

TIPOLOGÍA DE MICRO-REGIONES DE LAS ÁREAS RURALES DE ECUADOR: APLICACIÓN DE FRONTERAS ESTOCÁSTICAS DE UTILIDADES AGRÍCOLAS

Eduardo Maruyama, Máximo Torero y Maribel Elías*

RESUMEN

En el Ecuador, como en la mayoría de los países en desarrollo, la pobreza se concentra en las áreas rurales. La presencia de restricciones estructurales y la heterogeneidad de las poblaciones de estas áreas implica que no existe una solución común a todos los problemas. Este trabajo utiliza mapas y bases de datos geo-referenciados e información proveniente de la Encuesta de Condiciones de Vida del Ecuador 2005/06 para clasificar las zonas rurales, combinando a su vez estas fuentes de información a través del método de fronteras estocásticas de utilidades para estimar la eficiencia y el potencial de los productores agrícolas. El resultado es una tipología que no se limita a identificar las áreas más necesitadas del país, sino que también indica las áreas donde la asignación de recursos productivos no es óptima y dónde la capacidad de generación de ingresos es más elevada.

ABSTRACT

In Ecuador, as in most developing countries, poverty is concentrated in rural areas. The presence of structural constraints and of heterogeneity in their population implies that there is no one-size-fits-all solution to this country's problem. This work uses maps and geo-referenced datasets, as well as information from the Encuesta de Condiciones de vida del Ecuador 2005/06 to classify rural regions; combining, at the same time, these sources with a stochastic profit frontier approach to estimate efficiency and potential productivity of rural households. The resulting typology is not limited to identify areas in which the

* Eduardo Maruyama, Post-Doctorado en el International Food Policy Research Institute. Máximo Torero se desempeña como Director de la División de Mercados, Comercio e Instituciones en el International Food Policy Research Institute. Maribel Elías es investigadora asistente en el International Food Policy Research Institute. Correos electrónicos: e.maruyama@cgiar.org, m.torero@cgiar.org y m.elias@cgiar.org.

poor live, but it also tries to indicate those areas where the allocation of productive resources is not optimal and where the capacity to generate farm profits is potentially high.

PALABRAS CLAVE: *Desarrollo rural, tipología, Ecuador, pobreza rural, agricultura.*

CLASIFICACIÓN JEL: O13, Q12, R12.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, al igual que en la mayoría de los países en desarrollo, la pobreza se concentra mayormente en las áreas rurales. Estas áreas suelen tener un crecimiento menor y vínculos débiles con la economía, más dinámica, de los principales centros urbanos. En el pasado, gobiernos de distintos países han intentado solucionar este problema mediante transferencias y programas de redes de protección. Sin embargo, la escasez de recursos para hacer que las transferencias sean permanentes impide la efectividad de este tipo de políticas. Por otro lado, las áreas urbanas no se encuentran preparadas para absorber adecuadamente a los inmigrantes de zonas rurales, de tal forma que estos movimientos migratorios reduzcan realmente la pobreza. Por estos motivos, desarrollar una estrategia para elevar la productividad y los ingresos en las áreas rurales es una prioridad para los países en desarrollo como Ecuador, y es necesario lograrlo mediante la asignación eficiente de recursos y el aumento de capacidades. Sin embargo, las restricciones estructurales y la heterogeneidad propias de las poblaciones rurales determinan la imposibilidad de contar con una solución común a todos los problemas, y que, por ello, las soluciones deban ser locales y específicas de acuerdo a las condiciones particulares de cada región, atendiendo especialmente a los llamados cuellos de botella. Es en este sentido que una adecuada tipología de micro-regiones es esencial tanto para identificar zonas con potencialidades y problemáticas comunes como para diferenciar aquellas otras donde las políticas de desarrollo necesarias deban ser de suyo distintas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, este trabajo utiliza la tecnología de elaboración de mapas y geo-referenciación, información satelital, e información proveniente de la Encuesta de Condiciones de Vida del Ecuador 2005/06 para dividir las zonas rurales de Ecuador en micro-regiones que difieren entre sí por sus características, problemas y potencial de desarrollo. Esta tipología está basada en factores relevantes como el clima, la topografía, la capacidad productiva agrícola, el acceso a mercados, características socioeconómicas y demográficas de los hogares

rurales, y el funcionamiento de diversos mercados de productos e insumos de la actividad agrícola. Guiados por esta tipología, los hacedores de políticas públicas pueden diseñar programas de alivio de la pobreza estructural adaptados a las necesidades particulares de cada micro-región, evitando los extremos de soluciones o demasiado generales o demasiado específicas.

Posteriormente se combina una encuesta socioeconómica de gran calidad y detalle sobre los hogares rurales de Ecuador e información geográfica de alta definición, y se utiliza el método de fronteras estocásticas de utilidades para estimar la eficiencia y el potencial de los productores agrícolas, y finalmente estos resultados se agregan a la información proveniente de los mapas de pobreza. El resultado es una tipología que no se limita a identificar las áreas más necesitadas del país, sino que también indica las áreas donde la asignación de recursos productivos no es óptima y dónde la capacidad de generación de ingresos es más elevada.

Este trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los motivos para utilizar tipologías regionales en el diseño de políticas de desarrollo y se discuten las opciones; la sección 3 introduce la tipología desarrollada en este trabajo, mientras que la sección 4 muestra el modelo teórico y la estrategia de implementación empírica. Los principales resultados se encuentran en la sección 5, y finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones del trabajo.

2. UTILIZACIÓN DE TIPOLOGÍAS PARA EL DISEÑO DE POLÍTICAS

Los hogares rurales de los países en desarrollo difieren enormemente entre sí en lo que respecta a sus características económicas. Esta diversidad ocurre por varios motivos:

- La heterogeneidad en la cantidad y calidad de sus activos
- Las tecnologías disponibles
- Los costos de transacción en los mercados de insumos y productos
- Las restricciones crediticias y financieras
- El acceso a bienes y servicios públicos
- Las condiciones agroecológicas y biofísicas locales

Las políticas de desarrollo rural deben tener en cuenta esta heterogeneidad para ser efectivas, lo que explica la necesidad de elaborar tipologías específicas de las áreas rurales en países como Ecuador.

Dentro de la gama existente de tipologías territoriales, los mapas de pobreza han sido desarrollados extensamente debido a que describen la distribución espacial de la pobreza, y esto los convierte en una herramienta fundamental para la asignación de recursos públicos.¹ Para Ecuador, los mapas de pobreza más citados en la literatura son los elaborados por el Banco Mundial en 1990 y 2001. Ambos mapas se construyeron utilizando la metodología de estimación de áreas pequeñas (*small areas estimation*), que permite combinar información de los censos con información de las encuestas de hogares.² Para hacerlos comparables, los mapas se revisaron posteriormente, respetando la misma metodología pero replanteando la ecuación de consumo, utilizando la parte de los gastos comparable en ambas encuestas.³ Hyman *et al.* (2005 a) y Hyman *et al.* (2005 b) incorporan en el análisis de mapas de pobreza la influencia de factores como la accesibilidad a mercados, el entorno climático, geográfico y agrícola y muestran que la pobreza alimentaria se concentra en lugares específicos, identificando concentraciones en la sierra central del Ecuador.

Otra herramienta utilizada frecuentemente para construir tipologías regionales es el análisis de conglomerados (*cluster analysis*). Sin embargo, la principal limitación de estos métodos es su sensibilidad a las especificaciones utilizadas; en particular, los resultados son sensibles a la presencia de valores extremos, y no hay forma de reagrupar las observaciones que inicialmente se agruparon mal. Así, por lo complejo que resulta integrar las distintas dimensiones de la tipología suelen utilizarse el análisis factorial para identificar los factores principales y el método de componentes principales para resumir la información correspondiente a cada grupo de factores cercanos. Las principales desventajas de este enfoque es que enfatiza el proceso estadístico sobre la teoría económica, metodológicamente trae consigo problemas estadísticos de agregación, es sensible a la elección del número de grupos de la tipología⁴ (y estos grupos no se generan con diferencias monotónicas para todas las variables).⁵

1 Elbers, *et al.* (2004).

2 Elbers, *et al.* (2003).

3 Araujo y Lanjouw (2003).

4 El análisis de conglomerados permite minimizar la varianza intra-grupo y maximizar la varianza inter-grupos sólo después de haber elegido exógenamente el número de grupos. Esto puede resultar en grupos que no son tan diferentes entre sí, por lo que se requiere establecer el número óptimo de grupos con pruebas estadísticas especiales como las de Anova y Scheffé.

5 Esto obliga a reducir el número de variables y a elegir un conjunto relativamente homogéneo de ellas para que se generen tipologías simples.

Como veremos en la sección 3, la tipología construida a partir del enfoque de fronteras estocásticas de utilidades está asociada de forma directa al concepto de funciones de utilidades ⁶ y la noción de que existe una frontera que envuelve las utilidades observadas de una unidad productiva y que describe su potencial óptimo dado un vector de precios de insumos y productos y una tecnología de producción. La distancia entre estas utilidades observadas y dicha frontera representa la eficiencia técnica del productor. Si combinamos estas medidas de eficiencia y potencial de utilidades con las medidas de pobreza ya existentes, se obtiene un diagnóstico que muestra el grado de necesidad, las posibilidades de desarrollo, y el desempeño actual de un hogar rural.

3. EL ENFOQUE DE FRONTERAS ESTOCÁSTICAS DE UTILIDADES

Uno de los principales problemas que se presentan al elaborar una tipología de comunidades rurales es el diferenciar el estatus económico actual de una región del potencial que esta región puede alcanzar. Un diagnóstico detallado como el de los mapas de pobreza permite identificar las áreas con mayores carencias, pero es posible que muchas de estas regiones ya hayan alcanzado su máximo potencial dados ciertos factores fijos (o variables sólo en el largo plazo), por lo que las inversiones de corto plazo tendrán muy poco impacto en el bienestar de la población de la zona. Por ello, una tipología de comunidades debe diferenciar con claridad e identificar la interacción de nociones como el estatus actual y el potencial óptimo de una región. En otras palabras, debe tomar en cuenta el hecho que las unidades productivas tratan de optimizar la utilización de los recursos que tienen disponibles en base a algún criterio particular (maximización de utilidades o de la producción, por ejemplo), pero no siempre lo logran.

El enfoque de fronteras estocásticas de utilidades ofrece un marco ideal para construir una tipología de comunidades funcional. Conceptualmente, se desarrolla a partir de la teoría del productor, en la que la motivación de un agente es un criterio de optimización, motivación en la que, no obstante, el éxito no está garantizado. Los procedimientos de estimación asociados a este enfoque permiten fallas en los intentos de optimización y diferentes grados de éxito (eficiencia) entre

6 A lo largo de este trabajo, el término *utilidades* hace referencia a los beneficios netos que obtiene el productor agrícola (ingresos por ventas y autoconsumo menos costos de producción) y no a una medida abstracta de bienestar.

los productores. Esto, a su vez, abre la posibilidad de analizar las determinantes de la variación en la eficiencia con la que los productores intentan alcanzar sus objetivos.

En el caso específico del productor agrícola, el enfoque de fronteras estocásticas toma en cuenta el hecho que dados los precios de insumos y productos existentes en el área en el que se desenvuelve una unidad productiva existe una tasa de utilidades máxima que puede alcanzarse. Alcanzar estas utilidades máximas, o de frontera, dependerá a su vez de ciertos factores que limiten o incrementen la eficiencia del productor, como la calidad de los suelos, las fallas de mercado, o el grado de accesibilidad a mercados (que no se refleje en los precios de insumos y productos). El componente estocástico de este enfoque, a su vez, incorpora la noción de que existen en el proceso productivo ciertos eventos no predecibles que pueden afectar la producción de una unidad aún cuando la tasa de eficiencia haya alcanzado el máximo posible. Este es un elemento particularmente necesario cuando se intenta estimar econométricamente un proceso productivo agrícola, en el que la incertidumbre y la probabilidad de ocurrencia de choques que afecten la producción (como las sequías o las heladas) son elevados. En este contexto se define la ineficiencia en utilidades como la pérdida (medida en unidades monetarias) que resulta por no operar en la frontera dados los precios enfrentados por el productor agrícola.

Las fronteras de utilidades se han utilizado en diversas ocasiones para estimar tasas de eficiencia de productores agrícolas en países en desarrollo. Utilizando datos para productores de arroz *basmati* en Pakistán, Ali y Flinn (1989) encuentran una tasa promedio de ineficiencia en utilidades de 28% asociada a la educación del hogar, al empleo no-agrícola, las restricciones al crédito, las restricciones al acceso del agua para riego, y la aplicación tardía de fertilizante. También para Pakistán, Ali *et al.* (1994) encuentran una tasa promedio de ineficiencia en utilidades de 24% que está asociada positivamente con el tamaño de la parcela, la fragmentación de la tierra, las necesidades de subsistencia, y una mayor edad de los agricultores. Rahman (2003) encuentra una tasa promedio de ineficiencia de 23% entre productores de arroz en Bangladesh, asociada mayormente con la calidad de infraestructura, fertilidad del suelo, experiencia, servicios de extensión, grado de propiedad de la tierra, y participación del ingreso no-agrícola en el ingreso total del hogar. Utilizando datos para hogares agrícolas en China, Wang *et al.* (1996) encuentran una tasa promedio de ineficiencia en utilidades de 39% asociada a la dotación de recursos del productor, educación, tamaño del hogar, ingreso neto per cápita, y los lazos familiares del hogar con los líderes de la comunidad. Los

trabajos anteriores suponen que estos hogares sólo producen un único cultivo. En el caso de una tipología, que por su misma naturaleza debe abarcar múltiples regiones de un país, y en el caso particular de Ecuador, donde las estrategias de multi-cultivos son comunes, es esencial utilizar una frontera de utilidades multi-producto (o multi-cultivo), ya que es una representación más realista del proceso de toma de decisiones de una finca. En ese sentido, este trabajo es uno de los primeros esfuerzos en utilizar una frontera estocástica multi-producto en el caso de las unidades productivas agrícolas.

4. EL MODELO Y LA ESTRATEGIA DE ESTIMACIÓN

4.1 Modelo teórico

Sea x un vector de insumos variables de $(1 \times m)$ y y un vector de productos de $(1 \times q)$ que forman parte del proceso productivo agrícola. Sea z un vector de variables ambientales⁷ de $(1 \times r)$ que, si bien no determinan directamente las utilidades del productor, podrían afectar su desempeño.

Sea $\mathcal{P} \subset \mathbb{R}_+^{m+q}$ el conjunto factible de planes de producción de la finca. Definimos una medida de ineficiencia técnica en la producción (Farrell, 1957) para algún plan de producción $(x_0, y_0) \in \mathbb{R}_+^{m+q}$ tal que

$$\delta_0 = \delta(x_0, y_0 | \mathcal{P}) \equiv \sup\{\delta | (x_0, y_0) \in \mathcal{P}, \delta > 0\} \quad (1)$$

para $(x_0, y_0) \in \mathcal{P}$, $\delta(x_0, y_0 | \mathcal{P}) \geq 1$. Se define ahora la función de utilidades restringida $\pi(p, w, \delta | z)$ como la máxima utilidad alcanzable por un productor con características z , que enfrenta precios de productos $p \in P(z)$ y precios de insumos $w \in W(z)$:

$$\pi(p, w, \delta | z) \equiv \sup_{x, y} \{p'y - w'x : \delta(x, y) \leq \delta\} \quad (2)$$

Sea π_i las utilidades observadas para el productor i . El investigador se encuentra con un conjunto de observaciones (π_i, p_i, w_i, z_i) para $i=1, \dots, n$, que

⁷ El término *ambiental* en este contexto se refiere al ambiente en el que se desarrollo la producción, y no sólo al medio ambiente o clima.

son realizaciones de variables aleatorias distribuidas idéntica e independientemente con una función de densidad de probabilidad $f(\pi, p, w, z)$, con soporte en $\mathcal{P}_X \mathbb{R}^r$.

Se supone que z no es independiente de (π, p, w) , esto es, $f(\pi, p, w|z) \neq f(\pi, p, w)$. Esto significa que las restricciones en los precios p y w que enfrenta el productor, al igual que en las utilidades observadas π , debido a las variables ambientales z opera a través de la dependencia de (π, p, w) en z en $f(\pi, p, w|z)$. Si bien existen diversas maneras de formular el modelo de tal forma que el conjunto de producción dependa de z (Coelli *et al.* 1998), dado el problema empírico que se analiza en este trabajo, se considera más apropiado asumir que las variables ambientales z influyen la media y la varianza del proceso de ineficiencia, pero no el límite de su soporte. Por ello, en esta formulación el condicionamiento en $f(\delta_i|z_i)$ opera a través del siguiente mecanismo:

$$\delta = \exp(z_i \beta + \varepsilon_i) \quad (3)$$

donde β es un vector de parámetros, y ε_i es una variable aleatoria continua distribuida idéntica e independientemente, e independiente también de z_i .⁸ Se supone que el término ε_i se distribuye $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ y se encuentra truncado en $-z_i \beta$ para cada i .

4.2 Estimación

Debido a que el efecto de las variables z opera a través de la dependencia de π y z inducida por (3), estos supuestos sientan la base para regresiones de segunda etapa. Kumbhakar y Lovell (2000) y Kumbhakar (1996) brindan la estrategia de estimación paramétrica estándar para la función de frontera estocástica de utilidades:

$$\pi(p, w, \delta) = g(p_i, w_i) \exp(v_i - \xi_i) \quad (4)$$

donde v_i es el ruido estocástico y ξ_i es una variable aleatoria no-negativa asociada con ineficiencias en la producción. La eficiencia en utilidades del productor i se define entonces como:

⁸ Véase Simar y Wilson (2007) para una estimación semi-paramétrica de esta formulación.

$$E [\exp(-\xi_i)|v_i-\xi_i] = E[\exp(-\alpha_0 - \sum_{r=1}^R \alpha_r z_{ri} | \varepsilon_i)] \quad (5)$$

y que se estima usualmente en un procedimiento de segunda etapa.⁹ Tradicionalmente se supone que v_i es un error aleatorio de dos colas que se distribuye idéntica e independientemente con $N(0, \sigma_v^2)$, independiente de ξ_i , y se supone que ξ_i se distribuye independientemente con una distribución semi-normal $N^+(0, \sigma_\xi^2)$.

Según Simar y Wilson (2007), utilizar estimadores de eficiencia obtenido por el cálculo de máxima verosimilitud de un modelo paramétrico para $\pi(p, w, \delta)$ como el que se muestra arriba, conduce usualmente a problemas de consistencia estadística porque los regresores de la segunda etapa (z) están correlacionados con el término de error de una sola cola de la primera etapa.¹⁰ Más aún, los regresores de la segunda etapa muy probablemente están correlacionados con los regresores de la primera etapa, y por lo tanto los errores de la primera etapa no pueden ser independientes de los regresores de la segunda etapa. En consecuencia, la función de verosimilitud no es la correcta a menos que se tenga en cuenta la estructura de correlación.

Para corregir este problema estimamos (4) corrigiendo por la heteroscedasticidad en el término de error de una sola cola ξ a través de una función lineal de las variables ambientales. La varianza del componente de ineficiencia técnica se modela como

$$\sigma_\xi^2 = \exp(z'\theta) \quad (6)$$

En conclusión, se estima (4) por máxima verosimilitud asumiendo una función de utilidades translogarítmica y se corrige por heteroscedasticidad tal como se muestra en (6). La estimación de estas ecuaciones permite recuperar los parámetros tecnológicos y la estructura heteroscedástica de la frontera estocástica de utilidades para el hogar rural “representativo” de la muestra. Una vez obtenidos estos parámetros, es posible obtener estimados de las utilidades de frontera y los niveles de eficiencia, extrapolándolos con las variables (p, w, z) agregadas al nivel deseado.

⁹ Véase Pitt y Lee (1981) y Kaligajan y Shand (1985) para aplicaciones de estimación de dos etapas de las ecuaciones (4) y (5). Aplicaciones de estimación de una sola etapa en las que las variables ambientales se utilizan para parametrizar la media del componente de ineficiencia de una cola, ξ_i , del proceso de error compuesto ($v-\xi$) pueden encontrarse en Kumbhakar *et al.* (1991), Reifshneider y Stevenson (1991), Huang y Liu (1994), Battese y Coelli (1995), entre otros.

¹⁰ De otra forma no habría motivación para una segunda etapa.

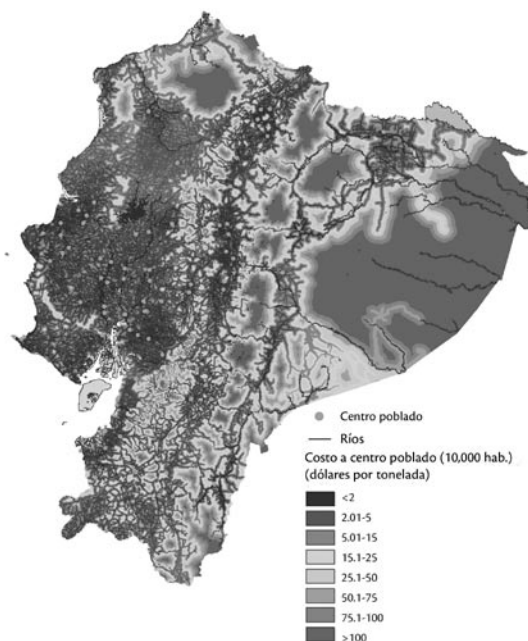
5. LAS FUENTES DE INFORMACIÓN Y PRINCIPALES RESULTADOS

5.1 Los datos

La información del hogar y la finca necesaria en (4) y (6) se obtiene de la Quinta Ronda (2005-2006) de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV 06). Esta encuesta se compone de un total de 13,536 hogares y módulos detallados de características del hogar y actividades económicas.

De la información disponible a través de mapas de alta definición pueden obtenerse datos de aptitud de suelos y también estimar un modelo de accesibilidad, cuyos resultados se muestran en la siguiente sección y su estimación se detalla en el Anexo I. Desafortunadamente, la encuesta no tiene información geo-referenciada, por lo que no es posible hacer un empare preciso de la información de la encuesta con los datos disponibles a través de mapas de Ecuador. Por ello, se hace el vínculo al ámbito de la parroquia.¹¹

Figura 1
Costo de accesibilidad a ciudades de 10,000 habitantes o más



¹¹ Equivale más o menos a un condado en Estados Unidos.

5.2 El modelo de accesibilidad

Para elaborar una tipología agrícola de comunidades rurales es crucial contar con una medida confiable y detallada de la accesibilidad de cada localidad a mercados o polos de desarrollo que dinamice la actividad económica rural. Las medidas tradicionales de accesibilidad han sido datos auto-reportados de tiempo o distancia a puntos de interés genéricos (mercado más cercano, banco más cercano, etc.) o, en el mejor de los casos, distancias (euclidianas) obtenidas de información georreferenciada. Aún si se cuenta con el segundo grupo de medidas, usualmente estas medidas no toman en cuenta la topografía, la calidad de la infraestructura vial, o los costos económicos de transportar la producción de un punto a otro. El modelo detallado en el Anexo I y cuyos resultados se muestran a continuación, intenta ofrecer una mejor alternativa a las medidas tradicionales de accesibilidad.

La Figura 1 muestra el costo de accesibilidad desde cualquier punto de la geografía ecuatoriana a la ciudad más cercana de, por lo menos, 10,000 habitantes.¹² El costo de accesibilidad está representado por el costo en dólares estadounidenses (en adelante simplemente dólares) de transportar una tonelada de papas a través de una celda de 90 metros cuadrados. La tonalidad más oscura en el mapa indica aquellas puntos o celdas que pueden atravesarse a muy bajo costo, y los colores más claros indican áreas en las que el costo es muy elevado. Como puede apreciarse, los costos de accesibilidad son menores en la costa central (alrededor de Guayaquil, a lo largo de toda la Sierra), pero particularmente en el centro y el norte, mientras que en la Amazonia los costos son considerablemente elevados. De esta manera, puede incorporarse la información de accesibilidad obtenida del modelo a la estimación de fronteras estocásticas y a la tipología.

5.3 Resultados

Como se mencionó en la sección 4.2, se estima la función de frontera estocástica de utilidades asumiendo una forma funcional translogarítmica y utilizando el criterio de máxima verosimilitud. El vector de precios de productos p esta constituido por la mediana de precios en la parroquia de los siguientes grupos de cultivos:

¹² En el Anexo I se muestra también el mapa de costo de accesibilidad a las ciudades de Quito y Guayaquil.

cereales, frutas, verduras, legumbres, tubérculos, y cultivos industriales. El único precio de insumo w disponible es el costo de la mano de obra (jornal de trabajadores temporales) debido a que no existen datos confiables de precios de la tierra (y menos aún si tomamos en cuenta la heterogeneidad en los tipos de suelos) y de otros activos productivos e insumos utilizados en el proceso productivo agrícola.

Es evidente que el conjunto de precios mencionado líneas arriba no permitiría por sí solo una estimación confiable de la función de frontera de utilidades. Tradicionalmente, se ha incorporado dentro de la función de utilidades elementos distintos a los precios de insumos y productos como las tasas de insumos fijos en el corto plazo (como el capital o la tierra). Sin embargo, al hacer esto la función estimada es una regresión de la media condicional de las utilidades, y no una función de utilidades. Esta distinción es muy importante, ya que sólo una función de utilidades bien formulada (sólo con precios como argumentos) cumple con las condiciones necesarias para poseer una frontera a partir de la cual se pueda calcular la eficiencia. Afortunadamente, la ecuación (6) nos permite incorporar estas variables que afectan el proceso productivo, pero no a través de precios, incluyéndolas en el vector de variables ambientales z .¹³

De esta manera, una variable ambiental es aquella que influye sobre el grado de eficiencia del productor agrícola, es decir, sobre su capacidad de acercarse a su nivel de utilidades de frontera. A continuación, detallamos las variables ambientales del modelo y la lógica en la que se basa su selección:

- *Extensión de tierras (hectáreas) y valoración de activos productivos (dólares).* Bajo mercados perfectos, el productor puede lograr economías de escala obteniendo recursos en el mercado financiero y comprando, vendiendo, o alquilando la extensión de tierras y activos productivos requeridos dados los precios y demás condiciones que enfrenta. En las áreas rurales este supuesto es poco realista, y se esperaría que la extensión de tierras y el capital del productor condicione su capacidad de aprovechar al máximo sus demás recursos productivos y por lo tanto su eficiencia técnica.
- *Costo de acceso a la ciudad más cercana de al menos 10,000 habitantes (dólares por tonelada).* El costo de acceso debería capturar ineficiencias en el proceso productivo agrícola en aquellos casos en que los precios de productos e

13 Al estimar la función de frontera estocástica de utilidades sin variables ambientales se rechazó la hipótesis nula de que no existe un componente de ineficiencia técnica en el modelo, y por ello se procedió a incorporar las variables ambientales a la estimación.

insumos no capturen completamente los costos de transporte y acceso de los productores a distintos mercados. En contextos rurales de países en desarrollo esto es particularmente importante, ya que existen considerables imperfecciones en los mercados de insumos (monopolios) y productos (monopsonios).

- *Edad del jefe del hogar, padres del jefe con lengua materna indígena, y años de educación máximos en el hogar.* En un contexto de mercados completos, la tasa de capital humano y la habilidad del productor no deberían tener un impacto sobre la eficiencia de la finca, ya que el productor puede contratar un capataz que administre la finca eficientemente en caso de que no cuente con la preparación adecuada para hacerlo él mismo.
- *Tamaño del hogar (número de miembros).* Este es otro indicador del funcionamiento del mercado laboral local que si funciona correctamente, la mano de obra familiar no debería restringir la capacidad productiva del hogar. Si la finca presenta un exceso de demanda laboral podrían contratarse peones en el mercado laboral, y si existe un exceso de oferta, entonces los miembros del hogar pueden vender su mano de obra a otras fincas o en otros sectores. Un funcionamiento pobre del mercado laboral haría que a los miembros del hogar se les impida aprovechar al máximo los recursos productivos de la finca (en caso de haber un exceso de demanda laboral) o se sobre utilice la mano de obra familiar (en caso de haber un exceso de oferta laboral) y se generen ineficiencias en la generación de utilidades del hogar.
- *Titulación de tierras y acceso al crédito.* La falta de derechos de propiedad de la tierra disminuye las inversiones productivas en las parcelas, y limita el acceso al crédito de los productores al no poder utilizar sus tierras como *colateral*. La falta de crédito impide la transferencia intertemporal de recursos y la suavización del consumo, lo que genera ineficiencias en el funcionamiento de la finca.
- *Participación en asociaciones de productores.* En muchos casos, bajas tasas de asociación se traducen en mayores tasas de ineficiencia, ya que se limitan las posibilidades de aprovechar economías de escala en la compra de insumos y el acceso a servicios para los productores. También se reducen las transferencias de información y conocimiento tecnológico.
- *Aptitud de suelos.* Para los agricultores más pobres y en desventaja existen pocas posibilidades de alterar las condiciones iniciales de sus parcelas a través de arados intensivos, fertilización, medidas de protección de suelos, etc., por lo que la aptitud original de suelos de sus tierras representa un factor importante para determinar su grado de eficiencia.

El cuadro 1 muestra los resultados de la estimación de la ecuación (6),¹⁴ y se observa que diversas variables ambientales tienen un impacto sobre la varianza de la ineficiencia técnica. Debido a que el modelo se estima asumiendo que ξ se distribuye semi-normalmente, la varianza σ_{ξ}^2 puede interpretarse como un parámetro de escala y está asociada positivamente con mayores tasas de ineficiencia. La tasa de ineficiencia promedio de la muestra asociada a esta estimación es de 51.5% (mediana de 53.9%).

Una mayor extensión de tierras y más capital (activos productivos autovalorizados) están asociados con menores tasas de ineficiencia, consistentes con una mayor capacidad de aprovechar las economías de escala e incrementar los rendimientos de otros insumos complementarios. Mayores costos de acceso, por otro lado, generan tasas de ineficiencia más elevadas. Si los precios de insumos y productos capturasen por completo los costos de transporte y acceso para los productores de la muestra, la variable de accesibilidad no debería ser significativa. Sin embargo, debido a la forma como se construyen los vectores de precios en el presente análisis,¹⁵ este resultado es esperable, y confirma la importancia de estimar un modelo de accesibilidad adecuado.

Las variables de capital humano indican que los hogares con jefes de mayor edad, con lengua materna indígena, y con menor nivel de educación muestran tasas de ineficiencia más altas. Es importante recordar que este no es un ejercicio que busca determinar causalidad alguna, por lo que no es posible establecer una relación directa entre estos factores y la ineficiencia técnica. La menor eficiencia asociada a estas variables parece indicar una menor capacidad para aprovechar al máximo sus recursos, incapacidad tal vez relacionada a las dificultades para adoptar nuevas tecnologías o negociar con proveedores y compradores. Sin embargo, tampoco puede descartarse que estos factores estén correlacionados con la presencia de otros servicios, programas de asistencia pública, inversiones

14 Estos resultados se obtienen simultáneamente a la estimación de la función de frontera estocástica de utilidades en la ecuación (4), cuyos resultados no se reportan aquí en detalle debido a la gran cantidad de interacciones entre los precios en la función translogarítmica que dificulta la interpretación de los coeficientes. En su lugar, se muestran los resultados de la estimación de frontera en los mapas de esta sección.

15 Para la estimación econométrica requerimos un vector de precios completo para todos los productores, pero cada uno de ellos sólo provee información acerca de los insumos que utiliza y los cultivos que produce. Para generar vectores completos es necesario agrupar a los productores de los distritos y tomar la mediana de precios de cada producto e insumo. Esto también reduce la posibilidad de endogeneidad en el reporte de precios.

productivas, etc., que afecten la capacidad de los hogares para rendir al máximo de sus posibilidades.

El tamaño del hogar no es un factor significativo para determinar la varianza del término de ineficiencia, lo que es consistente con el exceso de oferta laboral en las áreas rurales de países en desarrollo y las prácticas de trabajo compartido, en particular en las regiones andinas de Ecuador. La titulación de la tierra y el crédito no juegan un rol importante al explicar la ineficiencia, pero estos dos componentes probablemente requieren un análisis más cuidadoso debido a que la cobertura de los programas de titulación suele ser altamente seleccionada, lo que sesgaría los coeficientes obtenidos.

Las variables de Aptitud de suelos se incorporan para controlar el impacto que tienen las características agroecológicas sobre el proceso productivo agrícola y así aprovechar al máximo la alta variabilidad y precisión de esta medida, obtenida de mapas con celdas de 90 por 90 metros. Si bien se cuenta con una gran cantidad de información cartográfica adicional (altitud, temperatura, lluvia, clima, etc.), la variable de aptitud de suelos resume mucho de la información necesaria para el modelo y nos permite simplificar el proceso de estimación evitando aumentar demasiado el número de regresores en la corrección heteroscedástica.

Es importante aclarar que a lo largo de este trabajo se utiliza el término ineficiencia para ser consistentes con la literatura de fronteras estocásticas. Sin embargo, resulta evidente que en la medida en que la estimación econométrica no capture todas las complejidades del proceso de producción agrícola, podría denominarse ineficientes algunas decisiones racionales del agricultor. Por ejemplo, un agricultor que enfrenta condiciones climáticas demasiado variables, puede optar por cultivos más resistentes pero menos rentables para asegurar su sustento. Sin información acerca de esta variabilidad climática, la decisión del productor aparece como sub-óptima a los ojos del investigador. Otro ejemplo es el de la sobre-utilización de los recursos disponibles, como la tierra: en el corto plazo, una explotación intensiva de ciertos recursos puede brindar altas utilidades, pero en el mediano y largo plazo puede producir un agotamiento prematuro de la capacidad productiva de la finca. Un productor que tome en cuenta estas consideraciones puede aparecer como ineficiente bajo este análisis, ya que la frontera de utilidades que se estima es de corto plazo. Una tarea pendiente para mejorar ese aspecto de la metodología es adoptar un análisis de datos de panel, incorporar información de preferencias por riesgo, variabilidad climática y de precios en el tiempo, adopción de prácticas de conservación de los recursos productivos, etcétera.

Cuadro 1

Impacto de variables ambientales sobre el logaritmo de la varianza del término de ineficiencia técnica $\ln \sigma_{\xi}^2$

Variables ambientales	θ
Tierras (has.)	-0.283 (0.073)***
Ln(Capital)	-0.344 (0.052)
Ln(Costo de acceso a ciudades de 10,000 habs. o más)	0.234 (0.082)***
Edad del jefe del hogar	0.011 (0.004)**
Lengua materna indígena de padres del jefe del hogar	0.477 (0.161)***
Años de educación máximos alcanzados por algún miembro del hogar	-0.047 (0.020)**
Tamaño del hogar	0.032 (0.029)
Tierra titulada	0.300 (0.181)*
Acceso al crédito	0.200 (0.189)
Tierra titulada x acceso al crédito	-0.268 (0.255)

Continúa

Cuadro 1 Continúa

Participación en asociación de productores	0.200 (0.136)
Aptitud de suelos: agricultura sin limitaciones	-0.407 (0.847)
Aptitud de suelos: agricultura con limitaciones ligeras, mecanización y riego fáciles	-1.491 (0.526)***
Aptitud de suelos: agricultura con limitaciones ligeras, mecanización y riego difíciles	-4.126 (1.813)**
Aptitud de suelos: agricultura con limitaciones importantes	-0.145 (0.595)
Aptitud de suelos: agricultura con limitaciones muy importantes, mecanización y riego fáciles	0.721 (0.716)
Aptitud de suelos: agricultura con limitaciones muy importantes, mecanización y riego difíciles	-2.242 (0.800)***
Aptitud de suelos: agricultura con limitaciones muy importantes, fáciles mecanización y riego imposibles	1.670 (0.823)**
Aptitud de suelos: zonas marginales para la agricultura	1.080** (0.451)
Intercepto	1.463*** (0.501)

Observaciones 1.844

Errores estándares en paréntesis. ***, ** y * indican niveles de significancia de 1%, 5% y 10% respectivamente.

Al estimar (4) junto con (6), es posible estimar la frontera estocástica de utilidades y calcular tasas de utilidad de frontera y grados de eficiencia evaluando la ecuación de regresión obtenida por máxima verosimilitud con los valores de (p, w, z) agregados al nivel deseado. Para este análisis se agregó la información de la ECV al ámbito parroquial y se combinó con la información de aptitud de suelos (de 90 por 90 metros) para obtener las Figuras 2 y 3. La Figura 2 muestra las tasas de utilidad de frontera para las áreas rurales de la costa y sierra ecuatorianas. Se observa que las zonas con mayor potencial agrícola se concentran en la zona central de la sierra, mientras que las zonas de menor potencial se ubican mayoritariamente en el sur del país. Las grandes ciudades del país, Quito y Guayaquil, se ubican en zonas de potencial medio. El potencial de una región nos da información parcial acerca de dicha zona, y es necesario saber cuánto de ese potencial se ha aprovechado, y esto es lo que se muestra en la Figura 3. En este mapa puede apreciarse claramente que la cara oriental de la sierra centro y sur de Ecuador muestran menores tasas de eficiencia, lo cual es consistente con la mayor distancia (física y económica) de polos de desarrollo y la menor accesibilidad. La sierra norte del país se conecta con el mercado de Quito, la cara occidental de la sierra sur con Guayaquil, mientras que la cara occidental de la sierra centro puede conectarse a ambas ciudades. La cara oriental de los Andes ecuatorianos puede conectarse con Quito por el norte, pero el centro y el sur quedan más aislados, en especial debido al poco desarrollo de la región amazónica.

Como último paso para construir la tipología propuesta, es necesario recurrir a la información de los mapas de pobreza (Figura 4). El potencial y la eficiencia están relacionados con la productividad y la capacidad de generación de ingresos de la actividad agrícola de las áreas rurales del país, pero es necesario incorporar un indicador de pobreza que brinde una noción de cuán necesitadas se encuentran esas regiones, y consecuentemente qué rol juega la agricultura en el desarrollo de dicha área. Por ejemplo, un área con alto potencial y baja eficiencia agrícola puede ser atractiva, por lo que ofrece la posibilidad de generar altos retornos a inversiones productivas en el sector agrario, pero un indicador de pobreza bajo para esa misma zona indica que existen otras actividades económicas más allá de la agricultura en la región, actividades que cumplen el rol de generar ingresos adecuados para la población local. La combinación de potencial, eficiencia y pobreza (Figuras 2, 3 y 4) es la que se utiliza para generar la tipología en la Figura 5. Para facilitar la

16 En el Anexo II se presentan mapas individuales de las micro-regiones de cada grupo de la tipología.

exposición se agruparon las micro-regiones resultantes en las siguientes siete categorías.¹⁶

1. *Zonas críticas sin potencial agrícola (pobreza elevada y bajo potencial)*. Son áreas donde la pobreza es elevada y no existe mayor potencial agrícola. Por lo general, son áreas poco vinculadas a los mercados y poco productivas, con condiciones agroclimáticas poco favorables y que se concentran en cultivos de subsistencia. En estas zonas el impacto de proyectos productivos o inversiones en infraestructura podría ser extremadamente bajo debido al escaso potencial para desarrollar actividades agrícolas rentables. En estas áreas la política de alivio a la pobreza debe orientarse a *programas de transferencias* (condicionales e incondicionales) y a incrementar el capital humano (que a su vez abre la posibilidad de emigrar a otras áreas con mejores perspectivas).
2. *Zonas de alta prioridad (pobreza elevada y potencial alto o medio)*. Son áreas donde la incidencia de la pobreza es elevada, pero que cuentan con potencial medio o alto para el desarrollo agrícola. Por su elevado potencial agrícola se favorecen las actividades en la finca y se obtiene mayores ingresos de esas fuentes, y también se cultivan una mayor variedad de productos: además de tubérculos también cereales, y cultivos industriales. En estas áreas, las inversiones en reducción de costos de transacción y acceso a mercados, asistencia técnica, e inversiones en infraestructura productiva podrían tener un impacto importante en la reducción de la pobreza.
3. *Zonas de prioridad media sin potencial agrícola (pobreza media y bajo potencial)*. Son áreas donde la incidencia de la pobreza es menos elevada y no cuentan con potencial agrícola. Las comunidades en este grupo se caracterizan por ser semi-rurales o peri-urbanas, por lo que suelen ser más pobladas y accesibles, y donde las políticas de desarrollo de actividades fuera de la finca e inversiones en capital humano podrían tener tasas de retorno elevadas.
4. *Zonas de prioridad media con potencial agrícola (pobreza media, potencial alto o medio, y eficiencia media o baja)*. Son áreas donde la incidencia de la pobreza es menos elevada y cuentan con potencial agrícola medio o alto que no ha sido aprovechado al máximo (eficiencia media o baja). A comparación de los grupos anteriores, las regiones en este grupo suelen obtener una proporción importante de sus ingresos de actividades fuera de la finca. En estas zonas, los programas de desarrollo productivo y de reducción de costos de transacción pueden tener un impacto importante sobre las tasas de pobreza, explotando al

Figura 2

Utilidades agrícolas de frontera (potencial)

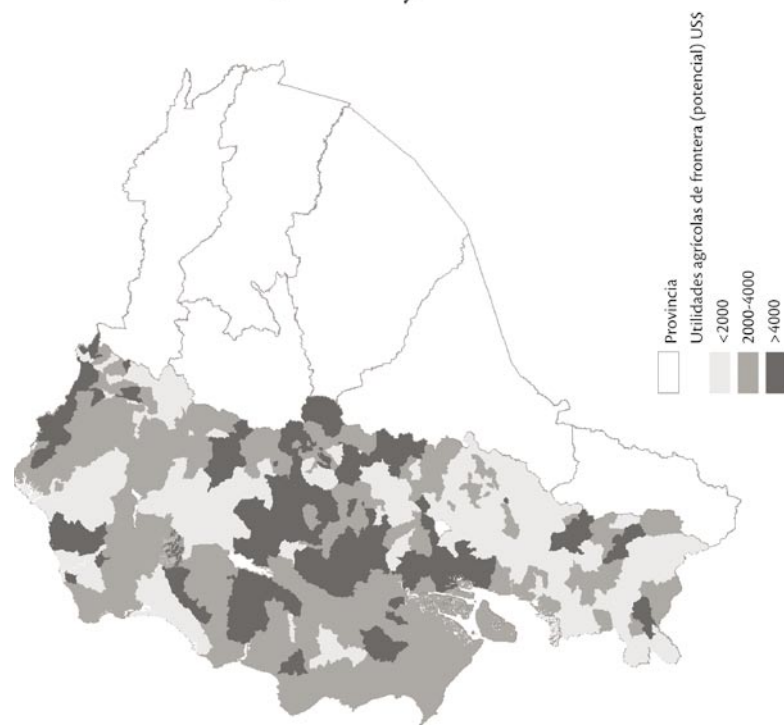


Figura 3

Eficiencia técnica en utilidades

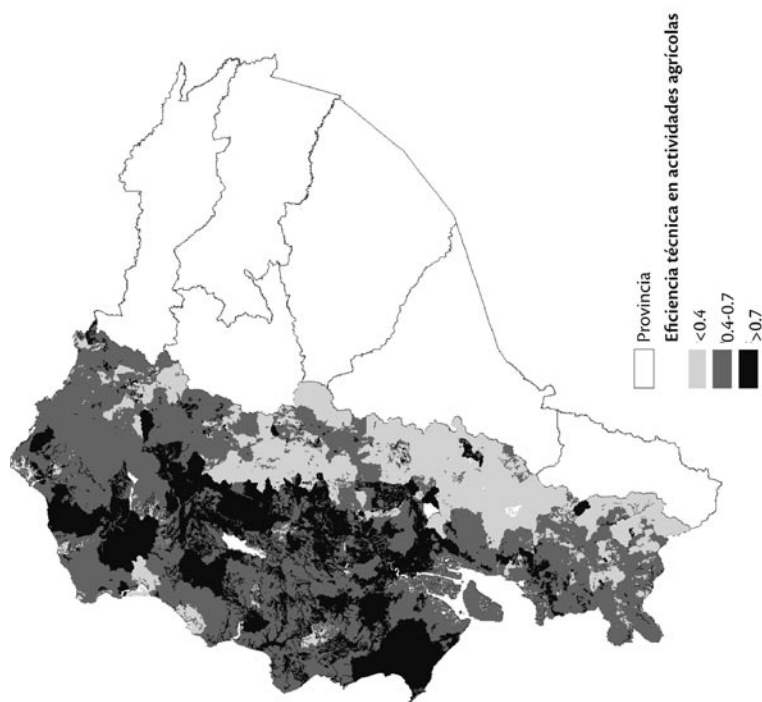


Figura 4

Mapa de pobreza

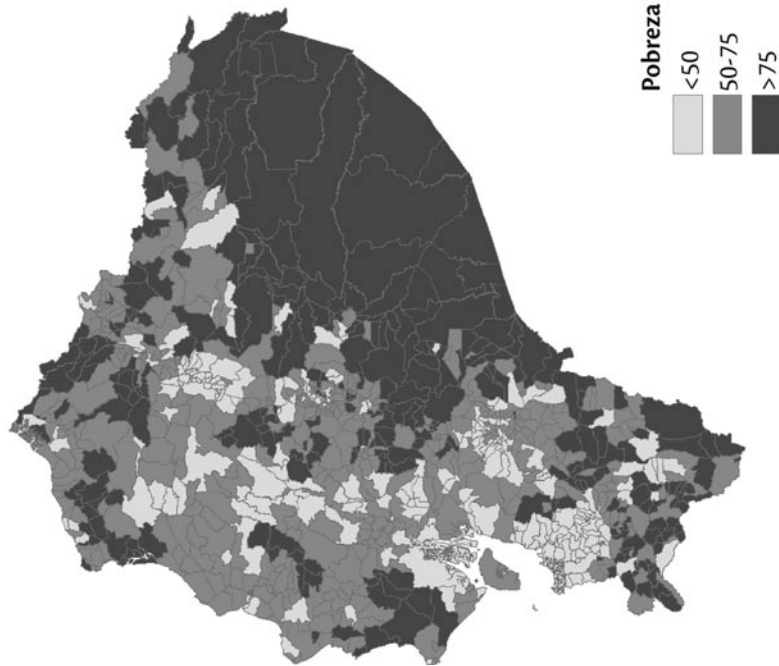
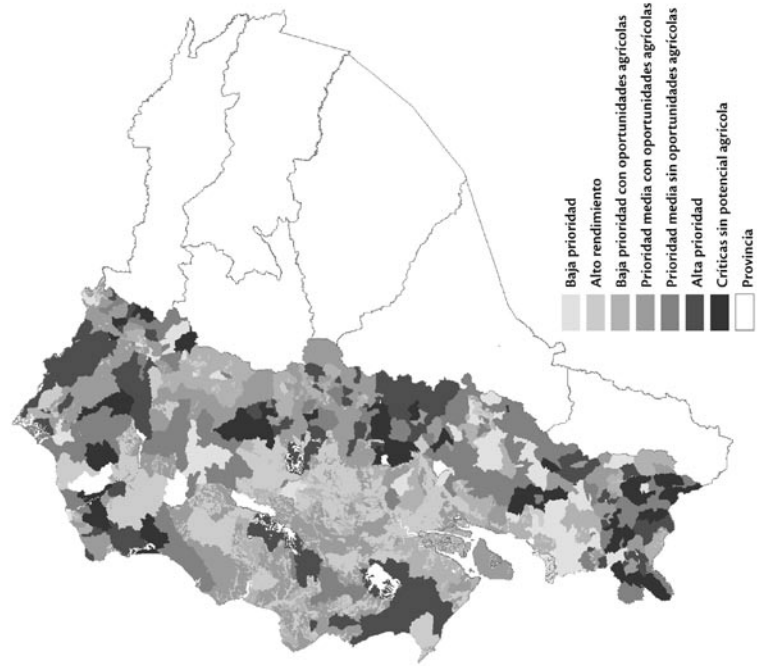


Figura 5

Tipología combinando potencia, eficiencia y pobreza



máximo las actividades agrícolas como complemento de las actividades fuera de la finca ya existentes.

5. *Zonas de baja prioridad con potencial agrícola (pobreza baja, potencial alto o medio, y eficiencia media o baja)*. Son áreas donde la incidencia de la pobreza es baja y cuentan con potencial agrícola medio o alto no aprovechado al máximo (eficiencia media o baja). Debido a las tasas de pobreza relativamente bajas, los hogares de estas zonas se encuentran en una situación significativamente más favorable que los grupos anteriores. Suelen concentrarse en las zonas rurales cercanas a los grandes centros urbanos, constituyéndose en fuente de producción agropecuaria y mano de obra para las ciudades, por lo que gran parte de los ingresos de los hogares provienen de actividades fuera de la finca. Los programas de crédito y titulación en estas zonas que permitan desarrollar mejor el mercado de tierras, al igual que un mercado de trabajo más dinámico, podrían tener un impacto importante en los ingresos de los hogares rurales de la zona, ya que permitirían aprovechar el potencial agrícola de la zona absorbiendo empleo rural de otras áreas rurales (condicionado esto a un buen acceso), sin dejar de aprovechar oportunidades de generar ingresos en el mercado laboral urbano.
6. *Zonas de alto rendimiento (baja pobreza, potencial medio o alto, y alta eficiencia)*. Son las zonas de mayor desarrollo agrícola. Por su alto rendimiento, estas zonas deben analizarse y compararse con el resto para comprender las acciones y características que pueden replicarse en otras regiones. Estas zonas suelen contar con condiciones agroclimáticas favorables y una mayor accesibilidad, lo que hace posible el cultivo de frutas, vegetales y cultivos industriales de mayor valor.
7. *Zonas de baja prioridad (baja pobreza y bajo potencial)*. En estas zonas la pobreza es baja y no existe un mayor potencial agrícola, lo que indica una menor urgencia en el diseño de políticas agrarias para el desarrollo de la economía de estas regiones.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta una alternativa para clasificar y analizar regiones rurales basada en una tipología de fronteras estocásticas de utilidades agrícolas aplicada a Ecuador. A diferencia de otros métodos de clasificación de regiones, como los mapas de pobreza o el análisis de conglomerados, este procedimiento permite

disgregar la clasificación resultante en criterios económicos como la capacidad de producción, la eficiencia en el manejo de recursos, las condiciones de mercado, y los factores geográficos y agro ecológicos.

La tipología construida puede combinarse posteriormente con mapas de pobreza o modelos de accesibilidad para así proporcionar un diagnóstico más detallado de las necesidades, cuellos de botella, y potenciales soluciones en las distintas áreas de análisis. Para ello, el modelo econométrico aprovecha al máximo la ECV 05/06 y la información geo-referenciada de alta precisión.

El enfoque de fronteras estocásticas de utilidades ofrece un marco ideal para construir una tipología funcional. Conceptualmente, se desarrolla a partir de la *teoría del productor*, en la que la motivación de un agente es un criterio de optimización pero en la que el éxito no está garantizado. Los procedimientos de estimación asociados a este enfoque permiten fallas en los intentos de optimización y diferentes grados de éxito (eficiencia) entre los productores. Esto abre la posibilidad de analizar los determinantes de la variación en la eficiencia con los que los productores intentan alcanzar sus objetivos. El componente estocástico de este enfoque, a su vez, incorpora la noción de que existen en el proceso productivo ciertos eventos no predecibles que pueden afectar la producción de una unidad aún cuando el nivel de eficiencia haya sido el máximo posible. En este contexto, se define la ineficiencia en utilidades como la pérdida (medida en unidades monetarias) que resulta por no operar en la frontera dados los precios enfrentados por el productor agrícola. Al combinar las nociones de eficiencia y frontera (potencial) con pobreza, se obtiene una tipología funcional que permite clasificar en distintos grupos a las micro-regiones de un área rural, por ejemplo, las zonas de alto rendimiento que son clave para comprender mejor las experiencias exitosas, su replicabilidad, y las lecciones que pueden obtenerse de ellas. Por otro lado, las zonas identificadas como áreas de baja eficiencia requieren soluciones a los cuellos de botella que impiden que se acerquen a la frontera de utilidades (máximo potencial).

ANEXO I

El modelo de accesibilidad

La accesibilidad se define como la facilidad con la que una localidad puede ser alcanzada desde otras, considerando aspectos como la distancia, el costo de desplazamiento, el tipo de transporte o el tiempo; es decir, cualquier indicador de

esfuerzo para alcanzar o acceder a algo. El tiempo de desplazamiento en el terreno depende de diferentes factores, uno de ellos, y seguramente el más importante, es la distancia, pero la distancia es también una función de otros factores como la existencia de la red vial y sus características específicas, de la pendiente y de la presencia de obstáculos geográficos.

A partir de este conjunto de factores es posible modelar lo que en geografía se conoce como superficie de fricción, donde la totalidad de la superficie se divide en pequeñas celdas (90 por 90 metros en el caso de Ecuador), cuyo valor indica la dificultad o costo de atravesar dicha celda dadas las características del terreno y el acceso a medios de transporte.

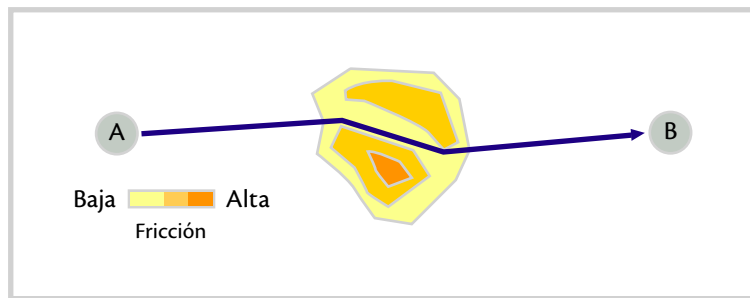


Figura A 1

Superficie de fricción entre los puntos A y B

•	15	15	15	15	15	15
1	15	15	50	50	15	15
1	15	15	50	50	15	•
1	15	15	50	50	50	15
1	1	15	15	50	50	15
1	1	15	15	15	15	15
90	1	1	1	1	1	1
1	90	1	1	1	1	1
1	1	90	90	90	90	90

Figura A 2

Valores que indican la dificultad de atravesar una "celda"

Una vez creada la grilla de fricción, el algoritmo de costo-distancia corre sobre la totalidad de la superficie de análisis calculando el tiempo acumulado de las rutas óptimas que parten de cada mercado. Generalmente, la dificultad de trasladarse puede ser representada por tiempo, distancia, y costo (de transporte, de un producto específico, costo pasando por lugares turísticos, etc.).

Para generar la superficie de fricción la primera variable tomada en cuenta es la pendiente. La pendiente se emplea para calcular una velocidad de a pie que es función directa de ella, y para esto se empleó la *hiking function* de Waldo Tobler. La velocidad de a pie de Tobler tiene tres variantes, la primera corresponde a la velocidad a pie en caminos, la segunda en caminos carrozables y la tercera fuera de caminos.

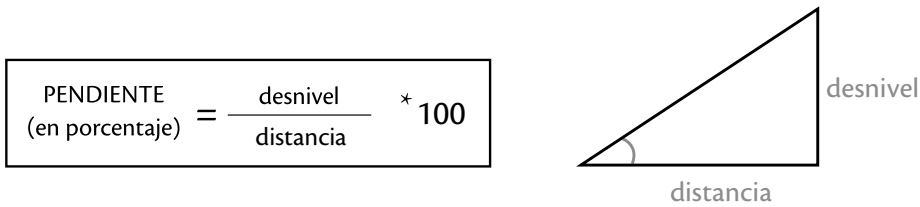


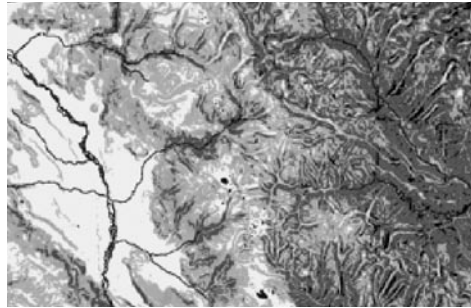
Figura A 3

Cálculo de pendiente

La segunda variable empleada en el análisis es la *red vial*. De acuerdo a la data disponible, se diferencian varios tipos de vías y se clasifican según una velocidad de viaje promedio. La tercera y última variable empleada en este modelo corresponde a la presencia de barreras naturales, en este caso ríos que impiden el paso sobre ellos, en caso, naturalmente, de que no existan puentes y no sean ríos navegables. El tiempo que corresponde a celdas que coincidan con la presencia de una barrera natural es multiplicado por un valor alto, ya que esto obliga al modelo a evitar cruzar un río, o a cruzarlo únicamente donde se encuentren puentes disponibles.

Finalmente, la superficie de velocidad puede convertirse en valores de tiempo (segundos en este caso), según el tamaño de la celda. Como resultado, tenemos

una superficie donde a cada celda le corresponde un valor de tiempo en segundos, una función de la infraestructura de transportes disponible, pendiente y barreras



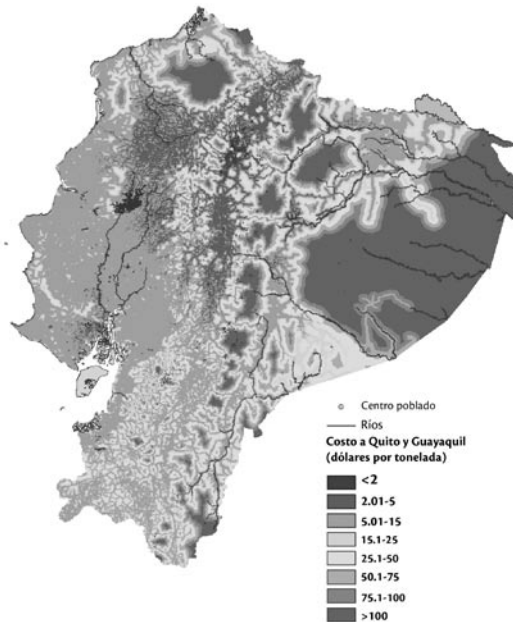
naturales.

Figura A 4

Mapa de superficie de fricción

Una vez calculada la superficie de fricción se corre el algoritmo de costo-distancia acumulado, generando una superficie de tiempos que cubre el área total de análisis. Esta superficie de tiempos se pondera por costos monetarios de transporte (combustible, depreciación del vehículo, costo de oportunidad laboral, capacidad de carga de un camión según el tipo de producto) para generar una superficie de accesibilidad expresada en costo monetario por unidad de peso de productos específicos.

Fi-
gu-
ra A
5

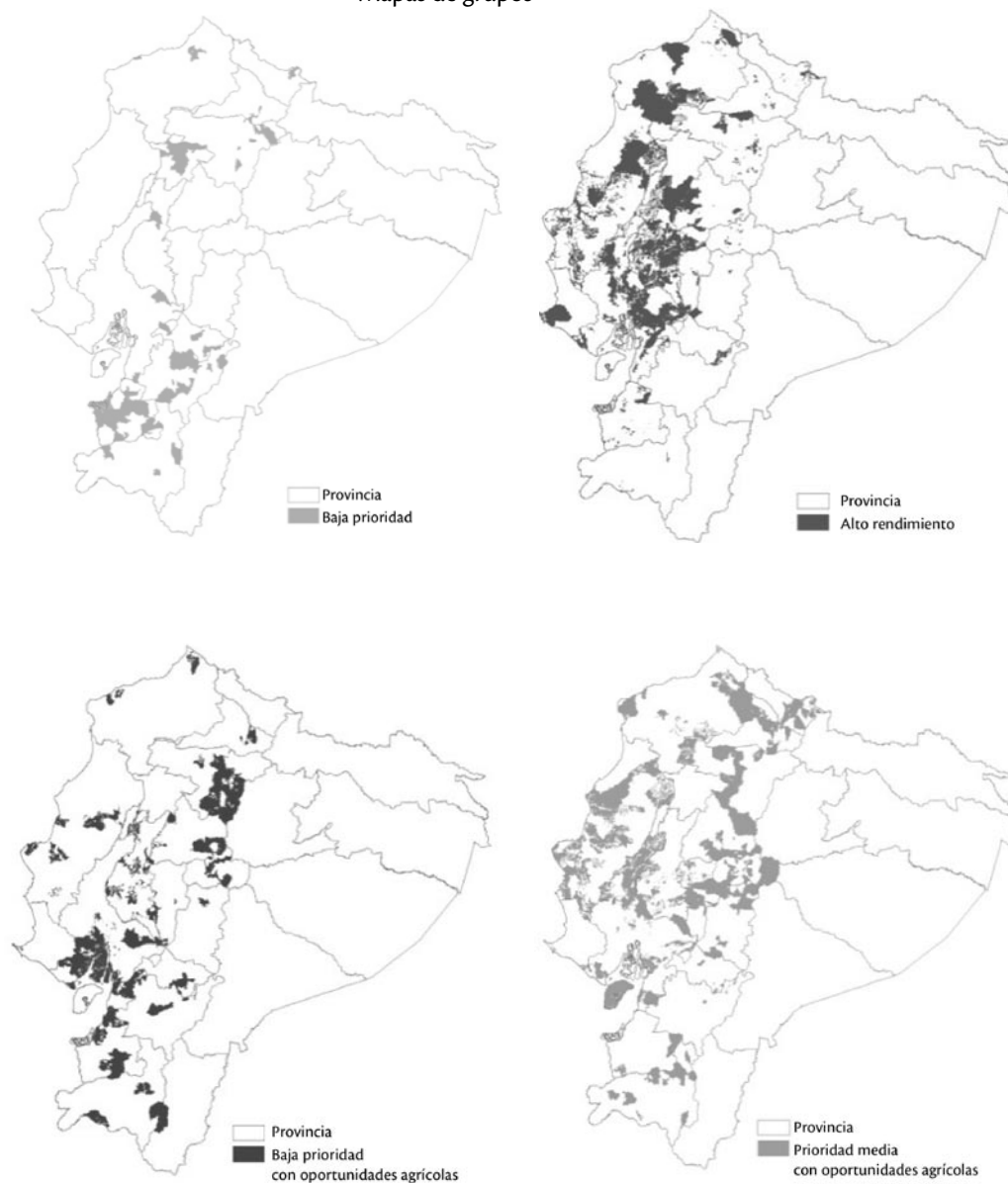


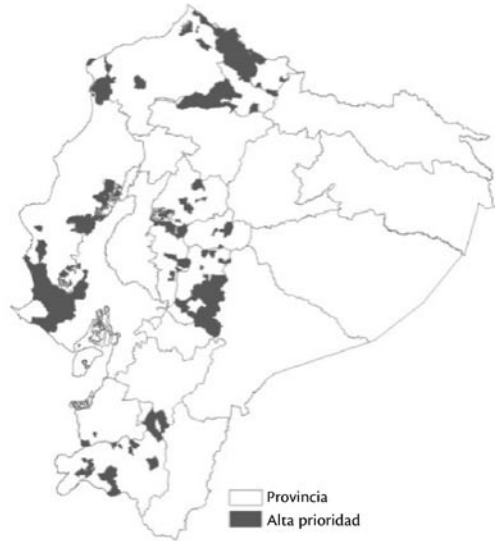
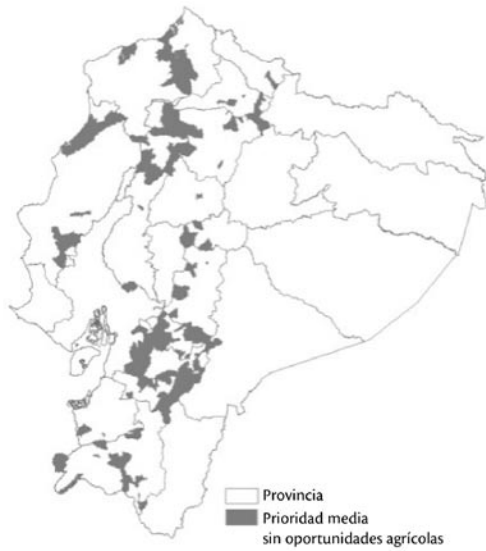
Costos de accesibilidad a Quito y Guayaquil

ANEXO II

Figura A 6

Mapas de grupos de la tinología





REFERENCIAS

- Ali, F., A. Parikh y M. Shah (1994), "Measurement of profit efficiency using behavioural and stochastic frontier approaches", *Applied Economics*, vol. 26, pp. 181-188.
- Ali, M. y J. Flinn (1989), "Profit efficiency among Basmati rice producers in Pakistan Punjab", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 71, pp. 303-310.
- Araujo, C. y P. Lanjouw (2003), "Constructing panels of poverty maps: An exercise for Ecuador", mimeo.
- Battese, G. y T. Coelli (1998), "A model for technical inefficiency effects in a stochastic production function for panel data", *Empirical Economics*, vol. 20, pp. 325-332.
- Coelli, T., D. Rao y G. Battese (1998), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Elbers, C., P. Lanjouw, B. Ozler y W. Yin (2004), "Poverty alleviation through geographic targeting: How much does disaggregation help?", *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 3419, Washington, D.C.
- Elbers, C., J. Lanjouw y P. Lanjouw (2003), "Micro-level estimation of poverty and inequality", *Econometrica*, vol. 71, pp. 355-364.
- Farrell, M. (1957), "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, vol. 120, pp. 253-281.
- Huang, C. y J. Liu (1994), "Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function", *Journal of Productivity Analysis*, vol. 5, pp. 171-180.
- Hyman, G., C. Larrea y A. Farrow (2005 a), "Methods, results and policy implications of poverty and food security mapping assessments", *Food Policy*, vol. 30, pp. 452-460.
- Hyman, G., C. Larrea, G. Lema y A. Farrow (2005 b), "Exploring the spatial variation of food poverty in Ecuador", *Food Policy*, vol. 30, pp. 510-531.
- Kaligajan, K. y R. Shand (1985), "Types of education and agricultural productivity", *Journal of Development Studies*, vol. 21, pp. 222-245.
- Kumbhakar, S. (1996), "Efficiency measurement with multiple outputs and multiple inputs", *Journal of Productivity Analysis*, vol. 7, pp. 225-255.
- Kumbhakar, S., S. Ghosh y J. McGuckin (1991), "A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms", *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 9, pp. 279-286.
- Kumbhakar, S. y C. Lovell (2000), *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pitt, M. y L. Lee (1981), "The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry", *Journal of Development Economics*, vol. 9, pp. 43-64.

- Rahman, S. (2003), "Profit efficiency among Bangladeshi rice farmers", *Food Policy*, vol. 28, pp. 487-503.
- Reifshneider, D. y D. Stevenson (1991), "Systematic departures from the frontier: A framework for the analysis of firm inefficiency", *International Economic Review*, vol. 32, pp. 715-723.
- Simar, L. y P. Wilson (2007), "Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes", *Journal of Econometrics*, vol. 136, pp. 31-64.
- Wang, J., E. Wailes y G. Cramer (1996), "A shadow-price frontier measurement of profit efficiency in Chinese agriculture", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 78, pp. 146-156.