



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS
RECURSOS NATURALES.
(PEMAR)**

ARTÍCULO PUBLICABLE:

**DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS AL INTERIOR DE LA AGRICULTURA EN EL
ECUADOR**

Juan Xavier Varas

Asesor

Jorge Higinio Maldonado, PhD.

Bogotá D.C., 2007

DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS AL INTERIOR DE LA AGRICULTURA EN EL ECUADOR¹

Juan Xavier Varas Suárez **

Resumen: La estimación de funciones de producción suele basarse en el supuesto de que la tecnología es común para todos los productores. Sin embargo, en la práctica puede haber unidades productivas que usen tecnologías diferentes. En este trabajo se emplea un modelo de producción para estimar la tecnología de dos sistemas de producción agrícolas diferentes, para los diez principales cultivos agrícolas de Ecuador, que cubren algo más del 75% del área sembrada. El análisis empírico se realiza con la base de datos del III Censo Nacional Agropecuario compuesto por 732,760 unidades de producción agrícolas a nivel nacional. La desagregación de la agricultura en dos grandes grupos -Familiar y Empresarial- y los resultados de las estimaciones de las funciones de producción indican que el sector agrícola es heterogéneo, lo que significa que las políticas dirigidas hacia este sector deben tomar en cuenta esta consideración, porque los resultados que de ellas se deriven, van a ser muy distintos y posiblemente se alejen de los objetivos que las motivaron. Según los resultados de las estimaciones de las funciones de producción, los productores de banano, plátano, papa y trigo en el grupo Familiar son los que se verían afectados más intensamente por políticas que afecten la producción de estos cultivos, mientras en el grupo Empresarial, el café y la papa son los productos más sensibles, tomando en consideración la mano de obra.

Palabras claves: Función de Producción, Agricultura, Diferencias Tecnológicas, Agricultura Familiar, Agricultura Empresarial.

Clasificación JEL: C21, D24, Q12, Q16.

¹ Artículo publicable para optar al Título de Magíster en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de la Universidad de los Andes.

** El autor agradece a Jorge Higinio Maldonado por su apoyo incondicional para la elaboración del presente trabajo. Asimismo el autor dedica este documento a su hija Nicole.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	1
2. Características Generales del Sector Agrícola en el Ecuador	2
2.1 Distribución de la Tierra	2
2.2 Uso del Suelo y Cultivos Principales	4
2.3 Mercado Laboral	6
2.4 Tecnología Utilizada en la Producción	6
3. Revisión de Literatura	7
4. Marco Teórico	9
4.1 El Modelo	10
4.2 Los Datos	12
4.3 Metodología	12
5. Resultados	17
5.1 Banano	19
5.2 Cacao	21
5.3 Café	23
5.4 Palma Africana	25
5.5 Plátano	26
5.6 Arroz	28
5.7 Cebada	29
5.8 Maíz	30
5.9 Papa	33
5.10 Trigo	34
6. Conclusiones y Recomendaciones	36
7. Referencias Bibliográficas	39

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Distribución de las UPAs a nivel nacional	3
Cuadro 2.	Principales cultivos del sector agrícola	5
Cuadro 3.	Evolución del mercado laboral en el sector rural	6
Cuadro 4.	Uso de tecnología y equipos en la producción agrícola de las UPAs	7
Cuadro 5.	Variables utilizadas en las funciones de producción.	14
Cuadro 6.	Variables utilizadas en la función de producción para realizar la prueba de Chow	16
Cuadro 7.	Número de predios, tamaño del predio y utilización promedio de la mano se obra	17
Cuadro 8.	Número de predios, superficie plantada y producción de los cultivos seleccionados por tipos de UPAs	18
Cuadro 9.	Función de producción del banano	21
Cuadro 10.	Función de producción del cacao	22
Cuadro 11.	Función de producción del café	24
Cuadro 12.	Función de producción de la palma africana	26
Cuadro 13.	Función de producción del plátano	27
Cuadro 14.	Función de producción del arroz	28
Cuadro 15.	Función de producción de la cebada	30
Cuadro 16.	Función de producción del maíz	31
Cuadro 17.	Función de producción de la papa	33
Cuadro 18.	Función de producción del trigo	35
Cuadro 19.	Resumen de las principales elasticidades de los factores productivos de los cultivos seleccionados	36

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Curva de Lorenz e Índice de Gini para la distribución de la tierra en el Ecuador	4
Figura 2.	Uso del suelo	4
Figura 3.	Distribución del número de cultivos por las UPAs	5

ANEXOS

		Pág.
A.1	Uso de los factores productivos de los cultivos seleccionados cuando se encuentran plantados solos	41
A.2	Número de predios, superficie plantada y producción de las principales asociaciones entre cultivos	42
A.3	Uso de los factores productivos de los cultivos seleccionados cuando se encuentran plantados en asociamiento con otros.	43
A.4	Uso de tecnología en los principales cultivos agrícolas cuando se encuentran plantados solos, para las diferentes tipologías de UPAs	44
A.5	Uso de tecnología en la producción de los principales cultivos agrícolas cuando se encuentran plantados en forma asociada, para las diferentes tipologías de UPAs	45
A.6	Edad promedio en años de los principales cultivos permanentes	46
A.7	Riesgo de los cultivos seleccionados por tipología de UPAs	47
A.8	Estadísticas descriptivas de las principales variables utilizadas en el modelo	48
A.9	Prueba de Ramsey, White y factor de inflación de varianza para los cultivos seleccionados	53
A.10	Prueba de Chow para los principales cultivos	54

1. Introducción

Para la mayoría de países, sean estos en vías de desarrollo o desarrollados, el sector agrícola es considerado como un sector sensible. Esta sensibilidad está relacionada con el gran número de personas que se dedican a dicha actividad y con las condiciones de pobreza o pobreza extrema que enfrentan gran parte de las mismas. Por ello, este sector ha sido merecedor de un trato especial en los procesos de apertura comercial ya sea en el ámbito bilateral, regional o multilateral.

La importancia del sector agrícola en el Ecuador radica en su contribución a la economía nacional, en la generación de divisas y en la generación de empleo. La contribución en términos reales de la agricultura ecuatoriana al PIB ha sido del 10.4% en los últimos años y, junto con sectores como Explotación de minas y canteras (12.9%), Industria manufacturera (13.4%) y Comercio (14.8%), explican algo más del 50% de la producción nacional. Además, 2 de cada 7 dólares que genera el país, provienen de este sector, lo que hace que la balanza comercial agropecuaria se mantenga siempre positiva. En términos sociales, el sector agrícola concentra el 31% de la población económicamente activa, siendo en el área rural en donde más participación tiene, pues el 70% de las personas están empleadas en actividades agrícolas, convirtiéndolo así en el principal sector generador de empleo en el área rural.

Sin embargo, es en la actividad agrícola donde se presentan mayores grados de heterogeneidad. Se trata de una actividad en la que coexisten unidades cuya productividad está entre las más elevadas del mundo y están vinculadas a los mercados más exigentes y dinámicos, conjuntamente con unidades productivas campesinas donde el objetivo simplemente es la subsistencia. Ello conduce a diferencias en la forma de producir, ya sea en el uso de factores o en el empleo de tecnología. Es decir, cualquier política dirigida hacia este sector va a involucrar a agentes productivos y sociales de muy diferentes características. Ello implica que los efectos de cualquier política agrícola no serán los mismos para todos los productores.

Bajo esta particularidad, este estudio tiene como objetivo determinar las diferencias tecnológicas al interior de la agricultura ecuatoriana a través de la estimación de funciones de producción para los productos agrícolas más representativos, considerando una división interna de la agricultura, lo que brindará un mayor conocimiento de la contribución que hace cada uno de los factores a las diferentes formas de producción. A partir de los parámetros estimados, se determinará el tipo de rendimiento a escala asociado con cada proceso productivo. Los resultados permitirán hacer recomendaciones para la agricultura, que contribuyan al desarrollo de este sector, de forma diferenciada para sistemas productivos tecnológicamente distinguibles.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma. La sección 2 aborda una breve descripción del sector agrícola ecuatoriano. En la sección 3 se realiza una revisión de literatura sobre el tema seleccionado. En la sección 4 se presenta el marco teórico junto con el modelo propuesto y los datos utilizados, mientras que en la sección 5 se presentan y discuten los resultados. Por último, en la sección 6 se extraen algunas conclusiones y recomendaciones.

2. Características Generales del Sector Agrícola en el Ecuador

2.1 Distribución de la tierra

Para analizar el sector agropecuario es necesario tener en cuenta la clasificación de las unidades agropecuarias, de acuerdo a la definición del Censo Agropecuario, por UPAs (Unidades de Producción Agropecuarias). Una UPA se define como: “toda finca, hacienda, quinta, granja, fundo o predio dedicado total o parcialmente a la producción agropecuaria. En general una UPA está conformada por uno o varios terrenos dedicados a la producción agropecuaria, los cuales están bajo una gerencia única y comparten los mismos medios de producción como: mano de obra, maquinaria, etc. La gerencia de los terrenos puede ser ejercida por una persona, un hogar, una empresa, una cooperativa o cualquier otra forma de dirección”. Con base en esto, para analizar la distribución de la tierra podemos empezar por la distribución de las UPAs en el país por regiones². En el cuadro siguiente se muestra

² El Ecuador está dividido por cuatro regiones: Costa, Sierra, Oriente y la región Insular conformada por las Islas Galápagos. La región amazónica del Oriente constituye casi la mitad del territorio ecuatoriano, sin embargo permanece escasamente poblada. El Oriente contiene cerca del 3% de la población ecuatoriana, la

que el 67.34% de las UPAs del país se encuentra en la Sierra, después el 26.08% está en la Costa y finalmente 6.58% en el resto del país.

Cuadro 1. Distribución de las UPAs a nivel nacional

Regiones	UPAs	%	Hectáreas	%	Ha/UPA
Total Nacional	842,882	100.0%	12,355,831	100.0%	14.7
Región Sierra	567,621	67.3%	4,762,331	38.5%	8.4
Región Costa	219,809	26.1%	4,778,859	38.7%	21.7
Resto	55,452	6.6%	2,814,641	22.8%	50.8

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario 2000

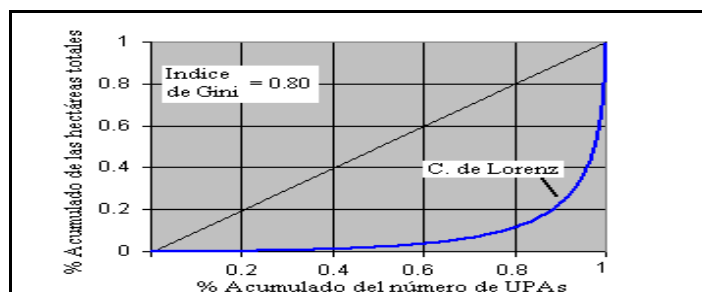
En el país existen un total de 12,355,831 hectáreas que se utilizan para la producción agropecuaria, de las cuales 38.7%, que es el mayor porcentaje, está en la Costa, el 38.5% en la Sierra y el 22.8% en el resto del país. Con base en estos datos se puede decir que la distribución de las hectáreas productivas por regiones naturales es balanceada. Al comparar estos datos de hectáreas y UPAs podemos ver, sin embargo, que en la costa existe menor número de UPAs que en la Sierra, menos de la mitad. Sin embargo, la superficie productiva es mayor a la de la Sierra, lo que nos indica que las UPAs engloban más superficie en la Costa y es aún mucho mayor en el resto del país donde se incluye el Oriente y la región Insular. El promedio nacional es de 14.7 ha por UPA, la Sierra está por debajo de este promedio, con 8.39 Ha/UPA, la Costa tiene un promedio de 21.7 Ha/UPA y para el resto del país el promedio es mucho más grande pues es de 50.8 Ha/UPA.

Podemos analizar también la concentración de la tenencia de la tierra al comparar el número de hectáreas que abarcan las UPAs más pequeñas frente a las hectáreas que abarcan las UPAs más grandes. Expresando esto en relaciones porcentuales respecto del total de UPAs y hectáreas, el sistema más tradicional para analizar gráficamente y cuantitativamente el grado de desigualdad o igualdad de la distribución de la tierra es la Curva de Lorenz y el Índice de Gini³.

región Insular menos del 1% de la población, mientras que las regiones Costa y Sierra abarcan el resto de la población prácticamente en forma equitativa.

³ La curva de Lorenz es un gráfico bidimensional cuadrado dividido en dos áreas iguales por una línea de 45°, que representa en el eje horizontal (eje de las 'x') los porcentajes acumulados del número de UPAs, contra el acumulado de los porcentajes de la superficie total (escala vertical o eje de las 'y'). Si la tierra estuviese distribuida igualmente, de tal manera que cada UPA tenga la misma superficie total, entonces la curva de Lorenz coincidiría con la línea de 45°, a la cual se la conoce como "Línea de equidistribución". El área entre la línea de equidistribución y la curva de Lorenz es la medida cuantitativa del grado de concentración de la tierra. Esta área es medida a través del llamado "Índice de Gini". El rango de variación del Índice de Gini es

Tanto la forma de la Curva de Lorenz como el elevado Índice de Gini de 0.80 nos muestra que la tenencia de la tierra no se encuentra distribuida equitativamente, sino que se encuentra altamente concentrada en pocos productores (ver Figura 1).

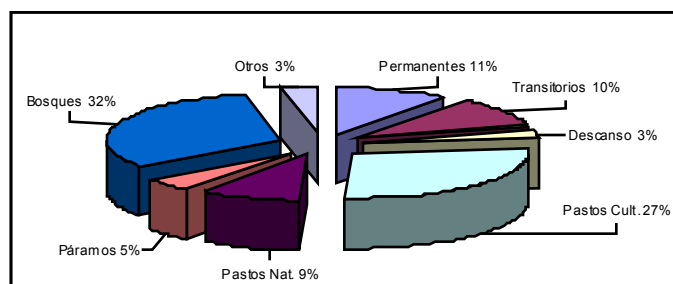


Fuente: Elaborado por autor

Figura 1. Curva de Lorenz e Índice de Gini para la distribución de la tierra en el Ecuador

2.2 Uso del Suelo y Cultivos Principales

De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario del año 2000, de la superficie total bajo UPAs (12,355,800 Ha), los montes y bosques es el uso de suelo predominante con un 31.4% (3,881,100 Ha), seguido de cerca por los pastos cultivados con un 27.2% (3,357,200 Ha). Bastante alejados de las categorías anteriores se encuentra el grupo conformado por los cultivos permanentes⁴ (con 11% y 1,363,400 Ha), cultivos transitorios⁵ (con 10% y 1,231,700 Ha) y pastos naturales (con 9.1% y 1,129,700 Ha). Las tierras en descanso significan apenas el 3.1% del área total con 381,300 Ha, mientras que los otros usos llegan a contener el 3.3% cubriendo las restantes 411,200 Ha. (ver Figura 2).



Fuente: III Censo Nacional Agropecuario 2000

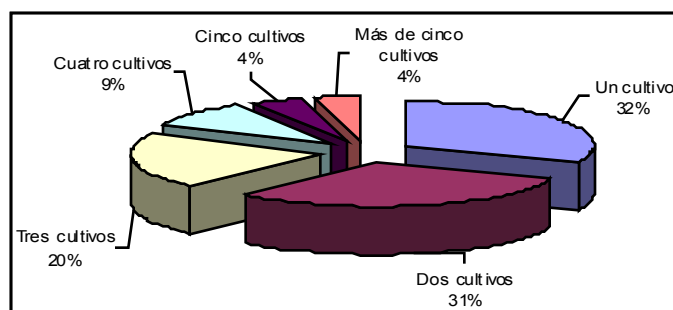
Figura 2. Uso del suelo

de 0 a 1: llegará a 0 cuando exista equidistribución de la tierra y será igual a la unidad cuando exista concentración total de la tierra en poder de una sola UPA.

⁴ Los cultivos permanentes son los que una vez cosechado su fruto, no necesitan volverse a plantar.

⁵ Los cultivos transitorios o de ciclo corto son los que la vida de la planta termina igual con la cosecha del fruto.

El censo registra un total de 180 cultivos solos⁶, de los cuales 71 son permanentes solos, 76 transitorios solos, 17 flores permanentes y 16 flores transitorios. Según los datos del censo, de las unidades de producción agropecuaria con algún producto agrícola (732,160 UPAs), el 84 % tienen tres o menos cultivos sembrados (ver Figura 3).



Fuente: III Censo Nacional Agropecuario 2000

Figura 3. Distribución del número de cultivos por las UPAs

Entre los principales cultivos que se dan en el sector agrícola de acuerdo a la superficie sembrada están cacao, arroz, café, banano, maíz duro seco, plátano, palma africana, maíz suave seco, caña de azúcar, cebada, papa, entre otros. Las áreas plantadas se presentan en el Cuadro 2 y se puede apreciar que cerca del 80% de la superficie cultivable se encuentra cubierta por estos 14 cultivos.

Cuadro 2. Principales cultivos del sector agrícola

Cultivos	Superficie Plantada	
	Ha	%
Cacao	380,599	14.0%
Arroz	303,167	11.2%
Café	272,500	10.1%
Banano	250,200	9.2%
Maíz Duro Seco	231,422	8.5%
Plátano	163,201	6.0%
Palma Africana	160,133	5.9%
Maíz Suave Seco	147,666	5.5%
Caña de azúcar para azúcar	64,420	2.4%
Cebada	45,066	1.7%
Caña de azúcar para otros usos	44,829	1.7%
Papa	44,074	1.6%
Maíz Suave Choclo	27,125	1.0%
Trigo	20,047	0.7%
Resto de Cultivos	554,788	20.5%
Total	2,709,237	100.0%

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario 2000

⁶ Los cultivos solos son aquellos que sobre un terreno o una superficie en particular, se encuentran sembrados o plantados en un terreno de forma única. Los cultivos asociados en cambio, son aquellos que se encuentran sembrados en una misma área, de forma entrecruzada.

2.3 El Mercado Laboral

Según los resultados presentados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) en la Encuesta Nacional de Empleo y Desempleo (2005), la población del Ecuador para el 2004 alcanza los 13,243,984 habitantes, de los cuales el 67% es urbano y el 33% es rural. Este porcentaje significa un cambio estructural en la composición de la población, ya que existe una tendencia de desplazamiento de la población de zonas rurales hacia zonas urbanas de manera sostenida durante el período 2000-2004 (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Evolución del mercado laboral en el sector rural

Rubro	2000		2004	
	Total Personas	%	Total Personas	%
Población Total	12,795,201	100.0%	13,243,984	100.0%
Población Rural	4,573,559	35.7%	4,413,990	33.3%
Población Rural en Edad de Trabajar	3,443,988	75.3%	3,360,300	76.1%
A. Población Económicamente Activa (Rural)	1,990,496	57.8%	2,324,578	69.2%
A.1 Ocupados	1,905,259	95.7%	2,251,144	96.8%
Sector Moderno	208,040	10.5%	197,242	8.5%
Sector Informal Rural	380,835	19.1%	379,798	16.3%
Actividades Agrícolas	1,260,656	63.3%	1,640,286	70.6%
Servicio Doméstico	55,728	2.8%	33,818	1.5%
A.2 Desocupados	85,237	4.3%	73,434	3.2%
B. Población Económicamente Inactiva (Rural)	1,453,492	42.2%	1,035,722	30.8%

Fuente: INEC. Encuesta Nacional de Empleo y Desempleo

Sin embargo, el empleo agrícola en el sector rural se ha incrementado. Así, de la población económicamente activa del sector rural, el 63.3% de las personas estaban empleadas en la actividad agrícola en el año 2000, mientras que para el año 2004 llega al 70.6%, con lo cual la actividad agrícola se convierte en la principal actividad generadora de empleo en el área rural, aumentando en cerca de 380,000 empleos en el período 2000-2004.

2.4 Tecnología Utilizada en la Producción Agrícola

Con respecto a la tecnología utilizada, se tiene que de las 732,160 unidades que tienen alguna producción agrícola, el 32% utiliza algún sistema de riego en al menos una de sus plantaciones. Asimismo, el uso de semilla mejorada y algún tratamiento fitosanitario corresponden al 13% y 33% del total, respectivamente. Los fertilizantes son los insumos que más se utilizan en las UPAs. Con respecto a la utilización de equipos, se observa que el uso de maquinaria en la producción de los cultivos es muy bajo, demostrando así la importancia que tiene el uso de mano de obra en la producción agrícola del país (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Uso de tecnología y equipos en la producción agrícola de las UPAs

Criterio	Sistema de Riego	Semilla Mejorada	Fertilizante	Tratamiento Fitosanitario	Tractor de Rueda	Tractor de Oruga	Cosechadora	Sembradora	Desgranadora
Utiliza	32%	13%	45%	33%	1.20%	0.20%	0.20%	0.10%	0.60%
No utiliza	68%	87%	55%	67%	98.80%	99.80%	99.80%	99.90%	99.40%

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario

Con base en esta información se hace relevante indagar acerca de las tecnologías (funciones de producción) de los productos agrícolas en Ecuador, teniendo en cuenta sus particularidades. Para hacerlo, se revisa primero la literatura disponible en el tema de particular interés al caso ecuatoriano.

3. Revisión de Literatura

Larson y León (2006) estiman una función de producción para el sector agrícola del Ecuador utilizando, además de los factores convencionales de producción como tierra, mano de obra y capital, variables que no inciden directamente en la producción pero que inciden en el ciclo del producto. A esas variables los autores las denominan de “estado” y están representadas por las variaciones del clima, de la intensidad de las lluvias y de la diversificación de tierras. Los autores desagregan la agricultura en agricultura de pequeña escala, de mediana escala y gran escala basándose en el área del predio que es destinada a cultivo. Los resultados muestran que existen diferencias tecnológicas al interior de la agricultura, explicadas por la heterogeneidad del suelo, del clima y en general por aspectos geográficos. A esas diferencias es que según los autores se debe la pobreza existente en ese sector, por lo que sugieren que cualquier política dirigida hacia el sector agrícola debe estar bien direccionada tomando en cuenta esos aspectos. En ese mismo orden de ideas, Gallup y Sachs (2000), demuestran que la productividad en el trópico difiere de la productividad en las regiones templadas. Ellos encuentran que la productividad en los trópicos es un tercio menos de la productividad en las zonas templadas aplicando los mismos insumos a la producción.

En otro estudio realizado también para Ecuador, Morales *et al.* (2005) estiman los impactos diferenciados que un tratado de libre comercio pudiese tener en el sector agrícola y para ello desagregan la agricultura en unidades de producción de subsistencia, empresariales

tradicionales y empresariales de punta. Utilizando los micro datos del III Censo Nacional Agropecuario estiman una función para el valor bruto de la producción en función del trabajo, tierra y capital, para cada unidad productiva. Ellos encuentran que un incremento del 1% en el número de trabajadores tiene un incremento del 0.32% en el valor bruto de la producción para el caso de las unidades de producción de subsistencia, y del 0.49% y 0.69% para el caso de las unidades empresariales tradicionales y empresariales de punta, respectivamente. Al evaluar al sector agrícola ecuatoriano bajo los términos de un acuerdo comercial con EEUU, el estudio concluyó que “el sector agrícola ecuatoriano pierde en cualquier escenario. Esto incluye el improbable caso en que EEUU eliminara subsidios, ayudas y mantuviera sus aranceles en cero. El efecto neto es marginalmente negativo, pero impactará especialmente a los pequeños y medianos productores de arroz, maíz (blanco y duro), carne y algunos productos de consumo diario. En un escenario más probable, en el que los aranceles sean eliminados pero los subsidios y ayudas de EEUU se mantengan, el informe anticipa que el sector rural va a ser fuertemente golpeado en términos del valor bruto de su producción y mucho más en términos de empleo.

Doran (1985) propone una metodología para estimar diferencias en las tecnologías de producción entre fincas pequeñas y grandes, y una buena medida para estimar esas diferencias es dividir la muestra arbitrariamente en dos grupos con base en alguna medida del tamaño de la finca y estimar por separado funciones de producción para cada grupo. En ese sentido, el autor utiliza esta metodología para encontrar las diferencias tecnológicas en el sector agrícola de Nepal, utilizando una muestra de 62 fincas, en la cual fincas de menos de 3.7 hectáreas son consideradas pequeñas y fincas de tamaño superior a las 3.7 hectáreas, grandes. Para cada tipo de finca, el autor estima funciones de producción que dependen de la mano de obra, de la cantidad de fertilizantes, del valor de las semillas utilizadas, del trabajo animal y del uso de maquinaria, y encuentra que los pequeños productores son más eficientes en el uso de los recursos que los grandes productores. Este autor también introduce variables dummies para estimar una sola regresión considerando las fincas pequeñas y grandes, pero al realizar la regresión se presentan problemas de multicolinealidad con lo cual es preferible estimar las funciones de producción por separado.

En resumen, aun cuando los trabajos realizados en el Ecuador estiman funciones de producción desagregando la agricultura, el criterio para desagregarla es diferente. Por un lado, Larson y León (2006) utilizan un criterio con base en el área destinada a cultivo y por otro, Morales et al. (2005) utilizan un criterio con base en la mano de obra. En el presente trabajo, como se verá en la Metodología, se realizará una combinación de ambos criterios para dividir la muestra y diferenciar la tecnología. Además, se estimarán funciones de producción para un cultivo en particular, permitiendo estimar el impacto que tiene cada insumo sobre la producción, lo que no se puede realizar, cuando se estima el valor bruto de la producción, como lo realizan esos dos estudios. Asimismo, el presente trabajo pretende estimar funciones de producción que expliquen algo más del 75% del área sembrada en el Ecuador. Con base en esta revisión de literatura, en la siguiente sección se propone el modelo y la metodología, junto con los datos a utilizar.

4. Marco Teórico

La forma más directa de representar la tecnología en el proceso productivo es a través de la función de producción. Según la teoría microeconómica una función de producción se define como la relación técnica que transforma los factores en producto y representa la cantidad máxima de producción que se puede obtener aplicando eficientemente una cantidad dada de factores. Según Cramer y Jensen (1997), la agricultura no difiere mucho de otras formas de actividades económicas; esto es, los mismos conceptos económicos pueden ser aplicados para derivar la función de producción en el sector agrícola. Dillon (1977) propone una formulación general para una función de producción en la agricultura, $Y = F(X_1, \dots, X_n; X_{n+1}, \dots, X_k; X_{k+1}, \dots, X_m)$, donde Y es la producción; X_1, \dots, X_n , variables de decisiones de insumos; X_{n+1}, \dots, X_k , variables predeterminadas de insumos y, X_{k+1}, \dots, X_m variables de incertidumbre. Desde el punto de vista teórico, las variables de decisión se refieren a insumos variables, las variables predeterminadas se refieren a los insumos fijos y las variables de incertidumbre a aquellas que no son controlables por el productor. Bejarano (1998), menciona que las actividades agrícolas en general tienen ciertas características particulares que las distinguen de las actividades de otros sectores. Entre ellas están la estacionalidad, la producción geográficamente dispersa, el riesgo y las fuentes y dinamismo del cambio técnico.

La función de producción establece el impacto que cada uno de los factores y las variables no controladas por el productor tienen en el nivel de producto alcanzado. En tal sentido, provee información valiosa para la toma de decisiones de los diferentes agentes económicos involucrados en la actividad agrícola, más aun cuando la tecnología utilizada en el proceso productivo puede ser diferenciada. La formulación de la función de producción, por tanto, se convertirá en el eje principal del modelo que se presenta a continuación.

4.1 El Modelo

Este trabajo supone tecnologías de producción diferenciadas al interior de cada rubro productivo, con base en el supuesto que las elecciones que hacen los productores respecto a qué tecnología aplicar, y por lo tanto qué insumos utilizar, están condicionadas a los recursos que disponen y también a factores económicos y ambientales en los cuales opera y estos recursos y factores varían notoriamente entre unidades productivas. La estimación de funciones de producción, costes o beneficios suele basarse en el supuesto de que la tecnología subyacente es común para todos los productores. Sin embargo, en la muestra puede haber empresas que utilicen tecnologías diferentes. En este caso, la estimación de una función común para todas las observaciones no es apropiada ya que se pueden obtener estimaciones sesgadas de las características de la tecnología. Para evitar este problema de especificación, se realiza un proceso en dos etapas. En la primera, las observaciones de la muestra se clasifican en J grupos a partir de información a priori sobre las empresas, como el tamaño (ver, por ejemplo, Doran, 1985). En la segunda etapa, se estima una función distinta para cada grupo. El problema si sólo se estima una tecnología es que las unidades que no utilicen dicha tecnología tendrán una ineficiencia mayor que si fuesen comparadas con su tecnología. En cambio, si se estiman varias tecnologías cada unidad productiva será comparada con su propia tecnología. De este modo no se etiqueta como ineficiencia lo que realmente son diferencias en la tecnología empleada por las explotaciones (Stigler, 1976).

Sea Q_i^j la producción del bien i realizada por el tipo de productor J . Para identificar la relación entre el nivel de producción y la cantidad de factores productivos en el proceso de

producción se asume que la tecnología subyacente a la función de producción es del tipo Cobb Douglas⁷:

$$Q_i^J = a_i^J (L_i^J)^{\beta_{L,i}^J} (T_i^J)^{\beta_{T,i}^J} (K_i^J)^{\beta_{K,i}^J} \prod_m (X_{m,i}^J)^{\varphi_{m,i}^J} e^{v_i^J} \quad (1)$$

Donde L_i^J , T_i^J y K_i^J son los factores trabajo, tierra y capital, respectivamente, utilizados por el productor J para producir el bien i, y $X_{m,i}^J$ un conjunto de variables que no representan factores de producción pero sin embargo inciden en la producción; a_i^J , $\beta_{L,i}^J$, $\beta_{T,i}^J$, $\beta_{K,i}^J$, $\varphi_{m,i}^J$ son parámetros a estimar y v_i^J un componente estocástico.

La función de producción Cobb Douglas difiere de otras funciones de producción por la restricción de la elasticidad de sustitución igual a 1. Esto implica que la función de producción Cobb Douglas es restrictiva, a este respecto, ya que significa que el cambio porcentual de la razón de los factores ante un cambio porcentual en la relación de los precios de los insumos, ya está dado. Aun cuando la función de producción Cobb-Douglas es restrictiva, en ella se pueden examinar fácilmente los efectos a escala, dado que estos pueden ser contrastados paramétricamente, además los parámetros estimados dan información acerca de los efectos que tienen cada uno sobre los factores utilizados en la producción. Así:

- β_i es la elasticidad parcial del producto con respecto al insumo i. Mide el cambio porcentual en la producción por el cambio en un 1% del insumo i, teniendo el resto de insumos en niveles constantes.
- La suma de β_L , β_T , y β_K da información acerca de los retornos a escala, esto es, la respuesta de la producción a cambios proporcionales en los insumos. Si la suma es igual a 1, entonces se presentan retornos constantes a escala. Si la suma es menor a

⁷ Se utiliza una función Cobb-Douglas en vez de la Translogarítmica debido al alto grado de multicolinealidad que existe entre los regresores, siendo éste un problema inherente a la especificación Translog. Sin embargo futuros trabajos deberían de considerar la estimación de funciones Translog y CES.

1, entonces se tienen retornos decrecientes a escala, y si la suma es mayor que 1, entonces los retornos son crecientes a escala (Goldberger, 1968).

Usando la especificación Cobb Douglas como marco de referencia para la estimación de las funciones de producción, se estiman diferentes tecnologías para los productos de mayor interés para la agricultura ecuatoriana.

4.2 Los Datos

La fuente de información para el presente trabajo la constituye la base de datos del III Censo Nacional Agropecuario del Ecuador realizado en el año 2000. El censo contiene información acerca de la producción física, uso del suelo, métodos de producción y utilización de mano de obra y maquinaria. El censo distingue el uso de mano de obra entre familiar, ocasional y permanente. Para la mano de obra familiar no solo tiene información del número de personas vinculadas a la actividad agrícola sino que también diferencia del número de horas semanales de cada individuo destinadas a la producción. El censo también diferencia los cultivos de aquellos plantados solos y de aquellos que se encuentran asociados, es decir aquellos cultivos que se encuentran plantados simultáneamente con otros en una misma área. El censo incluye información propia de cada cultivo (tanto para los que están plantados solos como los asociados), como la edad del cultivo, la superficie plantada, la superficie cosechada, así como el uso de fertilizantes, pesticidas, semillas mejoradas y disponibilidad de riego. El censo no incluye cantidades de insumos aplicados, pero reporta el área que reciben esos insumos. Además, el censo contiene información acerca de las características propias de cada UPA como la superficie total y la superficie destinada a la siembra de cultivos permanentes y transitorios.

4.3 Metodología

Para poder determinar las diferencias tecnológicas en la agricultura, se clasificaron las UPAs en Familiares y Empresariales, teniendo en consideración los siguientes criterios:

Unidades Productivas Familiares:

- Que los productores no contrataran trabajadores, es decir la producción se basa en mano de obra familiar.

- La extensión de la superficie destinada a algún cultivo agrícola (transitorio o permanente) no supere las siete hectáreas.

Unidades Productivas Empresariales:

- Que además de contar con trabajadores familiares, si los hay, puedan contratar trabajadores bien sean permanentes u ocasionales.
- La extensión destinada al cultivo agrícola supere las siete hectáreas.

Se identificaron los 10 productos agrícolas más importantes, teniendo en consideración el área sembrada y el número de UPAs vinculadas. Se estimaron funciones de producción para cada uno de esos 10 productos y para cada tipología de UPA. Entre los factores productivos se consideró: i) la tierra, medida por el área sembrada, ii) el trabajo en forma de mano de obra, clasificado en familiar, ocasional y permanente y, iii) el capital, medido por el uso de tractores, cosechadoras y sembradoras.

Se utilizaron además, variables que describen las prácticas en el cultivo como una proxy de la tecnología utilizada, entre ellas están el *uso de riego, fertilizantes, tratamientos fitosanitarios y semillas mejoradas*. Se incluyó una variable de incertidumbre, *Presencia de riesgo*, medida por la pérdida de superficie sembrada. También se incluyó una variable que pretende aislar los factores que inciden en el ciclo del producto de los que determinan específicamente su producción, *Edad del cultivo*, medida en años y una variable que sea un indicador de escala, medida ésta por el tamaño del predio. Las variables utilizadas en el modelo se resumen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Variables utilizadas en las funciones de producción

Variables Teóricas	Variables utilizadas	Descripción	Unidades
Producción	Q	Nivel de producción de un cultivo específico.	Ton/año
Factores	Supcult	Superficie sembrada para un cultivo específico.	Ha/año
	Mof	Mano de obra familiar.	Hrs/sem
	Moo	Mano de obra ocasional.	Hrs/sem
	Mop	Mano de obra permanente.	Hrs/sem
	Tractor	Uso de tractor, ya sea de rueda u oruga. Toma el valor de 1 si utiliza al menos una de estas dos maquinarias y cero si no utiliza.	0/1
	Csd	Uso de cosechadora, sembradora o desgranadora. Toma el valor de 1 si utiliza al menos una de estas tres maquinarias y cero si no utiliza.	0/1
Tecnología	Riego	Uso de riego. Toma el valor de 1 si utiliza riego en la superficie sembrada y 0 si no utiliza.	0/1
	Fertilizante	Uso de fertilizantes. Toma el valor de 1 si utiliza fertilizantes en el cultivo y 0 si no utiliza.	0/1
	Fitosani	Uso de tratamiento fitosanitario. Toma el valor de 1 si utiliza algún tratamiento fitosanitario y 0 si no utiliza.	0/1
	Semilla	Uso de semilla común o mejorada. Toma el valor de 1 si utiliza semilla mejorada o certificada y 0 si utiliza semilla común.	0/1
Incertidumbre	Riesgo	Toma el valor de 0 si la superficie cosechada es igual a la superficie sembrada y 1 si es menor.	0/1
Ciclo	Edadcult	Edad del cultivo expresada en años. Utilizada solo en los cultivos permanentes.	Años
Escala	Supredio	Tamaño de la unidad de producción agrícola -UPA.	Ha.

Fuente: Elaborado por autor

Según los datos del censo, cerca del 80% de la superficie sembrada se encuentra cubierta por cultivos solos y el restante 20% por cultivos asociados. Aún cuando los cultivos son en su mayoría solos, es importante tener en cuenta también la tecnología en los cultivos cuando éstos se encuentran asociados con algún otro. Así, se estimaron funciones de producción para cada uno de los diez cultivos seleccionados en condición solo y asociado y para cada tipología de UPA.

Cultivos Solos

Para el caso de los cultivos solos, la función linealizada a estimar es:

$$\log Q_i = \beta_0 + \beta_1 \log Supcult_i + \beta_2 \log Mof_i + \beta_3 \log Moo_i + \beta_4 \log Mop_i + \beta_5 Tractor_i + \beta_6 Csd_i + \beta_7 Riego_i + \beta_8 Fertilizante_i + \beta_9 Fitosani_i + \beta_{10} Semilla_i + \beta_{11} Riesgo_i + \beta_{12} Edadcult_i + \beta_{13} Edadcult_i^2 + \beta_{14} Supredio_i + \varepsilon \quad (2)$$

Esta función es lineal en los parámetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots \beta_{14}$ y por lo tanto es un modelo de regresión lineal y se puede emplear el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para estimar la regresión. Los parámetros de las variables en logaritmos representan elasticidades con respecto a la producción. Considerando los factores tierra y mano de

obra, se presentarán rendimientos constantes, crecientes y decrecientes a escala si $\sum_{i=1}^4 \beta_i$ es

igual, mayor o menor que la unidad, respectivamente. Estadísticamente se realiza la prueba de hipótesis $H_a: \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 \neq, < \text{ o } > 1$, cuyo estadístico es

$$t = \frac{\lambda' \hat{\beta} - 1}{\sqrt{\lambda' [s^2 (X'X)^{-1}] \lambda}} \sim t_{(n-k)gl} \text{ donde } \lambda \text{ es un vector de restricciones, } \hat{\beta} \text{ es el vector de}$$

parámetros estimados, $s^2(X'X)^{-1}$ la matriz de var-cov ($\hat{\beta}$), n el número de observaciones, k el número de parámetros estimados en la regresión.

Cultivos Asociados

Para el caso de los cultivos asociados, dado que se encuentran plantados simultáneamente en una misma superficie, la producción de uno depende de la producción del otro. En ese caso las funciones a estimar son:

$$\begin{aligned} \log Q_1 = & \beta_{0,1} + \beta_{1,1} \log Supculi + \beta_{2,1} \log Mof + \beta_{3,1} \log Moo + \beta_{4,1} \log Mop + \beta_{5,1} Tractor + \\ & \beta_{6,1} Csd_i + \beta_{7,1} Riego_1 + \beta_{8,1} Fertilizante_1 + \beta_{9,1} Fitosani_1 + \beta_{10,1} Semilla_1 + \beta_{11,1} Riesgo_1 + \\ & \beta_{12,1} Edadcult_1 + \beta_{13,1} Edadcult_1^2 + \beta_{14,1} Supredio_1 + \beta_{15,1} \log Q_2 + \varepsilon_1 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \log Q_2 = & \beta_{0,2} + \beta_{1,2} \log Supcult + \beta_{2,2} \log Mof + \beta_{3,2} \log Moo + \beta_{4,2} \log Mop + \beta_{5,2} Tractor + \\ & \beta_{6,2} Csd_i + \beta_{7,2} Riego_2 + \beta_{8,2} Fertilizante_2 + \beta_{9,2} Fitosani_2 + \beta_{10,2} Semilla_2 + \beta_{11,2} Riesgo_2 + \\ & \beta_{12,2} Edadcult_2 + \beta_{13,2} Edadcult_2^2 + \beta_{14,1} Supredio_2 + \beta_{15,2} \log Q_1 + \varepsilon_2 \end{aligned} \quad (4)$$

En las ecuaciones (3) y (4), podemos apreciar que hay una variable explicativa endógena en cada una de las ecuaciones, lo que se conoce como endogeneidad. La consecuencia de ello es que la estimación por MCO produce en general estimadores sesgados e inconsistentes. En ese caso, las ecuaciones (3) y (4) se deben estimar simultáneamente, y uno de los métodos de estimación es el de mínimos cuadrados en dos etapas, con el cual se corrige el problema de endogeneidad (Wooldridge, 2000).

Para determinar la validez de las funciones de producción estimadas se realizaron pruebas econométricas. Se utilizó la prueba de White que detecta la existencia de

heterocedasticidad, la prueba de Ramsey, que ayuda a determinar si la especificación es correcta y el factor de inflación de varianza *VIF* que detecta multicolinealidad.

Análisis de diferencias tecnológicas

Para determinar si efectivamente las funciones de producción de cada tipo de UPA debían ser estimadas en forma separada (el supuesto es que cada tipo de UPA utiliza una tecnología diferente) o en forma conjunta (en ese caso no hay diferencias en el uso de tecnología), se realizó la prueba de Chow. Para realizar esta prueba, se tienen tres regresiones $y_1 = a_1 + b_1x_1 + c_1x_2 + u_1$ y $y_2 = a_2 + b_2x_1 + c_2x_2 + u_2$ que representan las estimaciones para cada muestra, y $y_T = a + b x_1 + c x_2 + u$ que representa la estimación sin considerar división de la muestra. La hipótesis a evaluar es $H_0: a_1=a_2, b_1=b_2, c_1=c_2$, la

cual se calcula con un estadístico
$$F = \frac{\frac{sce_T - (sce_1 + sce_2)}{k}}{\frac{sce_1 + sce_2}{n_1 + n_2 - 2k}} \sim F_{(k, n_1 + n_2 - 2k)}$$
 donde *sce*

representa la suma de los cuadrados del error, *k* el número de parámetros a estimar, y *n₁* y *n₂* el tamaño de la muestra para el grupo 1 y 2, respectivamente (Greene, 2003).

Para realizar la prueba de Chow, dado que exige tener el mismo número de variables en cada muestra, se hizo una transformación para las variables Mano de obra, Tractor, y Csd. La descripción de las variables utilizadas para realizar la prueba de Chow se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Variables utilizadas en la función de producción para realizar la prueba de Chow

Variables Transformadas	Descripción	Unidades
TNLG	Intensidad de prácticas en el cultivo. Toma valores de 0 a 4. En un extremo toma el valor de 0 si no utiliza ni riego, ni fertilizante, ni tratamiento fitosanitario ni semilla mejorada. En el otro extremo, toma el valor de 4 si utiliza todos.	0/1/2/3/4
MOT	Total de Mano de obra utilizada. Incluye la mano de obra familiar, ocasional y permanente.	Hrs/sem
MAQUIN	Intensidad en el uso de maquinaria. Toma valores de 0 a 2. Toma el valor de 0 si no utiliza ningún tipo de maquinaria. Toma el valor de 1 si utiliza algún tipo de maquinaria, bien sea tractor o cosechadoras o sembradoras; y toma el valor de 2 si utiliza los dos tipos de maquinaria.	0/1/2

Fuente: Elaborado por autor

5. Resultados

Tomando en consideración las UPAs que tuvieran alguna producción agrícola y eliminando ciertas observaciones que no tenían información completa, el Cuadro 7 presenta el número de predios, la superficie que ellos ocupan y el uso de mano de obra, para cada tipo de UPA, definida en la metodología.

Cuadro 7. Número de predios, tamaño del predio y utilización promedio de la mano de obra

Tipo de UPA	Número de predios		Superficie Total		Horas semanales de trabajo utilizadas por UPA		
	Total	%	Ha	%	Familiares	Ocasionales	Permanentes
Familiar	495,315	77%	3,764,551	43%	71	0	0
Empresarial	145,061	23%	5,075,762	57%	61	110	200
Total	640,376	100%	8,840,313	100%	69	97	157

Fuente: Elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Se puede apreciar que cerca del 80% del número de predios se encuentran dentro del grupo familiar, mientras que cerca del 20% en el grupo empresarial. Sin embargo, si se considera la superficie, el grupo empresarial abarca aproximadamente el 60% del área sembrada. Asimismo, en el segundo tipo de UPA es preponderante el uso de mano de obra permanente, porque en la definición se excluye en buena medida el uso de mano de obra familiar.

En cuanto a la selección de los productos agrícolas, se siguió el criterio con base en la superficie sembrada y producción. Así, los cultivos seleccionados fueron: banano, cacao, café, palma africana, plátano, arroz, cebada, maíz duro seco, maíz suave choco, maíz suave seco, papa y trigo. El Cuadro 8 muestra el número de predios asociados a cada uno de los cultivos seleccionados, así como la superficie plantada, la producción, los rendimientos y el tamaño promedio del predio, para cada tipología de UPA. El Cuadro 8 también clasifica la condición del cultivo plantado del cual se obtuvo la producción, es decir que porcentaje de la producción fue obtenida cuando el cultivo se plantó solo (sin asociamiento con otros cultivos) y que porcentaje cuando el cultivo se plantó simultáneamente con otros en una misma área.

Cuadro 8. Número de predios, superficie plantada y producción de los cultivos seleccionados por tipos de UPAs

Cultivo	Tipo de UPA	Predios		Superficie Plantada		Producción				Rendimiento Ton/Ha	Tamaño promedio del predio (Ha/predio)
		Número	%	Ha	%	Toneladas	%	Condición			
								Sólo	Asociado		
Banano	Familiar	38,356	62%	42,359	17%	130,842	2%	49%	51%	3.09	18.08
	Empresarial	23,922	38%	207,841	83%	5,217,008	98%	98%	2%	25.10	52.22
	Total	62,278	100%	250,200	100%	5,347,850	100%	97%	3%	21.37	31.20
Cacao	Familiar	45,184	50%	89,986	24%	11,540	20%	62%	38%	0.13	13.40
	Empresarial	44,804	50%	290,613	76%	47,344	80%	74%	26%	0.16	41.07
	Total	89,988	100%	380,599	100%	58,884	100%	72%	28%	0.15	27.18
Café	Familiar	64,083	63%	98,054	36%	8,127	33%	66%	34%	0.08	16.08
	Empresarial	37,007	37%	174,446	64%	16,194	67%	76%	24%	0.09	40.69
	Total	101,090	100%	272,500	100%	24,321	100%	72%	28%	0.09	25.09
Palma Africana	Familiar	400	7%	1,007	1%	2,371	0%	80%	20%	2.35	13.27
	Empresarial	4,941	93%	159,126	99%	1,227,442	100%	97%	3%	7.71	195.68
	Total	5,341	100%	160,133	100%	1,229,813	100%	97%	3%	7.68	182.03
Plátano	Familiar	45,743	60%	50,729	31%	135,075	31%	60%	40%	2.66	24.44
	Empresarial	31,061	40%	112,472	69%	306,627	69%	69%	31%	2.73	51.00
	Total	76,803	100%	163,201	100%	441,702	100%	66%	34%	2.71	35.18
Arroz	Familiar	51,444	57%	88,080	29%	275,779	25%	99%	1%	3.13	8.82
	Empresarial	38,665	43%	215,087	71%	808,262	75%	100%	0%	3.76	33.13
	Total	90,109	100%	303,167	100%	1,084,041	100%	99%	1%	3.58	19.25
Cebada	Familiar	71,021	92%	36,796	82%	15,779	71%	99%	1%	0.43	3.81
	Empresarial	6,364	8%	8,270	18%	6,352	29%	99%	1%	0.77	22.32
	Total	77,385	100%	45,066	100%	22,131	100%	99%	1%	0.49	5.33
Maíz Duro	Familiar	63,944	65%	105,721	46%	169,707	39%	93%	7%	1.61	15.91
	Empresarial	34,492	35%	125,701	54%	264,187	61%	95%	5%	2.10	44.92
	Total	98,437	100%	231,422	100%	433,894	100%	94%	6%	1.87	26.07
Maíz Suave	Familiar	67,767	86%	18,378	68%	21,327	56%	74%	26%	1.16	2.50
	Empresarial	10,991	14%	8,746	32%	16,490	44%	76%	24%	1.89	9.71
	Total	78,758	100%	27,124	100%	37,817	100%	75%	25%	1.39	3.51
Choclo	Familiar	256,129	88%	116,637	79%	47,425	73%	60%	40%	0.41	3.53
	Empresarial	35,071	12%	31,029	21%	17,580	27%	72%	28%	0.57	11.11
	Total	291,200	100%	147,666	100%	65,005	100%	63%	37%	0.44	4.44
Papa	Familiar	82,295	83%	29,147	66%	95,405	45%	98%	2%	3.27	4.85
	Empresarial	16,466	17%	14,927	34%	116,525	55%	99%	1%	7.81	23.69
	Total	98,760	100%	44,074	100%	211,930	100%	99%	1%	4.81	7.99
Trigo	Familiar	27,089	90%	15,109	75%	6,936	60%	98%	2%	0.46	4.68
	Empresarial	3,048	10%	4,938	25%	4,631	40%	100%	0%	0.94	27.87
	Total	30,137	100%	20,047	100%	11,567	100%	99%	1%	0.58	7.02

Fuente: Elaborado por autor en base al III Censo Nacional Agropecuario 2000

En términos generales, el mayor porcentaje de la producción proveniente de asociaciones entre cultivos se da en las UPAs Familiares. Además, existen cultivos como el arroz, la palma africana, la cebada, el maíz duro seco, la papa y el trigo que prácticamente se encuentran plantados solos por lo cual no es común encontrarlos plantados en asociación con otros. El banano es un cultivo que en su mayoría se encuentra plantado solo en las UPAs Empresariales, mientras que en las UPAs Familiares, la mitad de la producción se obtiene de asociamientos. También se observa que las UPAs Empresariales son más productivas que las Familiares al tener un rendimiento (Ton/Ha) más alto.

Tomando en cuenta el número de predios, la superficie plantada y la producción, se podría considerar a la palma africana y al banano como un producto exclusivo de las UPAs

empresariales, mientras que la cebada, el maíz suave choclo, el maíz suave seco, la papa y el trigo como productos exclusivos de UPAs Familiares. Para el resto de cultivos, si bien la producción puede estar sesgada hacia algún tipo de UPA en particular, el número de predios no necesariamente tiene el mismo sesgo, por lo tanto no se pueden considerar exclusivos de algún tipo de UPA. En los anexos A.1 a A.8 se presentan otras características de interés de los cultivos analizados tanto si son sembrados solos o en asociación junto con las estadísticas descriptivas de las principales variables utilizadas en el modelo.

Los resultados de las estimaciones de las funciones de producción para los diferentes cultivos seleccionados, tanto cuando se encuentran plantados solos como cuando se encuentran plantados en forma asociada con otros, y para cada tipo de UPA, se presentan a continuación. Las pruebas de Ramsey, White e indicadores de inflación de varianza junto con la prueba de Chow se muestran en el Anexo A.9 y A.10, respectivamente.

5.1 Banano

Tomando en consideración el nivel de producción, el banano es un cultivo propio de las unidades de producción empresariales, pues cerca del 98% de la producción de este cultivo se concentra en este tipo de UPA. Apenas el 2% de la producción se ubica en las UPAs Familiares. Sin embargo, si se considera el número de explotaciones que se dedican a este cultivo, el 62% corresponde a la categoría Familiar. En promedio, el tamaño de las explotaciones que se dedican a este cultivo es de 31 Ha/Predio, siendo el promedio en las UPAs Empresariales de 52 Ha/Predio mientras que en las UPAs Familiares aproximadamente tres veces menor, con un promedio de 18 Ha/Predio (ver Cuadro 8). En las UPAs Familiares, este cultivo no solo se siembra de forma solo, sino que también se encuentra asociado con otros. Las asociaciones más importantes la constituyen el cacao, el café y el plátano. En las UPAs Empresariales, prácticamente no se encuentran asociaciones ligadas a este cultivo.

El Cuadro 9 muestra la estimación de las funciones de producción del banano para ambas tipologías de UPAs. En las estimaciones se puede apreciar que hay un *trade off* entre la

tierra y mano de obra entre ambos tipos de UPAs cuando el cultivo se planta solo, pues mientras en las UPAs Empresariales el factor tierra responde más a la producción que en las UPAs Familiares, en éstas últimas la mano de obra tiene una mayor respuesta que en las UPAs Empresariales. Por otro lado, una de las explicaciones para que en las UPAs Familiares la producción del cultivo se de en un 51% en forma asociada, es que tanto la tierra como la mano de mano de obra se hacen más importantes en la producción, mejorando los rendimientos a escala (se vuelven crecientes) en comparación cuando el cultivo se encuentra plantado solo (los rendimientos son constantes), excepto cuando se encuentra asociado con plátano. Si la escala de producción se mide con respecto a la extensión superficial del predio, se puede apreciar que a medida que aumenta el tamaño de la finca en las UPAs Familiares, la producción se reduce, cuando el cultivo se encuentra plantado solo. Esto implica que se prefiere tener cultivado un pequeño lote y ser eficiente, pues se puede controlar de una mejor forma el uso de los recursos. Lo contrario ocurre en las UPAs Empresariales, en que mayores tamaños en finca conllevan a una mayor producción, lo que explica las grandes extensiones de estos cultivos.

En cuanto al uso de tecnología, se puede apreciar que todas las prácticas de cultivo como uso de riego, aplicación de fertilizante, tratamiento fitosanitario y uso de semilla mejorada son relevantes en las UPAs Empresariales, aunque con menor impacto en la producción en relación a las UPAs Familiares. Esto se explica porque el banano en las UPAs Empresariales utiliza casi toda la tecnología disponible (explicado también por una diferencia importante en rendimientos, ver Cuadro 8) que hace que el aporte de una de éstas prácticas tenga una incidencia menor. En el Anexo A.4 se puede apreciar que más del 95% de la producción en las UPAs Empresariales utiliza riego, fertilizante y tratamiento fitosanitario. Y algo más del 48% utiliza semilla mejorada; lo que implica que el producto marginal de estos insumos es mucho más bajo que en el grupo Familiar.

Cuadro 9. Función de producción del banano. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	UPAs Familiares				UPAs Empresiales
	Condición del Cultivo:				Sólo
	Sólo	Asociado con			
	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.
LogSupcult	0.876 *	0.966 *	1.618 *	0.972 *	1.024 *
LogMof	0.103 **	0.880 ***	0.345 *	0.152	-0.003
LogMoo					0.004 ***
LogMop					0.005 *
Riego ^(a)	0.840 *	2.809 *	1.177 *	1.355	0.614 *
Fertilizante ^(a)	1.062 *	1.768	1.918	0.177	0.752 *
Fitosani ^(a)		0.751	-0.421		0.138 ***
Semilla ^(a)	0.364 ***	-2.309	-0.250		0.070 **
Riesgo ^(a)	-0.839 *	-8.184 *	-2.939 *	-0.561	-0.402 *
Edad	0.021 **	0.126	0.214 *	0.172 *	0.000
Edad2	0.000	-0.003	-0.004 *	-0.005 *	0.000
Supredio ^(b)	-0.003 **	-0.016	0.007	0.003	0.000
LogQcacao		-0.163 *			
LogQcafé			-0.638 *		
LogQplátano				0.166	
Constante	0.448 ***	-4.335 **	-5.498 *	0.836	1.753 *
R ²	0.66	0.44	0.11	0.60	0.89
n	2,089	618	2,132	370	3,764
Prueba de Hipótesis					
Rend. Decrecientes					
Rend. Constantes	*			*	
Rend.Crecientes		*	*		*

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades; * Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

Contrario a lo que uno pensaría en que la diversificación reduce el riesgo, para el caso del banano, esta premisa no se da⁸. Pues cuando el cultivo se planta sin asociamiento, el impacto que genera fenómenos como plagas, sequías, variaciones en precios, etc. sobre la producción es menor que cuando se encuentra asociado, excepto cuando se encuentra plantado simultáneamente con plátano, en la que la presencia de riesgo no es significativa. Referente al ciclo del cultivo, sólo en las UPAs Familiares es preponderante, especialmente cuando se encuentra asociado con café y plátano en que cultivos que tengan una edad de 27 y 17 años, respectivamente deben ser renovados, puesto que cada año adicional de permanencia genera disminución en la producción.

5.2 Cacao

Cerca de 90,000 productores a nivel nacional se dedican a la producción de este cultivo, de los cuales la mitad pertenece a la tipología Familiar y la otra mitad a la Empresarial, sin embargo, el 80% de la producción nacional proviene de ésta última. Los predios que se dedican a este cultivo tienen en promedio una superficie de 27.2 Ha. (ver Cuadro 8).

⁸ Teniendo en consideración que la variable riesgo se mide con una variable dummy que es igual a 1 si la superficie cosechada es menor a la superficie sembrada y 0 si es igual.

Según los resultados que se presentan en el Cuadro 10, este cultivo exhibe rendimientos decrecientes a escala (medida por el tamaño de tierra y mano de obra) cuando el cultivo se encuentra plantado solo, en ambas tipologías de UPAs. Cuando se encuentra asociado con banano en las UPAs Familiares y con café en las UPAs Empresariales es que los rendimientos a escala mejoran, llegando a ser crecientes y constantes, respectivamente. Esto se explica por cuanto el cacao cuando se encuentra asociado con otros cultivos se comporta como un cultivo secundario del asociamiento, haciendo que el uso de mano de obra pierda relevancia, excepto cuando se combina con café, en el que se comporta como el cultivo principal (ver Anexo A.2).

Cuadro 10. Función de producción del cacao. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	UPAs Familiares				UPAs Empresariales		
	Condición del Cultivo:						
	Sólo	Asociado con			Sólo	Asociado con	
		Café	Plátano	Banano		Café	Plátano
	Coef.	Coef	Coef.	Coef.	Coef.	Coef	Coef.
LogSupcult	0.766 *	0.493 *	0.822 *	1.694 *	0.930 *	1.02 *	0.708 *
LogMof	0.054 *	0.037	-0.093	0.153	-0.002	0.05 **	0.002
LogMoo					0.004 ***	0.00	-0.011
LogMop					0.009 *	0.05 **	0.019
Tractor ^(a)	0.334				0.201		
Csd ^(a)	-0.608				0.082		
Riego ^(a)	0.294 *	-0.062	0.021	0.138	0.115 **	1.58	0.936 **
Fertilizante ^(a)		0.560 ***	1.348 **	2.852		0.40	0.964
Fitosani ^(a)	0.017	-0.082	0.473	1.359	0.026	0.09	0.359
Semilla ^(a)	0.004	0.313	0.245	1.647	0.206 *	0.33	0.284
Riesgo ^(a)	-0.518 *	-0.530 *	-1.878 *	-8.352 *	-0.336 *	-4.21 *	-1.052 *
Edad	-0.001	0.035 *	0.037	0.158 *	0.002	0.12 *	-0.001
Edad2	0.000 ***	0.000 *	0.000	-0.003 *	0.000 *	0.00 *	0.000
Supredio ^(b)	0.002	0.010 *	-0.051 *	-0.013	0.000 ***	0.00	0.000
LogQcafé		0.146				0.01	
LogQplátano			0.604 **				-0.102
LogQbanano				-0.442 *			
Constante	-2.060 *	-2.356 *	-3.084 *	-4.264 ***	-1.752 *	-3.88 *	-1.859 *
R ²	0.51	0.36	0.36	0.73	0.68	0.34	0.37
n	7,904	2,319	1,006	618	5,785	1,268	438
Prueba de Hipótesis							
Rend. Decrecientes	*	*	**		*		*
Rend. Constantes						*	
Rend.Crecientes				*			

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades; * Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

El uso de tecnología es incipiente en este cultivo (menos del 10% de las hectáreas sembradas en las UPAs familiares y menos del 15% en las UPAs Empresariales reciben alguna práctica agrícola, ver Anexos A.4 y A.5). El uso de tratamiento fitosanitario no tiene incidencia en la producción de ambos tipos de UPAs.

Por otro lado, tanto en las UPAs Familiares como en las Empresariales, los mayores riesgos ante la presencia de eventos fortuitos se presentan cuando el cacao se encuentra plantado simultáneamente con otros cultivos que cuando se encuentra plantado solo. Esto conlleva a que a pesar de que el empleo de mano de obra no sea tan necesario en la producción de la mayoría de los cultivos asociados, haya un sesgo en plantar el cultivo de forma solo. Ello implica que medidas preventivas por parte del Estado como la estabilización de precios, la creación de un sistema de seguros en la producción o la inversión en investigación y desarrollo, harían incrementar la producción de estos cultivos, llegando a mejorar los rendimientos a escala en algunos casos.

La edad de las plantaciones de cacao solo tiene relevancia en las UPAs Familiares cuando se encuentra asociado con banano, en que cultivos de más de 26 años, aproximadamente, generan reducciones en la producción.

5.3 Café

El total de productores dedicados a este cultivo asciende a 100,000, siendo los catalogados como Familiares, los que más se dedican a esta actividad (63%). La mayor producción de este cultivo la realizan los productores Empresariales con el 67% (16,194 Ton) del total. Este cultivo se encuentra plantado en su mayoría solo, pues el 72% de la producción resulta de esta modalidad. El 38% restante de la producción resulta de la combinación o asociación con otros cultivos, principalmente con el cacao, banano y plátano (ver Cuadro 8 y Anexo A.2).

Al igual de lo que sucede con el cacao, el café también presenta rendimientos decrecientes a escala (medida por la tierra y mano de obra) cuando se encuentra plantado solo, tanto en las UPAs Familiares como en las Empresariales y presenta mejoras en los rendimientos cuando se asocia con otro. En particular, en las UPAs Familiares, cuando se asocia con banano exhibe rendimientos constantes a escala, mientras que cuando se asocia con cacao y plátano los rendimientos a escala son crecientes al igual que cuando se asocia con cacao en las UPAs Empresariales. También se puede apreciar que el uso de tierra y el empleo de

mano de obra tienen un mayor impacto en la producción cuando el cultivo se encuentra asociado que cuando se encuentra plantado solo.

Cuadro 11. Función de producción del café. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	UPAs Familiares				UPAs Empresariales	
	Condición del Cultivo:					
	Sólo	Asociado con			Sólo	Asociado con
	Cacao	Banano	Plátano		Cacao	
	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.
LogSupcult	0.799 *	1.066 *	0.949 *	1.002 *	0.810 *	2.906 *
LogMof	0.073 *	0.273 *	0.168 ***	0.473 **	0.008 ***	0.145 *
LogMoo					0.012 *	0.010
LogMop					0.009 ***	0.172 *
Riego ^(a)	0.024	-0.173			0.073	5.512
Fertilizante ^(a)	0.186	0.876	0.799	0.009	0.128	3.253
Fitosani ^(a)	0.233 **	0.282	1.118	0.387	0.061	0.218
Semilla ^(a)	0.035	0.497		0.902 ***	0.278 *	2.365
Riesgo ^(a)	-0.317 *	-1.217 *	-1.405 *	-0.393	-0.246 *	-12.436 *
Edad	-0.006 *	0.028	0.122 *	-0.066	-0.019 *	0.255 *
Edad2	0.000	0.000	-0.002 *	0.002	0.000	-0.004 *
Supredio ^(b)	0.009 *	0.025 *	0.009 **	0.005	0.002 *	0.007
LogQcacao		-0.886				-1.908 *
LogQbanano			0.062			
LogQplátano				-0.395		
Constante	-2.522 *	-6.662 *	-4.870 *	-4.145 *	-1.709 *	-10.476 *
R ²	0.53	0.36	0.4	0.21	0.55	0.21
n	6,748	2,319	2,132	507	2,108	1,268
Prueba de Hipótesis						
Rend. Decrecientes	*				*	
Rend. Constantes			*			
Rend. Crecientes		*		*		*

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades; * Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

El uso de tecnología es bastante incipiente en la producción de este cultivo, menos del 10% de la producción, recibe riego, fertilizante, tratamiento fitosanitario o utiliza semilla mejorada (ver Anexos A.4 y A.5). El uso de tratamiento fitosanitario es preponderante cuando el cultivo se encuentra plantado solo, mientras que el uso de semilla lo es cuando el cultivo se encuentra asociado con plátano. Cuando el cultivo se encuentra asociado con cacao y banano el uso de prácticas en el cultivo no son relevantes. También se puede apreciar que cuando el cultivo se encuentra plantado solo -cuya producción asciende al 72% del total- la permanencia del cultivo genera reducciones en la producción. Por ello, una buena medida para incrementar la producción en el mediano plazo sería crear incentivos para renovar las plantaciones.

Al igual de lo que sucede en las plantaciones de cacao y banano, la presencia de fenómenos que se escapan del control del productor como variación de precios, plagas, inundaciones,

etc., tienen un impacto negativo en la producción mucho mayor cuando el cultivo se encuentra asociado que cuando se encuentra plantado solo. Por lo tanto, la diversificación es una herramienta para enfrentar shocks (como cambios en precios), sin embargo reduce la producción.

5.4 Palma Africana

Si tomamos en consideración el número de UPAs y la cantidad producida, la palma africana es un cultivo exclusivo de las UPAs Empresariales, pues el 99% de lo que se produce se obtiene del 90% del número de UPAs que lo cultiva. Asimismo, este cultivo prácticamente no se encuentra asociado con otro, pues el 97% se lo planta solo (ver Cuadro 8). Este cultivo es el que mayor uso de tierra hace de todos los cultivos seleccionados, pues cada predio en promedio utiliza cerca de 43 ha. para su producción. Por el contrario, este cultivo es el que menos uso hace de la mano de obra contratada (ver Anexo A.1).

El Cuadro 12 presenta los resultados de la estimación de la función de producción y se puede apreciar que el uso de mano de obra permanente tiene un leve impacto en la producción, puesto que un aumento del 1% en el uso de este factor incrementa la producción en apenas 0.007%. La tierra, por el contrario tiene un impacto en la producción de 0.93%. Esto implica que este cultivo es intensivo en tierra. Este cultivo no utiliza riego, pues apenas el 2.1% de la producción lo recibe. Por el contrario, el uso de fertilizantes, tratamientos fitosanitarios y semillas mejoradas se utilizan en más del 85% de la producción (ver Anexo A.4). Sin embargo, solo el uso de fertilizante es representativo en el aumento de la producción con un impacto del 0.26%.

La palma africana además es un cultivo muy particular, pues no solo es el más intensivo en tierra y menos intensivo en mano de obra, de los diez cultivos seleccionados, sino que también es el que recibe menor impacto en la producción a causa del riesgo (presencia de plagas, variaciones en precios) y además, el que necesita de menos tiempo para ser renovado, pues cultivos con edad superior a los 17 años generan reducciones en la producción.

Cuadro 12. Función de producción de la palma africana para las UPAs Empresariales. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	Condición del Cultivo	
	Sólo	
	Coef.	
LogSupcult	0.928	*
LogMof	0.004	
LogMoo	0.005	
LogMop	0.007	***
Tractor ^(a)	0.102	
Riego ^(a)	0.178	
Fertilizante ^(a)	0.264	*
Fitosani ^(a)	0.062	
Semilla ^(a)	0.038	
Riesgo ^(a)	-0.244	*
Edad	0.067	*
Edad2	-0.002	*
Supredio ^(b)	0.000	***
Constante	1.758	*
R ²	0.81	
n	708	
Prueba de Hipótesis		
Rendimientos Decrecientes	*	
Rendimientos Constantes		
Rendimientos Crecientes		

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades

* Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

5.5 Plátano

De acuerdo a los datos del censo, este cultivo vincula a 76,803 productores, de los cuales el 60% pertenece a la categoría Familiar y el restante 40% a la categoría Empresarial, sin embargo el 69% de las hectáreas plantadas pertenecen a esta última categoría. En promedio, cada finca que se dedica a este cultivo tiene una extensión de 35.2 Ha.. Además de estar cultivado solo, este cultivo también se encuentra plantado en forma asociada. Entre los principales cultivos asociados con el plátano se encuentran el cacao, café y banano.

Según los resultados que se presentan en el Cuadro 13, al igual de lo que sucede con otros cultivos, se da nuevamente un *trade off* entre tierra y mano de obra en las UPAs Familiares y Empresariales, es decir, en las UPAs Empresariales el impacto de tierra sobre la producción es mucho mayor que en las UPAs Familiares, mientras que el impacto de mano de obra sobre la producción es mayor en las UPAs Familiares que en las Empresariales. También se puede apreciar que este cultivo exhibe rendimientos constantes a escala cuando se encuentra plantado solo, mientras que cuando se encuentra asociado, los rendimientos a

escala no necesariamente mejoran como sucedía con banano, cacao y café. Este cultivo a diferencia del cacao, se comporta como el cultivo principal en las asociaciones, motivo por el cual, la mano de obra toma relevancia cuando el cultivo se encuentra asociado, sin embargo el impacto que tiene la tierra sobre la producción es inferior respecto a cuando se encuentra plantado solo (cuando se encuentran asociados se vuelven más intensivos en mano de obra y menos intensivos en tierra). Esto hace que los rendimientos a escala en ciertos casos (como ocurre con el cacao tanto en las UPAs Familiares como Empresariales) sean decrecientes.

Cuadro 13. Función de producción del plátano. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	UPAs Familiares				UPAs Empresariales	
	Condición del Cultivo:					
	Sólo	Asociado con			Sólo	Asociado con
	Cacao	Café	Banano		Cacao	
LogSupcult	Coef. 0.813 *	Coef. 0.367 *	Coef. 0.407 *	Coef. 1.283 *	Coef. 0.981 *	Coef. 0.549 *
LogMof	0.140 *	0.278 *	0.610 *	0.702 *	0.011 *	-0.015
LogMoo					0.007	0.002
LogMop					0.016 *	0.035 ***
Riego ^(a)	0.003	0.492	0.375	3.183	0.323 **	0.893
Fertilizante ^(a)		0.236	1.051 **	0.357	0.021	0.682 *
Fitosani ^(a)	0.373 *	0.505	0.294		0.278 *	0.976 *
Semilla ^(a)	0.317	1.534 **	0.381		0.538	0.575
Riesgo ^(a)	-0.284 *	-0.416	-1.014 *	-0.370	-0.285 *	-0.530
Edad	0.008	0.097 *	-0.060	-0.298	0.008	0.024
Edad2	0.000	-0.002 *	0.003	0.008	0.000	0.000
Supedio ^(b)	0.001	0.006	0.002	-0.005	0.000	0.000
LogQcacao		-0.036				-0.326
LogQcafé			-0.148			
LogQbanano				-0.642		
Constante	0.514 *	-1.021 ***	-2.855 *	0.009	1.334 *	0.257
R ²		0.21	0.39	0.25	0.81	0.33
n	4,068	1,006	507	370	2,439	438
Prueba de Hipótesis						
Rend. Decrecientes		*				**
Rend. Constantes	*		*		*	
Rend. Crecientes				*		

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades; * Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

Respecto a la tecnología utilizada, cuando el cultivo se encuentra plantado solo, en las UPAs Familiares el uso de tratamiento fitosanitario es preponderante en la producción. El uso de semilla mejorada en cambio es relevante en la producción cuando el cultivo se encuentra asociado con cacao, mientras que el uso de fertilizante lo es cuando el cultivo se encuentra asociado con café. Cuando el plátano se encuentra asociado con banano, las prácticas en el cultivo no son relevantes. Por otro lado, la edad del cultivo no tiene mayor incidencia en la producción del plátano, excepto cuando el cultivo se encuentra plantado

simultáneamente con el cacao, en las UPAs Familiares, en que cultivos con una edad mayor a los 24 años deben ser renovados, caso contrario generarán reducciones en la producción.

5.6 Arroz

El arroz es un cultivo transitorio, que después del cacao, es el que tiene mayor superficie sembrada (303,167 Ha). Este cultivo se encuentra plantado en cerca del 57% de los predios que pertenecen a la clasificación de UPAs Familiares. Sin embargo la mayor producción (cerca del 75%) proviene de las UPAs Empresariales. Además, este cultivo no se encuentra asociado con algún otro (ver Cuadro 8). Los resultados de las funciones de producción (ver Cuadro 14) muestran que este cultivo exhibe rendimientos crecientes a escala, medida ésta por el tamaño de la superficie cultivada y por el empleo de mano de obra. Este cultivo es uno de los pocos que utiliza maquinaria y donde además, su participación es significativa en el proceso productivo. En las UPAs Familiares el uso de tractores tiene una incidencia significativa en la producción con un 0.17%, mientras que el uso de sembradoras o cosechadoras lo tiene en un 0.10% en las UPAs Empresariales.

Cuadro 14. Función de producción del arroz. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	Condición del Cultivo: Solo	
	UPAs Familiares	UPAs Empresariales
	Coef.	Coef.
Log Supcult	0.998 *	1.015 *
Log Mof	0.043 *	0.002
Log Moo		0.005 *
Log Mop		0.006 *
Tractor ^(a)	0.173 *	0.015
Csd ^(a)	0.065	0.104 *
Riego ^(a)	0.230 *	0.228 *
Fertilizante ^(a)	0.179 *	0.197 *
Fitosani ^(a)	0.126 *	0.038
Semilla ^(a)	0.071 *	0.090 *
Riesgo ^(a)	-0.503 *	-0.349 *
Supredio ^(b)	-0.010 *	-0.001 *
Constante	0.650 *	0.950 *
R ²	0.85	0.91
n	12,521	7,795
Prueba de Hipótesis		
Rendimientos Decrecientes		
Rendimientos Constantes		
Rendimientos Crecientes	*	*

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semelastidades

* Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

En cuanto al uso de tecnología, este cultivo utiliza gran parte de la tecnología disponible, pues más del 70% de la producción utiliza riego, tratamiento fitosanitario y fertilizante.

Solo el uso de semilla mejorada no es muy utilizado en este cultivo, pues menos del 45% de la producción resulta del uso de este tipo de semilla (ver Anexo A.4). Se puede apreciar en el Cuadro 14, que todas las prácticas agrícolas tienen efectos significativos en la producción, excepto el uso de tratamientos fitosanitarios en las UPAs Empresariales en que casi el 95% de la producción lo utiliza. El uso de riego tiene un impacto similar en la producción de ambas UPAs, mientras el uso de fertilizantes y semilla mejorada tiene un impacto mayor en las UPAs Empresariales. Como era de esperarse, las UPAs Familiares resultan más vulnerables a eventos fortuitos, pues la presencia de estos fenómenos reduce la producción en 0.50%, mientras que en las UPAs Empresariales esa reducción es del 0.35%.

5.7 Cebada

Este cultivo transitorio se lo podría considerar como un producto exclusivo de las UPAs Familiares, puesto que el 92% de ellas la cultivan, obteniendo una producción de algo más del 70% del total que se produce en todo el sector agrícola. Por otro lado, prácticamente no se encuentran asociaciones con otros cultivos, pues cerca del 99% de la producción se encuentra plantado solo (ver Cuadro 8).

Este cultivo utiliza una incipiente tecnología, pues menos del 1.5% de la producción utiliza semilla mejorada, menos del 13% utiliza riego y tratamiento fitosanitario, y menos del 25% de la producción utiliza fertilizantes (ver Anexo A.4). Esto se ve reflejado en la función de producción estimada en el Cuadro 15 en que la escasa tecnología no tiene mayor impacto en la producción. También se puede apreciar que este cultivo presenta rendimientos constantes a escala si variamos el factor tierra y el factor mano de obra en la misma proporción.

Cuadro 15. Función de producción de la cebada para UPAs Familiares. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	Condición del Cultivo: Solo	
	UPAs Familiares	
	Coef.	
Log Supcult	0.892	*
Log Mof	0.064	**
Riego ^(a)	0.006	
Fertilizante ^(a)	0.051	
Fitosanj ^(a)	0.114	
Semilla ^(a)	0.154	
Riesgo ^(a)	-0.285	
Supredio ^(b)	0.001	
Constante	-1.322	*
R ²	0.79	
n	5,371	
Prueba de Hipótesis		
Rendimientos Decrecientes		
Rendimientos Constantes	*	
Rendimientos Crecientes		

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielástica

* Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

5.8 Maíz

El censo distingue cuatro tipos de maíz: maíz duro choclo, maíz duro seco, maíz suave choclo y maíz suave seco, sin embargo éstos tres últimos son los que mayor representatividad tienen en la agricultura del Ecuador. El maíz duro seco se utiliza principalmente para uso industrial. Este producto tiene por tanto, una amplia demanda por parte de la agroindustria destinada principalmente a la producción avícola y de alimentos balanceados. Al contrario, el maíz suave, es destinado básicamente al consumo alimenticio familiar. Debido a esto y a que el tamaño promedio de los predios que se dedican al cultivo de maíces suaves es inferior a cinco hectáreas bien pueden considerarse propios de Agricultura Familiar. El tamaño promedio de los predios que se dedican al cultivo del maíz duro seco en cambio, asciende a veintiséis hectáreas. Sin embargo, si se considera la superficie sembrada del maíz duro seco, hay prácticamente un equilibrio entre la superficie cultivada por la categoría Familiar y Empresarial, por lo que no es tan evidente asegurar que este cultivo sea propio de algún tipo de UPA. El maíz duro seco prácticamente no se encuentra plantado en forma asociada, pues más del 90% de la producción resulta cuando el cultivo se planta solo. Los maíces suaves en cambio, presentan algún tipo de asociación, principalmente con el frijol.

El Cuadro 16 presenta las estimaciones de la función de producción para los tres tipos de maíz y para el tipo de UPA asociado a ellos. Los resultados muestran que hay una diferencia en el aprovechamiento de la tierra para las dos tipologías de UPAs, en el maíz duro seco. Así, mientras en las UPAs Empresariales un incremento del 1% de este factor genera un incremento de cerca del 1% en la producción, este incremento es de 0.89% en las UPAs Familiares. También se puede apreciar, que el uso de mano de obra tiene una mayor importancia en las UPAs Familiares. Aumentos del 1% en el uso de mano de obra tienen un impacto de 0.08% en la producción, mientras que este impacto es mucho menor en las UPAs Empresariales. Esto básicamente se da porque en las UPAs Empresariales las hectáreas por predio son cuatro veces más grandes que las UPAs Familiares. Este cultivo no presenta rendimientos decrecientes a escala, pues un aumento del 1% de los factores productivos incrementa la producción en el mismo porcentaje (en el caso de las UPAs Familiares) o en un porcentaje mayor (en el caso de las UPAs Empresariales).

Cuadro 16. Función de producción del maíz. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	Maíz Duro Seco		Maíz Suave Choclo			Maíz Suave Seco		
	UPAs Familiares	UPAs Empresariales	UPAs Familiares			UPAs Familiares		
	Condición del Cultivo:							
	Sólo	Sólo	Sólo	Asociado con		Sólo	Asociado con	
			Fríjol tierno	Fríjol seco		Fríjol seco		
	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.	
LogSupcult	0.878 *	1.034 *	0.876 *	0.440 *	0.479 *	0.843 *	0.764 *	
LogMof	0.080 **	0.004 ***	0.097 **	0.149	0.179	0.080 *	0.020	
LogMoo		0.006 *						
LogMop		0.001						
Tractor ^(a)		0.260						
Csd ^(a)		0.097						
Riego ^(a)	0.093	0.000	0.069	0.835		0.026	0.121 *	
Fertilizante ^(a)	0.311 *	0.171 *	0.356 *	0.960 **	0.003	0.078	0.177 *	
Fitosani ^(a)	0.428 *	0.094 ***	0.189 ***	0.270	0.728 **	0.536 *	0.353 *	
Semilla ^(a)	0.154	0.305 *	0.151	7.620 *	1.006 ***	0.497 *		
Riesgo ^(a)	-0.488 *	-0.392 *	-0.722 *	-8.511 *	-1.097 **	-0.678 *	-0.485 *	
Supredio ^(b)	0.000	0.000	-0.003	-0.082	0.263	0.005 *	0.001	
LogQfríjoltierno				0.335 *				
LogQfríjolseco					-0.042		0.052 *	
Constante	-0.825 *	0.342 *	-0.793 *	-0.782	-1.935 *	-1.503 *	-1.445 *	
R ²	0.60	0.90	0.73	0.75	0.62	0.65	0.55	
n	5,468	2,060	5,768	2,660	611	24,511	22,407	
Prueba de Hipótesis								
Rend. Decrecientes				*	*	*	*	
Rend. Constantes	*		*					
Rend. Crecientes		*						

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semilla asticada des; * Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

Por otro lado podemos apreciar que el uso de prácticas en el cultivo como fertilizantes, tratamientos fitosanitarios y semilla mejorada tiene un impacto mayor en las UPAs Familiares que en las Empresariales. Esta diferencia se puede explicar porque cerca del 72% de las UPAs Empresariales utilizan fertilizante o algún tratamiento fitosanitario y el 50% semilla mejorada, mientras que para las UPAs familiares esos porcentajes son del 47% y 13%, respectivamente (ver Anexo A.4). El alto grado de tecnificación que se presenta en las UPAs Empresariales (motivo por el cual se presentan rendimientos crecientes a escala), hace que la utilización adicional de cualquier práctica en el cultivo (fertilizantes, tratamientos fitosanitarios, etc.) tenga una leve incidencia en la producción.

En cuanto a los maíces suaves, se puede apreciar que el uso de la tierra responde más en la producción cuando el cultivo se encuentra plantado solo que cuando se encuentra plantado asociado. Esto se podría explicar por cuanto los cultivos cuando se encuentran plantados solos tienen una superficie cultivada promedio mucho mayor que cuando se encuentran asociados. (ver Anexos A.2 y A.3). Por esa razón, el empleo de mano de obra no resulta significativo en la producción cuando estos cultivos (maíces suaves) se encuentran asociados. También se puede apreciar que cuando se asocian con frijol, ya sea tierno o seco, la producción presenta rendimientos decrecientes a escala, lo que podría explicar que este cultivo sea propio del grupo Familiar, más aun cuando el tamaño promedio del predio no supera las cinco hectáreas.

El maíz suave choclo cuando se encuentra asociado con frijol tierno, resulta muy sensible al uso de fertilizantes y semillas mejoradas y a la presencia de factores ajenos del control del productor con impactos en la producción del 0.96%, 7.6% y 8.5%, respectivamente. Por otro lado, en el maíz suave seco, el uso de tratamiento fitosanitario y semilla mejorada tiene un mayor impacto en la producción cuando es plantado solo. El uso de fertilizantes cuando el maíz suave seco es plantado solo, no tiene ninguna incidencia en la producción, sin embargo cuando el cultivo encuentra asociado genera un aumento del 0.198% en la producción.

5.9 Papa

De acuerdo a los datos del censo, el cultivo de papa vincula a 98,760 productores, de los cuales el 83% pertenecen al grupo Familiar y el restante 17% al grupo Empresarial. Algo interesante de este cultivo es que aun cuando el 66% de la superficie plantada se encuentra en el grupo Familiar, el 55% de la producción total proviene del grupo Empresarial. Esto es explicado por el rendimiento (Ton/Ha), pues mientras en las UPAs Familiares se tienen rendimientos de 3.27 Ton/Ha, en las UPAs Empresariales los rendimientos son de 7.81 Ton/Ha. Prácticamente, este cultivo no se encuentra en asociación con algún otro (ver Cuadro 8).

Según los resultados presentados en el Cuadro 17, se puede apreciar que el manejo de la tierra es más importante en las UPAs Empresariales con un impacto en la producción del 1.1% en comparación con el 0.76% de las UPAs Familiares. La mano de obra, presenta una situación contraria, teniendo mayor impacto en la producción en las UPAs Familiares. El aporte del tractor, aunque es utilizado en ambos tipos de UPAs, no tiene efectos significativos en la producción. Tomando en consideración los factores tierra y trabajo, se puede apreciar que las UPAs Familiares presentan rendimientos constantes a escala, mientras que en las UPAs Empresariales los rendimientos son crecientes.

Cuadro 17. Función de producción de la papa. Variable dependiente: LogQ

Variables Independientes	Condición del Cultivo: Solo	
	UPAs Familiares	UPAs Empresariales
	Coef.	Coef.
LogSupcult	0.764 *	1.096 *
LogMof	0.161 ***	0.009 **
LogMoo		0.021 *
LogMop		0.017 *
Tractor ^(a)	0.114	0.198
Riego ^(a)	0.050	0.080
Fertilizante ^(a)	0.329 **	0.685 *
Fitosani ^(a)	0.444 *	0.051
Semilla ^(a)	0.629 *	0.375 *
Riesgo ^(a)	-0.773 *	-0.647 *
Supredio ^(b)	0.006 *	0.000
Constante	-0.574	1.330 *
R ²	0.55	0.83
n	6,543	2,036
Prueba de Hipótesis		
Rendimientos Decrecientes		
Rendimientos Constantes	*	
Rendimientos Crecientes		*

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades

* Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

En las prácticas de cultivo, hay diferencias en la respuesta del uso de fertilizante y semilla mejorada en la producción de ambos tipos de UPAs. Por un lado, el uso de semilla mejorada genera un impacto en la producción de 0.63% en las UPAs Familiares, en las UPAs Empresariales este impacto es del 0.38%. Por otro lado el uso de fertilizantes en las UPAs Familiares genera un impacto del 0.33% en la producción, mientras que en las UPAs Empresariales ese impacto es del 0.69%.

5.10 Trigo

Dado que el 90% de los productores de trigo y cerca del 60% de la producción nacional proviene de las UPAs Familiares, este cultivo bien puede considerarse exclusivo de esta categoría. Asimismo, este producto se cultiva en su mayoría solo y no asociado (ver Cuadro 8). Según lo muestra el Cuadro 18, este cultivo presenta rendimientos constantes a escala cuando varían simultáneamente los factores tierra y mano de obra, para las UPAs Familiares y rendimientos crecientes a escala para las UPAs Empresariales. También se puede apreciar que el uso de mano de obra es más importante en las UPAs Familiares que en las UPAs Empresariales. Lo contrario sucede con el aprovechamiento de la tierra, en la que el impacto sobre la producción es cerca del doble. De esto se desprende que las UPAs Empresariales son más intensivas en tierra mientras que las UPAs Familiares lo son en mano de obra.

En cuanto a la tecnología, en las UPAs Familiares, el uso de fertilizantes es la única práctica en el cultivo que tiene efecto sobre la producción con un impacto de 0.57%, mientras que en las UPAs Empresariales, el uso de riego y tratamientos fitosanitarios generan impactos en la producción. Por otro lado, a diferencia de lo que se presenta en el resto de cultivos en que el riesgo tiene un impacto mayor en las UPAs Familiares que en las UPAs Empresariales, en este cultivo sucede lo contrario. Pues la presencia de fenómenos naturales y económicos (variación en los precios) tiene un impacto en la producción de 0.73% en las UPAs Empresariales, mientras que en las UPAs Familiares ese impacto es del 0.61%, aunque la diferencia no es marcada.

Cuadro 18. Función de producción del trigo. Variable Dependiente: LogQ

Variables Independientes	Condición del Cultivo: Solo	
	UPAs Familiares	UPAs Empresariales
	Coef.	Coef.
LogSupcult	0.752 *	1.419 *
LogMof	0.243 *	-0.027
LogMoo		0.082 **
LogMop		0.067 ***
Riego ^(a)		0.732 **
Fertilizante ^(a)	0.569 *	0.009
Fitosani ^(a)	0.186	0.787 **
Semilla ^(a)	0.520	0.102
Riesgo ^(a)	-0.608 *	-0.728 *
Supredio ^(b)	-0.021	0.072 *
Constante	-2.042 *	-2.727 *
R ²	0.62	0.97
n	2,327	53
Prueba de Hipótesis		
Rendimientos Decrecientes		
Rendimientos Constantes *		
Rendimientos Crecientes *		

Fuente: Elaborado por autor

(a) Variables Dummy (b) Representa semielasticidades

* Significante al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%

Cabe mencionar que para la función de producción del trigo y para el resto de cultivos seleccionados, las pruebas de especificación, multicolinealidad y heterocedasticidad validaron el modelo (ver Anexo A.9). Para el caso de la prueba de White que detecta heterocedasticidad, en el caso de existencia, se estimó el modelo bajo errores estándares robustos. Asimismo se realizó la prueba de Chow (ver Anexo A.10), rechazándose la hipótesis nula en todos los casos, lo que conlleva a mencionar que la división interna de la agricultura en Familiar y Empresarial fue acertada.

El Cuadro 19 muestra un resumen de las principales elasticidades de los factores productivos de los cultivos seleccionados. En él se puede apreciar que las elasticidades del producto con respecto al factor tierra son mayores en las UPAs Empresariales en comparación con las Familiares, mientras que sucede lo contrario con el factor mano de obra. Asimismo, se puede apreciar que las UPAs Empresariales exhiben en general rendimientos crecientes a escala, mientras que las UPAs Familiares rendimientos constantes y decrecientes a escala.

Cuadro 19. Resumen de las principales elasticidades de los factores productivos de los cultivos seleccionados

Cultivos	Elasticidad Factores Productivos						Rendimientos a Escala		
	Tierra		Mano de Obra						
	UPAs Fam.	UPAs Empr es.	Familiar		Ocasional	Permanente	UPAs Fam.	UPAs Empr es.	
			UPAs Fam.	UPAs Empr es.	UPAs Empr es.	UPAs Empr es.			
Permanentes	Banano	0.876	1.024	0.103		0.004	0.005	Constantes	Crecientes
	Cacao	0.766	0.930	0.054		0.004	0.009	Decrecientes	Decrecientes
	Café	0.799	0.810	0.073	0.008	0.012	0.009	Decrecientes	Decrecientes
	Plátano	0.813	0.981	0.140	0.011		0.016	Constantes	Constantes
	Palma Africana	N.A	0.928	N.A			0.007	N.A	Decrecientes
Transitorios	Arroz	0.998	1.015	0.043		0.005	0.006	Crecientes	Crecientes
	Cebada	0.892	N.A	0.064	N.A	N.A	N.A	Constantes	N.A
	Maíz Duro Seco	0.878	1.034	0.080	0.004	0.006		Constantes	Crecientes
	Maíz Suave Choclo	0.876	N.A	0.097	N.A	N.A	N.A	Constantes	N.A
	Maíz Suave Seco	0.843	N.A	0.080	N.A	N.A	N.A	Decrecientes	N.A
	Papa	0.764	1.096	0.161	0.009	0.021	0.017	Constantes	Crecientes
	Trigo	0.752	1.419	0.243		0.082	0.067	Constantes	Crecientes

Fuente: Elaborado por autor
N.A.: No aplica

6. Conclusiones y Recomendaciones

En este trabajo se han estimado funciones de producción para las principales plantaciones del Ecuador, las mismas que cubren algo más del 75% del área sembrada, permitiendo conocer en buena medida el comportamiento de la producción del sector agrícola del Ecuador.

La metodología utilizada permitió desagregar al sector agrícola en Familiar y Empresarial, aun cuando en la literatura no existe un concepto claro y consensado sobre los parámetros que definen qué es agricultura familiar y qué agricultura empresarial, pudiendo además los criterios para definirla cambiar de país en país (Acosta y Rodríguez, 2005). Sin embargo, los criterios que se expusieron en el presente trabajo, fueron contrastados estadísticamente mediante pruebas de hipótesis (prueba de Chow) que validaron la desagregación de la agricultura.

La ventaja de estimar una función de producción Cobb-Douglas para cada cultivo permitió apreciar más directamente la respuesta de cada factor en la producción, sin embargo el no estimar otras formas funcionales como la Translog y la CES podría llevar a

subestimaciones o sobreestimaciones en los resultados, por cuanto se está considerando que la elasticidad de sustitución entre factores es igual a 1. Sería conveniente estimar este tipo de funciones en futuros trabajos para poder comparar los resultados. Asimismo, hubiese sido de gran utilidad contar con las bases de datos de los dos censos agropecuarios anteriores para determinar la evolución en el tiempo de los parámetros estimados en la función de producción, sin embargo no fue posible acceder a esa información.

Algo novedoso en este trabajo fue incluir en las funciones de producción variables de riesgo y de ciclo de cultivo que ayudaron a explicar aun más el comportamiento de los dos tipos de UPAs. Allí se encontró que los cultivos de café se encuentran en su ciclo decreciente por lo que cada año de permanencia genera reducciones en la producción, siendo las reducciones más fuertes en el grupo Empresarial. Algo interesante también fue la estimación de funciones de producción para cultivos asociados a través de ecuaciones simultáneas, con lo que se tuvo una mejor aproximación de la respuesta de los factores productivos de la producción de cada componente del asociamiento.

En términos generales, los resultados indican que el sector agrícola depende en su estructura productiva de manera fundamental de la tierra y mano de obra, sin embargo, los impactos que generan estos dos factores sobre la producción son diferenciados. La elasticidad de la mano de obra es mayor en las UPAs Familiares que en las UPAs Empresariales, en la mayoría de los cultivos. Lo contrario sucede con el factor tierra, en que es aprovechado de una mejor forma en las UPAs Empresariales, por tener un mejor impacto en la producción. Esto confirma que la producción agrícola familiar es intensiva en mano de obra y usualmente tiene restricciones en otros factores, mientras que la producción agrícola empresarial es intensiva en tierra (y en algunos casos en capital), sustituyendo mano de obra.

El sector agrícola además es un sector muy peculiar, pues a diferencia de lo que ocurre en otras actividades en donde se cumple la premisa “a mayor diversificación menor riesgo” (considerando que la variable *Riesgo* fue medida a través de la pérdida de superficie cultivada), en el sector agrícola del Ecuador ésta no se da. Según los resultados, el impacto

negativo de la presencia de riesgo es mayor cuando los cultivos se encuentran plantados en forma asociada que cuando se encuentran plantados solos. A ello se podría explicar que cerca del 83% de las UPAs tengan hasta tres cultivos plantados únicamente. Es decir, los agricultores prefieren concentrar su atención en pocos productos, pudiendo así dirigir de mejor manera focalizada las condiciones de producción.

Según los resultados de las estimaciones de las funciones de producción, los productores de banano, plátano, papa y trigo en las UPAs Familiares son los que más se verían afectados de una política que como resultado afecte la producción de estos cultivos, pues el impacto que genera la mano de obra en la producción es superior a 0.10%, siendo los más afectados aquellos que se dediquen a la producción de trigo con un impacto de 0.24%. En las UPAs Empresariales, el café y la papa son los productos más sensibles, pues en estos productos no solo tiene incidencia la mano de obra permanente y ocasional sino también la mano de obra familiar.

La desagregación de la agricultura en dos grandes grupos y los resultados de las estimaciones de las funciones de producción indican que el sector agrícola es heterogéneo, lo que significa que las políticas dirigidas hacia este sector deben tomar en cuenta esta consideración, porque los resultados que de ellas se deriven, van a ser muy distintos y posiblemente se alejen de los objetivos que las motivaron.

Dado que las políticas dirigidas al sector agrícola generalmente están vinculadas a cambios en la producción y más que todo a aumentos en la producción, el camino a seguir para el grupo Familiar debería estar enfocado al aumento de rendimientos (Ton/Ha), dado la poca disponibilidad de tierra que hay en este grupo y al incentivo de la producción de cultivos asociados, los cuales requieren justamente de poca tierra. Por otro lado, el camino a seguir por el grupo Empresarial debería estar direccionado no solo al aumento de rendimientos sino también a la expansión sostenida de la frontera agrícola, pues la tierra es el factor que más incidencia tiene en la producción y porque además es en este tipo de categoría donde se presentan rendimientos crecientes a escala.

Aunque este estudio permite estimar los impactos diferenciados que cualquier política agrícola tiene sobre la producción y por consiguiente en el empleo de mano de obra de un cultivo en particular, en la realidad, los productores tienen más de un cultivo plantado, con lo cual los productores bien pueden sustituir un cultivo por otro tratando de eliminar o sacar ventaja de cualquier política. Desde ese punto de vista, este estudio está enfocado más bien a un análisis parcial. Sin embargo, los resultados obtenidos sirven de insumo para realizar un estudio de equilibrio general para el sector agrícola, el cual sería una continuación de este trabajo.

7. Referencias Bibliográficas

Acosta, A.; Rodríguez, M.; 2005. En busca de la Agricultura Familiar en América Latina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/prior/desrural/busca.htm>.

Bejarano, J.; 1998. Economía de la Agricultura. Santa Fé de Bogotá: Tercer Mundo Editores, c1998.

Cramer, G.; Jensen, C.; (1997). Agricultural Economics and Agribusiness. John Wiley & Sons Inc.

Dillon, J.; 1977. The Análisis of Response in Crop and Livestock Production. New York: Pergamon Press, 2nd edition.

Doran, H.; 1985. "Small" or "Large" Farm: Some Methodological Considerations. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 67, No. 1. (Feb., 1985), pp. 130-132.

Gallup, J.; Sachs, J.; 2000. Agriculture, Climate, and Technology: Why Are the Tropics Falling behind?. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 82, No. 3. (Aug., 2000), pp. 731-737.

Greene, W.; 2003. *Econometric Analysis*. Prentice Hall c2003. 5th Edition.

INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador. III Censo Nacional Agropecuario, 2000. Disponible en <http://www.inec.gov.ec>

Larson, D.; León, M.; 2006. How endowments, accumulations and choice determine the geography of agricultural productivity in Ecuador. *The World Bank Economic Review*, Vol. 20, No. 3 (Mar., 2006), pp. 449-471. Oxford University Press.

Morales, C.; Parada, S.; Torres, M.; 2005. Los Impactos Diferenciados del Tratado de Libre Comercio Ecuador-Estados Unidos de Norte América sobre la Agricultura del Ecuador. *Desarrollo Productivo*. CEPAL.

Stigler, G.; 1976. The Xistence of X-Efficiency. *American Economic Review*, Vol. 66(1), pages 213-16, March.

Wooldridge, J.; *Introductory econometrics: a modern approach*. Thomson/South-Western, c2006. 3rd Edition.

ANEXOS

A.1. Uso de los factores productivos de los cultivos seleccionados cuando se encuentran plantados solos.

Cultivos	Tipo de UPA	Ha/Predios	Mof/Ha	Moo/Ha	Mop/Ha	% Ha que utilizan Tractor	%Ha que utilizan Csd	% Predios que utilizan Tractor	%Predios que utilizan Csd	
Permanentes	Banano	Familiar	1.32	63.22	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
		Empresarial	27.26	0.87	10.18	15.72	18%	2%	0%	0%
	Cacao	Familiar	2.38	23.58	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
		Empresarial	9.85	5.09	4.14	2.73	3%	0%	0%	0%
	Café	Familiar	2.31	23.15	0.00	0.00	0%	2%	9%	0%
		Empresarial	7.39	8.59	4.66	2.10	1%	7%	9%	1%
Palma Africana	Empresarial	42.62	0.39	2.74	2.47	55%	1%	0%	0%	
Plátano	Familiar	1.22	52.13	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%	
	Empresarial	5.34	7.32	8.89	8.02	1%	2%	0%	0%	
Transitorios	Arroz	Familiar	2.85	20.08	0.00	0.00	3%	0%	0%	0%
		Empresarial	11.59	4.33	8.76	2.40	43%	19%	0%	0%
	Cebada	Familiar	0.90	84.85	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
		Empresarial	3.09	15.59	16.74	8.34	38%	12%	7%	5%
	Maíz Duro Seco	Familiar	1.92	38.20	0.00	0.00	0%	1%	0%	0%
		Empresarial	7.97	5.64	17.70	4.65	10%	18%	1%	0%
	Maíz Suave Choclo	Familiar	0.59	86.66	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
		Empresarial	1.50	27.71	28.73	13.19	16%	1%	0%	2%
	Maíz Suave Seco	Familiar	0.86	75.29	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
		Empresarial	2.81	26.92	21.94	3.84	12%	12%	10%	1%
Papa	Familiar	0.62	185.02	0.00	0.00	2%	0%	0%	0%	
	Empresarial	2.14	21.35	37.92	23.53	39%	12%	1%	0%	
Trigo	Familiar	0.71	109.35	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%	
	Empresarial	3.15	13.66	19.59	9.08	21%	0%	0%	1%	

Fuente: Elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario
Mof, Moo, Mop: mano de obra familiar, ocasional y permanente expresada en horas semanales

A.2. Número de predios, superficie plantada y producción de las principales asociaciones entre cultivos

Principales Asociaciones	Número de Predios		Superficie Sembrada (Ha)		Producción	
	UPAs Familiares	UPAs Empresariales	UPAs Familiares	UPAs Empresariales	UPAs Familiares	UPAs Empresariales
Banano	1,085	986	2,585	7,384	7,881	18,152
Cacao					314	779
Banano	8,206	1,865	11,876	6,574	16,724	13,361
Café					1,012	541
Banano	1,703	780	1,582	1,614	6,093	4,027
Plátano					5,309	3,689
Cacao	6,242	5,163	15,312	40,019	1,789	4,052
Café					645	1,092
Cacao	2,866	2,032	6,196	15,479	551	1,485
Plátano					12,018	35,469
Café	1,617	807	2,534	3,486	365	462
Plátano					3,745	4,875
Banano					4,320	8,286
Cacao	687	649	1,714	5,484	241	673
Café					44	139
Banano					1,925	2,745
Cacao	426	365	1,063	2,728	91	154
Plátano					1,449	2,422
Cacao					347	1,141
Café	1,567	1,504	4,243	12,128	183	343
Plátano					5,711	14,414
Banano					2,180	4,284
Cacao	467	685	1,298	4,952	138	913
Café					38	139
Plátano					1,568	3,749
Frijol Seco	1,431	430	1,081	883	131	136
Maíz Suave C hoclo					1,819	2,120
Frijol Tierno	5,476	835	1,368	486	336	252
Maíz Suave C hoclo					874	780
Frijol Seco	50,231	6,247	29,158	6,336	2,973	779
Maíz Suave Seco					10,373	2,879

Fuente: Elaborado por autor en base al III Censo Nacional Agropecuario 2000

A.3 Uso de los factores productivos de los cultivos seleccionados cuando se encuentran plantados en asociamiento con otros

Principales Asociaciones	Tipo de UPA	Ha/Predios	Mof/Ha	Moo/Ha	Mop/Ha	%Upas que utilizan Tractor	%Upas que utilizan Csd	% Ha que utilizan Tractor	%Ha que utilizan Csd
Banano-Cacao	Familiar	2.55	27.35	0.00	0.00	0%	2%	0%	2%
Banano-Café	Familiar	1.53	44.74	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
Banano-Plátano	Familiar	1.24	59.88	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
Cacao-Café	Familiar	2.60	23.03	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
	Empresarial	8.27	8.88	3.84	2.54	0%	0%	0%	1%
Cacao-Plátano	Familiar	2.70	18.63	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
	Empresarial	7.28	8.26	5.54	4.14	0%	0%	0%	0%
Café-Plátano	Familiar	1.89	42.02	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
Maíz Suave Choclo-Frijol Seco	Familiar	0.39	102.07	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%
Maíz Suave Choclo-Frijol Tierno	Familiar	0.21	186.00	0.00	0.00	1%	0%	0%	0%
Maíz Suave Seco-Frijol Seco	Familiar	0.44	125.83	0.00	0.00	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaborado por autor en base al III Censo Nacional Agropecuario 2000

Mof,Moo,Mop: Mano de obra familiar, ocasional y permanente expresada en horas semanales, respectivamente

A.4 Uso de tecnología en los principales cultivos agrícolas cuando se encuentran plantados solos, para las diferentes tipologías de UPAs⁽¹⁾

Cultivo	Tipo de UPA	Riego			Fertilizante			Tratamiento Fitosanitario			Semilla Mejorada		
		%UPAs	%Ha	%Q	%UPAs	%Ha	%Q	%UPAs	%Ha	%Q	%UPAs	%Ha	%Q
Banano	Familiar	18.8%	20.0%	52.0%	19.1%	24.0%	61.4%	19.3%	25.2%	64.7%	4.9%	7.1%	20.3%
	Empresarial	87.9%	94.0%	96.0%	92.3%	97.6%	98.8%	91.5%	97.7%	98.9%	31.0%	46.5%	48.5%
Cacao	Familiar	9.0%	9.9%	13.3%	5.6%	4.2%	5.0%	6.2%	6.4%	7.3%	4.2%	3.9%	4.5%
	Empresarial	11.6%	15.2%	20.2%	7.4%	8.6%	13.1%	11.0%	12.3%	18.2%	4.4%	4.9%	6.7%
Café	Familiar	1.4%	0.7%	0.9%	1.8%	2.2%	3.4%	3.2%	4.6%	6.8%	3.1%	2.5%	4.3%
	Empresarial	1.7%	0.9%	1.2%	5.6%	7.3%	8.7%	9.0%	7.1%	8.7%	5.9%	4.6%	7.1%
Palma Africana	Empresarial	1.7%	1.9%	2.1%	77.0%	87.6%	89.8%	82.2%	91.3%	94.2%	72.8%	84.9%	87.4%
Plátano	Familiar	6.5%	3.3%	3.6%	12.4%	13.1%	12.6%	16.7%	24.5%	27.7%	0.6%	0.6%	0.2%
	Empresarial	3.5%	4.5%	7.5%	26.2%	40.1%	45.1%	31.2%	52.1%	57.5%	0.7%	1.5%	0.6%
Arroz	Familiar	55.0%	64.0%	69.9%	84.5%	88.3%	90.7%	77.0%	82.5%	85.8%	15.1%	18.3%	20.4%
	Empresarial	67.7%	77.9%	80.9%	93.2%	95.7%	96.8%	87.8%	93.8%	94.9%	31.7%	41.9%	45.2%
Cebada	Familiar	8.7%	7.3%	7.7%	16.3%	21.1%	23.1%	7.3%	12.4%	12.5%	0.9%	1.1%	1.4%
	Empresarial	20.7%	10.9%	15.5%	45.3%	66.1%	72.1%	29.3%	42.0%	50.8%	5.0%	5.9%	11.6%
Maíz Duro Seco	Familiar	6%	5%	5%	48%	57%	57%	52%	57%	61%	10%	15%	13%
	Empresarial	12%	11%	10%	77%	81%	86%	75%	84%	89%	51%	59%	69%
Maíz Suave Choclo	Familiar	37.2%	28.8%	22.3%	42.2%	57.4%	70.8%	21.9%	36.4%	54.3%	2.6%	2.4%	2.2%
	Empresarial	37.7%	22.7%	41.6%	51.5%	67.2%	76.9%	35.6%	50.8%	70.3%	10.4%	12.0%	12.4%
Maíz Suave Seco	Familiar	24.9%	14.7%	11.1%	25.6%	33.3%	49.7%	12.0%	24.6%	45.8%	1.4%	3.7%	7.5%
	Empresarial	24.9%	5.5%	4.4%	30.9%	43.7%	68.1%	21.9%	39.6%	62.0%	2.4%	6.6%	12.0%
Papa	Familiar	25.4%	19.6%	14.0%	80.8%	83.2%	91.0%	70.5%	73.7%	86.0%	4.9%	5.6%	9.9%
	Empresarial	33.9%	27.7%	23.5%	93.9%	98.4%	99.6%	89.6%	97.3%	98.5%	12.4%	25.2%	36.7%
Trigo	Familiar	16.2%	13.9%	13.4%	25.7%	37.1%	46.5%	19.8%	22.6%	30.1%	0.3%	0.6%	0.4%
	Empresarial	41.4%	53.9%	68.3%	86.3%	92.3%	96.0%	70.5%	87.0%	93.2%	16.5%	51.0%	67.2%

Fuente: Elaborado por autor en base al III Censo Nacional Agropecuario 2000

(1) Se expresa como porcentajes de UPAs, Ha, y producción que utilizan riego, fertilizante, tratamiento fitosanitario y semilla mejorada

A.5. Uso de tecnología en la producción de los principales cultivos agrícolas cuando se encuentran plantados en forma asociada, para las diferentes tipologías de UPAs

Cultivo	Asociado con	Riego		Fertilizante		Tratamiento Fitosanitario		Semilla Mejorada	
		Upas Familiares	Upas Empresariales	Upas Familiares	Upas Empresariales	Upas Familiares	Upas Empresariales	Upas Familiares	Upas Empresariales
Banano	Cacao	40.2%	N.A.	36.5%	N.A.	38.0%	N.A.	1.3%	N.A.
	Café	1.9%	N.A.	1.5%	N.A.	3.5%	N.A.	0.1%	N.A.
	Plátano	0.0%	N.A.	1.1%	N.A.	1.1%	N.A.	0.0%	N.A.
Cacao	Banano	6.5%	N.A.	5.2%	N.A.	7.4%	N.A.	1.9%	N.A.
	Café	1.2%	1.7%	4.9%	3.7%	5.6%	7.2%	1.5%	0.4%
	Plátano	4.1%	50.5%	4.7%	40.7%	7.2%	49.8%	1.7%	40.1%
Café	Banano	3.1%	N.A.	1.5%	N.A.	1.3%	N.A.	0.3%	N.A.
	Cacao	0.8%	0.5%	8.6%	2.6%	11.9%	6.2%	1.3%	0.6%
	Plátano	0.2%	N.A.	8.8%	N.A.	16.8%	N.A.	10.4%	N.A.
Plátano	Banano	0.0%	N.A.	1.6%	N.A.	1.6%	N.A.	0.0%	N.A.
	Cacao	3.3%	29.3%	5.1%	36.9%	10.4%	55.5%	3.1%	6.8%
	Café	0.7%	N.A.	18.5%	N.A.	17.3%	N.A.	1.0%	N.A.
Maíz Suave	Frijol								
Choclo	Tiempo	20.0%	N.A.	35.3%	N.A.	19.1%	N.A.	8.0%	N.A.
Maíz Suave Seco	Frijol Seco	3.3%	N.A.	76.6%	N.A.	59.7%	N.A.	16.2%	N.A.
Maíz Suave Seco	Frijol Seco	16.2%	N.A.	27.9%	N.A.	11.6%	N.A.	2.2%	N.A.

Fuente: Elaborado por autor en base al III Censo Nacional Agropecuario 2000

N.A.: No Aplica debido a que el asociamiento no es significativo, o la producción se encuentra en su mayoría sin asociamiento

A.6. Edad promedio en años de los principales cultivos permanentes⁽¹⁾

Cultivo	Asociado con	Upas Familiares	Upas Empresariales	Total Upas
Banano	Banano ⁽²⁾	12.4	14.2	14.1
	Cacao	13.8	17.4	16.3
	Café	21.2	17.5	20.1
	Plátano	9.1	9.9	9.3
Cacao	Cacao ⁽²⁾	26.5	29.8	29.0
	Banano	15.3	22.4	20.1
	Café	23.7	29.4	27.3
	Plátano	22.8	20.1	21.4
Café	Café ⁽²⁾	27.4	26.9	27.1
	Banano	23.4	23.1	23.3
	Cacao	23.3	28.4	26.5
	Plátano	9.7	17.0	13.8
Palma Africana	Palma Africana ⁽²⁾	3.6	11.4	11.4
Plátano	Plátano ⁽²⁾	8.4	12.5	11.4
	Banano	8.3	9.4	8.7
	Cacao	10.7	10.5	10.5
	Café	6.7	13.6	10.6

Fuente: Elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario

⁽¹⁾ Edad ponderada a la superficie sembrada

⁽²⁾ Se refiere a los cultivos cuando se encuentran plantados solos

A.7. Riesgo de los cultivos seleccionados por tipología de UPAs

Cultivo	Tipo de UPA	Pérdida ⁽¹⁾ de superficie	Causas de la pérdida de superficie (participación)						
			Enfermedades	Heladas	Inundaciones	Plagas	Sequías	Precios Bajos	Otras
Banano	Familiar	40.3%	37.1%	1.7%	0.0%	16.6%	0.0%	0.0%	44.7%
	Empresarial	22.6%	5.7%	19.2%	56.3%	12.0%	3.1%	0.0%	3.8%
Cacao	Familiar	38.3%	22.8%	19.7%	5.8%	22.1%	10.0%	0.0%	19.6%
	Empresarial	31.8%	28.8%	9.8%	3.8%	19.2%	3.8%	0.0%	34.6%
Café	Familiar	39.8%	20.8%	12.1%	0.2%	20.4%	18.2%	7.3%	21.0%
	Empresarial	31.7%	2.8%	7.9%	0.5%	24.0%	5.3%	14.6%	44.9%
Palma Africana	Empresarial	29.1%	73.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	25.8%
Plátano	Familiar	41.1%	14.8%	0.0%	23.9%	14.9%	7.2%	0.0%	39.3%
	Empresarial	27.5%	70.2%	0.0%	0.0%	13.9%	1.2%	0.0%	14.7%
Arroz	Familiar	36.0%	1.4%	0.1%	17.9%	15.2%	42.5%	0.0%	22.9%
	Empresarial	22.6%	0.3%	3.7%	22.0%	9.2%	21.8%	0.0%	43.1%
Cebada	Familiar	43.7%	3.3%	38.2%	0.2%	22.0%	25.9%	0.0%	10.5%
	Empresarial	66.1%	0.0%	0.0%	14.7%	0.0%	0.0%	0.0%	85.3%
Maíz Duro Seco	Familiar	52.6%	3.8%	16.3%	1.2%	16.3%	53.2%	0.0%	9.2%
	Empresarial	30.6%	10.1%	0.9%	0.0%	19.6%	69.4%	0.0%	0.1%
Maíz Suave Choclo	Familiar	50.8%	1.1%	26.1%	8.8%	10.9%	11.4%	0.0%	41.6%
	Empresarial	43.7%	0.0%	0.0%	0.5%	9.0%	0.2%	0.0%	90.3%
Maíz Suave Seco	Familiar	47.0%	3.6%	22.7%	6.0%	10.0%	20.9%	0.6%	36.1%
	Empresarial	41.0%	1.5%	10.6%	0.3%	13.1%	11.1%	0.0%	63.3%
Papa	Familiar	48.9%	7.2%	60.9%	1.3%	9.6%	5.2%	0.0%	15.9%
	Empresarial	40.8%	0.6%	17.5%	2.6%	6.5%	0.0%	0.0%	72.8%
Trigo	Familiar	43.4%	0.6%	21.3%	0.5%	21.1%	23.3%	0.0%	33.3%
	Empresarial	46.4%	0.0%	0.0%	38.2%	0.0%	0.0%	0.0%	61.8%

Fuente: Elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

⁽¹⁾ Medida como (Superficie sembrada – Superficie cos echada)/Superficie sembrada

A.8. Estadísticas descriptivas de las principales variables utilizadas en el modelo

Banano – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	505	2088.59	11.40	25.37	0.01	223.40
Supcult	505	2088.59	1.32	1.25	0.01	6.50
Mof	505	2088.59	83.27	59.93	4.00	316.00
Moo	505	2088.59	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	505	2088.59	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	505	2088.59	0.19	0.39	0	1
Fertilizante	505	2088.59	0.19	0.39	0	1
Fitosani	505	2088.59	0.19	0.39	0	1
Semilla	505	2088.59	0.05	0.22	0	1
Riesgo	505	2088.59	0.03	0.18	0	1
Tractor	505	2088.59	0.00	0.00	0	0
Csd	505	2088.59	0.00	0.00	0	0

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Banano – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	1329	3763.53	932.35	2222.37	4.54	51491.81
Supcult	1329	3763.53	27.26	55.11	1.04	1600.00
Mof	1329	3763.53	23.79	41.83	0.00	294.00
Moo	1329	3763.53	277.37	691.65	0.00	18928.00
Mop	1329	3763.53	428.47	1500.97	0.00	54480.00
Riego	1329	3763.53	0.88	0.33	0	1
Fertilizante	1329	3763.53	0.92	0.27	0	1
Fitosani	1329	3763.53	0.92	0.28	0	1
Semilla	1329	3763.53	0.31	0.46	0	1
Riesgo	1329	3763.53	0.06	0.24	0	1
Tractor	1329	3763.53	0.04	0.19	0	1
Csd	1329	3763.53	0.01	0.08	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Cacao – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	1719	7903.72	0.35	0.37	0.00	4.08
Supcult	1719	7903.72	2.38	1.80	0.02	7.75
Mof	1719	7903.72	56.06	46.46	2.00	378.00
Moo	1719	7903.72	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	1719	7903.72	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	1719	7903.72	0.09	0.29	0	1
Fertilizante	1719	7903.72	0.06	0.23	0	1
Fitosani	1719	7903.72	0.06	0.24	0	1
Semilla	1719	7903.72	0.04	0.20	0	1
Riesgo	1719	7903.72	0.07	0.26	0	1
Tractor	1719	7903.72	0.00	0.04	0	1
Csd	1719	7903.72	0.00	0.03	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Cacao – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	1585	5784.49	1.60	6.06	0.00	378.77
Supcult	1585	5784.49	9.85	16.63	0.10	850.00
Mof	1585	5784.49	50.17	56.24	0.00	432.00
Moo	1585	5784.49	40.80	94.46	0.00	4800.00
Mop	1585	5784.49	26.86	105.64	0.00	6096.00
Riego	1585	5784.49	0.12	0.32	0	1
Fertilizante	1585	5784.49	0.07	0.26	0	1
Fitosani	1585	5784.49	0.11	0.31	0	1
Semilla	1585	5784.49	0.04	0.21	0	1
Riesgo	1585	5784.49	0.09	0.29	0	1
Tractor	1585	5784.49	0.00	0.06	0	1
Csd	1585	5784.49	0.00	0.04	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Café – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	1627	6747.77	0.26	0.35	0.01	4.97
Supcult	1627	6747.77	2.31	1.67	0.08	10.00
Mof	1627	6747.77	53.56	44.69	1.00	336.00
Moo	1627	6747.77	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	1627	6747.77	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	1627	6747.77	0.01	0.12	0	1
Fertilizante	1627	6747.77	0.02	0.13	0	1
Fitosani	1627	6747.77	0.03	0.18	0	1
Semilla	1627	6747.77	0.03	0.17	0	1
Riesgo	1627	6747.77	0.09	0.28	0	1
Tractor	1627	6747.77	0.00	0.00	0	0
Csd	1627	6747.77	0.03	0.16	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Café – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	685	2108.39	0.77	1.19	0.02	35.68
Supcult	685	2108.39	7.39	11.34	0.13	446.30
Mof	685	2108.39	63.53	60.80	0.00	336.00
Moo	685	2108.39	34.45	59.25	0.00	480.00
Mop	685	2108.39	15.53	53.57	0.00	720.00
Riego	685	2108.39	0.02	0.13	0	1
Fertilizante	685	2108.39	0.06	0.23	0	1
Fitosani	685	2108.39	0.09	0.29	0	1
Semilla	685	2108.39	0.06	0.24	0	1
Riesgo	685	2108.39	0.11	0.31	0	1
Tractor	685	2108.39	0.00	0.07	0	1
Csd	685	2108.39	0.03	0.17	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Palma Africana – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	376	707.62	962.33	3919.68	23.95	71587.76
Supcult	376	707.62	88.62	284.91	2.00	4633.00
Mof	376	707.62	34.44	52.82	0.00	360.00
Moo	376	707.62	242.90	2038.72	0.00	40800.00
Mop	376	707.62	219.28	459.97	0.00	5760.00
Riego	376	707.62	0.02	0.13	0	1
Fertilizante	376	707.62	0.77	0.42	0	1
Fitosani	376	707.62	0.82	0.38	0	1
Semilla	376	707.62	0.73	0.45	0	1
Riesgo	376	707.62	0.26	0.44	0	1
Tractor	376	707.62	0.22	0.42	0	1
Csd	376	707.62	0.01	0.10	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Plátano – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	744	4067.73	5.00	7.05	0.01	78.37
Supcult	744	4067.73	1.22	1.26	0.01	7.00
Mof	744	4067.73	63.56	53.10	1.00	360.00
Moo	744	4067.73	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	744	4067.73	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	744	4067.73	0.07	0.25	0	1
Fertilizante	744	4067.73	0.12	0.33	0	1
Fitosani	744	4067.73	0.17	0.37	0	1
Semilla	744	4067.73	0.01	0.08	0	1
Riesgo	744	4067.73	0.08	0.27	0	1
Tractor	744	4067.73	0.00	0.04	0	1
Csd	744	4067.73	0.00	0.06	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Plátano – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	536	2439.44	27.05	95.81	0.02	3385.47
Supcult	536	2439.44	5.34	9.48	0.02	250
Mof	536	2439.44	39.05	51.04	0	360
Moo	536	2439.44	47.45	97.38	0	1680
Mop	536	2439.44	42.78	98.26	0	2592
Riego	536	2439.44	0.04	0.19	0	1
Fertilizante	536	2439.44	0.26	0.44	0	1
Fitosani	536	2439.44	0.31	0.46	0	1
Semilla	536	2439.44	0.01	0.08	0	1
Riesgo	536	2439.44	0.1	0.3	0	1
Tractor	536	2439.44	0.01	0.12	0	1
Csd	536	2439.44	0	0.06	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Arroz – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	3075	12520.81	9.55	10.49	0.03	94.94
Supcult	3075	12520.81	2.85	2.81	0.04	33.87
Mof	3075	12520.81	57.21	45.64	2.00	384.00
Moo	3075	12520.81	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	3075	12520.81	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	3075	12520.81	0.55	0.50	0	1
Fertilizante	3075	12520.81	0.84	0.36	0	1
Fitosani	3075	12520.81	0.77	0.42	0	1
Semilla	3075	12520.81	0.15	0.36	0	1
Riesgo	3075	12520.81	0.12	0.33	0	1
Tractor	3075	12520.81	0.01	0.12	0	1
Csd	3075	12520.81	0.00	0.05	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Arroz – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	2252	7794.62	46.02	119.03	0.35	3298.52
Supcult	2252	7794.62	11.59	28.04	0.17	720.00
Mof	2252	7794.62	50.15	50.01	0.00	447.00
Moo	2252	7794.62	101.50	144.56	0.00	2000.00
Mop	2252	7794.62	27.77	65.93	0.00	576.00
Riego	2252	7794.62	0.68	0.47	0	1
Fertilizante	2252	7794.62	0.93	0.25	0	1
Fitosani	2252	7794.62	0.88	0.33	0	1
Semilla	2252	7794.62	0.32	0.47	0	1
Riesgo	2252	7794.62	0.12	0.33	0	1
Tractor	2252	7794.62	0.11	0.32	0	1
Csd	2252	7794.62	0.04	0.19	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Cebada – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	502	5371.34	0.34	0.45	0.01	9.07
Supcult	502	5371.34	0.90	0.99	0.05	20.00
Mof	502	5371.34	76.24	43.30	5.00	287.00
Moo	502	5371.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	502	5371.34	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	502	5371.34	0.09	0.28	0	1
Fertilizante	502	5371.34	0.16	0.37	0	1
Fitosani	502	5371.34	0.07	0.26	0	1
Semilla	502	5371.34	0.01	0.09	0	1
Riesgo	502	5371.34	0.18	0.39	0	1
Tractor	502	5371.34	0.00	0.04	0	1
Csd	502	5371.34	0.00	0.00	0	0

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Maíz Duro Seco – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	1246	5467.68	1.91	2.53	0.01	22.68
Supcult	1246	5467.68	1.92	2.00	0.05	16.00
Mof	1246	5467.68	73.39	53.57	1.00	388.00
Moo	1246	5467.68	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	1246	5467.68	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	1246	5467.68	0.06	0.23	0	1
Fertilizante	1246	5467.68	0.42	0.49	0	1
Fitosani	1246	5467.68	0.43	0.50	0	1
Semilla	1246	5467.68	0.10	0.30	0	1
Riesgo	1246	5467.68	0.13	0.34	0	1
Tractor	1246	5467.68	0.00	0.00	0	0
Csd	1246	5467.68	0.01	0.08	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Maíz Duro Seco – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	627	2060.05	20.30	40.87	0.54	743.89
Supcult	627	2060.05	7.97	12.85	0.25	218.00
Mof	627	2060.05	44.99	57.49	0.00	324.00
Moo	627	2060.05	141.07	276.55	0.00	5600.00
Mop	627	2060.05	37.06	121.43	0.00	4704.00
Riego	627	2060.05	0.12	0.32	0	1
Fertilizante	627	2060.05	0.77	0.42	0	1
Fitosani	627	2060.05	0.75	0.43	0	1
Semilla	627	2060.05	0.51	0.50	0	1
Riesgo	627	2060.05	0.08	0.28	0	1
Tractor	627	2060.05	0.03	0.17	0	1
Csd	627	2060.05	0.06	0.24	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Maíz Suave Choclo – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	570	5768.08	0.90	3.53	0.00	86.18
Supcult	570	5768.08	0.59	1.18	0.01	28.22
Mof	570	5768.08	50.88	47.04	4.00	510.00
Moo	570	5768.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	570	5768.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	570	5768.08	0.37	0.48	0	1
Fertilizante	570	5768.08	0.42	0.49	0	1
Fitosani	570	5768.08	0.22	0.41	0	1
Semilla	570	5768.08	0.03	0.16	0	1
Riesgo	570	5768.08	0.15	0.36	0	1
Tractor	570	5768.08	0.00	0.06	0	1
Csd	570	5768.08	0.00	0.00	0	0

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Maíz Suave Seco – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	2930	24511.17	0.53	2.23	0.00	73.00
Supcult	2930	24511.17	0.86	1.72	0.01	50.00
Mof	2930	24511.17	64.49	49.43	2.00	414.00
Moo	2930	24511.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	2930	24511.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	2930	24511.17	0.25	0.43	0	1
Fertilizante	2930	24511.17	0.26	0.44	0	1
Fitosani	2930	24511.17	0.12	0.33	0	1
Semilla	2930	24511.17	0.01	0.12	0	1
Riesgo	2930	24511.17	0.16	0.37	0	1
Tractor	2930	24511.17	0.00	0.04	0	1
Csd	2930	24511.17	0.00	0.02	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Papa – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	916	6542.63	2.53	7.98	0.05	226.80
Supcult	916	6542.63	0.62	0.74	0.01	9.00
Mof	916	6542.63	114.69	51.32	56.00	504.00
Moo	916	6542.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	916	6542.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	916	6542.63	0.25	0.44	0	1
Fertilizante	916	6542.63	0.81	0.39	0	1
Fitosani	916	6542.63	0.71	0.46	0	1
Semilla	916	6542.63	0.05	0.22	0	1
Riesgo	916	6542.63	0.22	0.41	0	1
Tractor	916	6542.63	0.01	0.09	0	1
Csd	916	6542.63	0.00	0.04	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Papa – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	537	2035.79	22.85	71.20	0.01	1317.36
Supcult	537	2035.79	2.14	4.86	0.01	92.00
Mof	537	2035.79	45.76	52.85	0.00	360.00
Moo	537	2035.79	81.29	194.38	0.00	3360.00
Mop	537	2035.79	50.45	249.00	0.00	7872.00
Riego	537	2035.79	0.34	0.47	0	1
Fertilizante	537	2035.79	0.94	0.24	0	1
Fitosani	537	2035.79	0.90	0.31	0	1
Semilla	537	2035.79	0.12	0.33	0	1
Riesgo	537	2035.79	0.11	0.32	0	1
Tractor	537	2035.79	0.10	0.30	0	1
Csd	537	2035.79	0.03	0.16	0	1

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Trigo – UPAs Familiares

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	249	2327.41	0.39	0.53	0.00	4.85
Supcult	249	2327.41	0.71	0.78	0.01	7.06
Mof	249	2327.41	77.27	60.16	8.00	378.00
Moo	249	2327.41	0.00	0.00	0.00	0.00
Mop	249	2327.41	0.00	0.00	0.00	0.00
Riego	249	2327.41	0.16	0.37	0	1
Fertilizante	249	2327.41	0.26	0.44	0	1
Fitosani	249	2327.41	0.20	0.40	0	1
Semilla	249	2327.41	0.00	0.05	0	1
Riesgo	249	2327.41	0.20	0.40	0	1
Tractor	249	2327.41	0.00	0.02	0	1
Csd	249	2327.41	0.00	0.00	0	0

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

Trigo – UPAs Empresariales

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Q	17	53.38	4.68	9.82	0.05	54.43
Supcult	17	53.38	3.15	3.91	0.43	20.00
Mof	17	53.38	42.99	55.95	0.00	224.00
Moo	17	53.38	61.65	71.37	0.00	232.00
Mop	17	53.38	28.57	68.07	0.00	432.00
Riego	17	53.38	0.41	0.51	0	1
Fertilizante	17	53.38	0.86	0.35	0	1
Fitosani	17	53.38	0.71	0.47	0	1
Semilla	17	53.38	0.16	0.38	0	1
Riesgo	17	53.38	0.15	0.37	0	1
Tractor	17	53.38	0.05	0.22	0	1
Csd	17	53.38	0.00	0.00	0	0

Fuente: elaborado por autor con base en el III Censo Nacional Agropecuario 2000

A.9. Prueba de Ramsey, White y factor de inflación de varianza para los cultivos seleccionados

Función de Producción		Diagnósticos Post Estimación												
		Criterio	Prueba	Tipo de Upas										
				Familiares			Empresariales							
				Estadístico		P-val ue	Estadístico		P-val ue					
Banano	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 492)	=	0.98	Prob > F	=	0.404	F(3, 1361)	=	1.54	Prob > F	=	0.202
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	1.50	Prob > chi 2	=	0.221	chi2(1)	=	91.68	Prob > chi 2	=	0.000
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	2.80				Mean vif	=	3.19			
Cacao	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 1734)	=	2.45	Prob > F	=	0.062	F(3, 1570)	=	2.34	Prob > F	=	0.072
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	1.10	Prob > chi 2	=	0.294	chi2(1)	=	2.33	Prob > chi 2	=	0.127
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	2.65				Mean vif	=				
Café	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 1847)	=	2.49	Prob > F	=	0.059	F(3, 752)	=	0.85	Prob > F	=	0.466
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	2.31	Prob > chi 2	=	0.129	chi2(1)	=	0.02	Prob > chi 2	=	0.885
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	3.36				Mean vif	=	3.13			
Palma Africana	Forma Funcional	Ramsey							F(3, 492)	=	1.98	Prob > F	=	0.116
	Heterocedasticidad	White							chi2(1)	=	2.58	Prob > chi 2	=	0.108
	Multicolinealidad	VIF							Mean vif	=	3.21			
Plátano	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 934)	=	0.79	Prob > F	=	0.501	F(3, 709)	=	2.56	Prob > F	=	0.054
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	1179.72	Prob > chi 2	=	0.000	chi2(1)	=	2.88	Prob > chi 2	=	0.089
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	2.22				Mean vif	=	2.04			
Arroz	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 3338)	=	2.25	Prob > F	=	0.080	F(3, 2276)	=	2.25	Prob > F	=	0.081
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	211.31	Prob > chi 2	=	0.000	chi2(1)	=	68.78	Prob > chi 2	=	0.000
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.22				Mean vif	=	1.29			
Cebada	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 846)	=	2.39	Prob > F	=	0.068						
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	152.31	Prob > chi 2	=	0.000						
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.10									
Maíz Duro Seco	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 1686)	=	1.56	Prob > F	=	0.198	F(3, 663)	=	2.24	Prob > F	=	0.082
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	46.94	Prob > chi 2	=	0.000	chi2(1)	=	0.27	Prob > chi 2	=	0.601
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.18				Mean vif	=	1.40			
Maíz Suave Choclo	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 691)	=	2.67	Prob > F	=	0.047						
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	657.56	Prob > chi 2	=	0.000						
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.27									
Maíz Suave Seco	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 3221)	=	2.13	Prob > F	=	0.094						
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	736.23	Prob > chi 2	=	0.000						
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.11									
Papa	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 1637)	=	1.45	Prob > F	=	0.226	F(3, 567)	=	2.46	Prob > F	=	0.062
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	2.34	Prob > chi 2	=	0.126	chi2(1)	=	3.28	Prob > chi 2	=	0.070
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.23				Mean vif	=	1.56			
Trigo	Forma Funcional	Ramsey	F(3, 250)	=	2.46	Prob > F	=	0.063	F(3, 7)	=	0.49	Prob > F	=	0.697
	Heterocedasticidad	White	chi2(1)	=	2.77	Prob > chi 2	=	0.096	chi2(1)	=	0.85	Prob > chi 2	=	0.356
	Multicolinealidad	VIF	Mean vif	=	1.16				Mean vif	=	4.03			

Fuente: Elaborado por autor

A.10. Prueba de Chow para los principales cultivos

Banano

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.861	0.000	1.017	0.000	1.028	0.000
logMOT	0.098	0.094	0.037	0.009	0.063	0.000
TNLG	0.619	0.000	0.376	0.000	0.611	0.000
R	-0.881	0.000	-0.362	0.000	-0.482	0.000
Edad	0.023	0.058	0.007	0.139	0.014	0.010
Edad2	0.000	0.097	0.000	0.546	0.000	0.090
supredio	-0.003	0.040	0.000	0.111	-0.001	0.016
_cons	0.447	0.089	1.772	0.000	0.767	0.000

Prueba de Chow

F(8,1818)=55.98

P-value = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Cacao

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.770	0.000	0.916	0.000	0.888	0.000
logMOT	0.055	0.019	0.012	0.131	0.019	0.021
MAQUIN	0.024	0.953	0.207	0.385	0.148	0.501
TNLG	0.094	0.001	0.086	0.000	0.102	0.000
R	-0.514	0.000	-0.325	0.000	-0.439	0.000
Edad	0.000	0.962	0.000	0.951	0.000	0.933
Edad2	0.000	0.055	0.000	0.037	0.000	0.005
supredio	0.001	0.235	0.000	0.013	0.001	0.001
_cons	-2.068	0.000	-1.845	0.000	-1.929	0.000

Prueba de Chow

F(9,3286)=13.14

P-value = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Café

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.759	0.000	0.801	0.000	0.808	0.000
logMOT	0.075	0.002	0.229	0.000	0.126	0.000
MAQUIN	0.034	0.784	-0.200	0.207	-0.039	0.698
TNLG	0.114	0.056	0.119	0.027	0.125	0.003
R	-0.312	0.000	-0.274	0.004	-0.303	0.000
Edad	-0.006	0.097	-0.016	0.007	-0.011	0.000
Edad2	0.000	0.439	0.000	0.259	0.000	0.841
supredio	0.010	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000
_cons	-2.543	0.000	-2.827	0.000	-2.562	0.000

Prueba de Chow

F(9,2294)=6.05

P-value = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Plátano

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.835	0.000	0.979	0.000	0.924	0.000
logMOT	0.136	0.000	0.037	0.023	0.068	0.000
MAQUIN	-0.520	0.201	-0.071	0.744	-0.238	0.268
TNLG	0.109	0.015	0.134	0.000	0.129	0.000
R	-0.302	0.009	-0.240	0.021	-0.280	0.000
Edad	0.010	0.358	0.006	0.416	0.008	0.209
Edad2	0.000	0.284	0.000	0.329	0.000	0.153
supredio	0.001	0.533	0.000	0.975	0.000	0.617
_cons	0.560	0.000	1.029	0.000	0.881	0.000

Prueba de Chow

F(9, 1262)= 5.27

P-val ue = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Arroz

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	1.000	0.000	1.017	0.000	1.011	0.000
logMOT	0.042	0.000	0.001	0.892	0.026	0.000
MAQUIN	0.163	0.018	0.043	0.067	0.084	0.001
TNLG	0.164	0.000	0.141	0.000	0.164	0.000
R	-0.503	0.000	-0.349	0.000	-0.440	0.000
supredio	-0.010	0.000	-0.001	0.000	-0.002	0.000
_cons	0.657	0.000	0.900	0.000	0.686	0.000

Prueba de Chow

F(7, 5313)= 5.27

P-val ue = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Maíz Duro Seco

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.900	0.000	1.036	0.000	1.049	0.000
logMOT	0.078	0.015	0.011	0.038	0.015	0.040
MAQUIN	0.446	0.117	-0.066	0.222	0.107	0.266
TNLG	0.293	0.000	0.145	0.000	0.338	0.000
R	-0.479	0.000	-0.435	0.000	-0.524	0.000
supredio	0.000	0.907	0.000	0.668	0.001	0.048
_cons	-0.796	0.000	0.344	0.000	-0.493	0.000

Prueba de Chow

F(7, 1859)= 57.60

P-val ue = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Papa

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Total Upas	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.764	0.000	1.093	0.000	0.926	0.000
logMOT	0.157	0.042	0.006	0.013	0.014	0.054
MAQUIN	0.024	0.936	-0.071	0.490	0.420	0.001
TNLG	0.405	0.000	0.355	0.000	0.468	0.000
R	-0.786	0.000	-0.644	0.000	-0.911	0.000
supredio	0.006	0.003	0.000	0.836	0.000	0.118
_cons	-0.575	0.115	1.214	0.000	0.486	0.000

Prueba de Chow

F(7, 1439)= 35.98

P-value = 0.000

Fuente: Elaborado por autor

Trigo

Variables Independientes	Upas Familiares		Upas Empresariales		Upas Totales	
	Coef.	P> t	Coef.	P> t	Coef.	P> t
logsupcult	0.779	0.000	0.856	0.011	0.780	0.000
logMOT	0.246	0.002	0.014	0.071	0.232	0.002
MAQUIN	0.590	0.863	0.238	0.875	1.448	0.367
TNLG	0.289	0.000	0.500	0.038	0.305	0.000
R	-0.561	0.000	-0.657	0.075	-0.531	0.000
supredio	-0.023	0.092	0.033	0.002	-0.011	0.056
_cons	-2.033	0.000	-1.699	0.037	-2.013	0.000

Prueba de Chow

F(7, 252)= 31.66

P-value = 0.000

Fuente: Elaborado por autor