



# LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA MÁS ALLÁ DEL RENDIMIENTO POR HECTÁREA: ANÁLISIS DE LOS CULTIVOS DE ARROZ Y MAÍZ DURO EN ECUADOR

## AGRICULTURAL PRODUCTIVITY BEYOND THE YIELD PER HECTARE: ANALYSIS OF ECUADORIAN RICE AND HARD CORN CROPS

Andrea Gabriela Bonilla Bolaños\* y David Alejandro Singaña Tapia

*Departamento de Economía Cuantitativa, Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 3, Sexto Piso, Quito, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia: [andrea.bonilla@epn.edu.ec](mailto:andrea.bonilla@epn.edu.ec)

Manuscrito recibido el 2 de octubre de 2018. Aceptado, tras revisión, el 8 de febrero de 2019. Publicado el 1 de marzo de 2019.

### Resumen

La presente investigación aborda las consecuencias de implementar programas gubernamentales enfocados exclusivamente al incremento de la productividad agrícola mediante el uso de insumos químicos y semillas mejoradas, práctica propia a la llamada Revolución Verde. Así, se toma como caso de estudio al Plan Semillas de Alto Rendimiento (PSAR) con sus dos cultivos objetivo: el maíz duro y el arroz, durante 2014 y 2016, y se utilizan métodos econométricos, estimados con información estadística de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, para proporcionar evidencia empírica que permita extender el debate sobre los efectos de la política pública ecuatoriana pro-productividad agrícola, más allá del simple aumento de las toneladas producidas por hectárea. El estudio enfatiza dos aspectos: la disyuntiva productividad-exclusión, al considerar al PSAR como parte de un proceso de concentración indirecta de la tierra, y la disyuntiva productividad-diversidad al considerar al PSAR como un potencial riesgo para la biodiversidad y la soberanía alimentaria. Los resultados muestran no solo que el uso de insumos químicos y variedades mejoradas no garantiza el incremento de la productividad agrícola, sino también que el planteamiento unidimensional del objetivo de aumentar la producción por hectárea sembrada tiene secuelas en factores como: biodiversidad, concentración de la tierra, asociatividad y rol de la mujer.

**Palabras clave:** Productividad agrícola, agricultura bajo contrato, análisis de regresión, biodiversidad, PSAR, Revolución Verde.

### Abstract

This article deals with the indirect effects of looking for increasing agricultural productivity by using high-yielding varieties (HYVs) in association with chemical fertilizers and agro-chemical, according to the Green Revolution dynamics. The so-called Plan Semillas de Alto Rendimiento (PSAR) Ecuadorian public program, which targets the hard

corn and rice crops, is selected as the study case. Using information from the Surface and Continuing Farming Production Survey covering the 2014 and 2016 periods and econometric tools. This study provides empirical evidence for extending the debate on the consequences of the PSAR beyond the traditional productivity measure, namely, tons produced per hectare. On the one hand, the focus is on the productivity-exclusion paradox which emerges when considering the PSAR as part of a process of indirect land concentration. On the other hand, the emphasis is on the productivity-diversity paradox which originates when considering to PSAR as a potential risk to biodiversity and, therefore, to food sovereignty. The results suggest not only that the use of HYVs, chemical fertilizers and agro-chemicals does not guarantee the increase in agricultural productivity but also that factors such as: biodiversity, land concentration, associativity and role of women are affected by the search for greater agricultural productivity.

**Keywords:** Agricultural productivity, contract farming, regression analysis, biodiversity, PSAR, Green Revolution.

---

Forma sugerida de citar: Bonilla B., A. y Singaña T., D. (2019). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 29(1):70-83. <http://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.06>.

---

IDs Orcid:

Andrea Gabriela Bonilla Bolaños: <https://orcid.org/0000-0001-5191-8522>

David Alejandro Singaña Tapia: <https://orcid.org/0000-0001-9594-2460>

## 1 Introducción

La llamada Revolución Verde (RV) ha despertado el interés de diversos autores (Wu y Butz, 2004; Phillips, 2014; Evenson, 2015) entre otros; siendo, por lo tanto, su conceptualización también variada. A pesar de la multiplicidad de enfoques, el hilo común de razonamiento define a la RV como un salto tecnológico del sector agrícola caracterizado por: a) el desarrollo y la aplicación de técnicas agrícolas intensivas en el uso de productos químicos (agroquímicos) –destinados al control de plagas (pesticidas químicos) y el aumento de la fertilidad del suelo (fertilizantes químicos), b) la mecanización de los métodos de cultivo, y c) la aplicación de técnicas de irrigación (riego). Este salto tecnológico tuvo como resultado un incremento considerable de la productividad agrícola a partir de la década de 1960, principalmente en países de Asia y América Latina (Evenson, 2015; Moseley, 2015), de ahí el calificativo de “Revolución”.

Una de las innovaciones de la RV fue el desarrollo de semillas de las llamadas Variedades de Alto Rendimiento (VARs), inicialmente para los cultivos de maíz, arroz y trigo (Phillips, 2014; Wu y Butz, 2004). La adopción de las VARs implicó la expansión del uso de insumos químicos para su cultivo (Dufumier, 2014; Sarandón y Flores, 2014). En efecto, las VARs fueron desarrolladas en medios controlados con condiciones específicas: topografía plana, disponibilidad de riego, superficies altamente fértiles y aislamiento de otras especies naturales en espacios experimentales adaptados (Dufumier, 2014). Así, en ambientes no controlados, el cultivo de VARs es altamente vulnerable a enfermedades y plagas, necesitando el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes químicos. En consecuencia, la RV trajo consigo la dependencia de los productores de maíz, trigo y arroz hacia los proveedores de insumos agroquímicos (Gutiérrez, 1996). A lo anterior se añade la predilección, durante la RV, de cultivar un número bajo de variedades incentivando la proliferación de monocultivos, deteriorando así la fertilidad del suelo y la diversidad genética (Gutiérrez, 1996).

De acuerdo a Eaton y Sheperd, (2002), una secuela adicional de la RV es la expansión de la agroindustria, lo que restó competitividad a los pequeños productores e incrementó las barreras de acceso al mercado agrícola. De esta dicotomía entre pequeños productores y grandes agroindustriales nació la llamada Agricultura Bajo Contrato (ABC) entendida

como “un acuerdo entre agricultores y empresas de elaboración y/o comercialización para la producción y abastecimiento de productos agrícolas para entrega futura, a precios predeterminados (...) una alianza entre agro-negocios y agricultores” (Eaton y Sheperd, 2002). Es decir, bajo la ABC, las empresas entregan insumos de producción agrícola –paquetes tecnológicos que incluyen semillas mejoradas (de las VARs), fertilizantes, pesticidas y sistemas de riego– a los pequeños productores a cambio de un producto con características de calidad y cantidad pre-establecidas. Este acuerdo, según Yumbra y Herrera, (2013), es un proceso de concentración indirecta de la tierra: los agroindustriales dominan el proceso de producción y, a la vez, generan un proceso de reconcentración de los medios de producción. Si bien la RV se define como el incremento empírico de la productividad agrícola –lo que se supone benéfico–, resulta interesante considerar dos aspectos negativos de la RV: Murgai, (2001) identifica la llamada ‘paradoja de la productividad’, puesto que el aumento de la productividad está directamente asociado al uso intensivo de agroquímicos, los costos de producción aumentan beneficiando a los agroindustriales, quienes tienen capacidad de pago, en detrimento de los agricultores de pequeña escala. Asimismo, Sarandón, (2002) indica que un aumento de la productividad agrícola basado en VARs e insumos químicos no solamente reduce la capacidad productiva del suelo –al reducir sus nutrientes y contaminar las aguas superficiales y subterráneas– sino también perjudica a la biodiversidad nativa. Así, al privilegiar el cultivo de un número limitado de variedades, mismas que son vulnerables a plagas, sequías y cambios de temperatura, el sistema agrícola basado en los principios de la RV pone en riesgo la soberanía alimentaria –definida como “el derecho de cada nación a mantener y desarrollar sus alimentos teniendo en cuenta la diversidad cultural y productiva” (Vía-Campesina, 1996).

En Ecuador, el origen de la búsqueda del incremento de la productividad agrícola va en concordancia con la Primera Ley de Reforma Agraria (Registro Oficial, 23 de Julio de 1964, 1964) misma que en su Art. 1, defiende el objetivo de “corregir los defectos de la (...) estructura agraria, mediante una mejor distribución y utilización de la tierra” y dirigido a “aumentar la productividad”. Con este propósito, han sido implementadas algunas leyes como Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales (2016); la Ley de Recursos Hídricos Usos

y Aprovechamiento del Agua (2014) y la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable (2017), así como algunos programas gubernamentales como el Plan Semillas de Alto Rendimiento (PSAR)(MAGAP, 2016).

El PSAR resulta ser de especial interés en el contexto de la inclusión ecuatoriana a la dinámica de la RV, debido a que no solo busca el aumento de la productividad agrícola sino también es parte de la ABC. En efecto, el PSAR, impulsado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca en diciembre de 2012 –con fecha de ejecución planificada 2013 y totalmente ejecutado en 2014, según información de la Dirección de Estudios Técnicos de Comercio (DETCMAG, 2017), se concibió con el objetivo de aumentar la productividad en los cultivos de arroz y maíz amarillo duro mediante el subsidio de paquetes tecnológicos con semillas certificadas e insumos químicos (pesticidas y fertilizantes) inherentes a la RV. Acorde al PSAR, la entrega de insumos se realizaría bajo la modalidad ABC: los pequeños productores firman un convenio de co-ejecución con una de las empresas participantes del PSAR: Agripac, Ecuaquímica, PRONACA, Interoc S.A., Afecor y Del Monte, para la recepción de los insumos químicos (Yumbla y Herrera, 2013). Ante las disyuntivas productividad-exclusión y productividad-diversidad identificadas por Murgai, (2001) y Sarandón, (2002), respectivamente, resulta interesante considerar la experiencia ecuatoriana e indagar los efectos del PSAR en la productividad de sus dos cultivos participantes (maíz y arroz) durante los años 2014 –año de ejecución total del PSAR– y 2016. Para el efecto, la presente investigación realiza un análisis de regresión múltiple utilizando información de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). El énfasis estuvo por un lado en la disyuntiva productividad-exclusión al considerar al PSAR como parte de un proceso de concentración indirecta de la tierra (Yumbla y Herrera, 2013) y, por otro lado, en la disyuntiva productividad-diversidad al considerar al PSAR como un potencial riesgo para la biodiversidad, y, por tanto, para la soberanía alimentaria (Sarandón, 2002).

La definición del periodo de estudio 2014-2016 se justifica debido a que, a pesar de haber sido planteado originalmente a finales de 2012, el PSAR se ejecutó completamente en 2014 debido a la poca disponibilidad de semilla certificada y al escaso personal de asistencia técnica disponible (DETCMAG,

2017). Acorde a la Dirección de Estudios Técnicos de Comercio del Ministerio de Agricultura (DETCMAG, 2016), la productividad de los cultivos de arroz subió mientras que la de los cultivos de maíz disminuyó. Sin embargo, esta afirmación excluye cualquier debate en torno a las consecuencias a nivel de la biodiversidad local y/o nativa y otros criterios considerados en la presente investigación.

Así pues, el presente trabajo utiliza métodos econométricos, basados en información estadística provista por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) de 2014 y 2016 (INEC, 2015), para proporcionar evidencia empírica que permita extender el debate sobre los efectos de la política pública ecuatoriana pro-productividad agrícola, más allá del simple aumento de las toneladas producidas por hectárea. En efecto, este estudio analiza la productividad agrícola ligada al PSAR durante 2014 y 2016, incluyendo criterios de biodiversidad (Sarandón, 2002; Nkegbe, 2017), asociatividad (Houtart, 2016; Martínez Valle, 2013), concentración de la tierra (Yumbla y Herrera, 2013), y aspectos de género y rol de la mujer en la producción (Ali y col., 2016).

## 2 Metodología

La investigación utiliza información estadística disponible en la ESPAC recolectada durante 2014 y 2016 (INEC, 2015), para realizar un análisis de regresión múltiple que relaciona la productividad agrícola de los cultivos de maíz duro y de arroz (medida como el cociente entre la producción y la superficie sembrada, siguiendo Shaikh y col., (2016) y Nakano y col., (2013), con variables relacionadas con los conceptos RV, ABC y con el PSAR. Un análisis de regresión es adecuado para evaluar los efectos derivados de la aplicación de un programa como el PSAR, puesto que permite controlar los diversos factores que inciden en la variable de estudio, en este caso, en la productividad agrícola (Wooldridge, 2009).

### 2.1 Datos

La ESPAC es una encuesta realizada anualmente desde 2002 por el Instituto de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC). El muestreo retenido para la ESPAC resulta en la inclusión de distintos individuos durante intervalos de seis años al ser una

muestra rotativa (Núñez y col., 2015). Así, la fusión de dos cortes transversales de la ESPAC (2014 y 2016), constituye un conjunto de datos no longitudinales. Considerando los cultivos que forman parte del PSAR, en el caso del maíz duro (arroz) se tienen 3077 (2224) predios cultivados en 2014 y 3006 (2824) en 2016. Por lo tanto, el conjunto total de datos considerado para el análisis incluye 6083 (5048) observaciones para el maíz duro (arroz).

## 2.2 Especificación y estimación de los modelos de regresión lineal múltiple

Dos modelos de regresión fueron considerados: uno para el arroz y otro para el maíz duro. La especificación de ambos modelos es similar y se basa en lo propuesto por Shaikh y col., (2016) y Nakano y col., (2013) quienes propusieron la estimación por mínimos cuadrados ordinarios de los parámetros de la ecuación de regresión:

$$y_i = c + \beta_1 X_i + \beta_2 H_i + e$$

Donde  $y_i$  es el rendimiento por hectárea de cada UPA (Unidad de Producción Agropecuaria) de arroz y maíz, respectivamente.  $X_i$  es el vector de características del proceso de producción: tipo de semilla, disponibilidad de riego, aplicación de fertili-

Tanto la variable dependiente, como las independientes, incluidas en los vectores  $X_i$  y  $H_i$  se describen en la Tabla 1. Se incluye el signo esperado del parámetro estimado (SE) considerando la evidencia provista por estudios empíricos similares. Asimismo, la Tabla 1 detalla la unidad de medida de cada variable y la transformación realizada previa la estimación. Puesto que la RV implica insumos como: semillas mejoradas, fertilizantes y pesticidas químicos, además de dependencia hacia el riego, como muestra la Tabla 1, el vector de información del modo de producción  $X_i$  contiene las variables: semilla ( $X_{1i}$ ) –que incluye los tipos de semilla certificada y modificada–, cantidad de fertilizante químico ( $X_{2i}$ ) –incluida en forma cuadrática debido a que el desconocimiento de sus cantidades correctas de aplicación disminuye la productividad (Huang, Hansen y Uri, 1993; Shaikh y col., 2016; Nakano y col., 2013)–, cantidad de pesticida químico sólido ( $X_{3i}$ ) y líquido ( $X_{4i}$ ) (se separan los pesticidas líquidos y sólidos ante la imposibilidad de estandarizar esta variable debido al desconocimiento de la densi-

zante.  $H_i$  es el vector de características del agricultor: asociatividad, género de quien decide la producción. En correspondencia con el objetivo de la presente investigación, se incluye dentro del vector  $H_i$  una variable que representa el número de cultivos de la UPA para añadir el criterio de agrobiodiversidad (variable  $H_{2i}$  en la Tabla 1).

La especificación del modelo es tal que el impacto de la implantación del PSAR en relación a la productividad agrícola se ha analizado. Así, la fusión de la información correspondiente a los años 2014 y 2016 de la ESPAC es pertinente. En efecto, el uso de un conjunto de datos no solo permite obtener estimaciones más precisas (Baltagi, 2011) –al incluir más observaciones– sino que permite también observar el impacto de políticas públicas (Wooldridge, 2009) –al incluir observaciones antes, durante, y después de que la política haya sido ejecutada (en nuestro caso 2014 y 2016, respectivamente). A fin de considerar las diferencias de productividad entre 2014 y 2016, se incluye la variable  $a_i$  como un identificador del año de procedencia de la UPA, específicamente, la variable toma el valor de 1 para 2016 y 0 para 2014. La especificación final del modelo está dada por:

$$y_i = c + \beta_1 X_i + \beta_2 H_i + a_i + e$$

dad de cada pesticida, también se incluye de forma cuadrática debido a los posibles rendimientos decrecientes), superficie regada ( $X_{5i}$ ) –la forma cuadrática captura los rendimientos decrecientes de cultivar arroz (Shaikh y col., 2016)–, rotación de cultivos ( $X_{6i}$ ) y número de trabajadores ( $X_{7i}$ ). El vector de información del productor  $H_i$  por su parte, incluye las variables: decisión de producción ( $H_{1i}$ ). Según Ali y col., (2016) la productividad difiere cuando el que decide sobre la forma de producir es hombre o mujer, según la ESPAC 2014 y 2016, para el caso del maíz duro, los hombres prefieren semilla certificada y modificada, mientras que las mujeres tienen una preferencia por el uso de semilla certificada y común (Figura 1); biodiversidad ( $H_{2i}$ ): el factor de agrobiodiversidad considera el criterio de Tilman, Polasky y Lehman, (2005) al construir esta variable agregando la totalidad de cultivos en cada UPA; concentración ( $H_{3i}$ ) y asociatividad ( $H_{4i}$ ).

**Tabla 1.** Descripción de las variables utilizadas en el modelo.

Nombre de la variable	Descripción	SE	Estudio referencial
<b>Variable dependiente</b>			
Productividad	Variable continua medida como la razón entre la producción de arroz (o maíz), en toneladas métricas, y la superficie sembrada en hectáreas. Transformación logarítmica utilizada.		Nakano y col., (2013)
<b>Vector de características de producción</b>			
Semilla ( $X_{1i}$ )	Variable categórica que toma los valores de: 1 semilla común (categoría referencial) 2 semilla modificada 3 semilla certificada 4 semilla híbrida nacional 5 semilla híbrida internacional	+ + + +	Ali y col., (2016)
Fertilizante químico ( $X_{2i}$ )	Logaritmo natural de la cantidad de fertilizante químico medido en toneladas por hectárea. $VC^a$	+	Nakano y col., (2013)
Fertilizante químico $SQ^b(X_{2i})^2$	Logaritmo natural de la cantidad de fertilizante químico al cuadrado, en toneladas por hectárea. $VC^a$	-	Matsumoto y Yamano, (2013)
Pesticida químico ( $X_{3i}$ y $X_{4i}$ )	Logaritmo natural de la cantidad de pesticida químico en toneladas por hectárea (pesticida sólido) y en litros por hectárea (pesticida líquido). $VC^a$	+	Zhang y col., (2015)
Pesticida químico $SQ^b(X_{3i})^2$ y $(X_{4i})^2$	Logaritmo natural de la cantidad de pesticida químico al cuadrado. $VC^a$	-	Huang, Hansen y Uri, (1993)
Riego ( $X_{5i}$ )	Logaritmo natural del área regada en hectáreas (modelo arroz) – $VC^c$ Variable categórica que toma el valor de 1 si la superficie fue regada y 0 si no (modelo maíz).	+	Nakano y col., (2013)
Riego $SQ^b(X_{5i})^2$	Logaritmo natural del área regada al cuadrado. Se incluye solo en el modelo del arroz. $VC^a$	-	Nakano y col., (2013)
Rotación de cultivos ( $X_{6i}$ )	Variable categórica que toma el valor de 1 si realiza rotación de cultivos y 0 caso contrario	+/-	Martin-Guay y col., (2018)
Número de trabajadores ( $X_{7i}$ )	Número de trabajadores permanentes y ocasionales por UPA. $VC^a$	+	Nakano y col., (2013)
<b>Vector de características del productor</b>			
Mujer ( $H_{1i}$ )	Variable categórica que toma el valor 1 si la mujer decide sobre el modo de producción y 0 caso contrario.	-	Ali y col., (2016)
Biodiversidad ( $H_{2i}$ )	Número de cultivos por parcela. $VC^a$	-	Nkegbe, (2017)
Concentración <sup>c</sup> ( $H_{3i}$ )	Variable categórica sobre el tamaño de la UPA, toma el valor de: 1 si pequeña: <5 ha. (categoría referencial) 2 si mediana: 5-100 ha. 3 si grande: >100 ha.	+/-	Mbata, (1994)-Maíz Nakano y col., (2013)-arroz
Asociatividad ( $H_{4i}$ )	Variable categórica que toma el valor 1 si se produce en asociación y 0 caso contrario	-	Nakano y col., (2013)

<sup>a</sup> VC por variable continua.

<sup>b</sup> SQ denota el cuadrado de la variable.

<sup>c</sup> Clasificadas según las definiciones de pequeña, mediana y gran propiedad del MAG (2016 y 2017).

### 2.3 Validación de los modelos de regresión lineal múltiple

La validación de los modelos estimados incluyó contrastes de estadísticos sobre la existencia de la variable omitida (Ramsey, 1969), heteroscedasticidad

(White, 1980) y multicolinealidad (Factor Inflacionario de la Varianza (Wooldridge, 2009)). En general, se detectó la existencia de heteroscedasticidad cuya corrección implicó la estimación de errores estándar robustos (White, 1980) para los coeficientes estimados en ambos modelos.

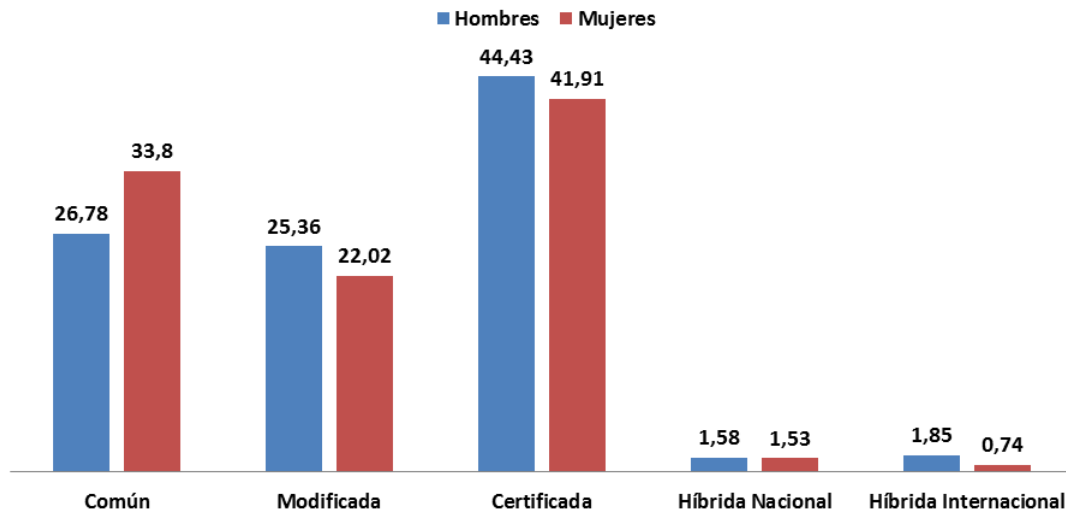


Figura 1. Uso de semillas de maíz duro por género.  
 Fuente: INEC, (2015) y INEC, (2017).

### 3 Resultados y Discusión

#### 3.1 Modelo estimado para el cultivo del arroz

La Tabla 2 presenta las estimaciones obtenidas del modelo sobre los cultivos de arroz: las columnas (b) reportan el coeficiente estimado asociado a cada una de las variables dependientes reportadas en las columnas (a) conjuntamente con los errores de la estimación entre paréntesis. Un primer resultado emerge del coeficiente asociado a la variable Año (Tabla 2, columna b1), este término, asociado al cambio de la productividad entre 2014 y 2016, al ser estadísticamente significativo, evidencia un aumento promedio del 2,43% en la productividad del cultivo del arroz. Considerando únicamente el criterio de incremento de productividad, medida en toneladas producidas por hectárea, se puede afirmar que el PSAR tuvo resultados positivos. Sin embargo, el criterio de incremento de productividad es limitado en el análisis de las repercusiones integrales del programa, por tanto, se discute a continuación el resto de variables implicadas.

##### 3.1.1 Vector de características de producción

La RV implica el uso de semillas de VARs, insumos químicos y sistemas de irrigación para incrementar la productividad. En efecto, respecto a las semillas, al estudiar los cultivos de arroz, los resultados

se compatibilizan con esta afirmación: los signos de los coeficientes asociados a las variables *Modificada* y *Certificada* (Tabla 2, columna b1) son positivos y estadísticamente significativos; es decir, los resultados evidencian que la productividad promedio del cultivo de arroz es aproximadamente entre el 11,58% al 11,12% mayor al utilizar semillas modificadas y certificadas, respectivamente, con respecto al uso de semillas comunes. La bonanza productiva atribuida a la RV se matiza al considerar los resultados asociados al uso de fertilizantes. Si bien la productividad media aumenta en un 0,2966% al incrementar el uso de fertilizante químico de 0% a 1%, a partir de la segunda unidad porcentual, un 1% adicional de fertilizante químico implica una pérdida de 0,04% de productividad media (Tabla 2, columna b1: coeficientes asociados a las variables *Fertilizante* y *FertilizanteSQ*): el rendimiento marginal de la productividad asociada al uso de fertilizantes químicos es decreciente.

Los resultados respecto al uso de pesticidas líquidos son similares a los de fertilizantes: el aumento de la productividad media del uso de la primera unidad porcentual de pesticida líquido es del 0,0701%, sin embargo, cada punto porcentual adicional, a partir de la segunda unidad porcentual, reduce la productividad media en 0,0103% (Tabla 2, columna b1: coeficientes asociados a las variables *Pesticida líquido* y *Pesticida líquidoSQ*). En efecto, la evidencia proporcionada sobre el uso de fertilizantes y pesticidas

químicos corrobora que el desconocimiento de la cantidad óptima de aplicación provoca pérdidas de nutrientes en el suelo y, por tanto, pérdidas marginales de productividad (Huang, Hansen y Uri, 1993; Zhang y col., 2015).

Al igual que los insumos químicos estudiados, el riego parece tener rendimientos marginales decrecientes. Así, el aumento de 0% a 1% en las hectáreas de cultivo de arroz regadas mejora en 0,1309% la productividad media, mientras que, sucesivos aumentos de 1% a partir de ese nivel traen consigo una disminución de la productividad media de 0,0157% (Tabla 2, columna b1: coeficientes asociados a las variables *Riego* y *RiegoSQ*). Este resulta-

do es similar al reportado por Nakano y col., (2013), quienes indican que el exceso de superficie regada afecta a las cantidades de fertilizante aplicadas, por tanto, perjudica la productividad. Teóricamente, la rotación de cultivos favorece la productividad agrícola en el caso de leguminosas –garbanzo, frijol, habas, lenteja, entre otros– pero puede ser perjudicial en el caso de gramíneas (Martin-Guay y col., 2018). En el caso del arroz (cereal), la evidencia aquí proporcionada sugiere que la rotación de cultivos reduce en un 10,15% la productividad en toneladas por hectárea (Tabla 2, columna b1: coeficiente asociado a la variable *Rotación*).

### 3.1.2 Vector de características del productor

De entre las características del productor ilustradas en las columnas a2 y b2 de la Tabla 2, destaca el rol decisivo de la mujer. Así, los resultados confirman la afirmación de Ali y col., (2016), en relación al efecto negativo para la productividad cuando es la mujer quien decide sobre el modo de producción se evidencia una productividad promedio 5,2% menor en las UPAs en las que la mujer tiene la decisión de producción (Tabla 2, columna b2: coeficiente asociado a la variable *Mujer*). Desafortunadamente, este resultado sugiere la no conveniencia a priori, para los programas enfocados al aumento de la productividad, como el PSAR, de tomar en cuenta la opinión de la mujer en la producción alimentaria de este cultivo. En efecto, no solo las UPAs en donde las mujeres tienen la decisión de producción son más biodiversas, sino también las mujeres reconocen la importancia de la conservación de las semillas nativas para alcanzar una vida sostenible (Ballara, Damianovi y Valenzuela, 2012) lo cual frecuentemente trae consigo una reducción de la productividad de una manera similar a lo que sucedía en la Subsección 3.1.1, en la que se evidenció que el uso de semilla común reduce también la productividad. Respecto de la biodiversidad, resulta interesante que el coeficiente asociado a la variable Biodiversidad haya resultado ser no significativo (Tabla 2, columna b2). De ser el caso, al no incidir en la productividad, los productores habrían obviado este factor. En efecto, esta hipótesis resulta probable considerando que, dentro de la muestra estudiada, las UPAs con más de cinco (seis) cultivos diferentes representaban únicamente el 21,52% (13,58%) del total de predios.

Por otro lado, la evidencia respecto de la concentración de la tierra reveló que únicamente las propiedades medianas parecen tener una productividad promedio distinta a aquella de las pequeñas propiedades. En efecto, en contraste con los principios de la RV sobre los cultivos extensivos, los resultados obtenidos para el caso del arroz concuerdan con los reportado por Nakano y col., (2013) y revelan que la concentración de tierra no ayuda a aumentar la productividad; las UPAs de mediana extensión tienen una productividad media de 2,71% menor que las UPAs pequeñas (Tabla 2, columna b2: coeficiente asociado a la variable *Concentración*).

### 3.2 Modelo estimado para el cultivo de maíz duro

En contraste con los resultados obtenidos para los cultivos de arroz, los resultados obtenidos en el modelo para maíz duro (Tabla 4) evidencian una reducción en la productividad tras la aplicación del PSAR; la variable que representa el cambio en torno a la productividad entre 2014 y 2016 muestra que se ha reducido la productividad en un 20,04% (Tabla 4, columna b1: coeficiente asociado a la variable *Año*). Una reducción similar de la productividad agrícola causada por la expansión de pestes tras la adopción de VARs fue reportada en la India por Briggs, (2009). En el caso del maíz duro ecuatoriano, un indicio sobre la causa del decrecimiento de la productividad resulta de la observación de las pérdidas, medidas en hectáreas, reportadas en los cultivos estudiados (Tabla 3). Así, en 2014 (2016) de más de 372 mil (315 mil) hectáreas sembradas de maíz, alrededor de 16 mil (33 mil) presentaron pér-



**Tabla 2.** Análisis de la productividad del cultivo de arroz (2014-2016). Errores estándar entre paréntesis.

Variable Dependiente: ln(productividad)			
Vector de características de producción		Vector de características del productor	
(a1)	(b1)	(a2)	(b2)
Semilla <sup>a</sup> (VCat.)		Mujer <sup>d</sup> (VCat.)	-0,0521*** (0,0124)
Modificada	0,1158*** (0,0142)	Biodiversidad	-0,0031 (0,0023)
Certificada	0,1112*** (0,0138)	Concentración <sup>e</sup> (VCat.)	
Híbrida Nacional	-0,1079 (0,1055)	Mediana	-0,0271* (0,0125)
Híbrida Internacional	0,4485*** (0,0821)	Grande	-0,0472 (0,0263)
Fertilizante	0,2966*** (0,0357)		
FertilizanteSQ	-0,0465*** (0,0157)		
Pesticida sólido	0,5912*** (0,1794)		
Pesticida sólidoSQ	-0,2317 (0,153)		
Pesticida líquido	0,0701*** (0,0195)		
Pesticida líquidoSQ	-0,0103* (0,0051)		
Riego	0,1309*** (0,0123)		
RiegoSQ	-0,0157*** (0,003)		
Rotación <sup>b</sup> (VCat.)	-0,1015*** (0,0177)		
Trabajadores	0,0026*** (0,0006)		
Año <sup>c</sup> (VCat.)	0,0243* (0,0123)		
<i>N</i>	5.048		
<i>r</i> <sup>2</sup>	0,1913		

\*p <0,05; \*\*p <0,01; \*\*\*p <0,001

(VCat.) refiere a variable categórica.

Categorías de referencia: <sup>a</sup>semilla común (Semilla), <sup>b</sup>parcela sin rotación de cultivos (Rotación), <sup>c</sup>año 2014 (Año), <sup>d</sup> hombre decide sobre producción (Mujer), <sup>e</sup>pequeña propiedad (Concentración).

didadas, siendo el 39,48% (81,21%) debido a plagas y enfermedades. Con lo cual se muestra que tras la aplicación del PSAR, desafortunadamente hubo

un aumento de plagas y enfermedades, muy probablemente asociadas al aumento del uso de semillas modificadas y certificadas.

**Tabla 3.** Pérdidas reportadas en el cultivo de maíz duro (2014 y 2016).

Año	2014		2016	
	has	%	has	%
Sequías	5252,36	31,43	2713,18	8,08
Heladas	1037,71	6,21	297,38	0,89
Plagas	5784,11	34,61	23780,69	70,78
Enfermedades	813,94	4,87	3503,38	10,43
Inundaciones	1505,05	9,01	391,26	1,16
Otras causas	2318,29	13,87	2913,86	8,67
Total	16711,46	100,00	33599,75	100,00

Fuente: INEC 2015, INEC 2017.

Nota: Al ser información reportada a partir de la muestra considerada en la ESPAC se hizo uso del factor de expansión para la inferencia estadística.

### 3.2.1 Vector de las características de producción

Respecto al uso de semillas de VARs en los cultivos de maíz duro se evidencia un incremento de la productividad en 29,63 %, 38,98 %, 45,63 % y 57,85 % al usar semillas modificadas, certificadas, híbridas nacionales e internacionales, respectivamente, en comparación al uso de la semilla común (Tabla 4, columna b1: coeficientes asociados a la variable Semilla). Así, en este caso, parece resultar atractivo reemplazar la semilla común. Considerando el uso de fertilizantes y pesticidas líquidos químicos, los resultados corroboran la existencia de rendimientos marginales decrecientes. Si bien el aumento estimado de la productividad promedio es de 0,8349 % ante el aumento en el uso de fertilizantes de 0 a 1 %, a partir de la segunda unidad porcentual adicional de fertilizante la productividad media reduce en 0,359 % (Tabla 4, columna b1: coeficientes estimados asociados a las variables *Fertilizante* y *Fertilizante SQ*). Similar evidencia se obtiene al analizar el uso de pesticidas líquidos, en donde la productividad promedio se incrementa en 0,0386 % al pasar de utilizar 0 de pesticida a usar 1 %, posteriores aumentos reducen la productividad en 0,024 % cada vez (Tabla 4, columna b1: coeficientes estimados asociados a las variables *Pesticida líquido* y *Pesticida líquido SQ*).

Contrario al caso del arroz, los resultados respecto del uso de pesticidas sólidos en cultivos de maíz no evidencian la existencia de rendimientos margina-

les decrecientes de su uso –el coeficiente asociado a la variable *Pesticida sólidoSQ* no resultó ser estadísticamente significativo (Tabla 4, columna b1). Así, la productividad promedio de maíz duro se incrementó en un 0,2201 % por cada unidad porcentual de pesticida sólido utilizada. Curiosamente y de manera similar al caso del arroz, el modelo estimado sugiere que la rotación de cultivo de maíz duro reduce la productividad agrícola: los cultivos en los cuales el productor utiliza la misma variedad en dos ciclos de siembra seguidos resultan ser en promedio 4,56 % menos productivos que los que no rotan la variedad (Tabla 4, columna b1: coeficiente asociado a la variable *Rotación*). De acuerdo con los resultados de Martin-Guay y col., (2018), esta reducción de la productividad puede deberse a una rotación neta entre variedades de granos de la misma especie en detrimento de una rotación con otras variedades de cereales, leguminosas, entre otras. Cabe mencionar que ni el riego ni el número de trabajadores resultaron ser estadísticamente significativos para el estudio (Tabla 4, columna b1: coeficientes estimados asociados a las variables *Riego* y *Trabajadores*). Por un lado, el cultivo de maíz duro no es un cultivo intensivo en riego y, por tanto, la correlación lineal estadística entre las variables *Productividad* y *Riego* es baja. Por otro lado, la no significancia del número de trabajadores puede mostrar. Como mencionaron Nakano y col., (2013), que los trabajadores existentes en las UPAs abastecen de manera suficiente los requerimientos para el cultivo.

**Tabla 4.** Análisis de la productividad del cultivo del maíz duro (2014-2016). Errores estándar entre paréntesis.

Variable Dependiente: ln(productividad)		Vector de características del productor	
Vector de características de producción		(a2)	(b2)
(a1)	(b1)		
Semilla <sup>a</sup> (VCat.)		Mujer <sup>e</sup> (VCat.)	-0,0061 (0,0119)
Modificada	0,2963*** (0,0174)	Biodiversidad	0,0002 (0,0018)
Certificada	0,3898*** (0,0166)	Concentración <sup>f</sup> (VCat.)	
Híbrida Nacional	0,4563*** (0,0455)	Mediana	0,0529*** (0,0126)
Híbrida Internacional	0,5785*** (0,0404)	Grande	0,0268*** (0,0261)
Fertilizante	0,8349*** (0,0526)	Asociatividad <sup>g</sup>	-0,1044*** (0,0209)
FertilizanteSQ	-0,3594*** (0,0404)		
Pesticida sólido	0,2201* (0,1066)		
Pesticida sólidoSQ	-0,0170 (0,0347)		
Pesticida líquido	0,0386** (0,0146)		
Pesticida líquidoSQ	-0,0105*** (0,003)		
Riego <sup>b</sup> (VCat.)	0,0085 (0,0166)		
Rotación <sup>c</sup> (VCat.)	-0,0456** (0,0169)		
Trabajadores	-0,0004 (0,0007)		
Año <sup>d</sup> (VCat.)	-0,2004*** (0,0118)		
<i>N</i>	6,083		
<i>r</i> <sup>2</sup>	0,32		

\*p <0,05; \*\*p <0,01; \*\*\*p <0,001

(VCat.) refiere a variable categórica.

Categorías de referencia: <sup>a</sup> semilla común (Semilla), <sup>b</sup> parcela sin riego (Riego), <sup>c</sup> parcela sin rotación de cultivos (Rotación), <sup>d</sup> año 2014 (Año), <sup>e</sup> hombre decide sobre producción (Mujer), <sup>f</sup> pequeña propiedad (Concentración), <sup>g</sup> producción individual (Asociatividad).

### 3.2.2 Vector de las características del productor

Los resultados revelan que la tenencia de la tierra es un factor influyente para la productividad del maíz duro. Así, se estima que una mediana (gran) propiedad produce en promedio 5,29% (2,68%) por hectárea más que una pequeña propiedad (Tabla 4, columna b2: coeficientes asociados a las categorías de la variable *Concentración*). Por otro lado, los re-

sultados sugieren que las UPAs que producen bajo asociación lo hacen en promedio un 10,44% menos (Tabla 4, columna b2: coeficiente asociado a la variable *Asociatividad*). La evidencia sobre una superioridad productiva, en toneladas por hectárea cultivada de maíz duro de los predios que no se asocian, podría incentivar la pérdida de vínculos comunitarios (Houtart, 2016). Así, al enfocarse únicamente en

la productividad y no considerar el reforzamiento de la organización comunitaria, el PSAR engendraría una externalidad negativa. Al respecto, Martínez Valle, (2013) recomienda que la política pública pro-desarrollo del sector agrícola debe destinarse a procesos colectivos y no individuales, ya que no basta mejorar el acceso a insumos o a créditos, pues el fortalecimiento de las capacidades de las organizaciones es clave.

Adicionalmente, al igual que para el cultivo del arroz, la biodiversidad resultó ser no relevante para la productividad de maíz (Tabla 4, columna b2: coeficiente estimado asociado a la variable *Biodiversidad*). Este resultado avala la exclusión del criterio de biodiversidad de los objetivos del PSAR, presentándose el riesgo de pérdida de agrobiodiversidad. Al respecto, Sarandón y Flores, (2014) mencionan que la extensión del uso de las VARs ha causado el uso de un número limitado de especies y, por consiguiente, una mayor debilidad de los cultivos frente a la proliferación de plagas y enfermedades. El deterioro de la biodiversidad de los cultivos es crucial, dado que elimina gradualmente las externalidades positivas inherentes a ella, tales como la prevención de pestes y enfermedades y el aumento de nutrientes del suelo (Grinspun, 2008).

## 4 Conclusiones

El objetivo del PSAR, en concordancia con la RV, es aumentar la productividad de los cultivos de arroz y maíz duro mediante el subsidio de la adquisición de paquetes tecnológicos –compuestos de semillas mejoradas e insumos químicos– por parte de pequeños y medianos agricultores. La presente investigación muestra que el uso de insumos químicos y variedades mejoradas no garantiza el incremento de la productividad agrícola, y además que el planteamiento unidimensional del objetivo de aumentar la producción por hectárea sembrada tiene secuelas en otros factores tales como: biodiversidad, concentración de la tierra, asociatividad y rol de la mujer. Los resultados obtenidos al estudiar los cultivos de arroz y maíz duro evidencian la existencia de rendimientos marginales decrecientes correlacionados al uso de pesticidas y fertilizantes químicos; por lo tanto, el desconocimiento de las cantidades de uso apropiadas para condiciones diversas de clima y suelo perjudica, en lugar de beneficiar, a la productividad agrícola. Asimismo, si bien los resultados

corroboran que, en general, el uso de semillas de VARs incrementa la productividad de los cultivos estudiados. Las plagas y enfermedades atacaron a un mayor número de hectáreas de cultivo de maíz duro en Ecuador, reduciendo su producción entre 2014 y 2016. La vulnerabilidad de las VARs se constituye así en otra de las razones por las que la mejora de la productividad agrícola no se garantiza con el PSAR.

En cuanto a la biodiversidad (disyuntiva productividad-diversidad), la evidencia sugiere que ésta no afecta ni positiva ni negativamente a la productividad. De ahí que un programa enfocado únicamente en el incremento de la productividad, como el PSAR, la pone en riesgo al excluirla de sus objetivos. Puesto que la pérdida de biodiversidad de cultivos por hectárea y/o por UPA puede convertirse en una problemática de soberanía alimentaria, este factor debe considerarse en las propuestas de política pública para el agro.

Con respecto a la concentración de la tierra (disyuntiva productividad-exclusión), los resultados difieren al estudiar los cultivos de arroz y maíz: en el cultivo de arroz, los predios pequeños son más productivos que los grandes; en el caso del maíz, los predios grandes son más productivos que los pequeños. Así, se evidencia la probabilidad de que un programa pro-aumento de la productividad agrícola cause exclusión al incentivar la concentración de la tierra. Finalmente, los resultados muestran que el PSAR podría no solo incentivar la pérdida de vínculos comunitarios –debido a que los predios que producen bajo asociación resultaron ser menos productivos– sino también debilitar el rol de la mujer como agente decisorio –las parcelas en las que la mujer decidía sobre el modo de producción resultaron ser menos productivas. Este último punto es particularmente sensible puesto que las mujeres privilegian la presencia de mayor biodiversidad de cultivos por unidad de producción, así como el mayor uso de semillas nativas (comunes).

## Referencias

- Ali, D. y col. (2016). «Investigating the Gender Gap in Agricultural Productivity: Evidence from Uganda». En: *World Development* 87, 152 -170. Online: <https://bit.ly/2tje78F>.
- Ballara, M., N. Damianovi y R. Valenzuela (2012). «Mujer, agricultura y seguridad alimentaria: una

- mirada para el fortalecimiento de las políticas públicas en América Latina». En: *BRIDGE development – gender*, 1-12. Online: <https://bit.ly/2StQXeP>.
- Baltagi, B. (2011). *Econometrics*. Springer. Online: <https://bit.ly/2WYVmfM>.
- Briggs, J. (2009). «Green Revolution». En: *International Encyclopedia of Human Geography*. Ed. por R. Kitchin y N. Thrift. Oxford: Elsevier, 634-638. Online: <https://bit.ly/2TLIMXV>.
- DETCMAG, Dirección de Estudios Técnicos de Comercio del MAGAP (2016). *Ficha informativa Proyecto Nacional de Semillas para agroclimas estratégicas*. Inf. téc. Quito: MAGAP - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Online: <https://goo.gl/i5f8r8>.
- (2017). *Ficha informativa Proyecto Nacional de Semillas para agroclimas estratégicas*. Inf. téc. Quito: MAGAP - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Online: <https://goo.gl/JxuRTj>.
- Dufumier, M. (2014). «Agriculturas campesinas en Latinoamérica. Propuestas y desafíos». En: ed. por Francisco Hidalgo F., François Houtart y Pilar Lizárraga A. 1ra. Quito: Editorial Instituto de Altos Estudios Nacionales (IAEN). Cap. Agriculturas familiares, fertilidad de los suelos y sostenibilidad de agroecosistemas, 55-67. Online: <https://bit.ly/2GoZCbr>.
- Eaton, C. y A. Sheperd (2002). *Agricultura por contrato: Alianzas para el crecimiento*. Ed. por Boletín de servicios agrícolas de la FAO 145. Online: <https://bit.ly/2S0YBbm>. Vol. 145. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Evenson, R. (2015). «Intellectual Property, Growth and Trade». En: ed. por H. Beladi y K. Choi. *Frontiers of Economics and Globalization*. Elsevier Science Ltd. Cap. The Scientific Origins of the Green and Gene Revolutions, 465-496. Online: <https://bit.ly/2SMtK6W>.
- Grinspun, L. (2008). «Desarrollo rural y neoliberalismo». En: ed. por Lisa L. North y John D. Cameron. Quito: Corporación Editora Nacional. Cap. Explorando las conexiones entre el comercio global, la agricultura industrial y el subdesarrollo rural.
- Gutiérrez, J. (1996). «El incendio frío. Hambre, alimentación, desarrollo». En: ed. por Bob Sutcliffe (coord.) 1ra. Barcelona: Icaria Editorial.
- Cap. La Revolución Verde ¿Solución o Problema?, 231-245. Online: <https://bit.ly/2BAq52j>.
- Houtart, F. (2016). «Manifiesto para la agricultura familiar campesina e indígena en el Ecuador». En: ed. por F. Houtart y M. (eds.) Laforge. Quito: IAEN, Instituto de Altos Estudios Nacionales IAEN. Cap. El desafío de la agricultura campesina para Ecuador, 167-178. Online: <https://bit.ly/2SwQQPw>.
- Huang, Wen-Yuan, LeRoy Hansen y Noel D. Uri (1993). «The timing of nitrogen fertilizer application: the case of cotton production in the United States». En: *Applied Mathematical Modelling* 17.2, 89-97. Online: <https://bit.ly/2RVCPpv>.
- INEC (2015). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2014*. Inf. téc. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2016*. Inf. téc. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- MAGAP (2016). *La Política Agropecuaria Ecuatoriana. Hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Online: <https://bit.ly/2WVzs5T>.
- Martin-Guay, M. y col. (2018). «The new Green Revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping». En: *Science of the Total Environment* 615. Ed. por Elsevier, 767-772. Online: <https://bit.ly/2Ineny3>.
- Martínez Valle, L. (2013). *La Agricultura Familiar en El Ecuador*. Serie Documentos de Trabajo 147. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Online: <https://goo.gl/Zhj5Eu>. Santiago, Chile: Rimisp.
- Matsumoto, T. y T. Yamano (2013). «An African Green Revolution». En: ed. por K. Otsuka y D. Larson. New York: Springer Dordrecht Heidelberg. Cap. Maize, Soil Fertility, and the Green Revolution in East Africa, 197-221. Online: <https://bit.ly/2GorYmL>.
- Mbata, J.N. (1994). «Fertilizer adoption by small-scale farmers in Nakuru District, Kenya». En: *Fertilizer Research* 38.2, 141-150. Online: <https://bit.ly/2GGcnhS>.
- Moseley, William G. (2015). «International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences». En: ed. por J. Wright. Elsevier. Cap. Food Security and 'Green Revolution, 307-310. Online: <https://bit.ly/2DC8uY3>.

- Murgai, Rinku (2001). «The Green Revolution and the productivity paradox: evidence from the Indian Punjab». En: *Agricultural Economics* 25.2, 199-209. Online: <https://bit.ly/2SKZcCv>.
- Nakano, Y. y col. (2013). «An African Green Revolution». En: ed. por K. Otsuka y D. Larson. New York: Springer Dordrecht Heidelberg. Cap. The Possibility of a Rice Green Revolution in Large-Scale Irrigation Schemes in Sub-Saharan Africa, 43-70. Online: <https://bit.ly/2GEEtKk>.
- Nkegbe P., Abu B. & Issahaku H. (2017). «Food security in the Savannah Accelerated Development Authority Zone of Ghana: an ordered probit with household hunger scale approach». En: *Agriculture & Food Security* 6.1, 35. Online: <https://bit.ly/2SRRBC6>.
- Núñez, J. y col. (2015). *Metodología de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2014*. Quito: INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC-BM). Online: <https://goo.gl/DLsyM8>.
- Phillips, R.L. (2014). «Encyclopedia of Agriculture and Food Systems». En: ed. por Neal K. Van Alfen. Oxford: Academic Press. Cap. Green Revolution: Past, Present, and Future, 529 -538. Online: <https://bit.ly/2SvJls7>.
- Ramsey, J.B. (1969). «Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-Squares Regression Analysis». En: *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)* 31.2, 350-371. Online: <https://bit.ly/2BA6T4E>.
- Junta Militar de la República del Ecuador, ed. (1964). *Ley de Reforma Agraria y Colonización*. Quito: Registro Oficial No. 297 de 23 de Julio de 1964, págs. 1-8.
- Sarandón, S. (2002). «Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable». En: ed. por S. Sarandón. Vol. 1. La Plata: Ediciones Científicas Americanas. Cap. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde, págs. 23-47.
- Sarandón, S. y C. Flores (2014). «Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables». En: ed. por S. Sarandón y C. Flores. Vol. 1. La Plata: Universidad Nacional de la Plata. Cap. La insustentabilidad del modelo agrícola actual.
- Shaikh, S. y col. (2016). «Determinants of Rice Productivity: An Analysis of Jaffarabad District-Balochistan (Pakistan)». En: *European Scientific Journal* 12.13, 41-50. Online: <https://bit.ly/2UWLI4c>.
- Tilman, D., S. Polasky y C. Lehman (2005). «Diversity, productivity and temporal stability in the economies of humans and nature». En: *Journal of Environmental Economics and Management* 49.3, 405 -426. Online: <https://bit.ly/2Ss4sf3>.
- Vía-Campesina, ed. (1996). *Por el derecho a producir y por el derecho a la tierra. Soberanía Alimentaria: un futuro sin hambre*.
- White, H. (1980). «A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity». En: *Econometrica* 48.4, 817-838. Online: <https://bit.ly/2WZ6Bh2>.
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 5ta. Mason, Ohio: South-Western, Cengage Learning. Online: <https://bit.ly/2WU693z>.
- Wu, Felicia y William Butz (2004). *The Future of Genetically Modified Crops: Lessons from the Green Revolution*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Online: <https://goo.gl/AqQ7Ub>.
- Yumbla, M. y R. Herrera (2013). «¡No todo lo que brilla es oro! Agricultura bajo contrato: nueva forma de extracción del capital social en el Socialismo del siglo XXI». En: ed. por M. R. Yumbla y col. Quito: SIPAE. Cap. Agricultura Bajo Contrato en el Ecuador: Elementos para el debate. Online: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/123456789/5659>.
- Zhang, Chao y col. (2015). «Productivity effect and overuse of pesticide in crop production in China». En: *Journal of Integrative Agriculture* 14.9, 1903 -1910. Online: <https://bit.ly/2SyD8vT>.