

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Administración y Economía

Análisis Envolvente de Datos: Relación entre Eficiencia y Subsidio a la Urea de los arroceros del cantón Daule

Vanessa Mikaela Cevallos Garzón

Economía

Trabajo de integración curricular presentado como requisito
para la obtención del título de
Economista

Quito, 23 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Análisis Envolvente de Datos: Relación entre Eficiencia y Subsidio a la
Urea de los arroceros del cantón Daule**

Vanessa Mikaela Cevallos Garzón

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Jorge Ávila, PhD.

Firma del profesor:

Quito, 23 de diciembre de 2019

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Vanessa Mikaela Cevallos Garzón

Código:

00123588

Cédula de identidad:

1721296521

Lugar y fecha:

Quito, 23 de diciembre de 2019

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación es encontrar cuales son los insumos más relevantes en el proceso de producción de arroz que afectan a la eficiencia de los arroceros del cantón Daule, Guayas, Ecuador. Para esto se utilizó datos del cantón Daule del año 2012 y se usó el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en ingles) para calcular índices de eficiencias y posteriormente, observar el impacto del acceso al subsidio de la urea sobre esta eficiencia usando un modelo econométrico truncado. Los resultados muestran que, en promedio, dichos productores de arroz tienen un índice de eficiencia técnica de 73.82%, lo que implica que se puede reducir el uso de los insumos (tales como tierra, trabajo, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego, y uso de cosechadora) en un 26.17%, sin que su nivel de producción cambie. Finalmente, el modelo econométrico nos indica un correlación negativa y no significativa entre eficiencia y subsidio para estos arroceros del Guayas. Las razones por las que no se encontró significancia se explican en los resultados del trabajo. Sin embargo, consideramos que la correlación negativa demuestra que esta política de abaratar costos no cumple los objetivos de utilizar los recursos de manera óptima.

Palabras clave: Arroz, análisis envolvente de datos (DEA), eficiencia técnica, producción, Daule.

ABSTRACT

The objective of this research is to find which are the most relevant inputs in the rice production process that affect the efficiency of rice farmers in the Daule canton, Guayas, Ecuador. For this, data from the Daule canton of the year 2012 was used and the Data Envelope Analysis (DEA) method was used to calculate efficiency index and subsequently, observe the impact of access to the urea subsidy on this efficiency using a truncated econometric model. The results show that, on average, these rice producers have a technical efficiency index of 73.82%, which implies that the use of inputs can be reduced (such as land, labor, fertilizers, pesticides, herbicides, irrigation, and harvester use) by 26.17%, without changing its production level. Finally, the econometric model indicates a negative and non significant correlation between efficiency and subsidy for these Guayas rice farmers. This demonstrates that this policy of lowering costs does not meet the objectives of using resources optimally.

Key words: Rice, data envelopment analysis (DEA), technical efficiency, production, Daule.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	9
Antecedentes	12
Contexto De La Producción En América Latina: Desafíos De La Región	12
Formación Y Consolidación Del Sector Arrocerero En Ecuador	16
Panorama Del Sector En La Actualidad.....	17
Uso De Fertilizantes: Urea	22
Precios Del Quintal De Arroz.	23
Participación En El Pib.	24
Políticas	25
Generación De Empleo.	27
Importaciones Y Exportaciones De Arroz Del Ecuador.	28
Metodología	30
Análisis Envolvente De Datos	31
Estrategia Econométrica.....	33
Datos Y Contexto.....	34
Resultados	36
Conclusiones	38
Referencia	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos de producción	21
Tabla 2 Tipo de empresas de cultivo de arroz.....	28
Tabla 3. Variables utilizadas en el análisis DEA	35
Tabla 4. Listado resumen de variables DEA.....	36
Tabla 5. Tabla resumen variables regresion truncada.....	36
Tabla 6. Eficienci técnica resume	36
Tabla 7. Resumen regresión truncada	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie Cosechada de arroz (2012-2018).....	19
Figura 2. Volumen de producción de arroz (2012-2018).....	20
Figura 3. Rendimiento por hectárea de Ecuador (2007-2010).....	21
Figura 4. Importaciones de urea en miles de dólares.	23
Figura 5. Crecimiento Interanual de otros cultivos agrícolas entre 2013-2016 (En porcentaje).....	25
Figura 6. Crecimiento Interanual de la Elaboración de productos de la molinería, panadería y fideos entre 2013-2016 (En porcentaje)	25
Figura 7. Importaciones nacionales de arroz por año (2013-2017).	28
Figura 8. Importaciones Nacionales de Arroz (2013-2017).....	29
Figura 9. Exportaciones nacionales (2013-2017).....	30
Figura 10. Exportaciones nacionales de arroz en fob millones USD.....	30
Figura 11. Modelo regresión truncada.....	37

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los productos más consumidos por los ecuatorianos, teniendo un consumo de 117 libras per cápita al año. Sin embargo, datos históricos demuestran que tanto, producción por hectáreas, y rendimiento tienen un comportamiento constante, con una caída significativa de estas variables para 2017 (FAO, 2019). La caída de estas variables tiene un gran impacto agrícola ya que durante el 2017 la producción de arroz fue de 504.9 millones de toneladas a nivel mundial de los cuales se producen 28,0 millones solo en América Latina. Tomando en cuenta las toneladas producidas a nivel mundial, se estima que, en países en desarrollo, los pequeños agricultores producen y consumen el 90% del arroz mundial. Esto ha hecho que se considere al arroz como parte de la alimentación básica de las personas, incluyendo América Latina y el Caribe (FAO). De la misma manera, el tener estos niveles de producción implican que tanto el cultivo como la elaboración de arroz es la fuente de empleo de al menos 2 000 millones de personas. Por este motivo, se ha visto que los sistemas agrícolas y sus cultivos se asocian con la disminución de pobreza y mejoramiento de estilo de vida.

Adicionalmente, el aumento de la posibilidad de una crisis de alimentos reafirma la importancia de la productividad agrícola ya que en regiones como América Latina el aumento de los precios internacionales puede afectar la distribución y el acceso a productos de consumo básico. De la misma manera la FAO prevé que para el periodo 2018-2019 la producción de arroz disminuirá en 18,6 millones de toneladas; esta disminución afecta principalmente a Argentina, Brasil, Ecuador, Colombia, Uruguay y Venezuela.

En lo referente a la literatura de la productividad de arroz, se encuentra varios estudios enfocados a explicar las causas de los niveles de eficiencia de este sector. Por ejemplo, García Suárez (2016) intenta identificar las fuentes de ineficiencia productiva y determinar cuáles son

los factores que hacen que los cultivos lleguen a la frontera de producción de arroz en Uruguay. Este estudio utilizó el Análisis Envoltante de Datos para determinar la frontera de producción; seguido de esto se determinaron los tipos de eficiencia. Para poder estimar los efectos de las variables se utilizaron datos de 573 chacras de arroz de 26 productores diferentes, con los cuales se hizo una estimación con una regresión truncada. En esta investigación se resalta que la elección del tipo de variedad del arroz, así como las características del suelo determinan significativamente la eficiencia de los arroceros uruguayos.

De manera similar, Medina (2016) realiza un estudio de los arroceros nicaragüenses en el cual implementó el TFP con un índice derivado de la función de producción Cobb-douglas el cual indica los factores más representativos con respecto a la producción de arroz. El TFP se utilizó para medir la productividad de los cultivos hasta el momento de la cosecha. Este proceso se analizó en Nicaragua y Estados Unidos lo que permitió hacer comparaciones en cuanto a que factores influyen en la productividad en ambos países. En el caso de Nicaragua se recolectaron datos desde el año 2005 en Nicaragua, los cuales fueron comparadas con la evolución de las cosechas de Estados Unidos. Para este último país, se obtuvieron datos desde el año 2000. Algunos de los resultados demostrados en el estudio determinan que, tanto para Nicaragua como para Estados Unidos, los factores más influyentes para la productividad son la mano de obra y el capital invertido. Se concluye que el país centroamericano tiene un mejor TFP pero los cultivos de arroz del país norteamericano supera con creces el rendimiento por hectárea de Nicaragua.

Tomando en consideración las evidencias empíricas de estos estudios, nuestra investigación usa datos la zonas arroceras del cantón Daule, provincia del Guayas. La información proviene de un estudio previo en el cual se trata de identificar las preferencia de adopción de una nueva tecnología en estos sectores arroceros del Guayas (ver Avila and Useche

2016). Nuestro objetivo es determinar los factores que afectan la productividad de estos productores arroceros, con énfasis en cuantificar el impacto que tiene sobre la eficiencia los subsidios del fertilizante Urea. Los resultados y conclusiones son de aplicación para estas zonas arroceras estudiadas del Guayas, que recogen alrededor del 60% de la producción de la provincia.

En base a la literatura, nuestra estrategia es, en primer lugar, la aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para determinar la frontera de producción (Lee et al. 2011), lo que a su vez permita estimar niveles de eficiencia de los arroceros de Daule orientado a la utilización de los insumos. Para realizar el cálculo de las eficiencias se utilizan variables que se encuentran específicamente en el proceso de producción tales como fertilizantes, pesticidas, herbicidas, tamaño de la parcela, riego, máquina cosechadora, y trabajo. Finalmente, se realiza una regresión truncada para establecer el impacto del subsidio de la urea, y demás factores que explican a la eficiencia. En esta regresión se usan variables categóricas que permitan tener más información de cada uno de los cultivos analizados permitiendo establecer cuáles son los factores que afectan en mayor proporción a la productividad.

Usando 235 observaciones de Daule pudimos observar las eficiencias de los factores de producción y se observó una relación negativa con el subsidio de la urea. Sin embargo, no se logró encontrar significancia con dicha variable debido a que las 235 observación no eran una muestra representativa de la población. Como resultados en este estudio se pudo determinar que los insumos que tienen un mayor impacto en la productividad de los cantones estudiados son las variables socioeconómicas de los agricultores es decir la mano de obra.

ANTECEDENTES

Contexto de la producción en América Latina: Desafíos de la región

El crecimiento de la producción de arroz en América Latina se dio en el siglo XX, pasando de un cultivo principalmente seco a un sistema de riego en los años setentas. El cultivo seco que depende únicamente del agua que llega a los cultivos a través del agua lluvia, era posible ya que en la región se encuentran grandes beneficios climáticos que se caracterizan por temperaturas templadas y sin cambios extremos. A pesar de que este tipo de cultivos eran comunes en la región, la introducción del arroz con riego permitió dos cambios fundamentales con los cuales el sistema seco no pudo competir; la disminución de los costos de producción y el aumento de los rendimientos crecientes.

El arroz se constituye como uno de los alimentos con mayor importancia en varias regiones del mundo incluyendo América Latina (CIAT, 2010), donde se lo puede denominar como un alimento base pasando de un consumo per cápita de 10 kg a inicio de siglo hasta más de 30 kg en promedio en toda la región. Las características alimenticias de este producto permiten identificar que, en países en desarrollo, el arroz provee el 27% del suplemento energético de la dieta diaria y 20% de la proteína que se requiere (CIAT, 2010). La relevancia del arroz es tanta que es un producto que se cultiva en 113 países de los cuales 25 se encuentran en América Latina y el Caribe. Estos son algunos de los factores que influyeron para que se establezca el año 2004 como el año del arroz internacionalmente. El lema que se usó durante este año fue “el arroz es vida” (CIAT, 2010) debido a que, como se mencionó con anterioridad, el arroz es un producto con gran relevancia dentro de la alimentación en la región e incluso se lo puede asociar con la disminución de la pobreza.

Tomando como referencia el período comprendido entre los años 2002 y 2008, se puede ver que la estructura del sector arrocero no varió significativamente. Sin embargo, durante los dos últimos años de este intervalo ha emergido la posibilidad de una crisis de alimentos, lo que se ha traducido en un aumento de los precios internacionales para todos los granos y las oleaginosas. (CIAT, 2010). El aumento de los precios internacionales tiene gran relevancia en América Latina ya que esto puede complicar el acceso y la distribución del producto. Por ende, esto puede afectar negativamente los índices de pobreza y desarrollo. A pesar de los grandes cambios presentados en el sector arrocero a lo largo del último siglo, mantiene la tendencia de que la demanda supere a la producción; generado un déficit en las últimas dos décadas (1990-2010) de aproximadamente un millón de toneladas de arroz al año.

Estos últimos puntos son de gran importancia para el trabajo de investigación ya que los inconvenientes que se presentan en el sector arrocero no se deben únicamente a la baja producción sino también a la baja productividad. El Fondo Latinoamericano para el Arroz de Riego (FLAR) propone la implementación de los siguientes pasos para mejorar la productividad:

1. Siembra en época oportuna
2. Semilla de buena calidad
3. Nivelación adecuada
4. Buen manejo del agua
5. Control oportuno de malezas
6. Fertilizantes aplicados en el momento oportuno
7. Asistencia técnica

Con estos pasos se podría “aumentar la producción del arroz de 1 a 2 t/ha logrando, al mismo tiempo, que su costo disminuya de 20% a 30%” (CIAT, 2010).

En cuando a las políticas ejecutadas enfocadas en mejorar la productividad en el sector agrícola en la región, se puede encontrar que en el sector arrocero se han dado acontecimientos que han forzado a países e instituciones a tomar medidas. En el 2002 presentó descensos en producción que no sea habían visto desde 1996 por lo que, a nivel mundial, provocando severa escases a mediados del 2003 (FAO,2006). Las políticas enfocadas a la producción arroceras se pueden dividir en dos grandes grupos, las que inciden directamente en la producción las cuales se relacionan sobre todo con investigación, inversión en riego e infraestructura; este tipo de políticas están enfocadas en conseguir resultados en el largo plazo. Por otro lado, se tiene a las políticas enfocadas al mercado por lo que se encaminan a la estabilización de precios; por ende, este tipo de políticas están sujetas a cambios mucho más frecuentes.

En América Latina se puede ver estos dos tipos de políticas, unos dependen netamente del mercado y como este funciona mientras que hay otros países que realizan labores activas para apoyar el desempeño del sector. Las políticas relacionadas a la producción y productividad pueden convertirse en herramientas fundamentales para el desarrollo de los países en los que se aplica. Pero como se ha visto en casos en la región, políticas que no tienen un correcto enfoque pueden ocasionar otro tipo de problemas. En Argentina, las políticas se centran en investigación y avances tecnológicos. Lo que permitió que, a través del Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria, se logre desarrollar nuevas variedades de arroz que generaron un aumento en su productividad; convirtiéndose así, en un referente en tecnología de arroz. Por otro lado, tenemos países como Brasil que se centra en brindar prestamos enfocados en inversión en riego, almacenamiento o comercialización. En Uruguay en el año 2003 se estableció un impuesto del 5% sobre las exportaciones del arroz con el cual se crea un fondo

con el fin de apoyar a productores arroceros que cuenten con altos niveles de endeudamiento. De esta forma se buscaba reducir el riesgo de problemas financieros para el sector.

Por último, hay países donde las políticas implementadas han afectado al sector en vez de impulsarlo. Este es el caso de Costa Rica donde se creó la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ) con el fin de proteger a los agricultores de shocks internacionales y de mejorar las oportunidades y condiciones de nacionales. Sin embargo, las medidas tomadas por la CONARROZ se enfocaron únicamente en la protección y no en aumentar la productividad; generando que el arroz sea uno de los productos más protegidos del país llegando a tener hasta 35% de aranceles a las importaciones de este. Lo que ocasionó una transferencia de costos importantes para los consumidores, ya que debido a que la oferta no satisface a la demanda del país el CONARROZ establece cuotas que hacen que el producto entre al país a un precio mayor (BID, 2015). Lo que afectando el principalmente a los pobres ya que el arroz es parte de los alimentos básicos.

El comercio internacional en América Latina juega un papel de gran relevancia debido a que es una región con altos niveles de consumo de arroz que no pueden ser solventados con la producción interna, En la región únicamente se produce el 4% del total mundial; los países con mayores niveles de producción son Brasil, Colombia, Perú, Argentina, Ecuador. Sin embargo, los países que tienen un mayor consumo de este alimento son Cuba, Brasil, Costa Rica, Panamá, República Dominicana por lo que se puede notar que existe déficit en estos países ya que no pueden cubrir las necesidades de consumo. Sin embargo, para cubrir este déficit, se podría decir que hay un mercado regional. Es decir que la mayor parte de las importaciones se cubren mediante exportadores regionales; Estados Unidos de Norte América exporta hacia México y Cuba, Argentina y Uruguay cubren las necesidades arroceras de Brasil,

Guayana exporta a Jamaica y Trinidad & Tobago, mientras que Ecuador y Perú lo hacen hacia Colombia.

Formación y consolidación del sector arrocero en Ecuador

En el Ecuador la introducción del arroz se da en el siglo XVIII como el resultado de la diversificación de la economía. Sin embargo, es hasta la segunda mitad del siglo XIX que la producción de arroz deja de ser secundaria convirtiéndose en un producto de intercambio regular entre la Costa y la Sierra. Dicha producción se desarrolló principalmente en la provincia de Guayas y de menor en cantidad en Manabí, Esmeraldas y regiones de Pichincha. A pesar de este aumento en la producción, no fue suficiente para satisfacer la demanda del país por lo al final de siglo el arroz fue uno de los principales productos importados de consumo.

Este comportamiento se mantuvo hasta que en la primera década del siglo XX se dieron sucesos que cambiaron la forma en la que se había construido el mercado hasta el momento. En primer lugar, se aumentaron los impuestos al arroz importado a la vez que se descubrió que debido a las condiciones naturales de la cuenca de Guayas permitían que el arroz producido en este sitio tenga mejor rendimiento. En segundo lugar, se empieza a industrializar el proceso de producción de arroz y se instalan las primeras máquinas que se dedican a descascarar granos entre estos el arroz; esto a su vez permite que el negocio sea más rentable ya que esto generaba valor al momento de comercialarlo. Por último, un hecho coyuntural que permitió que la industria se desarrolle en el país fue la inauguración del ferrocarril. Esto permitió que se aumente el consumo y el intercambio sostenible de productos provenientes tanto de la Costa como la Sierra como por ejemplo el arroz, azúcar y plátano.

En 1920 se da un cambio enfocado en la productividad del sector, afectando de esta manera el modelo de producción que se había mantenido igual durante los primeros 10 años

del siglo XX. Este cambio se dio principalmente debido a la introducción de nuevas variedades de arroz proveniente de Estados Unidos de América llamado ‘canilla’ que se caracterizaba por ser más apta para el cultivo elevado los rendimientos de la planta. Esta variante permitió que en 1921 Ecuador pasó de ser un país importador a un país exportador del cereal; tomando en cuenta que durante estos años “el auge de la producción arroceras se convierte en el eje de exportaciones dentro de la economía de la región” (Espinosa, 2014). Adicionalmente, a los factores antes mencionados existe un acontecimiento que también aportó al crecimiento sostenido del sector arroceras, este es la crisis del sector cacaotero. Por lo que la fuerza laboral empezó a moverse en esta dirección y los propietarios de cultivos cacaoteros vieron oportunidad en el arriendo de tierras para la producción de arroz.

La tendencia de las exportaciones se mantuvo durante los próximos treinta años que principalmente se debían al aumento de la demanda regional. De forma coyuntural se dieron sucesos que cambiaron nuevamente el mercado. Uno de los acontecimientos más importantes fue la Segunda Guerra Mundial, en un principio Ecuador se vio beneficiado de este suceso ya que logró entrar en mercados asiáticos. Sin embargo, cuando los mercados se recuperaron alrededor de 1950, las exportaciones se vieron afectadas ya que el grano ecuatoriano no pudo competir con el asiático.

Panorama del sector en la actualidad

En esta sección se expone el estado general del sector, mediante el análisis de la variación trimestral, en porcentaje, de la última década el sector arroceras en Ecuador. Por medio del análisis de la variación trimestral presentado por el Banco Central del Ecuador, se observa que en la última década el sector arroceras presentó grandes cambios. Específicamente,

se evidencia transformaciones en la superficie cosechada y el volumen de producción, siendo el 2013 y 2017 los años con mayor variación.

En primer lugar, para poner en contexto la situación del sector arrocero en el país, se observa que en el año 2012 la cosecha de arroz aumentó dos puntos porcentuales, comparado con el año anterior. De la misma manera, el volumen de producción también registró un incremento. Esto implica que hubo cambios importantes en el sector, los cuales se ven reflejados en la inversión realizada por los agricultores. Según el Banco Central del Ecuador, el 65% de los encuestados indicaron que en el 2012 se registró un aumento en la inversión, en un 8% aproximadamente comparado al año previo. Este aumento se dio principalmente por el incremento en el costo de la mano de obra en el sector arrocero el mismo que ascendía a USD 10 el jornal en promedio en el país. Sin embargo, el costo de la mano de obra puede variar entre cantones, este es el caso de Daule y Santa Lucía (cantones de interés en la investigación) en los cuales el valor del jornal es más bajo y se encuentra entre los USD 7 y USD 7.50.

De la misma manera, se dio un incremento en el precio de ciertos insumos necesarios para la actividad productiva. Uno de estos fue la urea, fertilizante indispensable para la producción de arroz, que durante ese año tuvo un incremento de USD 28 a USD 34 por quintal. Asimismo, se registró un incremento en el precio de comercialización de las sacas de arroz pasando de USD 28 a USD 32, es decir a USD 4 adicionales con respecto al año anterior.

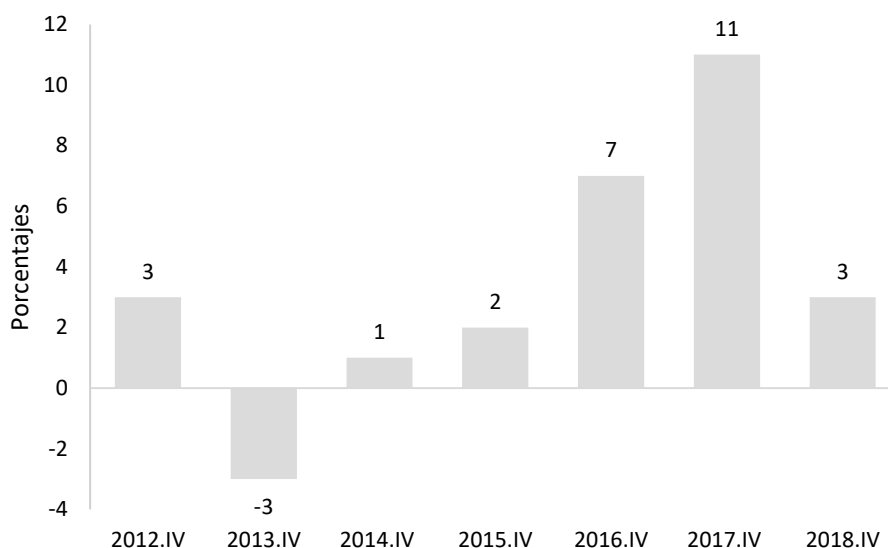


Figura 1. Superficie Cosechada de arroz (2012-2018)
Fuente: Banco Central del Ecuador

Como se puede observar en las figuras 1 y 2, durante el año 2013 se registraron decrecimientos significativos, tanto en superficie cosechada como en el volumen de producción. Esta caída fue el resultado de que los precios de los insumos se mantuvieron elevados, por ejemplo, el precio del quintal de urea se mantuvo en USD 34 como en 2012. Adicionalmente, el costo por mano de obra siguió aumentando de modo que a nivel país este costo ascendió a valores de USD 10 en promedio incluyendo alimentación al agricultor, y USD 12 si es que no lo incluye. Sin embargo, en los cantones de interés, Daule y Santa Lucía, el costo por jornal se duplicó con respecto al año anterior pasando a costar USD 15 en promedio. Según el Banco Central, el aumento del costo del jornal se debe principalmente a un cambio generacional, que provoca un decrecimiento de la oferta laboral en la agricultura.

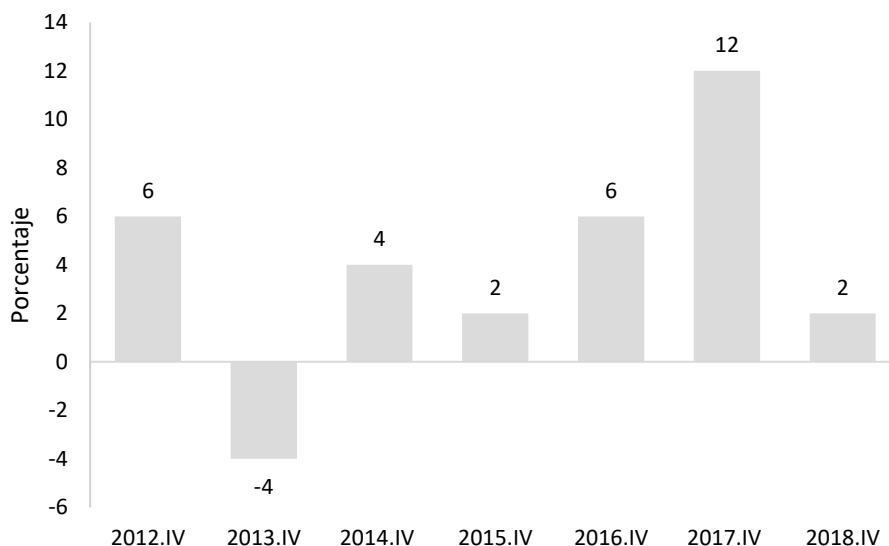


Figura 2. Volumen de producción de arroz (2012-2018)
Fuente: Banco Central del Ecuador

A partir del 2014, el sector se recupera tanto en el volumen de producción como en la superficie cosechada. Sin embargo, en el 2017 la superficie plantada incrementó en un 11% en comparación a lo logrado en 2016. El 40% de los encuestados por el Banco Central, afirmaron que la superficie cosechada fue mayor, para el 47% comentaron que cosecharon la misma cantidad, y el 13% restante afirmaron que su cosecha del año fue menor. De manera que el aumento de superficie generó un aumento en el volumen de producción, provocando un crecimiento del 12% superior a lo obtenido el año previo. En consecuencia, se registraron mayores rendimientos por hectárea, así lo afirma el 27% de los encuestados.

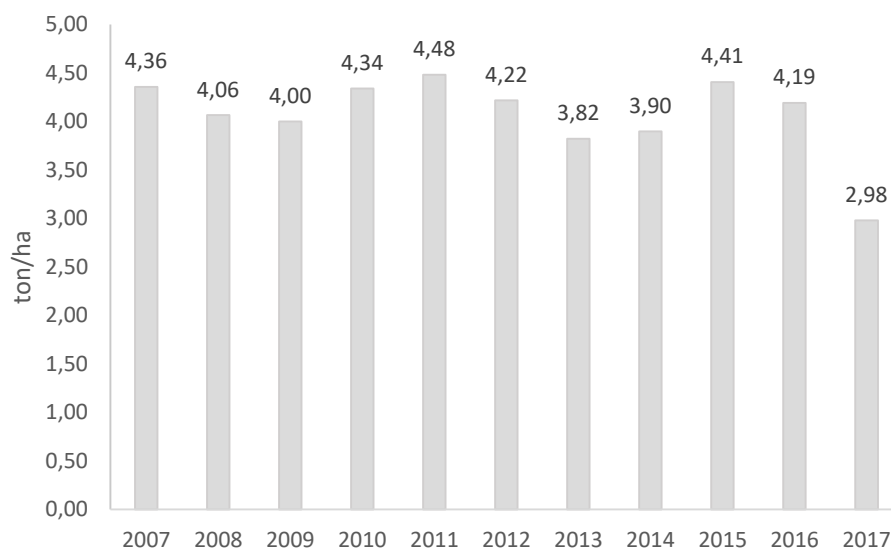


Figura 3. Rendimiento por hectárea de Ecuador (2007-2010)
Fuente: FAOSTAT

A su vez, para el 2016 costo de producción alcanzó USD 786.0/ha, considerando que un pequeño agricultor posee mínimo 2.0 hectáreas para el cultivo de la gramínea, Para el mismo año se alcanzó una producción de 80.0 qq/ha, la cual que se comercializó a través de los intermediarios a un precio de USD 37.5/quintal, alcanzando ingresos por USD 3,000.0, lo que les permitió cubrir los costos de producción y les generó una utilidad de alrededor de USD 2,214. En cuanto a los costos de producción en el 2017, el valor varía entre USD 8000/ha y USD 1500/ha. Estos valores dependen de los insumos utilizados en el proceso productivo y el tipo de producción que se maneje en el cultivo.

Actividad	Producción: Riego	Producción: Secano
<i>Preparación del terreno</i>	26%	15%
<i>Siembra</i>	20%	14%
<i>Fertilización</i>	15%	20%
<i>Control de Fitosanitario</i>	21%	34%
<i>Cosecha</i>	18%	17%
Costo Total	100%	100%

Tabla 1. Costos de producción
Fuente: CFN

Uso de fertilizantes: Urea

En la cadena productiva del arroz existen factores determinantes del rendimiento que son fundamentales, como un ambiente propicio y la disponibilidad de agua y nutrientes. Se ha demostrado por medio de evidencia empírica que los elementos más importantes capaces de limitar el producto del cultivo de arroz son el nitrógeno, fósforo, potasio y cinc. Con respecto al nitrógeno, su correcto uso permite alcanzar altos rendimientos (Quintero, 2017). La adecuada aplicación del nitrógeno en el cultivo de arroz depende de la dosis y del momento propicio para utilizarlo. El nutriente comúnmente utilizado en la fertilización a base de nitrógeno es la urea, dado que su composición impulsa el rápido crecimiento y aumenta el tamaño de las hojas, el contenido de proteínas en el grano, el número de espiguillas por panoja, entre otros beneficios (Aguirre, 2019). Por lo que se sugiere aplicar una cantidad de nitrógeno a la siembra con el propósito de alcanzar un importante crecimiento inicial.

Se considera que el uso de la urea es indispensable en la agricultura ecuatoriana. En un estudio sobre la estructura de costos de producción de cultivos transitorios, como el arroz, presentado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAGAP) en el 2016, se determinó a la urea como el fertilizante más utilizado, seguido por el muriato de potasio, y el fosfato diamónico.

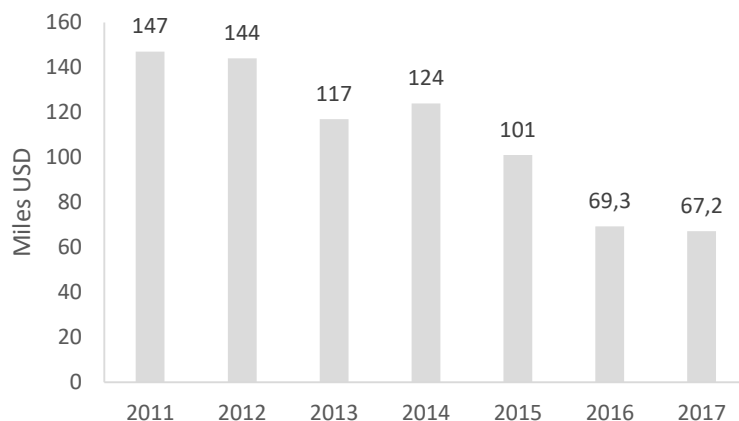


Figura 4. Importaciones de urea en miles de dólares.
Fuente: UN Comtrade

Ecuador no produce ningún tipo de fertilizante nitrogenado, por lo que la urea se importa. Los países de origen de la urea han cambiado a lo largo de los años; sin embargo, desde el 2015 el principal país de origen fue Rusia, representando el 57% del volumen importado de urea. Según Petrecolla y Bidart (2009), Argentina es el país que posee la mayor participación de producción de urea en el continente, y junto con Brasil son los países que destacan en la producción de fertilizantes.

Precios del Quintal de Arroz.

En enero de 2017 los quintales de arroz proveniente de Perú por contrabando que se comercializaron en Ecuador, a menor precio, perjudicó la participación del arroz nacional. Se estimó un ingreso de aproximadamente 1,6 millones de quintales peruanos en el 2016. Otro factor que afectó el precio fue la sobre cosecha de invierno, ya que se cosechó de manera anticipada por las lluvias de la temporada obteniendo granos verdes dado que no culminaron el ciclo de maduración. Por estas razones el MAGAP intervino junto a la Unidad Nacional de Almacenamiento (UNA) para eliminar la franja tarifaria impuesta en el 2017 como soporte para este sector, la misma que determinada un precio mínimo de USD 32.50 y un máximo de USD 35,50. A su vez, se decidió fijar el precio del arroz, en mayo del actual año, en USD 29

como precio mínimo de sustentación para la saca de 200 libras de grano corto y en USD 31 para la saca de arroz con cáscara de grano largo de 200 libras con 20% de humedad y 5% de impurezas. Como parte del acuerdo ministerial, la UNA absorbe el 2% de la cosecha nacional con prioridad a los pequeños productores.

El mercado de agricultura de Ecuador se caracteriza por ser inestable en los precios de los diversos productos (Campoverde & Villamar, 2018). El arroz, como otros productos agrícolas, dependen de varios factores externos a su cadena productiva como las condiciones climáticas, las políticas agrícolas, los precios internacionales de la materia prima incluyendo a los insumos, y demás factores, que generan la volatilidad del precio en el mercado local. Por lo que la fijación de precio tiene como propósito cubrir las inversiones de los agricultores, garantizar un margen de utilidad y mantenerse competitivos a comparación de otros mercados.

Participación en el PIB.

Para el análisis de la participación del sector de arroz en el producto interno bruto se considera las actividades de cultivo de arroz en el área de agricultura y de molienda o pilado de arroz perteneciente a las industrias manufactureras.

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU 4.0), el cultivo de arroz pertenece a la categoría A011 con respecto al cultivo de plantas no perennes. Según cifras presentadas por el BCE, para el 2016 los cultivos agrícolas alcanzaron un total de USD 2.290 millones, equivalente a un crecimiento de 0,47% anual con relación al año previo. Entre el 2013 al 2016 la actividad económica representó en promedio el 3% del PIB nacional. En la figura 4 se presenta la tasa de variación anual del sector entre 2013 al 2016.

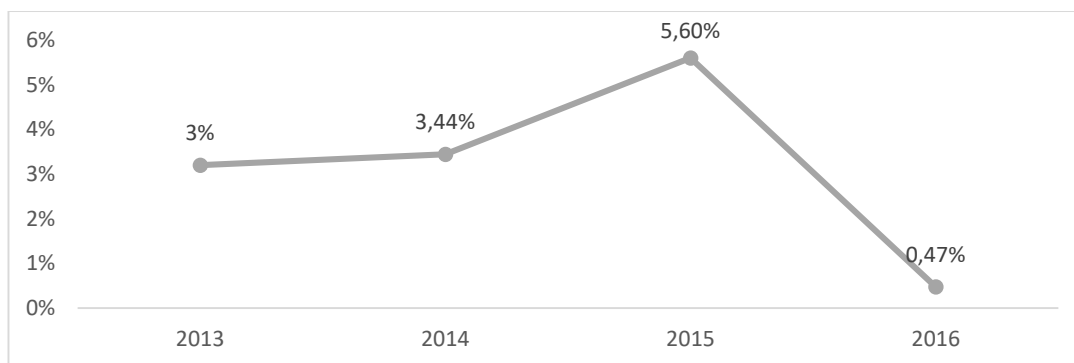


Figura 5. Crecimiento Interanual de otros cultivos agrícolas entre 2013-2016 (En porcentaje)
Fuente: Banco Central del Ecuador

Por otro lado, el sector de arroz también está compuesta por la molienda o pilado de arroz, clasificada dentro de las industrias manufactureras. El BCE trata a esta actividad como la “Elaboración de productos de la molinería, panadería y fideos”, la misma que al cierre de 2016 registró un total de USD 367,13 millones y un crecimiento anual del 0,95% comparado con valor obtenido en el 2015. Asimismo, representó el 0,53% del PIB nacional en el 2016. La evolución del comportamiento del sector se lo presenta en la figura 5, medido mediante la tasa de variación anual entre el 2013-2016.

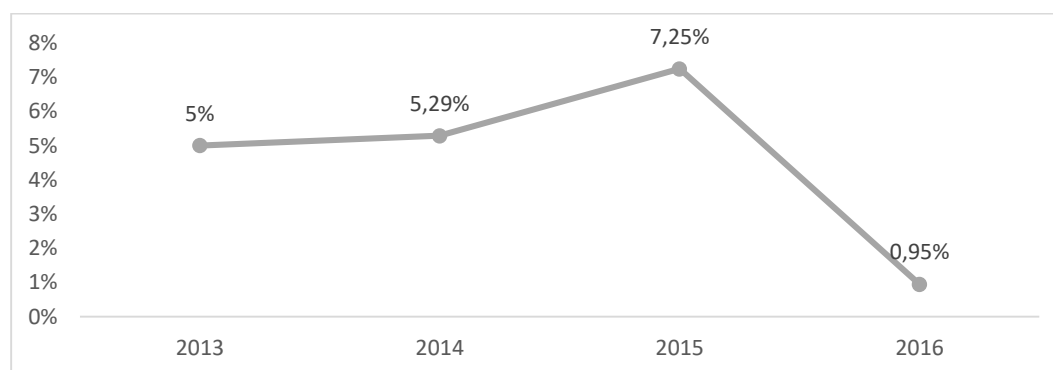


Figura 6. Crecimiento Interanual de la Elaboración de productos de la molinería, panadería y fideos entre 2013-2016 (En porcentaje)
Fuente: Banco Central del Ecuador

Políticas

Tomando en cuenta que el presente estudio se centra en datos del 2012, es importante entender las políticas vigentes en ese año. Una de las políticas más relevantes durante este año

es el alza del precio de la saca de 200 libras de arroz, fijándolo en USD 33,25. Otra medida adoptada fue la reducción a tarifa cero a las importaciones de tractores de llantas de 200 hp utilizados para el cultivo de arroz; al igual que equipo necesario para la actividad agrícola como lo son equipo de riego, sembradoras, arados, aspersores y demás.

En la actualidad el proceso productivo del arroz, los elevados costos de producción afectan la eficiencia y productividad, especialmente para los pequeños y medianos agricultores. Con el fin de mejorar el nivel de productividad y presentar precios más competitivos el MAGAP consideró implementar ciertas políticas públicas. En septiembre de 2018 se presentaron medidas con el fin de contrarrestar los problemas de sobreproducción, baja productividad y contrabando. Se llevó a cabo una auditoría a la UNA, se prometió nuevos centros de acopio, operativos de control de precios y de contrabando, un plan para la obtención de kits agrícolas, el lanzamiento de una tarjeta de crédito específica para el sector, la conformación de veedurías y una comisión interministerial (El Universo, 2018). Estas medidas han reemplazado el subsidio a la urea que se otorgaba en años pasados.

Entre las medidas con mayor relevancia para los arroceros es el acceso a los kits agrícolas y los programas de financiamiento y de seguro. Con respecto a los kits agrícolas, estos son paquetes tecnológicos compuestos por semillas certificadas, fertilizantes y agro insumos. Los cuáles serán garantizados por el MAGAP y la UNA hasta el 2021 con el propósito de mejorar la productividad por hectárea y prevenir problemas fitosanitarios. Alrededor de 23 000 productores registrados en el Proyecto Nacional de Semillas recibieron la entrega de kits agrícolas subsidiados, asistencia técnica y seguro agrícola en el 2018, según cifras presentadas por el MAGAP. Por otro lado, en noviembre del presente año, se realizó un reenfoque de los subsidios agrícolas el cual determinó que se dará mayor acceso a créditos a menor tasa de interés la cual se reduce en un 5%, es decir pasando de 11,2% al 6,2% para proyectos de riego

y genéticas. Además, el MAGAP aseguró una oferta a precios justos y transparentes de los paquetes tecnológicos para el arroz para el cierre del año y para el próximo.

Generación de empleo.

Según el INEC la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, y pesca representa el 29.3% del empleo del país. Esto se debe a que la agricultura genera empleos tanto en el sector como sectores afines que intervienen en el proceso como lo son comerciantes y transportistas. En los primeros años del 2000 la actividad arrocera generaba el 22% del empleo de la población económicamente activa agropecuaria; esto quiere decir que durante ese periodo alrededor de 140 000 familias estaban involucradas directa o indirectamente en la producción arrocera (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2003). A pesar de que el sector arrocero sigue siendo de gran importancia en el país, según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), en la actualidad se estima que la producción arrocera ocupa al 11% de la población económicamente activa del sector (INIAP, 2015).

En cuanto a la estructura de las fincas arroceras a nivel nacional, observa que la concentración de estas está en la provincia de Guayas con un 77% de participación. La segunda provincia con mayor número de empresas es Los Ríos la cual cuenta con el 13% de las empresas y el restante 10% se encuentra en el resto de las provincias del país. Según la Corporación Financiera Nacional, en el año 2018 se encontraron 71 empresas registradas en el sector arrocero las cuales provén de empleado a 454 personas.

Cultivo de arroz	Producción: Riego	Producción: Secano
<i>Grande</i>	3	76
<i>Mediana</i>	9	107
<i>Micro</i>	28	94
<i>Pequeña</i>	31	177

<i>Total</i>	71	454
--------------	----	-----

Tabla 2 Tipo de empresas de cultivo de arroz
Fuente: CFN

Importaciones y Exportaciones de Arroz del Ecuador.

En Ecuador la producción nacional cubre casi todo el consumo interno por lo que los niveles de importaciones son bajos. Las figuras 6 y 7 muestra como las importaciones han venido disminuyendo desde el 2013, y donde Estados Unidos de América es el principal país de donde llegan las importaciones.

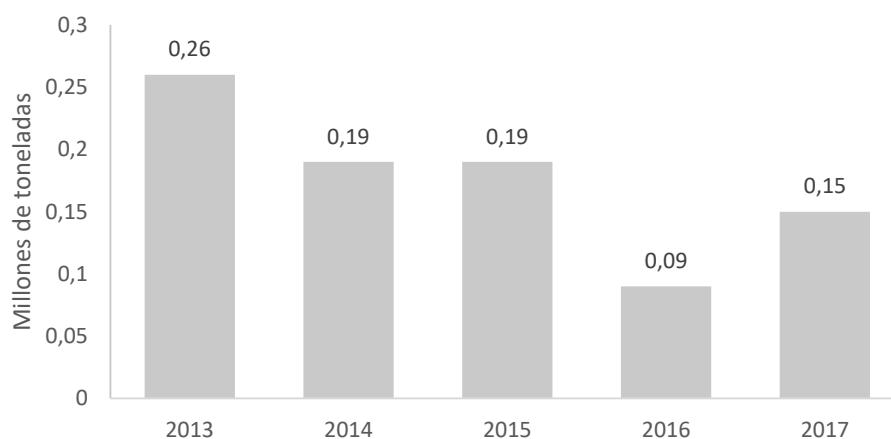


Figura 7. Importaciones nacionales de arroz por año (2013-2017).
Fuente: CFN

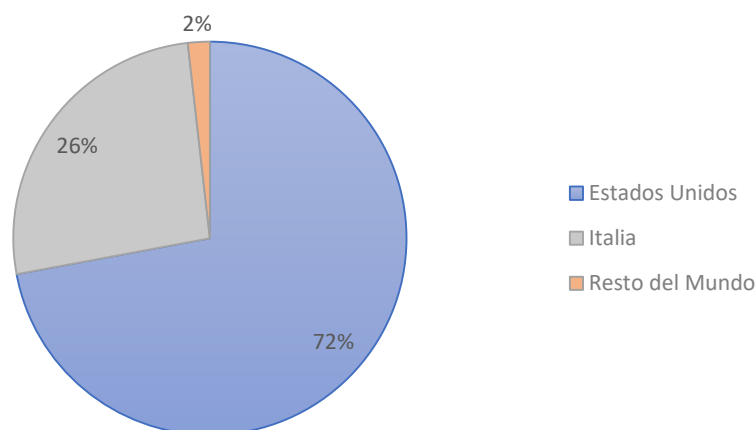


Figura 8. Importaciones Nacionales de Arroz (2013-2017)
Fuente: CFN

De la misma manera, se ha visto una caída en los niveles de exportaciones desde el 2013 hasta 2016 (ver Figura 9). Sin embargo, se observa que el año 2017 presenta un aumento del 122% con respecto al año anterior, pasando de 210 toneladas a 447 toneladas. A pesar de que, como se puede ver en la figura 9, estos valores son bajos con respecto al 2013 se puede decir que las exportaciones empiezan a recuperarse. Este aumento se debe principalmente a acuerdos firmados con países vecinos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017). Se espera que las exportaciones tengan una recuperación que, aunque sean lenta, se recuperen niveles como a inicios de la década. En cuanto a los países donde Ecuador envía su producción de arroz, Colombia consta como el principal destino (Figura 10).

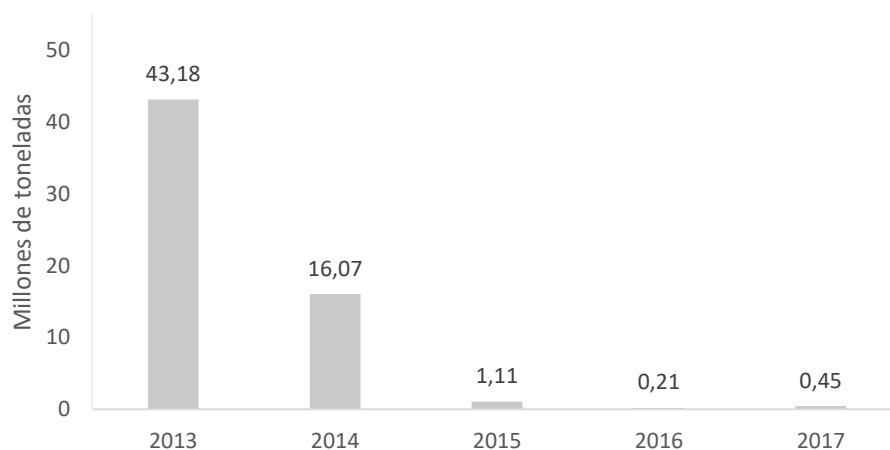


Figura 9. Exportaciones nacionales (2013-2017)
Fuente: CFN

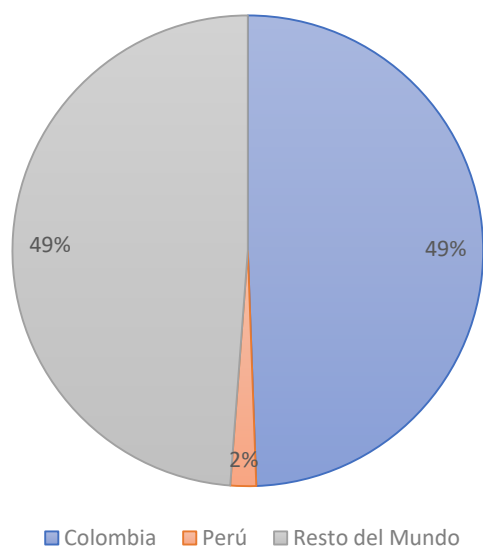


Figura 10. Exportaciones nacionales de arroz en fob millones USD
Fuente: CFN

METODOLOGÍA

Esta investigación se divide en tres partes:

1. Utilizar el análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés)
2. Calcular la eficiencia técnica tanto con rendimiento constante a escala

3. Estimar regresiones de estos índices de eficiencia para observar que factores influyen sobre las mismas, con especial atención sobre el efecto de los subsidios.

Análisis Envolvente de Datos

Las ventajas que se tiene de este método sobre el método de Fronteras Estocásticas es que no se necesita hacer supuestos sobre la forma funcional del nivel de producción, ni sobre la distribución estadística sobre los errores que nos permite calcular los índices de eficiencia (Coelli et al. 2005). Estimando la frontera de producción mediante una combinación lineal de los niveles de producciones de las unidades de toma de decisiones (en nuestro caso, unidades de producción arroceras), se trata de observar que tanto se puede reducir de los insumos utilizados manteniendo la producción constante. Para esto, se usa el siguiente programa matemático lineal con orientación a insumos (OI) y con rendimiento constante a escala (RVE) para observar si las unidades están produciendo sobre esta frontera usando sus insumos (tal que, eficiencia técnica) (ver Coelli et al. 2005):

$$\min_{\delta, \lambda} \delta$$

s. a :

$$Y\lambda \geq y_i$$

$$\delta x_i \geq X\lambda$$

$$\lambda \geq 0, \forall i$$

(1)

Donde:

- X es una matriz de insumos NxI en donde se colecta los N insumos usados por las todas las I firmas; en nuestro caso los insumos son: tierra, fertilizantes, mano de obra, y capital.
- x_i es un vector de insumos de la firma i-ésima,
- Y es una matriz de las producciones MxI en donde se colecta las M producciones alcanzados por las todas las I firmas; en nuestro caso solo producen arroz.
- $X\lambda, Y\lambda$, son proyecciones o puntos proyectados producidos por la contracción radial de x_i ,
- λ representa un vector de intensidad que pondera la participación de las distintas observaciones en la frontera de eficiencia,
- δ es un escalar, cuyo resultado obtiene la eficiencia técnica de los cultivos, que está entre 0 y 1, donde 1 es una unidad con eficiencia técnica.

A este modelo (1) lo denominamos DEA OI-RVE, el cual se lo repite para cada unidad arrocera “i”. Las restricciones establecidas para la minimización aseguran que los puntos proyectados no queden fuera del conjunto factible, es decir que la eficiencia técnica pueda ser estimada bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala. Debido a que la eficiencia técnica está enfocada en la reducción de los insumos sin afectar la cantidad de producción final, se puede determinar la cantidad mínima de inputs necesarios para obtener la cantidad de output deseada.

Estrategia econométrica

Por último, se usa una regresión truncada para estimar el impacto de diferentes factores sobre el índice de eficiencia técnica antes estimada. Se usa este tipo de regresión dado que el modelo de programación lineal asume que los índices de eficiencia no sobre pasan la unidad y, por ende, trunca estas medidas en dicho valor. (García Suárez, 2016). Si no consideramos este punto y obtenemos regresiones mediante mínimos cuadrados ordinarios, tendremos coeficientes estimados sesgados (UCLA: Statistical Consulting Group, nf). El modelo para la regresión truncada se define como:

$$Y_i^* = Z_i\beta + \varepsilon_i$$

Donde:

- Y_i^* es la eficiencia latente.
- Z_i características socioeconómicas de la unidad arrocera
- β es un parámetro ligado a cada característica.
- ε_i es el error

La regresión truncada queda expresada de la siguiente forma:

$$y_i = 1 \text{ si } Z_i\beta + \varepsilon_i \geq 1$$

$$y_i = Y_i^* \text{ si } 0 \leq Z_i\beta + \varepsilon_i < 1$$

En esta regresión, la variable de política a analizar es el subsidio sobre la urea. Otras variables que son incluidas son edad, estudios, genero, tamaño de la familia, dummy de seguro agrícola, dummy de crédito, y propietario de vivienda.

DATOS Y CONTEXTO

Los datos que se usaron en esta investigación fueron los recolectados por Ávila & Useche en su estudio del 2012. El área estudio para la recolección de datos fueron los cantones de Daule y Santa Lucia; estas zonas son de alta producción ya que representan el 66% de la producción total de la provincia del Guayas. De la misma manera estos dos cantonen utilizan el 76% de la demanda de la urea nacional. La recolección de datos se dio en el verano del 2011, el cuestionario impartido pudo recolectar información sobre la colocación profunda de urea y difusión, adopción de tecnología, disposición a pagar, sistemas de producción, acceso a crédito, participación laboral y las características de los agricultores y sus hogares.

A continuación, se presentan los datos utilizados para establecer la TFP y los que se usaron en la regresión para establecer los factores que determinan la productividad en la producción arrocerá del país.

Variables	
<i>d12_d13C</i>	Gasto total real en jornales

<i>d10_d11</i>	Gastos reales en herbicidas y pesticidas
<i>d14C</i>	Gastos totales real en riego
<i>d15C</i>	Gasto total real en cosechadora
<i>d6</i>	Quintales de Urea usados

Tabla 3. Variables utilizadas en el análisis DEA

En la tabla 3 se pueden observar variables numéricas que se utilizaron para el análisis DEA, estas variables permiten observar los distintos manejos de los 400 cultivos de dos cantones. Una vez obtenidas estas variables se prosigue a eliminar los valores extremos. Se identificó una producción máxima de 21.000 Kg cultivo, de esta forma se redujo la muestra a 369 observaciones. Sin embargo, a pesar de esto se tomó la decisión de retirar las variables que estén por encima de más de \$15 en gastos de jornal y de gasto en herbicida y pesticidas, más de \$2 en riego y por último se eliminaron las observaciones que tenían un gasto mayor a \$20. Como se mencionó con anterioridad esta investigación se centra en el cantón Daule por lo que las observaciones se redujeron a 176.

Variables	
<i>d6_1</i>	Urea Gobierno
<i>govurea</i>	Dummy recibe urea del gov
<i>a7</i>	age
<i>a8</i>	Educaion en años
<i>b26_2</i>	Niños en elhogar
<i>a6</i>	Genero
<i>e1</i>	Credito
<i>b5</i>	Dueños de casa (dummy)
<i>b25</i>	he/she suffered drought last year

A continuación, se presentan las tablas resumen de las variables utilizadas tanto para el calculo de eficiencia técnica como para la regresión truncada.

Variables	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>d12_d13C</i>	2.750934	3.159877	0	33.56625
<i>d10_d11C</i>	1.098184	4.275342	0	80.52708

<i>d14C</i>	0.564626	0.654789	0	5.270864
<i>d15C</i>	4.479858	7.269531	0	58.56516
<i>d6</i>	13.1255	15.43494	0	100
<i>d16_kg</i>	11340.06	13729.29	278.9591	156217.1

Tabla 4. Listado resumen de variables DEA

Variables	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>govurea</i>	0.4415584	0.497219	0	1
<i>d6_1</i>	4.670989	9.054366	0	70
<i>a7</i>	51.52094	14.26455	18	95
<i>a8</i>	5.888021	3.49038	0	17
<i>b26_2</i>	1.301299	1.394791	0	8
<i>a6</i>	0.9220779	0.2683977	0	1
<i>e1</i>	0.4701299	0.4997564	0	1
<i>b5</i>	1.223377	0.7158722	1	4

Tabla 5. Tabla resumen variables regresión truncada

RESULTADOS

Es importante resaltar que, en este trabajo de investigación debido a la naturaleza de las observaciones, se buscó que los resultados tengan correlación más no causalidad. Dicho esto, una vez realizado el DEA y el cálculo de eficiencia se obtuvieron los siguientes resultados.

Numero de fincas	Fincas eficientes	Fincas Ineficientes
176	33	143
	Eficiencia promedio	Ineficiencia promedio
	0.738231128	0.261768872

Tabla 6. Eficiencia técnica resume

Como se puede ver en la tabla 6, únicamente 33 fincas o cultivos son eficientes las demás 143 fincas de Duele son ineficientes. Esto quiere decir que los agricultores podrían mejorar su eficiencia en un 26% sin necesidad de alterar sus niveles de producción.

Por otro lado, la regresión truncada permitió observar que, a pesar de que el signo del coeficiente de la variable govurea (que representa los subsidios de la urea) es el correcto, no es significativo en la regresión. Las posibles razones para este resultado es que los datos utilizados en la investigación no son suficientes para determinar la significancia ya que solo se observa el caso de un cantón del país. En segundo lugar, la variable política govurea es una variable endógena; que no podemos controlar y en esta investigación no corregimos problemas de endogeneidad.

```
Fitting full model:

Iteration 0:  log pseudolikelihood = 77.297302
Iteration 1:  log pseudolikelihood = 77.592259
Iteration 2:  log pseudolikelihood = 77.593273
Iteration 3:  log pseudolikelihood = 77.593273

Truncated regression
Limit:        lower =      -inf                Number of obs =   143
              upper =         1                Wald chi2(8)  =  15.31
Log pseudolikelihood = 77.593273              Prob > chi2   =  0.0535
```

theta	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
govurea	-.0168597	.0367389	-0.46	0.646	-.0888667	.0551472
d6_2_1	-.0012277	.0012516	-0.98	0.327	-.0036809	.0012254
a6	.101873	.0613622	1.66	0.097	-.0183947	.2221407
a8	.0069925	.0041561	1.68	0.092	-.0011532	.0151382
a7	.0020895	.0010115	2.07	0.039	.0001071	.0040719
b5	.0053316	.0105501	0.51	0.613	-.0153463	.0260094
b25	-.0594288	.044045	-1.35	0.177	-.1457554	.0268978
b26_2	-.0092953	.0084183	-1.10	0.270	-.0257948	.0072043
_cons	.4873478	.1018029	4.79	0.000	.2878178	.6868778
/sigma	.1523318	.0109348	13.93	0.000	.1308999	.1737637

Figura 11. Modelo regresión truncada

CONCLUSIONES

Como conclusión, a pesar de que no logramos encontrar significancia en la variable de política, se puede observar que hay variables significativas como si los cultivos sufrieron inundaciones o las variables socioeconómicas como la educación. Por se puede decir que en el Ecuador existen políticas que no han favorecido a la productividad arrocerera. Como se menciona en otras secciones del trabajo de investigación, la importancia de la agricultura y en especial del sector arrocerero es enorme, por lo que y hay que seguir trabajando en ellas.

VARIABLES	(1) eq1	(2) sigma
govurea	-0.0169 (0.0367)	
d6_2_1	-0.00123 (0.00125)	
a6	0.102* (0.0614)	
a8	0.00699* (0.00416)	
a7	0.00209** (0.00101)	
b5	0.00533 (0.0106)	
b25	-0.0594 (0.0440)	
b26_2	-0.00930 (0.00842)	
Constant	0.487*** (0.102)	0.152*** (0.0109)
Observations	143	143

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 7. Resumen regresión truncada

Como recomendaciones sugerimos que las políticas públicas se enfoquen en nuevas tecnologías que ayuden a ahorrar estos recursos como agricultura de precisión que mediante sensores se puede medir la cantidad exacta en los terrenos, sin desperdiciar y abaratando costos. Es decir innovar en la agricultura “través del cual actores sociales crean valor a partir del conocimiento” (BID, 2014) para así poder transformar el sistema de producción de alimentos.

REFERENCIA

- Aguirre, D. (2009). “Evaluación De Diferentes Niveles De Nitrógeno Mediante La Aplicación De Briquetas De Urea Como Alternativa Para Pequeños Productores De Arroz (Oriza Sativa), En La Parroquia San Juan, Cantón Pueblo Viejo, Provincia De Los Ríos”. Guayaquil, Ecuador: *Escuale Superior Politécnica del Litoral*.
- Banco Central del Ecuador. (2014). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (N° 86 – I V. 2013 ISSN N° 1390 – 0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201304.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2015). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (N° 87 – I V. 2014 ISSN N° 1390 – 0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201404.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2016). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (N° 88 – I V. 2015 ISSN N° 1390 – 0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201504.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2017). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (N° 89 – I V. 2016 ISSN N° 1390 – 0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201604.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2018). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (N° 90 - I V. 2017 ISSN N° 1390 – 0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201704.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2019). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (N° 91 - I V. 2018 ISSN N° 1390 – 0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201804.pdf>

- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (2013). ENCUESTAS DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO (No. 85 - IV - 2012 ISSN No. 1390-0579). Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201204.pdf>
- BID. (2014). Agro-Tech: Innovaciones que no sabías que eran de America Latina y el Caribe.
- CIAT. (2010). Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latin. Cali, Colombia.
- Chiang, W., Tsai, M., y Wang, L. (2004). A DEA evaluation of Taipei hotels. *Annals of Tourism Research*, 31(3), 712–715.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., y Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (2nd ed.). New York, NY: Springer.
- Corte Nacional de Justicia. (Enero de 2020). LexisFinder. Recuperado el enero de 2020, de <http://www.silec.com.ec/Webtools/LexisFinder/Search/Fichero/Fichero.aspx?search=arroz>
- El Universo. (2018). Siete medidas para arroceros en agro ecuatoriano. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/15/nota/6953165/siete-medidas-arroceros>
- FAO. (2006). Políticas relativas a los productos alimenticios básicos (ISSN 1818-1864). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0368s.pdf>
- Farrell, M.J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*
- García Suárez, F. (enero/junio de 2016). La metodología «Análisis Envolvente de Datos» (DEA): una aplicación a la producción de arroz en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*.
- Lee, H. (2011). Super-efficiency DEA in the presence of infeasibility. *European Journal of Operational Research*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Boletín Situacional Arroz. Recuperado de <http://fliphtml5.com/ijia/rezi/basic> el 19 de diciembre de 2019.
- Observatorio Agrocadenas Colombia. Monitoreo de Ecuador y principales cadenas productivas. Bogotá: Corporación Colombia Internacional, 2003. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0186E/B0186E.PDF>

Petrecolla, Diego, y Bidart, Maria. (2009). Condiciones de competencia en cadenas agroalimentarias claves de América Latina y el Caribe. Costa Rica: IICA. https://books.google.com.ec/books?id=wI_uGQ01BfEC&printsec=frontcover&source=gbs_ge%20_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true

Quintero, C. (22 de marzo de 2017). Fertilización para altos rendimientos de arroz. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Argentina. Recuperado de: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>

Reinoso, B & Villamar, D. (2018). Estudio de factores determinantes en la comercialización de arroz en el cantón Santa Lucía. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Society. Series A (General), 120, 253-290. <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>

TRUNCATED REGRESSION | STATA DATA ANALYSIS EXAMPLES. UCLA: Statistical Consulting Group. from <https://stats.idre.ucla.edu/stata/dae/truncated-regression/> (accessed January 8, 2020).