Error Est.	t	P>t	95% Intervalo Conf.	
<b>Función de ganancia</b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.033	0.174	-0.190	0.849	-0.374	0.308
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.117	0.448	-0.260	0.795	-0.996	0.762
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.101	0.179	-0.570	0.571	-0.452	0.249
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-0.598	0.369	-1.620	0.105	-1.320	0.125
Tierra	$\beta_T$	0.847	0.088	9.660	0.000***	0.675	1.019
Valor terreno	$\beta_K$	0.037	0.090	0.420	0.678	-0.138	0.213
Constante	$\ln A$	3.266	2.177	1.500	0.134	-1.002	7.533
<b>Ecuaciones de factores</b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.433	0.184	-2.360	0.018**	-0.794	-0.073
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.181	0.066	-2.760	0.006***	-0.310	-0.053
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.078	0.025	-3.180	0.001***	-0.126	-0.030
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-2.301	0.835	-2.760	0.006***	-3.938	-0.665

\*\*\*Significativo al 1%

**Tabla 4:** Mínimos Cuadrados Generalizados con el Método Eficiente de Zellner para Regresiones Aparentemente No Relacionadas (con 4 restricciones)

Parámetro	Parámetro	Coef. <sup>a</sup>	Error Est.	t	P>t	95% Intervalo Conf.	
<b>Función de ganancia</b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.152	0.102	-1.490	0.135	-0.351	0.047
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.080	0.035	-2.270	0.023**	-0.148	-0.011
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.066	0.023	-2.880	0.004***	-0.111	-0.021
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-0.883	0.255	-3.460	0.001***	-1.383	-0.382
Tierra	$\beta_T$	0.838	0.101	8.290	0.000***	0.640	1.036
Valor terreno	$\beta_K$	0.042	0.103	0.410	0.682	-0.160	0.244
Constante	$\ln A$	3.460	1.029	3.360	0.001***	1.442	5.478
<b>Ecuaciones de demanda</b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.152	0.102	-1.490	0.135	-0.351	0.047
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.080	0.035	-2.270	0.023**	-0.148	-0.011
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.066	0.023	-2.880	0.004***	-0.111	-0.021
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-0.883	0.255	-3.460	0.001***	-1.383	-0.382

\*\*\*Significativo al 1%; \*\*Significativo al 5%; \*\*\*Significativo al 1%

<sup>a</sup> Las cuatro restricciones son:  $\alpha_L = \alpha_L$ ;  $\alpha_F = \alpha_F$ ;  $\alpha_P = \alpha_P$ ;  $\alpha_M = \alpha_M$

**Tabla 5:** Mínimos Cuadrados Generalizados con el Método Eficiente de Zellner para Regresiones Aparentemente No Relacionadas (con 5 restricciones)

Parámetro	Parámetro	Coef.	Error Est.	t	P>t	95% Intervalo Conf.	
<b><i>Función de ganancia</i></b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.150	0.102	-1.460	0.143	-0.350	0.051
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.077	0.035	-2.200	0.028**	-0.146	-0.008
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.065	0.023	-2.850	0.004***	-0.110	-0.020
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-0.831	0.255	-3.260	0.001***	-1.331	-0.332
Tierra	$\beta_T$	0.901	0.097	9.330	0.000***	0.711	1.090
Valor terreno	$\beta_K$	0.099	0.097	1.030	0.303	-0.090	0.289
Constante	$\ln A$	2.848	0.955	2.980	0.003	0.977	4.719
<b><i>Ecuaciones de demanda</i></b>							
Trabajo	$\alpha_L$	-0.150	0.102	-1.460	0.143	-0.350	0.051
Fertilizantes	$\alpha_F$	-0.077	0.035	-2.200	0.028**	-0.146	-0.008
Plaguicidas	$\alpha_P$	-0.065	0.023	-2.850	0.004***	-0.110	-0.020
Insumos mecánicos	$\alpha_M$	-0.831	0.255	-3.260	0.001***	-1.331	-0.332

\*\*\*Significativo al 1%; \*\*Significativo al 5%; \*Significativo al 10%

<sup>a</sup> Las cinco restricciones son:  $\alpha_L = \alpha_L$ ;  $\alpha_F = \alpha_F$ ;  $\alpha_P = \alpha_P$ ;  $\alpha_M = \alpha_M$  y  $\beta_K + \beta_T = 1$

### 6.3 Funciones de oferta de producción y demanda de factores

Usando los teoremas de dualidad, la función de oferta de producción se escribe como:

$$V = \Pi(P_i, Y_i) - \sum_i \frac{\partial \Pi(P_i, Y_i)}{\partial P_i} \cdot P_i$$

Dónde

$V$ = producción total normalizada por su propio precio,

$\Pi$ = ganancia restringida normalizada,

$P_i$  = precio del i-ésimo factor variable (i = L, F, P, M), y

$Y_i$ = cantidad del i-ésimo factor fijo (i = K, T),

De esta expresión, se obtiene la función explícita:

$$V = \Pi \cdot (1 - (\alpha_L + \alpha_F + \alpha_P + \alpha_M))$$

Donde  $\alpha_i$  son los coeficientes de regresión de la función de ganancia restringida normalizada.

Sustituyendo la ecuación de ganancias en la función de oferta de producción se obtiene:

$$\ln V = \left( \ln \left( 1 - \sum_i \alpha_i \right) + \ln A \right) + \alpha_L \ln P_L + \alpha_F \ln P_F + \alpha_P \ln P_P + \alpha_M \ln P_M - \\ (\alpha_L + \alpha_F + \alpha_P + \alpha_M) \ln P_A + \beta_K \ln K + \beta_T \ln T$$

De manera similar, a partir de las ecuaciones de factores (2) a (5) del capítulo anterior, se puede derivar la ecuación de demanda de factores típica, por ejemplo, la ecuación de demanda de trabajo, que puede expresarse de la siguiente manera:

$$\ln X_L = (\ln(-\alpha_L) + \ln A) + (\alpha_L - 1) \ln P_L + \alpha_M \ln P_M + \alpha_F \ln P_F + \alpha_P \ln P_P + \left( 1 - \sum_i \alpha_i \right) \ln P_A + \\ \beta_K \ln K + \beta_T \ln T$$

Al tomar las derivadas apropiadas de las ecuaciones procedentes de la oferta de producción y demanda de factores con respecto al precio del producto y a los precios de los factores, se obtienen las elasticidades de precio propio y cruzado relevantes.

#### **6.4 Elasticidades de precio propio y precio cruzado**

Las elasticidades calculadas de precio propio y precio cruzado se presentan en la tabla 3. Estas elasticidades se reportan en las tablas con respecto a las siguientes variables:

- 1)  $V$ , que es producción agrícola,
- 2)  $P_A$ , que es el precio de producción,
- 3)  $X_L$ , que es la cantidad de trabajo,
- 4)  $X_F$ , que es la cantidad de fertilizantes,
- 4)  $X_p$ , que es la cantidad de plaguicidas,
- 5)  $X_M$ , que es la cantidad de servicios mecánicos,
- 6)  $K$ , que es valor del terreno en dólares, y
- 7)  $T$ , que es cantidad de tierra en hectáreas.

**Tabla 6:** *Elasticidades de precio propio y precio cruzado*

	$P_A$	$P_L$	$P_F$	$P_P$	$P_M$	$K$	$T$
$V$	1.123	-0.150	-0.077	-0.065	-0.831	0.099	0.901
$X_L$	2.123	-1.150	-0.077	-0.065	-0.831	0.099	0.901
$X_F$	2.123	-0.150	-1.077	-0.065	-0.831	0.099	0.901
$X_p$	2.123	-0.150	-0.077	-1.065	-0.831	0.099	0.901
$X_M$	2.123	-0.150	-0.077	-0.065	-1.831	0.099	0.901

Las elasticidades presentadas en la tabla 6 y calculadas a partir de los coeficientes de regresión restringida con cinco restricciones (que implican la maximización de las ganancias y retornos constantes a escala), son estadísticamente significativas, sólo con excepción de las columnas “K” y “ $P_L$ ”, debido a que los coeficientes de las variables valor del terreno y mano de obra no resultaron significativos.

## 7 CONCLUSIONES

El resultado del análisis efectuado través de la implementación de la metodología de Función de Ganancias Restringida, muestra que los pequeños agricultores que se han estudiado son eficientes desde el punto de vista económico, puesto que cumplen las condiciones establecidas para determinar la eficiencia en la función de producción neoclásica. Hemos utilizado una función Cobb-Douglas para realizar la estimación y, haciendo uso de los teoremas de dualidad, se estimaron los parámetros de la función utilizando una función de ganancias restringidas.

Al aplicar el método propuesto, pudimos constatar la equivalencia de los parámetros estimados en la función de ganancias restringidas con los parámetros derivados de la función de producción; adicionalmente pudimos imponer la condición de retornos constantes a escala en la función de producción. De esta manera, se muestra técnicamente la eficiencia productiva de los pequeños agricultores arroceros de la Cuenca del Río Guayas, identificados como en el sistema llamado de Agricultura Familiar Campesina.

El hecho de que los pequeños agricultores son eficientes significa que este tipo de agricultura está bien encaminada respecto al mejoramiento de la productividad planteado en el objetivo 2 de la meta 3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así mismo, es acertado afirmar que la AFC está en capacidad de lograr cumplir el doble desafío  $-70/+70$  planteado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

A pesar de los hallazgos esperanzadores, es vital que se refuercen las políticas que apoyan a los pequeños agricultores, pues como ya varias veces se ha dicho en el presente trabajo, son quienes alimentan a la población.

Finalmente, es necesario señalar que el hecho de no contar con la información real de algunas variables debido a la restricción al acceso de la información por parte del INEC, puede constituirse como la limitación de esta investigación, sin embargo, se procuró realizar la mejor aproximación de las mismas, de manera que los resultados puedan representar a la AFC. Este estudio es una pequeña muestra de lo que se puede hacer en cuanto a investigación en economía agrícola, y sería ideal que pueda incentivar a las autoridades a fomentar aportes similares brindando el acceso total de la información a los investigadores.

## REFERENCIAS

- Dorward, A. (1999). *Farm size and productivity in Malawian smallholder agriculture*. J Dev Stud 35, 141–161.
- Espinel, R. (1991). *The Modernization of Ecuadorean Agriculture*. Disertación doctoral, University of California, Berkeley.
- Espinel, R. (2006). *La Globalización y sus efectos en la Agricultura: Los Pequeños y Medianos Productores y sus Alternativas*. . Análisis Latinoamericano del Medio Rural (ALASRU).
- Espinel, R. (2013). *Ruralidad, acceso a la tierra y soberanía alimentaria. Análisis Latinoamericano del Medio Rural* (ALASRU), 171-186.
- Gonçalves Gomes, E., Soares de Mello, J., & Rei. (2012). *Efficiency measures for a non-homogeneous group of family farmers*. Brazilian Operations Research Society, 561-574.
- Haji, J. (2006). *Production Efficiency of Smallholders' Vegetable-dominated Mixed Farming System in Eastern Ethiopia: A Non-Parametric Approach*. Journal of African Economies, Volumen 16, 1-27.
- INEC. (2019). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido de Ecuador en Cifras: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019, septiembre 09). *Obtenido de:* <https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/>
- Ogundari , K. (2006). *Determinants of profit efficiency among small scale rice farmers in Nigeria: a profit function approach*. International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast, Australia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Obtenido de* <http://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>
- Sadoulet, E., & Alain de Janvry. (1995). In *Quantitative Development Policy Analysis* (pp. Chapter 3, pp. 61-70). The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Tijjani , A., & Usman , M. (2015). *Profit Efficiency among Rain-Fed Rice Farmers in Northern Taraba State , Nigeria*. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare Vol.5, No.8, 113-119.
- Wong, S., & Ludeña, C. (2006). *Caracterización de la agricultura familiar en Ecuador*. FAO - BID.
- Yotopoulos, P., & Lawrence, L. (1979). *Resource Use in Agriculture: Applications of the Profit Function to Selected Countries*. Food Research Institute 17, Stanford, CA., 11-22.
- Zellner, A. (1962). *An efficient method of estimating seemingly unrelated regression equations and tests for aggregation bias*. Journal of the American Statistical Association 57, 348-368.