

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2009-2011

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA CON
MENCION EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO**

**ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE MAÍZ EN
LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA COTACACHI-IMBABURA
SARAGURO-LOJA, ECUADOR**

JUAN EDISON PAZMIÑO GONZÁLEZ

MARZO 2014

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2009-2011

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA CON
MENCION EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO**

**ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE MAÍZ EN
LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA COTACACHI-IMBABURA
SARAGURO-LOJA, ECUADOR**

JUAN EDISON PAZMIÑO GONZÁLEZ

ASESOR DE TESIS

Msc. JHON ALEXANDER MENDEZ SAYAGO

LECTORES:

DRA. MARIA CRISTINA VALLEJO

DRA. NANCY MEDINA CARRANCO

MARZO 2014

DEDICATORIA

A Eulalia M. González R.

A Erika F. Pazmiño M.

A Prudencio González Q.

A la memoria de Berthy González y Marianita Rengifo

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por estar siempre en mi vida

A Eulalia, Mary, Anita, Hugo, José Luis y Prudencio por todo lo que me enseñaron

A BIOVERSITY INTERNATIONAL, a la Dra. Devra Jarvis, Dr. Carlo Fada, Ing. Paola De Santis y especialmente al Ing. José B. Ochoa L. INIAP-DNPV-EESC, por su amistad y apoyo.

A Erika por todo su amor

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINAS
RESUMEN.....	7
INTRODUCCION.....	8
CAPÍTULO I.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
La función de producción.....	11
La función de producción Cobb-Douglas.....	14
La función Log-lineal.....	14
Eficiencia productiva.....	15
Definición de Biodiversidad o diversidad biológica.....	17
Importancia de la Biodiversidad o diversidad biológica.....	18
Relevancia ecológica.....	18
Interacciones entre los componentes de la biodiversidad y el manejo de los agricultores.....	21
Nuevas perspectivas sobre la diversidad genética.....	23
Modelo propuesto de frontera estocástica	24
CAPÍTULO II.....	23
ANÁLISIS EMPÍRICO DE LOS DETERMINANTES DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y LA INFLUENCIA DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA.....	30
CAPÍTULO III.....	27
DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	29
Provincias	29
Escolaridad del jefe del hogar.....	29
Número de variedades sembradas por el agricultor.....	29
Rendimiento total de las variedades de maíz sembradas.....	29

Capital total invertido	29
CAPÍTULO IV.....	30
RESULTADOS.....	30
Conclusiones.....	40
Recomendaciones.....	40
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	41
ANEXOS	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro 01.- Relación género del jefe del hogar por provincia.....	30
Cuadro 02.- Relación del genero por la edad del jefe del hogar	31
Cuadro 03.- Relación escolaridad del jefe del hogar por provincia de investigación.....	31
Cuadro 04.- Relación superficie sembrada por provincia.....	32
Cuadro 05.- Relación número de variedades por provincia.....	32
Cuadro 06.- Rendimiento promedio de maíz por provincias durante el año 2010.	33
Cuadro 07.- Número de variedades de maíz por provincia.....	34
Cuadro 08.- Rendimiento de maíz comparando una sola variedad vs diversidad cultivada en las unidades productivas de Imbabura y Loja	34
Cuadro 09.- Rendimiento de maíz considerando la escolaridad del jefe del hogar	34
Cuadro 10.- Capital invertido por provincia	35
Cuadro 11.- Capital invertido por diversidad	35
Cuadro 12.- Descripción de las variables utilizadas para la regresión del rendimiento de la producción de maíz en las provincias de Imbabura y Loja durante el año 2010.	36
Cuadro 13.- Regresión del rendimiento de la producción de maíz en las provincias de Imbabura y Loja durante el año 2010.	36
Cuadro 14.- Frontera estocástica de producción asumiendo distribución normal.....	37
Cuadro 15.- Frontera estocástica de producción asumiendo distribución normal truncada.....	37
Cuadro 16.- Estimación de eficiencia técnica.....	38

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal cuantificar la influencia de los factores de producción y, especialmente, de la diversidad genética cultivada en el rendimiento de maíz obtenido en el año 2010, utilizando una función de producción agrícola. Se trabajó con 125 observaciones distribuidas dentro de las provincias de Imbabura y Loja. Para el análisis se utilizó un enfoque de Fronteras Estocásticas, según un modelo de estimación Battese-Coelli (1995). Los resultados de la estimación fueron obtenidos con una función Cobb-Douglas donde la variable dependiente fue el rendimiento de maíz expresado en kilogramos por hectárea y las variables independientes fueron: capital invertido, número de variedades de maíz sembradas y escolaridad del jefe del hogar.

INTRODUCCIÓN

El valor esencial y fundamental de la biodiversidad reside como el resultado de un proceso histórico natural de gran antigüedad, es el garante del bienestar y equilibrio en la biosfera. (IYB, 2010). Su conservación y uso sustentable se relacionan directamente con la posibilidad de garantizar una buena calidad de vida a las generaciones presentes y futuras a través del desarrollo de un modelo sustentable, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Art. 395, 400). Según Chavez Servia (2004), en México la diversidad de maíz ha sido aprovechada por los agricultores, principalmente por aquellos cuya actividad productiva depende de la lluvia, para generar un patrón varietal, la cual consiste en un conjunto de variedades criollas para enfrentar los diferentes regímenes higrótérmicos y ambientales en que expresan su potencial productivo. Giller *et al.*, (1997) consideran a la variabilidad genética dentro y entre las especies confieren el potencial para resistir los estreses bióticos y abióticos, tanto a corto como a largo plazo dentro del proceso productivo.

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria, INIAP, (2008) Ecuador es uno de los países con mayor diversidad genética de maíz por unidad de superficie. El cultivo de maíz está distribuido en casi todo el territorio ecuatoriano, desde cerca al nivel del mar hasta las tierras altas de la serranía. La preservación de las diferentes especies representa el recurso natural renovable más importante para la supervivencia, sostenible rural y la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. Según Tapia (2007) los resultados de los estudios de caracterización de variabilidad de cultivares nativos de maíz en el Ecuador realizados por el DENAREF (Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos-INIAP) ha servido para identificar que en las provincias de Imbabura en el Cantón Cotacachi y en Loja en el Cantón Saraguro, existen la mayor diversidad agrícola de cultivares de maíz.

Según el Sistema de Integración Centroamericana, SICA, (2006), en el Ecuador la producción de maíz está distribuida por todas las regiones, alrededor de 230. 000 ha están en la región Sierra con una producción de 254 840 TM. El maíz suave constituye un componente significativo en la dieta de la población y representa la principal fuente de energía en los sectores rurales; según la FAO (2002) el consumo per cápita en el país está alrededor de 14,5 kg/año.

Sobre estas consideraciones, actualmente el proyecto Conservación y uso de la diversidad genética cultivada para el control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible, que se implementó en Cotacachi y Saraguro promueve la conservación de la diversidad genética cultivada in situ; además ayuda a los agricultores a emplear este conocimiento para reducir la amenaza de plagas, incrementando la producción de una agricultura sustentable y sostenible¹. Otro punto clave es la comprensión de los conocimientos de los agricultores, sus prácticas, problemas y necesidades en el momento de usar la diversidad para la producción y control plagas (Jarvis, 2006).

Dentro de la investigación se busca a través de la función de producción brindar un contexto científico para la construcción de indicadores de productividad. En la expresión matemática de dicha función se busca mostrar como los factores de producción se transforman en bienes, existiendo una relación o proporción entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de productos obtenidos.

¹ La Agricultura sustentable se define como la actividad que permite tener una producción de alimentos y de fibras vegetales, sin poner en riesgo la conservación de recursos naturales ni la diversidad biológica y cultural para las futuras generaciones. Si a la agricultura sustentable le sumamos componentes ecológicos y sociales, haciendo mejoramiento y conservación de la fertilidad y productividad del suelo con estrategias de manejo (insumos de bajo costo), satisfaciendo las necesidades humanas de alimentación, consiguiendo viabilidad económica, equidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad, además busca mejorar y proteger el ambiente. Finalmente busca la durabilidad del sistema en el largo plazo en lugar de la rentabilidad de corto plazo (Enkerlin1997).

El análisis de frontera eficiente fue planteado por primera vez por Farrell (1957) donde la producción se define como la máxima cantidad de producto que una determinada firma puede producir a partir de un conjunto dado de insumos, x . La ineficiencia técnica corresponde a diferencias que surjan entre ese máximo teórico y lo que realmente produce la firma con esos insumos. La identificación de estas diferencias es esencial para el diseño y mejora de políticas por parte de instituciones públicas o privadas. Por lo que al estimar la frontera teórica de producción es posible definir indicadores de eficiencia para la unidad bajo estudio.

La hipótesis planteada es conocer si la diversidad genética cultivada de maíz tiene efecto positivo o negativa en la función de producción para las comunidades de los cantones Cotacachi y Saraguro.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

La función de producción

El primer acercamiento que se tiene a la modelación de la función de producción fue planteado por los fisiócratas, quienes explicaron el rendimiento de la tierra agrícola. Se destaca el trabajo de David Ricardo sobre la estipulación de la renta obtenida de la producción agrícola con base en la influencia que tienen las nuevas tierras marginales adicionales recientemente por el agotamiento de la tierra como la expansión continua de la demanda de los productos agrícolas; fue David Ricardo el primero en observar el rendimiento decreciente en la producción de los factores variables, capital y trabajo (Rionda, 2006).

Según Ballesteros (2000) al explotar una parcela la estrategia ordinaria del agricultor es destinar toda ella aun mismo cultivo y cosecha un solo producto. Este escenario recibe el nombre de producción simple, además se obtiene un subproducto o rastrojo que es poco utilizado.

El agricultor trabaja con “ n ” factores de producción (insumos), cuyas cantidades son x_1, x_2, \dots, x_n , y recoge al final del proceso una cantidad de producto x , es evidente que y depende del paquete de insumos (x_1, x_2, \dots, x_n) . Hasta cierto punto, cuando más tierra, fertilizantes, labores, semilla y otros insumos v se incorporen al proceso de producción, mayor será la cantidad de producto. Aunque la meteorología y otras variables aleatorias puedan alterar la relación teórica entre x y el paquete de insumos, la relación existirá siempre y toma la forma:

$$(1) \quad y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

La ecuación (1) se le conoce como función de producción simple (Ballesteros, 2000).

Según el esquema neoclásico el papel de las funciones de producción en la economía, es el empresario quien reúne materiales, materias primas, utiliza maquinaria, utensilios y contrata trabajadores y con todo ello produce algo material o presta algún tipo de servicio que vende en el mercado, la describe como:

$$(2) \quad y = f(L, K)$$

En la ecuación (2) el término y es la producción del bien/es o servicio(s), L es el trabajo medido en horas de trabajo homogéneo y K es el capital, es decir, el conjunto de medios de producción antes descritos o el ambiente en que trabaja la mano de obra. Considera el término productividad marginal ya sea de trabajo o de capital, donde el empresario optimiza los beneficios si paga a todos los trabajadores por el valor de la productividad marginal del último trabajador incorporado, igual si hace lo propio con el capital, optimizando de esta manera la asignación de recursos es decir produce lo máximo posible con el menor coste posible (Mora, 2009)

En general, se define a la producción como el proceso por el cual ciertos bienes y servicios disponibles, que se denominan factores de producción, se convierten en otros bienes y servicios denominados productos. La producción beneficia a los individuos de una comunidad, por cuanto, gracias a ella, algunos recursos pueden convertirse en productos, más deseados que los factores originarios, dentro de la teoría económica, el tipo puro de unidad productiva individual se llama empresa; y las actividades de esta empresa en la realización del proceso productiva están bajo la dirección general de un individuo o grupo llamado empresario (Vickrey, 1969).

Una función de producción es la relación entre las cantidades de factores productivos que una empresa utiliza y la cantidad de producción que la empresa produce, por lo tanto una empresa es una organización que produce bienes o servicios para venderlos. Para hacer esto, debe transformar los factores productivos (inputs) en un producto (output). La cantidad de output que produce una empresa depende de la cantidad de factores productivos utilizados (Krugman, 2008).

Es la Agricultura desde la visión económica la actividad humana de valor económico basado en la manipulación deliberada de plantas, animales y del ambiente en que crecen con la finalidad de producir bienes y servicios. Desde la visión Utilitarista, la concepción implícita de la tierra como factor de producción infinito y renovable, la tecnología ha sido una de las fuerzas motrices del desarrollo agrícola no sustentable y el Ambiente como productor de bienes económicos para el hombre. Para el enfoque Reduccionista es el fundamento filosófico para las tecnologías de la llamada “Revolución Verde”, éstas tecnologías, apoyadas en el uso de paquetes bio-químicos, dependientes de los combustibles fósiles, crean ambientes artificiales cada vez más alejados de la condición natural (Bresciano, 2009).

En la investigación agroecológica se considera a los agrosistemas como las unidades fundamentales de estudio. Donde la transformación de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo indivisible. Por lo tanto el interés no es sólo en la maximización de la producción de un componente particular, sino más bien la optimización del agrosistema como un todo. Es decir, se plantea la investigación como una serie de interacciones complejas entre personas, cultivos, suelo, animales, etc., por lo tanto sus herramientas de trabajo han de ser las estrategias que permitan aprovechar las sinergias existentes entre los distintos componentes del agrosistema (Porcuna, 2006).

Los propietarios conocen que la cantidad que produzcan de un bien dependerá del número de trabajadores que contraten, del número de personas contratadas, ya que al aumentar el número de trabajadores contratados la explotación de las hectáreas sería más intensiva y se producirá más del bien en estudio. La función de producción de la granja es la relación entre cantidad de trabajo y cantidad de producción, dada una cantidad fija de un factor productivo, lo que se plasma en la curva que se denomina curva de producto total (Krugman, 2008).

La función de producción Cobb-Douglas

Paúl Douglas observó un hecho sorprendente, la distribución de la renta nacional entre el capital y el trabajo se había mantenido más o menos constante durante un largo período. En otras palabras, a medida que la economía se había vuelto más próspera con el paso del tiempo, la renta de los trabajadores y la renta de los propietarios de capital habían crecido casi exactamente a la misma tasa. Esta observación llevó a Douglas a preguntarse qué condiciones hacían que las participaciones de los factores fueran constantes (Mankiw, 2000).

Fue Douglas quién preguntó a Charles Cobb, matemático, si existía una función de producción que produjera participaciones constantes de los factores, si éstos siempre ganaban su producto marginal. La función de producción necesitaría tener la propiedad de que:

$$(3) \quad \text{Renta del capital} = PM_K \times K = \alpha Y$$

$$(4) \quad \text{Renta del trabajo} = P_M L \times L = (1 - \alpha) Y$$

En las ecuaciones (3) y (4) donde α es una constante comprendida entre cero y uno que mide la participación del capital en la renta. Es decir, α determina la proporción de la renta que obtiene el capital y la que obtienen el trabajo. Cobb demostró que la función que tenía esta propiedad era:

$$(5) \quad Y = f(K, L) = A k^\alpha L^{1-\alpha}$$

En la ecuación (5) donde A es un parámetro mayor que cero que mide la productividad de la tecnología existente. Esta función llegó a conocerse con el nombre de función de producción Cobb-Douglas (Mankiw, 2000).

Las funciones Doble log y Log-lineal

Según Álvarez *et al.*, (2003), considérese el siguiente modelo, conocido como el modelo de regresión exponencial:

El cual puede ser expresado alternativamente como

(6)

$$y_i = \beta_1 x_i^{\beta_2} e^{u_i}$$

Donde ln=logaritmo natural

Si escribimos como

(7)

$$\ln y_i = \alpha + \beta_2 \ln x_i + u_i$$

$$\frac{dy}{y} = \beta_2 * \frac{dx}{x}$$

$$\frac{dy}{dx} * \frac{x}{y} = \beta_2$$

Es decir, β_2 es la elasticidad x de y que no es más que el producto marginal del factor dividido por su producto medio

El modelo log-lineal es:

(8)

$$\ln y_i = \alpha + \beta_2 x_i + u_i$$

$$\frac{dy}{y} = \beta_2 * dx$$

Cuando $dx = 1$

$$\frac{dy}{y} = \beta_2$$

$$\frac{dy}{y} * 100 = \beta_2 * 100$$

Entonces $\beta_2 * 100$ se interpreta como la variación porcentual de y cuando x cambia en una unidad. No se interpreta como una elasticidad.

Eficiencia productiva

Una de las principales fuentes del crecimiento de la productividad es la eficiencia productiva, entendiendo ésta como la maximización del output dado la cantidad de inputs utilizados. Desde el trabajo pionero de Farrell (1957), la medición de la ineficiencia productiva ha discurrido en paralelo a la estimación de fronteras de producción. Dado que la ineficiencia productiva se define como la discrepancia del nivel actual de producción respecto al máximo técnicamente alcanzable situado en la frontera, la medición de la ineficiencia requiere necesariamente la estimación de la frontera de producción.

Sin embargo la práctica habitual en la literatura económica ha consistido en estimar funciones de producción medias (estimadas por métodos de regresión convencionales) más que auténticas fronteras asumiendo que todas las unidades de producción son igualmente eficientes. Múltiples ejemplos ponen de manifiesto la importancia de la inadecuada estimación de funciones de producción. Es así que los estudios de los determinantes de la productividad basados en la estimación de funciones medias de producción obtienen estimaciones sesgadas de los parámetros afectando, por tanto, a las posibles implicaciones de política económica. Es por ello que los trabajos que estiman funciones medias de producción sólo estiman verdaderas funciones de producción (frontera) en el caso de que todas las unidades de producción sean igualmente eficientes.

El objetivo de este trabajo es estimar y comparar niveles de eficiencia siguiendo un procedimiento econométrico estocástico y paramétrico. Por un lado, la aproximación estocástica implica estimar una función de producción frontera en la que la desviación entre el nivel de output observado y el máximo posible comprende dos componentes: un término de error que capta el efecto de variables que no están bajo el control de la unidad productiva analizada, y un término de ineficiencia. Por otro lado, la aproximación paramétrica consiste en especificar una determinada relación funcional entre las variables objeto de estudio.

La característica fundamental de la aproximación econométrica de la frontera de producción es que se asume que la ineficiencia sigue una distribución asimétrica, dado que sólo puede reducir la producción por debajo de la frontera, mientras que las fluctuaciones aleatorias siguen una distribución normal asimétrica. La única dificultad estriba en que se han de utilizar supuestos distribucionales para identificar las diferencias en ineficiencia de otras fluctuaciones aleatorias, siendo necesario analizar la robustez de los resultados obtenidos ante distintos supuestos distribucionales.

La eficiencia económica comprende dos elementos: la eficiencia técnica (la maximización de la producción dada la cantidad de inputs utilizados); y, la eficiencia asignativa (la utilización de la combinación de inputs óptima dados sus precios relativos). Sin embargo, la ausencia de información a nivel regional del precio de los factores sólo nos permite estimar la eficiencia (o ineficiencia) técnica en la producción.

La ineficiencia técnica se calcula como la distancia de cada observación respecto de la frontera, estimando la Tasa de crecimiento de la Productividad total de los Factores (PTF) como la diferencia entre la tasa de crecimiento del progreso técnico y la tasa de crecimiento de la ineficiencia. Para realizar las estimaciones se realizan supuestos distribucionales alternativos para el término de ineficiencias, se asume que dichos términos siguen una distribución half normal, normal truncada y/o exponencial.

Definición de Biodiversidad o diversidad biológica

Según Keystone group (1991), la biodiversidad es la variedad de la vida y sus procesos. Para Smitinand (1994), la diversidad biológica es la “variación entre organismos y los complejos ecológicos en que ellos se encuentran” así como también lo define como el número de ítems diferentes y su importancia relativa.

Partiendo de las definiciones dadas sobre Biodiversidad se puede clasificarse en diferentes niveles jerárquicos (Mc Neely et al, 1990 Smitinand, 1994):

- **Diversidad genética:** se refiere a la variación genética dentro de una especie y/o población.
- **Diversidad de especies:** conjunto de organismos vivos.
- **Diversidad de ecosistemas:** es la variación de hábitats, de los organismos que viven en los mismos y de los procesos ecológicos en el planeta o un área de referencia.

La biodiversidad se entiende como el conjunto de especies que habitan el planeta o algún lugar de interés. El reconocimiento de la existencia de al menos tres niveles jerárquicos, tiene como consecuencia la aplicación de estrategias distintas, sea para desarrollar conocimientos, para diseñar e implementar prácticas de manejo para realizar los monitoreos.

Importancia de la Biodiversidad o diversidad biológica

Relevancia ecológica

La Estrategia Mundial de Conservación (UICN, 1990) menciona la posibilidad de mantener los rendimientos más altos posibles de manera compatible con el mantenimiento del potencial de la naturaleza, para satisfacer las necesidades de generaciones presentes y futuras. Para ello es necesario conocer de la influencia de la biodiversidad sobre varios procesos ecológicos.

Desde hace décadas, la ecología procura desentrañar la relación entre diversidad de especies y estabilidad. Esta preocupación estuvo influenciada posiblemente por las ciencias económicas, donde la relación entre diversificación (de inversiones o actividades) y estabilidad es aceptada sin mayor discusión. Sin embargo, el traslado de una ley o principio de una ciencia a otra ha demostrado no siempre ser posible. Entre otros aspectos, la misma idea de estabilidad no es asimilable entre las dos ciencias.

Cuando una empresa o persona debe más de lo que tiene o puede conseguir, se determina su quiebra económica. Sin embargo, no es tan fácil localizar los puntos de quiebre de un ecosistema o especie. En ecología se distinguió posteriormente la aptitud de un ecosistema para absorber disturbios sin modificar sus funciones más importantes (resistencia de la estabilidad) y la capacidad de retornar a la situación original luego de un disturbio (Holling 1973, Christensen et al, 1996). Las funciones más importantes de los ecosistemas están relacionadas con los flujos de materia y energía que suceden en los mismos.

La relación teórica entre diversidad y estabilidad pareció derrumbarse cuando May (1974) postuló que, los sistemas más simples con pocas especies eran más estables que los de alta diversidad específica. Paralelamente, la mayoría de los ecólogos coincidió en caracterizar a las selvas tropicales húmedas, localizadas en ambientes de baja altitud las áreas de mayor diversidad como “Ecosistemas frágiles” (Lugo, 1995). Los avances teóricos que sucedieron, explicaban la alta biodiversidad de los ecosistemas tropicales húmedos como una consecuencia de la estabilidad ambiental. (Perry, 1994). Es decir, se invertía la causalidad y los patrones de diversidad reconocían causas inversas a lo que sucedía en la economía. La relación entre poca diversidad y estabilidad fue siempre difícil de aceptar por falta de evidencia empíricas. En ecosistemas de baja diversidad como el desierto patagónico existe información que demostraría la poca capacidad de recuperación de los mismos luego de un disturbio como el pastoreo (Ludepa, 1993).

Como era de esperar de una ciencia en desarrollo como la ecología, nuevas evidencias empíricas volvieron a alterar su base teórica. La recurrencia de huracanes en los trópicos, especialmente el americano, en el cual se presentía la mayor diversidad, denuncia que estos ambientes no son estables. Por otro lado existen numerosas evidencias de que las

masas selváticas del norte de Guatemala y sur de México corresponden a bosques secundarios y fueron disturbados severamente por los mayas como tierra de cultivo (Barrera et al 1977, Gomez Pompa 1987 a y b, citados por Lugo 1995).

Recientemente, algunos experimentos de larga duración demostraron una relación positiva entre estabilidad de pastizales y diversidad de especies (Tilman y Downing, 1994). Estos autores encontraron que la resistencia a la sequía se incrementaba a medida que el número de especies de un pastizal natural aumentaba. Más recientemente Tilman (1996) trabajando también en pastizales naturales encontró que si bien la estabilidad de un ecosistema en relación a la sequía aumenta con el número de especies, no pasa lo mismo a nivel de las poblaciones específicas. Estas muestran mayor fluctuación o inestabilidad, a medida que aumenta el número de especies. La variable a través de la cual investigaron estas relaciones fue la biomasa anual producida por el pastizal y por cada una de las especies que lo componen. La explicación a este comportamiento disímil se encuentra probablemente en las relaciones competitivas entre las especies.

Existen también algunas evidencias de relaciones entre la biodiversidad y la resiliencia. Para explicar esta relación, se acude a otro concepto como el de diversidad funcional (Vitousek y Hooper, 1993; Silver et al 1996). Según estos autores la diversidad funcional en ecosistemas forestales se verifica a nivel de los ciclo biogeoquímicos (ciclos de nutrientes y del agua) y la productividad primaria. Las funciones se pueden cumplir a través de varios mecanismos en los cuales pueden participar, en algunos casos, las mismas especies.

En los ecosistemas tropicales, existiría una considerable redundancia de funciones debido a la gran diversidad. Es decir, la misma función podría ser ejecutada por varias especies. La presencia de disturbios de magnitud, que suelen disminuir notablemente la presencia de algunas especies, no tendría mayores consecuencias para el mantenimiento de las funciones mencionadas, las especies remanentes podrían constituir vías alternativas a través de las cuales sería posible mantener las funciones de circulación de nutrientes y flujo de energía (Silver et al, 1996).

Algunas evidencias empíricas apoyan estos postulados. En 1989, el huracán “Juana” constituyó un disturbio muy severo para los bosques de Nicaragua. Según Boucher et al, (1990), los bosques nativos de pino, compuestos por pocas especies se vieron mucho más afectados que los bosques mixtos con mayor diversidad. Por el contrario, en la Argentina, en bosques templados fríos, compuestos por muy pocas especies y dominados por *Nothofagus antártica* (Ñire), la deforestación y conversión a sabana disminuyó notoriamente la mineralización de nitrógeno. En esa situación de baja diversidad, la disminución de la abundancia del componente arbóreo alteró una función esencial como la circulación de nutrientes (Schlichter et al, 1997).

Resulta evidente que es necesario un conocimiento más profundo para establecer de manera inequívoca las relaciones entre diversidad y estabilidad o resiliencia. Los resultados por ahora son sólo aplicables a las áreas y ecosistemas en que se realizaron las mediciones, y debido a la enorme heterogeneidad espacial que existe a nivel de paisaje o región, no es posible generalizarlos. En estos casos las investigaciones, además de cubrir un gran rango de variabilidad ambiental deben ser de largo plazo. Desgraciadamente, y equivocadamente, los fondos para este tipo de investigaciones no abundan y esta situación se deberá revertir, si se quiere llegar a conclusiones más definitivas acerca de la importancia ecológica de la biodiversidad.

En otro nivel jerárquico, el de la diversidad genética, parece haber menos discusión acerca de su relación positiva con la estabilidad. La base del mejoramiento consiste en mantener la mayor variación genética posible. El mantenimiento de la diversidad genética hace posible tanto la obtención de resistencia a enfermedades o plagas, como el incremento de la productividad. Son muchos los ejemplos que vinculan baja diversidad genética con procesos catastróficos a nivel de cultivos agrícolas.

En 1846, una enfermedad fúngica destruyó la mitad de la producción de papa de Irlanda provocando hambruna y la emigración de una cuarta parte de la población. El mismo hongo se encuentra en los Andes sudamericanos, pero jamás se ha registrado un problema similar, debido probablemente a que en esta región se encuentra el centro de origen de esta especie y presenta en consecuencia una gran diversidad genética, que se refleja en al enorme gama de variedades que se cultivan (Salick y Merrick, 1990). Sin

embargo, la mecanización y la comercialización requiere cada vez más de productos homogéneos, fácilmente cosechables y diferenciables en el mercado. Ello se logra generalmente a través de hibridación o clonación, y si no se toman precauciones como la conservación “ex -situ” (en bancos de germoplasma) y la conservación “in situ” (bajo las condiciones naturales, permitiendo la continuidad de procesos evolutivos), la disminución de la diversidad genética de especies vegetales de interés comercial puede amenazar en el mediano plazo la continuidad productiva.

Interacciones entre los componentes de la biodiversidad y el manejo de los agricultores

Según Brown y Hodgkin, (2011) citado por Jarvis, Padoch y Cooper, (2011) el gran reto que la comunidad agrícola mundial enfrenta hoy es cómo desarrollar y mejorar la productividad de los ecosistema agrícolas, para alivianar la pobreza y garantizar la seguridad alimentaria de manera sostenible. Mundialmente se reconoce que la diversidad fitogenética es esencial para satisfacer las necesidades a corto plazo y alcanzar la sostenibilidad a largo plazo. Es por ello que el manejo de la biodiversidad es complejo y sintético, incluye todos los niveles de la diversidad (ecosistemas, especies, genes y ambiente) y depende de varias disciplinas (genética, sistemas agrícolas, ciencias sociales), por tanto es necesario un marco de conocimiento para manejar la agrobiodiversidad a nivel genético, in situ de manera sostenible. Aunque no está comprendida del todo la relación entre la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema, es posible aseverar varios aspectos. El primero es la composición de las especies que puede ser más importante que el número absoluto de especies. Una gran diversidad de asociaciones de funciones es más importante desde la perspectiva funcional que riqueza de la especie en sí misma.

En segundo lugar, la diversidad genética dentro de la poblaciones es importante para la continua adaptación a las condiciones cambiantes ya las necesidades de los agricultores mediante la evolución, y en último caso, para el suministro continuo de bienes y servicios ambientales, según Brown y Hodgkin (2011) citado por Jarvis, Padoch y Cooper, (2011)

Y en tercer lugar, la diversidad dentro y entre los hábitats y a nivel del paisaje también es importante de múltiples maneras (Brookfield y Padoch). La diversidad a nivel del paisaje puede incluir la diversidad de las plantas requeridas para suministrar fuentes alternativas de forraje y sitios donde los polinizadores de los cultivos puedan anidar, o para proporcionar fuentes alternas de alimentos para los enemigos naturales de las plagas que atacan a los cultivos.

Muchos de los estudios de caso del manejo a pequeña escala describen la explotación de lo que convencionalmente se consideran ambientes no propicios o marginales para la producción agrícola. Es en estos ambientes (empinados, infértiles, propensos a la inundación, secos o distantes) donde continúan gran parte de los pequeños agricultores y mucha de la biodiversidad agrícola. En estas circunstancias, el manejo de altos niveles de diversidad se puede volver parte central de las estrategias de manejo de los medios de vida de los agricultores y los ganaderos, y de la supervivencia de sus comunidades (Brookfield y Padoch; Rerkasem *et. al.*). La biodiversidad agrícola ayuda a garantizar algún nivel de resiliencia, al ser capaz de absorber choques o cambios y mantener su funcionalidad. Los pequeños agricultores y los ambientes sociales y económicos en los que operan están continuamente expuestos a muchos cambios. Cuando se presentan un cambio repentino, los más resilientes tienen la capacidad de renovar, reorganizar e incluso prosperar (Folke *et al.* 2002). En un sistema que ha perdido su flexibilidad para tolerar los cambios, éstos, por pequeños que sean, pueden ser potencialmente desastrosos. La falta de capacidad para enfrentar los riesgos, los estreses y los choques (sean estos políticos, económicos o ambientales) contamina y amenaza los medios de vida de los pequeños agricultores.

| **Nuevas perspectivas sobre la diversidad genética**

El aprecio de los seres humanos por la diversidad genética de las plantas tiene una larga historia (Frankel *et al.*, 1995). Tradicionalmente, los agricultores han manipulado, seleccionado y utilizado las diferencias que han percibido entre y dentro de las especies de plantas con las cuales ellos y sus familias se han mantenido. Estas diferencias están en la

morfología, la productividad, la confiabilidad, la calidad, a resistencia a plagas y otras características similares, incluyendo la variabilidad, que puede no ser aparente a la vista de alguien no entrenado. Ahora hemos entrado en la era de la biología molecular, que nos proporciona nuevas herramientas y medios para entender, de una nueva manera la diversidad genética desde su nivel fundamental

Modelo propuesto de Frontera Estocástica

Behr y Tente (2008) dicen, suponga que una firma tiene una función de producción $f(z_i, \beta)$. En un mundo que no tienen ineficiencias, la firma $i^{ésima}$ produciría:

$$(9) \quad q_i = f(z_i, \beta)$$

El análisis de frontera estocástica asume que cada firma potencialmente produce menos de lo que podría debido a un grado de ineficiencia. Específicamente:

$$(10) \quad q_i = f(z_i, \beta)\xi_i$$

Dónde, ξ_i es el nivel de ineficiencia para la firma i , ξ_i debe estar en el intervalo (0, 1]. Si $\xi_i = 1$, entonces la firma tiene el producto óptimo, con la tecnología utilizada en la función de producción. Cuando $\xi_i < 1$, la firma no está obteniendo la mejor de la cantidad de insumos z_i . Dado que la producción es positiva $q_i > 0$, se asume que la ineficiencia es estrictamente positiva $\xi_i > 0$.

También se puede asumir que la producción está sujeta a choques estocásticos, lo que implica que

$$(11) \quad q_i = f(z_i, \beta)\xi_i \exp(v_i)$$

Tomando los logaritmos naturales en los dos lados se tiene:

$$(12) \quad \ln q_i = \ln[f(z_i, \beta)] + \ln(\xi_i) + v_i$$

Se puede generalizar esto, suponiendo que hay n insumos y que la función de producción es log-lineal, además con $u_i = \ln(\xi_i)$ lo que da:

(13)

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ij}) + v_i - u_i$$

Dado que u_i se resta, se tiene que $u_i \geq 0$ implica que $0 < \xi_i \leq 1$, como se especifica arriba.

Se puede hacer distintos supuestos distribucionales sobre el comportamiento del componente de ineficiencia técnica

- exponencial: el u_i , es independiente, exponencialmente distribuido con varianza σ_u^2
- hnormal: el u_i es independiente con half normally $N + (0, \sigma_u^2)$ distribuido
- tnormal: el u_i es independiente con half normally $N + (0, \sigma_u^2)$ distribuido con puntos truncados como 0.

Para incorporar factores exógenos (z) sobre la eficiencia técnica, el término de error u_i que la incorpora, se puede modelar como una función de estos factores:

(14)

$$TE_i = u_i \sim N^+(z_i' \gamma, \sigma_u^2)$$

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE EVIDENCIA EMPÍRICA

La literatura sobre eficiencia productiva o técnica en la actividad cafetera colombiana está surgiendo (Perdomo, 2006; Perdomo & Hueth, 2010). Igualmente, la técnica de frontera estocástica no ha sido muy aplicada en el sector agrícola con el fin de estimar formas funcionales de producción, economías a escala y eficiencia técnica, para diseñar políticas que ayuden a mejorar los rendimientos en el cultivo del grano. No obstante, Perdomo, *et. al* (2007) y Perdomo & Mendieta (2007), obtuvieron la eficiencia técnica y asignativa mediante el método no paramétrico DEA (análisis envolvente de datos) en la zona cafetera de Colombia.

Los estudios llevados a cabo en las fincas de olivo griegas (Konstantinos *et al.* 2003) y las granjas de Estados Unidos (Ornelas, Shumway & Ozuma 1994) consideraron los efectos sobre las medidas de economías a escala y eficiencia obtenidas desde la técnica paramétrica de frontera estocástica por elegir formas funcionales de producción inapropiadas.

El tema de la diversidad intra-específica es una de las estrategias de los agricultores para hacer frente a las pérdidas de rendimiento futuro e inminente causado por limitaciones bióticas y abióticas. Cuando la elección de material de siembra de esta diversidad genética podría estar a disposición de los agricultores en forma de variedades locales, mejoradas, o modificadas genéticamente (en algunos países); de esa manera conseguir cuantificar el efecto de la elección de cultivos de variedades en la producción, la variabilidad de la producción y la probabilidad de pérdidas o fracasos de la cosecha (Di Falco y Chavas de 2006, Smale *et al.*, 1998, Smale, *et al.*, 2003). El análisis econométrico fue utilizando un marco de reducción de daños o llamado *damage abatement function*. Este marco permite evaluar el efecto rendimiento, de la reducción de opciones de la variedad de cultivos. Por un lado, diferentes variedades tienen diferentes potenciales de rendimiento, por otro lado

algunas variedades muestran mayor o menor resistencia a ciertas plagas y/o enfermedades (Smale et al., 2006). (Huang, et al., 2002, Qaim y de Janvry, 2005).

Según Lyson & Welsh (1991), los supuestos incorporados en la función de producción de la economía neoclásica han servido para estructurar la producción agrícola. El enfoque limitado de la función de producción en los insumos de tierra, trabajo, capital, gestión y el uso de la rentabilidad de la explotación como la definición primaria de sostenibilidad han sido confrontados por los agricultores quienes argumentan las consecuencia sociales y ambientales de la producción son tan importantes como los resultados económicos. La utilización de la diversidad de las cosechas como un indicador de la sostenibilidad en la función de producción se pone en el debate entre los modelos convencionales neoclásicos de la producción y un modelo sostenible alternativo.

Serpa (2005), analizó la producción de maíz amarillo en el valle del medio y bajo Sinú en el departamento de Córdoba, con información procedente de una encuesta en el primer semestre del año 2001, para productores con diferentes tamaños de explotaciones sembradas con materiales híbridos y una variedad. Trabajando en la estructura de origen de la oferta, estructura de costos, eficiencia, y los rendimientos a escala presentes en la función de producción. Los resultados indican que la mayor oferta proviene de los agricultores medianos y grandes; sin embargo, en el análisis de costos mínimos, los agricultores pequeños resultan ser más eficientes económicamente que las explotaciones de tamaño superior. Con la utilización de herramientas estadísticas y econométricas, los resultados de tres modelos indican que la producción de maíz en Córdoba presenta rendimientos decrecientes de escala; las productividades marginales del gasto obtenidas reflejan un agricultor no muy eficiente; además, al examinar las economías de tamaño se encontró una relación positiva entre las variables costo y tamaño de las explotaciones: una variación el 1% en el área produce una variación del 4% aproximadamente en los costos de producción.

Di Falco & Chavas (2006), han evaluado el efecto dinámico de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas mediante el uso de una función de producción estándar con variables de rezago. Si bien estos modelos permiten la incorporación de conductas de riesgo y la vulnerabilidad económica de los agricultores a las plagas y enfermedades, que manejan

todos los insumos como afectando directamente al rendimiento. Las diferentes variedades de rendimiento muestran diferentes actuaciones de forma independiente de la restricción. Algunas variedades son más adaptadas a unas condiciones específicas, pero otros son genéticamente propensos a mejores rendimientos. Esta ventaja en el rendimiento o el efecto del rendimiento en la elección genética debe tenerse en cuenta en la función de producción. La diversidad genética puede ser tratada como otro insumo en la función de producción.

Según Di Falco (2006) en la región de Tigray (Etiopía) sobre la diversidad de variedades de trigo duro se evaluaron datos de producción de una encuesta de hogares estimándose una función de producción para evaluar los efectos de la riqueza de la variedad, la degradación del suelo, y su interacción en la media y la varianza del rendimiento. En las parcelas múltiples se observó que la riqueza de variedades aumenta la productividad agrícola, también redujo la variabilidad del rendimiento, pero sólo para los altos niveles de la diversidad genética. Las simulaciones con parámetros estimados muestran cómo plantar más diversas variedades de trigo duro en las parcelas múltiples contribuye a la mejora del bienestar del agricultor. Considerando a la familia de agricultores que participan en la producción agrícola. Los resultados proporcionan evidencia empírica de que la riqueza de las variedades mejora la productividad y reduce la variabilidad de los rendimientos, además se encontró que la riqueza de variedad aumenta considerablemente los ingresos previstos a partir de trigo. En Tigray, donde la degradación de la tierra es un problema grave, la diversificación de la variedad es tanto una estrategia agrícola importante para la gestión de riesgos de producción.

Capítulo III.

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Los datos para este estudio se obtuvieron luego de haber realizado la encuesta aplicada a 125 pequeños productores de maíz distribuidos en las provincias de Imbabura (64) y Loja (61) en los cantones Cotacachi y Saraguro respectivamente, el levantamiento de encuesta se realizó entre los meses de agosto a octubre del 2010. El formulario diseñado contiene las principales características sociales, productivas, geográficas y económicas de los pequeños productores de maíz entrevistados (Anexo 1), entre las cuales están las variables relacionadas con la producción de maíz tomadas para este trabajo. El pequeño productor en las dos provincias tenía una superficie comprendida entre los 100 y 19 000 m² destinados para la producción de maíz en asociación o monocultivo. Se describe las variables a ser analizadas dentro del estudio:

Rendimiento.- se cuantificó la cantidad total de la producción de los diferentes maíz cosechado durante el año 2010 expresado en kg/Ha, para cada uno de los agricultores encuestados en las dos provincias.

Capital.- se cuantificó el capital invertido en la preparación del terreno, adquisición de semillas, herramientas, maquinaria utilizada, total de jornales pagados, compra de agroquímicos, fertilizantes y abonos durante la producción del año 2010.

Numero de variedades sembradas por el agricultor.- se utilizó el número de variedades de maíz sembradas por cada agricultor a nivel de cada parcela.

Escolaridad del jefe del hogar.- esta variable cualitativa se tomó para conocer la formación académica que tiene el jefe del hogar responsable de las decisiones dentro de la unidad productiva.

0= analfabeta

1= primaria incompleta

2= primaria completa

3= secundaria incompleta

4= secundaria completa

5= universidad incompleta

El tamaño de la muestra seleccionado para cada provincia fue el requerido dentro del proyecto Internacional de Bioersity “Conservación y uso de la diversidad agrícola sembrada para el control de plagas y enfermedades”, se consideró un 30% seleccionando al azar dentro de cada provincia, en cada comunidad se registró un total de 160 a 180 miembros para poder realizar el estudio. Por ésta razón se consideró un total de 64 personas encuestadas para la provincia de Imbabura y 61 para la provincia de Loja.

Capítulo IV

RESULTADOS

El presente capítulo trata del análisis empírico de los principales determinantes de la función de producción agrícola relacionada a la influencia de la diversidad genética cultivada de maíz en las Provincias de Imbabura y Loja durante el año 2010.

La función de producción estocástica (10) ha sido estimada a partir de los datos obtenidos un corte transversal del sector agrícola de las provincias de Imbabura y Loja para el año 2010 con 125 observaciones. Para ello, como en la mayor parte de los estudios empíricos realizados, se acepta que la tecnología subyacente a la función de producción tipo Cobb-Douglas. A partir de esta función se analizará la contribución de los distintos componentes como: capital de cada unidad productiva, número de variedades sembradas y la escolaridad del jefe del hogar.

Las características socioeconómicas para la variable género del jefe del jefe de hogar (cuadro 01), se cuantifico que el 80% de los hogares son los hombres quienes toman las decisiones distribuido un 42,4% en la provincia de Imbabura y un 37,6% en la provincia de Loja, mientras que tan solo un 20% son las mujeres son las jefas de hogar siendo un 8,8% en la provincia de Imbabura y un 12,2% en la provincia de Loja. Además son las mujeres quienes se encargan de las actividades agrícolas después de la siembra donde trabajan con los jefes de hogar, es por ello que son las mujeres quienes identifican mejor variedades, rendimientos, plagas y pérdidas.

Cuadro 01.- Relación género del jefe del hogar por provincia

Género jefe de hogar	Hombre	Mujer	Total general
Imbabura	53 (42,4%)	11 (8,8%)	64
Loja	47 (37,6%)	14 (12,2%)	61
Total general	100 (80%)	25 (20%)	125

La edad promedio del jefe del hogar por provincia (cuadro 02), indica que los hombres de Imbabura y Loja están en un promedio de 49,49 y 49,02 años respectivamente, mientras que las mujeres de Imbabura tienen un promedio de 60,9 años y en Loja de 48,42 años. Por esta razón como la edad de los hombres están dentro de la población económicamente activa, ellos deciden migrar hacia otras ciudades y dejan a sus esposas o familiares al cuidado de la parcela y de las demás actividades dentro del manejo de la unidad productiva.

Cuadro 02.- Relación del genero por la edad del jefe del hogar

Género del jefe del hogar	Provincias		Total general
	Imbabura	Loja	
Mujer	60,90	48,42	53,92
Hombre	49,69	49,02	49,38
Total general	51,625	48,8852459	50,288

Para la variable escolaridad del jefe del hogar encuestado (cuadro 03), se cuantificó que el nivel de analfabetismo es del 31,20% distribuido en Imbabura es del 26,4% y en Loja del 4,8%, para primaria incompleta se obtuvo un 33,60% distribuido en Imbabura el 18,4% y en Loja del 15,2%, para primaria completa se obtuvo un 25,6% distribuido para Imbabura un 4,8% y en Loja del 20,80%, para secundaria incompleta se obtuvo un 4,8%, para secundaria completa un 3,2%, para universidad incompleta se obtuvo un 1,6%. Lo cual nos indica que el nivel de escolaridad de los productores de maíz en las dos provincias es muy bajo y se necesita generar programas de nivelación y alfabetismo para dar charlas y cursos de capacitación sobre agricultura.

Cuadro 03.- Relación escolaridad del jefe del hogar por provincia de investigación

Provincia	Escolaridad del jefe del hogar						Total general
	0	1	2	3	4	5	
Imbabura	33	23	6	1		1	64
Loja	6	19	26	5	4	1	61
Total general	39	42	32	6	4	2	125

0=analfabeta, 1=primaria incompleta, 2=primaria completa, 3=secundaria incompleta, 4=secundaria completa, 5=universidad incompleta

Para la variable número de miembros de la familia, las familias más numerosas están en Imbabura teniendo hasta 22 integrantes dentro del mismo techo y en Loja como máximo de 12 integrantes. Esta variable es importante ya que para el trabajo de las labores agrícolas es la mano de obra familiar quien aporta para la producción.

Para la variable superficie sembrada de las parcelas por provincias (cuadro 04) se observa que en la provincia de Imbabura el 13,6% tienen parcelas cuya superficie esta entre 100,01 a 2 000 m², y un 19,2% tienen superficies entre 200,01 a 5 000 m²; mientras que, en la provincia de Loja el 12,8% tiene de 500,01 a 1000 m², y el 16% tienen superficies entre 2000,01 a 5000 m², lo cual indica que la superficie productiva en Imbabura es menor que en Loja.

Cuadro 04.- Relación superficie sembrada por provincia

Provincia	Superficie sembrada de cada agricultor						Total general
	1	2	3	4	5	6	
Imbabura	4	7	17	24	9	3	64
Loja	9	16	11	20	5		61
Total general	13	23	28	44	14	3	125

1= menor igual a 500 m²; 2= de 500,01 a 1000 m²; 3= de 1000,01 a 2000 m²; 4= de 2000,01 a 5000 m²; 5= de 5000,01 a 10000 m²; 6= de 10000,01 a 20000 m²

Para la relación número de variedades por provincia (cuadro 05), se puede observar en la provincia de Imbabura utilizan un mayor número de variedades contándose un máximo de once variedades sembradas de un solo agricultor y un 53% tienen de dos a cinco variedades y un 17% tienen de 6 a 11 variedades, mientras que en la provincia de Loja como máximo hay 4 variedades sembradas por cada agricultor un 56% está entre 2 y 4 variedades sembradas, siendo en la provincia de Imbabura donde hay una mayor cantidad de diversidad genética cultivada por agricultor.

Cuadro 05.- Relación número de variedades por provincia

Provincia	Número de variedades sembradas											Total general
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Imbabura	19	10	7	8	9	3	1	1	3	2	1	64
Loja	27	22	10	2								61
Total general	46	32	17	10	9	3	1	1	3	2	1	125

Para la variable rendimiento de la producción de maíz en la región sierra por sus condiciones agroecológicas, permite cultivar una biodiversidad de maíces, como son: amarillos (killu-saras), blancos-duros (morocho-sara), chupados-cristalinos (chulpi-sara), negros (yana-sara), rojos-morados (puka-saras), mezclados (iruticu-sara), amarillos con manchas rojas (sangre de Cristo-sara), canguiles, y blancos suaves (yura-sara), los cuales tienen aceptación para el autoconsumo y en el mercado. Los rendimientos promedios de estos tipos de maíces (maíces amiláceos) son de 2500 kg/Ha en la sierra. Estos bajos rendimientos se deben a varios factores (semillas, baja fertilidad de los suelos, labores culturales inadecuadas, etc.). En el (cuadro 06) se obtuvo un promedio general de 2289,61 kg/Ha, la misma que a nivel provincial se obtuvo un promedio de 1732,58 kg/Ha para la provincia de Imbabura y de 2874,04 kg/ha para la provincia de Loja. Estos rendimientos son inferiores si los comparamos con la producción de maíces amiláceos y también de variedad mejorada como es INIAP-160 que tiene un rendimiento promedios de 4547 kg/Ha.

Cuadro 06.- Rendimiento promedio de maíz por provincias durante el año 2010.

provincia	mean	cv	sd	N	min	max
Imbabura	1732.578	.6484717	1123.528	64	184.1756	4352.031
Loja	2874.036	1.190707	3422.133	61	454.5455	22727.27
Total	2289.61	1.125112	2576.066	125	184.1756	22727.27

En el análisis del rendimiento de maíz hay que considerar el número de variedades sembradas en las unidades productivas (UPA) (cuadro 07). En la provincia de Imbabura que utilizan hasta once variedades sembradas por unidad productiva, con un promedio de

cuatro variedades; mientras que, en la provincia de Loja únicamente siembran hasta cuatro variedades de maíz con un promedio de dos variedades sembradas por unidad productiva. Los rendimientos obtenidos al sembrar una sola variedad (cuadro 08) dan un promedio de 2154,02 kg/Ha mientras que al sembrar dos o más variedades se obtuvo un promedio de 2368,56 kg/Ha por unidad productiva evaluada, lo cual nos permite considerar que la diversidad genética presenta algún nivel de influencia sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

Cuadro 07.- Número de variedades de maíz por provincia

provincia	mean	cv	sd	N	min	max
Imbabura	3.5625	.7483291	2.665923	64	1	11
Loja	1.7868	.4695001	.8389429	61	1	4
Total	2.696	.8080222	2.178428	125	1	11

Cuadro 08.- Rendimiento de maíz comparando una sola variedad vs diversidad cultivada en las unidades productivas de Imbabura y Loja

unavar	mean	sd	cv	N	min	max
Diversidad	2368.559	2883.395	1.217363	79	403.6201	22727.27
una variedad	2154.023	1961.015	.9103965	46	184.1756	7954.545
Total	2289.61	2576.066	1.125112	125	184.1756	22727.27

Al relacionar el rendimiento de la producción de maíz con la escolaridad del jefe del hogar (cuadro 09), se pudo observar que un mayor rendimiento lo consiguen los hogares donde los jefes del hogar tienen una educación secundaria incompleta con un promedio de 6 500 kg/Ha y quienes tienen una educación secundaria completa consiguieron rendimientos promedios de 4 480,99 kg/Ha, mientras que las personas con menor escolaridad como los analfabetas tienen rendimientos bajos de 1 602,20 kg/ha, con una escolaridad de primaria incompleta consiguen rendimiento de 2 031,77 kg/Ha y quienes tienen primaria completa tienen rendimientos de 2 462,64 kg/Ha, lo cual nos indica que para brindarles capacitaciones y aumentar la producción hay que considerar el nivel de escolaridad del jefe del hogar, puesto que esta persona es quien toma las decisiones de cómo producir durante cada año las parcelas y la preparación de la superficie sembrada.

Cuadro 09.- Rendimiento de maíz considerando la escolaridad del jefe del hogar

Escolaridadjefehogar	mean	cv	sd	N	min	max
analfabeta	1602.197	.8581828	1374.978	39	184.1756	7575.76
primaria incompleta	2031.769	.7560825	1536.185	42	220.1189	6818.18
primaria completa	2462.637	.7353673	1810.942	32	606.0606	8727.27
secundaria incomp	6500.00	1.288233	8373.512	6	454.5455	22727.27
secundaria completa	4480.988	.9298554	4166.67	4	1761.364	10568.18
universidad incomp	1326.446	.4449703	590.229	2	909.0909	1743.80
Total	2289.61	1.125112	2576.066	125	184.1756	22727.27

Para la variable capital invertido por unidad productiva (cuadro 10), se cuantificó que el promedio general es de \$ 340,73. A nivel provincial se puede observar que, para Imbabura el promedio fue de \$ 2 168,46 y en Loja es de \$ 8 669, es decir hay un mayor gasto para la producción de maíz en Loja. Al comparar por la cantidad de variedades utilizadas (cuadro 11), se observa que el promedio de capital para producir una sola variedad es de 7 599,14 dólares mientras que el promedio para sembrar diversidad (dos o más variedades) se reporta un gasto promedio de 4 025,71 dólares.

Cuadro 10.- Capital invertido por provincia

provincia	mean	cv	sd	N	min	max
Imbabura	2168.464	1.192046	2584.908	64	235.2787	14783.87
Loja	8669.009	.9701456	8410.201	61	941.8182	51037.12
Total	5340.73	1.300788	6947.158	125	235.2787	51037.12

Cuadro 11.- Capital invertido por diversidad

Unavar	mean	sd	cv	N	min	max
Diversidad	4025.707	4921.973	1.222636	79	235.2787	26165.45
Una variedad	7599.138	9096.722	1.197073	46	272.4326	51037.12
Total	5340.73	6947.158	1.300788	125	235.2787	51037.12

Para el modelo, la variable dependiente considerada es el rendimiento de la producción de maíces (q_i) expresado en kilogramos por hectárea y las variables explicativas se detallan en el cuadro 12. La variable provincia no fue significativa para este estudio y no se incluyó en la regresión. Se realizó el cálculo de la regresión, encontrándose significancia estadística al

5% (cuadro 13), para los factores: el logaritmo natural del capital invertido expresado en dólares por hectáreas, la escolaridad del jefe del hogar y total de variedades de maíces. Los resultados de la estimación del modelo indican que: si se aumentaría un 1% una unidad del capital invertido se incrementaría un 0,3203% el rendimiento: mientras aumenta el nivel de escolaridad del jefe del hogar se conseguiría un incremento del rendimiento del 14,63%; y, si se aumenta una de variedad de maíz en el sistema productivo se puede conseguir que el rendimiento incremente en un 8,79%.

Cuadro 12.- Descripción de las variables utilizadas para la regresión del rendimiento de la producción de maíz en las provincias de Imbabura y Loja durante el año 2010.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
rendkggha	Rendimiento total de maíz expresado en kilogramos por hectárea
lnykggha	logaritmo natural del rendimiento de maíz expresado en kilogramos por hectárea
capitalha	capital invertido en la producción de maíz (preparación de terreno, maquinaria, compra de productos químicos, semilla y jornales)
Lnkha	logaritmo natural del capital invertido
tot_var	total de variedades sembrado por agricultor
escolajh	escolaridad del jefe del hogar

Cuadro 13.- Regresión del rendimiento de la producción de maíz en las provincias de Imbabura y Loja durante el año 2010.

```
regress lnykggha lnkha tot_var escolajh
```

Source	SS	df	MS			
Model	20.160094	3	6.72003135	Number of obs =	125	
Residual	67.104632	121	.554583735	F(3, 121) =	12.12	
Total	87.264726	124	.70374779	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.2310	
				Adj R-squared =	0.2120	
				Root MSE =	.7447	

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnykggha						
lnkha	.3203542	.0672715	4.76	0.000	.1871725	.4535359
tot_var	.0878936	.0340686	2.58	0.011	.0204458	.1553413
escolajh	.1463502	.0620625	2.36	0.020	.0234811	.2692193
_cons	4.411371	.570646	7.73	0.000	3.281627	5.541115

En los cuadros 14 y 15 aparecen las estimaciones de la función de producción de maíz utilizando la técnica econométrica de análisis de frontera estocástica. Para el componente de ineficiencia técnica v en el cuadro 14 se asume una distribución half normal y en el cuadro 15 una distribución normal truncada. En ambos casos se obtuvo significancia estadística al 5% para el logaritmo natural del capital invertido por hectárea, la escolaridad del jefe del hogar y para total de variedades de maíz.

En el cuadro 14 se observa la prueba de hipótesis sobre la desviación estándar σ_u del componente de error aleatorio (choque estocástico) u . El p – *valor* de la prueba es de 1, así que se acepta la Hipótesis nula de que la desviación estándar del choque estocástico es cero. Por tanto, se concluye que no existe choque estocástico, aportando evidencia en contra de la necesidad de la estimación de una frontera estocástica.

En el cuadro 15, se observa la prueba de hipótesis para la existencia de ineficiencia técnica. El p – *valor* de la prueba es de 0.624, así que se acepta la Hipótesis nula de no existencia de ineficiencia técnica.

Los resultados de las pruebas de los cuadros 14 y 15 descartan la existencia de frontera estocástica, y en general no aportan evidencia a favor de la existencia de ineficiencia técnica.

Cuadro 14.- Frontera estocástica de producción asumiendo distribución normal

lnykgha	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnkha	.3203535	.0661865	4.84	0.000	.1906304	.4500767
escolajh	.1463503	.0610616	2.40	0.017	.0266718	.2660288
tot_var	.0878932	.0335192	2.62	0.009	.0221967	.1535896
_cons	4.434162	1.021891	4.34	0.000	2.431293	6.437031
/lnsig2v	-.6226152	.1331849	-4.67	0.000	-.8836529	-.3615775
/lnsig2u	-7.102009	74.56643	-0.10	0.924	-153.2495	139.0455
sigma_v	.7324885	.0487782			.6428612	.8346116
sigma_u	.0286958	1.069872			5.28e-34	1.56e+30
sigma2	.5373629	.0783815			.3837381	.6909877
lambda	.0391758	1.086052			-2.089448	2.167799

Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00 Prob>=chibar2 = 1.000

CONCLUSIONES

- Los factores que presentaron incidencia en el rendimiento de las cosechas de maíz fueron el capital por hectárea, la escolaridad del jefe del hogar y el total de variedades sembradas, encontrándose significación estadística al 5% para los tres factores. Los resultados de la estimación del modelo indican que si se aumentaría un 1% una unidad del capital invertido se incrementaría un 0,3203% el rendimiento: mientras aumenta el nivel de escolaridad del jefe del hogar se conseguiría un incremento del rendimiento del 14,63%; y, si se aumenta una de variedad de maíz en el sistema productivo se puede conseguir que el rendimiento incremente en un 8,79%.
- La influencia de la diversidad genética del cultivo de maíz es un factor importante para el rendimiento obtenido de cada unidad productiva, pero no fue significativo para la eficiencia técnica.
- La evidencia empírica rechaza la existencia de una frontera estocástica de producción e inclusive la existencia de ineficiencia técnica en la producción de maíz. Y esto que implica en el proceso productivo de los pequeños
- Los productores de maíz en las dos provincias evaluadas se encuentran por debajo de la frontera de producción, lo que indica que las unidades productivas no están utilizando los insumos de forma correcta, la eficiencia técnica promedio es de 0,6727. Para Imbabura fue de 0,7343 y en Loja fue del 0,6080 aunque se deja constancia de que estadísticamente no existe ineficiencia técnica en el estudio realizado.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar más trabajos de análisis de Frontera Estocástica de Producción con un mayor número de observaciones dentro de las dos provincias de estudio puesto que son las que presentan mayor diversidad en el país, durante varios años para estimarlos como datos de panel. Así como también cuantificar la incidencia de cada mezcla de variedades en rendimiento, ya que no fue posible realizarlo en este estudio por el limitado número de observaciones de la muestra.
- Realizar más trabajos empíricos que permitan conocer la influencia de la diversidad de las variedades para la producción agrícola de esa manera se podrá realizar trabajos de difusión y transferencia de tecnología para los pequeños productores del país.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Álvarez, *et. al.*, (2003). Introducción al análisis empírico de la producción. Universidad de Oviedo. Universidad de León. Asturias España.
- Ballesteros, E., (2000). Economía de la Empresa Agraria y Alimentaria. Segunda edición. Editorial Mundi Prensa. Págs. 90-91.
- Berh, A., and Tente S., (2008). Stochastic frontier analysis by means of maximum likelihood and the method of moments, Stradtgraben Munster, Germany págs: 2-7
- Tomas, S., Aguilera M., Never B., Gallo L., Biodiversidad: importancia, tendencia y estado actual en algunos ecosistemas del cono sur.
- Bresciano, D., (2009). La agricultura como factor de transformación ambiental
- Chavez Servia, J.L.J. Tuxil y Jarvis, D. (2004). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agro ecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.
- International Year Biodiversity (2010), the economics of ecosystems & biodiversity.
- Di Falco, S., and Chavas J., (2006). Rainfall shocks, resilience and the dynamic effects of crop biodiversity on the production of agro ecosystems. 8th International BIOECON Conference, Economic Analysis of Ecology and Biodiversity, August 29th - 30th, Kings College, Cambridge.
- Di Falco, S., Chavas, J., and Smale, M., (2006), Farmer Management of production risk on degraded lands: the role of wheat genetic diversity in Tigray Region, Ethiopia', IFPRI, IFPRI - EPT Discussion Paper 153. Washington, DC: 35.
- Enkerlin, E., *et. al.*, (1997), Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores, México.
- Farrel, M., (1957): The Measurement of Productive Efficiency, Journal of the Royal Statistical Society (A, general), 120, pp. 253-281.
- Folke, C., Carpenter, T., Elmqvist, L., Gunderson, C., Holling, S., y B. Walker, B., (2002). Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformation. Documento científico preparatorio sobre resiliencia para la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, presentado en nombre del Consejo de Medio Ambiente del gobierno de Suecia.

- Frankel, O. H., Brown, A. H. D. & Burdon, J. J., (1995). *The Conservation of Plant Bioersivity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Headley, J. C., (1968), 'Estimating productivity of agricultural pesticides', *Agricultural Economics* 50: 13 - 23.
- Huang, J., et al., (2002), Transgenic varieties and productivity of smallholder cotton farmer in China. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 46, no. (3): págs: 367 - 387.
- INIAP, (2000). Informe Anual 1999, Programa de maíz. EESC. Quito Ecuador.
- Jarvis D., Paducah C., y Cooper H., (2011), El manejo de la biodiversidad en los sistemas agrícolas, BIOVERSITY INTERNACIONAL.
- Just, R. E. and Pope, R. D., (1979), 'Production function estimation and related risk considerations', *American Journal of Agricultural Economics* 61: 276 - 284.
- Krugman P., Wells and Olney, (2008). *Fundamentos de Economía*. Editorial Reverté. España-Barcelona 488: págs.:161-170.
- Mankiw G., (2000), *Macroeconomía*. Cuarta Edición. Reproducciones, S.A. España. 687, págs.:93-97.
- Mora, A., (2009). Función de producción, producción conjunta y salarios (revisión crítica del paradigma de la productividad marginal). *Nómadas*. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas. Ed. Universidad Complutense de Madrid Publicado 24(4): págs: 219-227.
- Perdomo, J., (2001). Funciones de producción, análisis de economías a escala y eficiencia técnica en el eje cafetero colombiano: una aproximación con frontera estocástica. *Revista Colombiana de Estadística*. Volumen 34, N°.2, pp. 337^a 402.
- Porcuna *et al.*, (2006), *Agroecología y agricultura ecológica*. Sociedad española de agroecología.
- Ramón A. y Enríquez J., (1980). Análisis económico de las funciones de producción agrícola. Una aplicación al cultivo del trigo. *Revista de Estudios Agro sociales*, ISSN 0034-8155, N°. 113, págs. 77-110
- Serpa M., Castillo O., and Rodríguez L., (2005). *Economía de la producción de maíz amarillo en el valle del medio y bajo, departamento de Córdoba*. Observatorio de Precios y Costos Agrarios de la Zona Noroccidental del Caribe Colombiano.

- SICA, INEC, MAG, (2002). III Censo Nacional Agropecuario Ecuador. Resultados Nacionales y Provinciales. Volumen 1. Quito, Ecuador. .255p.
- Smale, M., J. Hartell, P. W., Heisey, and Senauer. B., (1998). The contribution of genetic resources and diversity to wheat production in the Punjab of Pakistan, American Journal of Agricultural Economics 80: 482 - 493.
- Smale, M., Meng, E., Brennan, J. P., and Hu, R. (2003). Determinants of spatial diversity in modern wheat examples from Australia and China. Agricultural Economics 28: 13-26.
- Toledo A., (1998). Economía de la Biodiversidad. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América latina y el Caribe. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N°2. p 209.
- Tapia, C. Lima, L., (2007). Promoción de cultivos andinos para el desarrollo rural en el Ecuador. Informe Técnico Anual - INIAP (Ecuador).
- Timothy, D., Hatheway, W.; Grant, U., Torregroza, M., Sarria, D., Varela, D. Razas de Maíz en el Ecuador. Boletín Técnico N° 12. Bogotá, Colombia. 147p.
- Vickrey, W., (1969). Microeconomía. Amorrortu Editores, Buenos Aires. Págs.:157:173.

ANEXOS 1

ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE MAIZ EN LA FUNCION DE PRODUCCION AGRICOLA COTACACHI-IMBABURA SARAGURO-LOJA, ECUADOR

IDENTIFICACION

Nombre del encuestador: _____ Fecha: _____

Nombre del jefe de hogar _____

Nombre del Encuestado _____

Recinto _____ Pueblo (LC1) _____

A) CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTOR Y DEL MERCADO

Miembros de la Familia	Edad (Años)	Nivel de Educación	Ingresos no agrícolas (No=0, Si=1)
Jefe de Familia			
Esposa (o)			

Otros miembros de la familia

Género	Total	Edad			Ingresos no agrícolas (No=0, Si=1)	Nivel de Educación			
		< 15 años	De 15 a 60 años	> de 60 años		Ninguna	Primaria	Secundaria	Superior
Femenino									
Masculino									

Pregunta 2: Crédito y capacitación en el manejo del cultivo

¿Ha recibido capacitación en el manejo de su plantación de maíz? Si, de quién? _____ No _____
¿Ha recibido algún tipo de crédito para la producción de su finca en los últimos 5 años? Si, de quién? _____ No _____
<u>Instituciones:</u> 1-INIAP; 2- Asociación de Productores; 3-Compañía que le compra; 4-ONG 5: Bancos ; 6- otra especifique

Pregunta 3: Características de la vivienda, finca y otras propiedades

Pregunta 3A. Tipo de vivienda y Finca

Estado de la vivienda y finca		Servicios básicos (Si =1, No=0)		
Estado de vivienda		Servicios Higiénicos		Acceso Agua: Pozo
Vive en la finca		Letrina		Acceso Agua: Pozo con bomba
Material vivienda		Teléfono		Acceso Agua: Río, estero, acequia
Establo		Luz		Acceso Agua: Agua potable

Estado vivienda: 1= Buena, 2 = Regular, 3= Mala

Materiales de la vivienda: 1 = cemento, 2 = mixta, 3= madera , 4= caña

Tipo establo : 1= cemento; 2 = Artesanal

Servicios: 1 = si 0 = No

Pregunta 3B. Otros Bienes

Preguntar	N°	Precio unitario si vende hoy (asumiendo como adultos)		N°	Precio Unit. si vende hoy
Ganado criollo			Motocicletas		
Ganado mejorado			Vehiculo		
Caballos			Criaderos de cerdos		
Cerdos criollos			Criaderos de gallinas		
Cerdos mejorados			Ovejas		
Gallinas criollas					
Patos					
Otros _____					

Pregunta 3C: Equipos, implementos y estructuras de la finca

Equipo	Prestado/Alquilado		Propio			Usado en Plátano (No=0, Si=1)
	No. De unidades	Costo alquiler (US\$)	No. de unidades	Costo (US\$)	Años de uso	
Bombas de Mochila						
Podadera/ podón						
Machetes						
Palas						
Paliendria						
Barra						
Rastrillo						
Picos						
Carretilla						
Tractor						

Pregunta 4. Accesibilidad

Distancias	Km	Horas
Distancia o tiempo desde la finca a las carreteras transitables (i.e. transitables por vehículos tanto en invierno como en verano)		
Distancia al punto de venta 1		
Distancia desde la finca al abastecedor de insumos más cercano		

Pregunta 5. Costos de Alquiler por transporte de producción a punto de venta (flete)
Maíz solo tiene 1) mercado; 2) vecinos;

Variedad	Punto de Venta					Flete

B) PRODUCCION Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE MAÍZ

Pregunta 6: Producción del último año

No. De Parcela	Destino: 1) Mercado Autoconsumo vecino	Variedades							
		Qillu		Amarillo					
		Cantidad kg	\$	Cantidad	\$	Cantidad	\$	Cantidad	\$

Pregunta 7: Importancia relativa del maíz con respecto a otros cultivos

Cultivos	Producción anual	Precio de Venta

Pregunta 8. Otras prácticas e insumos usados en la producción de maíz. Por favor hablemos de **todas** las prácticas de manejo e insumos que usted usa en la producción.

Códigos	Prácticas de manejo e insumos en Plátano	Ud. conoce estas prácticas?	Las usa en su cultivo de plátanos? (Si=1, No=0)	Razón	Si es si: Que práctica usa para el control de
					Turcicum
1	Labranza del terreno				
2	Deshierbas				
3	Cosecha				
7	Aplicación Fungicida				
8	Aplicación herbicida				
9	Aplicación Insecticida				
11	Trampeo Biológico				
12	Trampeo químico de picudo				
16	Plantar variedades mejoradas				
17	Plantar mezclas de cultivos				
18	Sacar plantas enfermas				
19	Sacar plantas de distinta especie				
20	Disminuir la densidad entre plantas				
	Fertilización				

Códigos: 0= No 1= Si ;

Pregunta 9. Mano de obra familiar y contratada en la producción de Plátano

A) PARCELA 1

Actividad	Tipo de Labor	N aplicaciones x año	# de personas		Días trabajados c/u		Total de jornales (Opcional)		Costo x persona		Frecuencia de labor	Costos totales
			F	C	F	C	F	C	F	C		
Preparación terreno	Hombres											
	Mujeres											
	Niños (<16 años)											
	Cambio de mano											
Siembra	Hombres											
	Mujeres											
	Niños (<16 años)											
	Cambio de mano											
Deshierba	Hombres											
	Mujeres											
	Niños (<16 años)											
	Cambio de mano											
Aporque	Hombres											
	Mujeres											
	Niños (<16 años)											
	Cambio de mano											
cosecha en tierno	Hombres											
	Mujeres											
	Niños (<16 años)											
	Cambio de mano											
cosecha en maduro	Hombres											
	Mujeres											
	Niños (<16 años)											
	Cambio de mano											

Aplicación de Herbicida	Hombres												
	Mujeres												
	Niños (<16 años)												
	Cambio de mano												
Aplicación de Biocontroladores	Hombres												
	Mujeres												
	Niños (<16 años)												
	Cambio de mano												

Actividad: 1 = preparación terreno; 2 = siembra, 3 = Deshierba, 4 = Aporque, 5 = cosecha en tierno, 6 = cosecha en maduro, 7 = Aplicación de Herbicida, 8 = Aplicación de Biocontroladores,

Pregunta 10: Labores eventuales que las contrata por un monto total

Parcela	Labor	Unidad	Frecuencia	Cantidad	Valor Unitario
1					
2					
3					
4					

Pregunta 11: Insumos usados en la producción de maíz en el 2008

PARCELA 1

Tipo de insumo	Nombre/ Nota	Unidad de medida	Cantidad consumida	Cuando aplico (mes)	Precio por unidad (\$)	Costos totales (\$) _
Herbicida 1						
Herbicida 2						
Insec. 1						
Insec. 2						
Insec. 3						
Nemat. 1						
Biocontrol1						
Biocontrol2						
Fertilizante 1						
Fertilizante 2						
Fertilizante 3						
Abono Org.						

