

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio

Convocatoria 2014-2016

Tesis para obtener el título de maestría en Economía del Desarrollo

Impacto de la Inversión Pública en Investigación y Desarrollo Agrícola sobre la Productividad
del sector: Evidencia desde Ecuador

Gustavo Alejandro Jarrín Raza

Asesor: Juan Fernández Sastre

Lectores: Fernando Martín y Leonardo Vera

Quito, abril de 2020

Dedicatoria

A todos quienes estuvieron conmigo en los momentos difíciles.

GJ.

Tabla de contenidos

Resumen	VIII
Agradecimiento	VII
Introducción	VIII
Capítulo 1	2
Marco Teórico	2
1.1. Productividad de la tierra del sector agrícola y sus determinantes.....	2
1.1.1. Suelo	4
1.1.2. Clima.....	4
1.1.3. Genética	5
1.1.4. Fitosanidad.....	5
1.1.5. Mecanización	5
1.1.6. Créditos agrícolas.....	5
1.1.7. Precios de los insumos	6
1.1.8. Demanda en los mercados internacionales	6
1.1.9. Infraestructura de apoyo	6
1.1.10. Investigación y Desarrollo agrícola.....	7
1.1.11. Superficie total cosechada.....	8
1.1.12. Precipitación y productividad de la tierra	9
1.2. Relación entre productividad agrícola y crecimiento económico	9
1.2.1. Importancia del sector agrícola en la economía del Ecuador.	11
1.2.1.1. Participación en el Producto Interno Bruto	11
1.2.1.2. Absorción de empleo	12
1.2.2. Productividad del sector agrícola ecuatoriano	13
1.2.3. Inversión del Ecuador en Investigación Agrícola.....	14
Capítulo 2	16
Marco Empírico.....	16
Capítulo 3	18
Objetivos, pregunta de investigación e hipótesis	18
3.1. Objetivos.....	18
3.2. Pregunta de investigación e hipótesis	18
Capítulo 4	19
Marco metodológico	19
4.1. Datos.....	19
4.2. Variables.....	19

4.2.1. Productividad de la tierra	19
4.2.2. I+D	19
4.2.3. Índice de precipitación	20
4.2.4. Área cosechada.....	20
4.3. Metodología.....	20
Capítulo 5	23
Resultados y discusión	23
Conclusiones y recomendaciones.....	25
Anexos	26
Lista de referencias	44

Ilustraciones

Tablas

Tabla 1 Coeficientes de regresión de la evaluación del impacto de la inversión pública en investigación sobre la productividad de la tierra.....	24
--	----

Gráficos

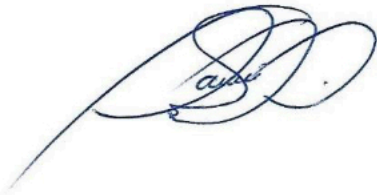
Gráfico 1 Contribución del sector agrícola al PIB total durante el período 2000 a 2015	12
Gráfico 2 Porcentaje de empleados por principales ramas de actividad económica durante el período 2007 a 2016.....	12
Gráfico 3 Gasto en inversión y desarrollo en ciencias agrícola.	14
Gráfico 4 Inversión en investigación agrícola expresada como porcentaje del PIB agrícola. .	15
Gráfico 5 Inversión en investigación agrícola expresada en dólares	15

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesis

Yo, Gustavo Alejandro Jarrín Raza, autor de la tesis titulada “Impacto de la Inversión Pública en Investigación Agrícola sobre la Productividad del sector: Evidencia desde Ecuador” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de maestría en Economía del Desarrollo concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO – Ecuador.

Cedo a la FLACSO – Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta Universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, abril de 2020



Gustavo Alejandro Jarrín Raza

Resumen

El presente estudio evalúa el impacto que genera la inversión pública en I+D agrícola sobre la productividad de la tierra del sector agrícola ecuatoriano. Para ello, se utilizan datos de la Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), de la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO), del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y datos del Ministerio de Finanzas durante el período 1990-2014. Adicionalmente, debido a que la inversión pública en I+D podría afectar a la productividad de la tierra con un retardo, dado que el desarrollo y la adopción de tecnologías no se producen de manera inmediata, este trabajo modeliza dicho aspecto a través de una función gamma de retardos. Los resultados indican que la inversión pública en I+D agrícola ejerce un efecto positivo sobre la productividad agrícola en el periodo analizado, aunque de reducida magnitud. Así mismo, el efecto sobre la productividad concentra el 50% de impacto a los 35 años posteriores de haber realizado la inversión en I+D, y el 75% del efecto total a los 40 años.

Agradecimientos

A mi familia.

A FLACSO, sede Ecuador.

A Juan Fernández, por el apoyo brindado.

Introducción

La agricultura es un sector sustancial de la economía y un eje fundamental para la absorción de fuerza laboral y dinamización de actividades relacionadas como la agroindustria. En este sentido, incrementar la productividad de la tierra permite a los países garantizarse la provisión de alimentos y materias primas con menor uso de factores productivos. Por el contrario, cuando el nivel de productividad es bajo, el volumen de recursos utilizados para la producción de alimentos y materias primas limita la capacidad de la economía para desarrollar otros sectores (Gollin, 2010).

En este contexto, resulta relevante analizar si las medidas implementadas para incrementar la productividad han sido efectivas, tanto para focalizar la inversión, como para corregir falencias. Una de las formas más comunes utilizadas por los Estados para incidir sobre la productividad agrícola ha sido la generación de tecnología a través de la inversión pública en investigación y desarrollo canalizada a través de instituciones especializadas. Por lo que comprender la forma en que la inversión pública en I+D agrícola impacta sobre la productividad de este sector permite establecer un marco de referencia para definir maneras efectivas de intervención.

La tesis está organizada de la siguiente manera: el Capítulo 1 desarrolla el marco teórico sobre los determinantes de la productividad de la tierra; a la vez que discute el efecto que puede tener la inversión en I+D sobre la misma. El Capítulo 2 discute estudios empíricos realizados que evalúan los efectos de la inversión en I+D sobre la productividad de la tierra. El capítulo 3 describe los objetivos, pregunta de investigación e hipótesis. En el Capítulo 4, se describe la metodología utilizada para la evaluación. En el Capítulo 5 se presentan los resultados obtenidos. Finalmente, en el Capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1. Productividad de la tierra del sector agrícola y sus determinantes

La agricultura es la forma de relacionarse con la tierra para producir alimentos y materias primas, y puede ser influida de diversas formas. Desde la revolución verde, la agricultura tomó un rumbo de incremento de unidades producidas por unidad de suelo –productividad de la tierra–, utilizando para ello mayor cantidad de insumos, comúnmente fabricados a partir de derivados del petróleo. (Prokopenko, 1989), define a la productividad como la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos: el capital, la tierra, los materiales, la energía, la información y el tiempo, además del trabajo. A través de varias décadas en que ha sido el modelo de la revolución verde el dominante en la agricultura, es posible establecer qué factores son los principales determinantes de la productividad del agro.

Varias son las categorizaciones de los condicionantes de la productividad agrícola, aunque, es denominador común encontrar a la tecnología y la ciencia como un pilar fundamental para el mejoramiento de la productividad de la tierra. De hecho, existen diversos estudios que demuestran gran cantidad de datos que comprueban la importancia de la tecnología y la ciencia para el incremento de la productividad (Evenson, 2001) (López, et al., 2017), sin embargo, las condiciones socioeconómicas de cada país arrojan diversos resultados en cuanto al volumen del impacto.

Es así que la tierra, capital y trabajo, son los tres grandes grupos de elementos que conforman los insumos utilizados en la producción agrícola. El cambio en la cantidad y calidad del uso de estos insumos, determinan variaciones importantes en el producto obtenido. (Alston, et al., 2010)

Como se anotó, la productividad agrícola de la tierra es el peso de producto obtenido por cada unidad de superficie. Las explotaciones agrícolas más productivas son aquellas que utilizan la menor cantidad de insumos por unidad de producto obtenida, o, a su vez, aquellas que obtienen más producto con una misma cantidad de insumos.

La definición de los determinantes de la productividad de la tierra, es, en sí, una materia de estudio en cada localidad, ya que el contexto ambiental, social y económico en el cual se

desarrolla cada sistema de producción es específico, y, por tanto, el efecto de un determinante sobre el nivel de productividad puede tener distinto resultado. No obstante, según lo señala (Cleary, 2003), los factores más importantes en los sistemas agrícolas son:

- Recursos naturales y clima
- Ciencia y tecnología
- Liberalización del comercio y desarrollo del mercado
- Políticas, instituciones y bienes públicos
- Información y capital humano

Fundamentalmente, son las técnicas y tecnología incorporadas al proceso productivo los factores que inciden en el aumento de la productividad, ya que se intenta obtener mejor aprovechamiento de condiciones naturales para el incremento de la producción en una misma cantidad de área; estos aumentos pueden generarse siempre y cuando existan condiciones subyacentes para el efecto, tales como: vialidad, suministro de energía, mano de obra calificada, acceso a financiamiento, legislación e institucionalidad robusta que incentive la producción agrícola, alta importancia de la agricultura para la economía nacional, tanto en términos de PIB como en fuente de empleo; estas condiciones son compatibles por aquellas enunciadas por (Cleary, 2003).

En esta línea, (Expósito Díaz & Rodríguez González, 2001), afirman que existe un consenso general que resalta al capital humano, tecnológico, público, especialización productiva, capacidad de utilización, aprovechamiento de economías de escala, o condiciones climáticas, como los factores que inciden de manera directa en la productividad agrícola.

En el contexto del gasto público en el sector agrícola, (López, et al., 2017), sugieren que el nivel y composición de este gasto son determinantes importantes de la productividad. Efectos positivos sobre la productividad agrícola lo tienen la legalización de tierras, programas fitosanitarios y el acceso a mejor infraestructura (vialidad y electricidad). Dichos autores, plantean como un ejemplo de limitante en el incremento de la productividad, a la falta de definición clara y protección de los derechos de propiedad sobre la tierra, misma que podría causar inversiones agrícolas inadecuadas, ineficiente distribución de la mano de obra y acceso reducido a crédito rural.

Nuevamente, la ciencia y tecnología en la agricultura forman una base sobre la cual la productividad de la tierra incrementa, (Alfranca, 1998), en este sentido, afirma que las mejoras tecnológicas son las determinantes principales de la productividad agraria, junto con la formación de capital humano y la provisión pública de infraestructuras.

En definitiva, el efecto de los determinantes sobre la productividad de la tierra varía entre cada localidad, aunque, existe coincidencia de varios autores en que los determinantes más importantes son:

1.1.1. Suelo

El suelo dota de las condiciones químicas y físicas para el desarrollo de los cultivos. Las condiciones químicas se refieren a la disponibilidad de nutrientes, mientras que, las condiciones físicas tratan sobre la condición del suelo como sustrato idóneo para sustentarse y absorber agua. Suelos con buenas condiciones físico-químicas (nutrientes, pH, materia orgánica, textura), permiten la obtención de rendimientos altos, en contraposición a malas producciones derivadas de los cultivos establecidos en suelos pobres.

1.1.2. Clima

Los factores climáticos son determinantes fundamentales de la productividad agrícola de la tierra; de ellos, la temperatura y la precipitación son los más importantes. Es así, que, mediante la precipitación las plantas reciben el agua para desarrollar sus procesos fisiológicos, mientras que, la temperatura activa procesos celulares, que, en última instancia, determinan si la planta produce. En condiciones adversas para los cultivos, la productividad baja, y, en condiciones extremas, la cosecha no llega a concretarse siquiera. Una manera de mitigar los efectos del déficit hídrico es implementar sistemas tecnificados de riego; esto conlleva inversión en el cultivo que permite al agricultor obtener mejores rendimientos.

Por otro lado, si las condiciones de temperatura no son las ideales para obtener rendimientos óptimos de los cultivos, se recurre a la instalación de invernaderos que permiten controlar las condiciones de temperatura y humedad. En síntesis, se obtiene mayor productividad cuando las condiciones climáticas son las óptimas para el desarrollo de los cultivos.

1.1.3. Genética

La genética de las plantas determina el potencial productivo, por ejemplo, los híbridos o variedades mejoradas de alta producción, desarrollados con alta tecnología, son capaces de producir volúmenes superiores a sus homólogos no mejorados. Tal es el caso del maíz estadounidense que en el año 1866 producía, en promedio, 1,68 toneladas por hectárea, mientras que en el año 2003 su producción promedio es de 10,11 toneladas por hectárea, es decir, sextuplicó la productividad (Alston, et al., 2010).

Otro ejemplo de cómo las plantas mejoradas han permitido aumentar la productividad lo constituye la soya, ya que uno de los principales problemas para la producción extensiva fue el control de malezas, que se solucionó con la incorporación de un gen de resistencia a un herbicida (glifosato). La aplicación de glifosato en híbridos resistentes significó un control efectivo y eficiente de las malezas en el cultivo de soya, lo que derivó en aumento de productividad.

1.1.4. Fitosanidad

El principio que rige en el manejo fitosanitario de los cultivos es que plantas enfermas producen poco, o no producen, por tanto, mantener buenas condiciones de sanidad es una condición necesaria, aunque no suficiente, para lograr aumentar la productividad de la tierra ya que permite a las plantas expresar su potencial productivo.

1.1.5. Mecanización

La ejecución de labores culturales en las plantas, tales como control de malezas, aporques, aplicación de fertilizantes, entre otros, son necesarias para obtener las cosechas; la forma en que estas labores son ejecutadas, de manera manual o mecanizada, determina mayor o menor grado de productividad. Las explotaciones modernas, de alta productividad, se caracterizan por mecanizar gran parte de sus procesos. Por tanto, si no existe un buen nivel de mecanización en una región, este se convertiría en el determinante más importante de la productividad de la tierra.

1.1.6. Créditos agrícolas

La política de apoyo al sector agrícola, a través del otorgamiento de créditos para la adquisición de tierra, maquinaria e insumos es fundamental para la productividad. El acceso a crédito determina de manera indirecta la productividad de la tierra, ya que es a través del

crédito que los agricultores pueden acceder al mercado para comprar insumos, maquinaria y tecnología necesarios para la producción agrícola. La falta de acceso a éste condiciona el acceso a estos medios.

1.1.7. Precios de los insumos

Los precios de los insumos utilizados en el proceso productivo influyen sobre el grado de utilización en éste. Si los precios son altos, el uso de insumos es limitado porque compromete la rentabilidad del cultivo, por tanto, el manejo que se dé este promueve la obtención de menos unidades de producto por unidad de área cultivada.

1.1.8. Demanda en los mercados internacionales

La demanda en los mercados internacionales establece un grado de intensificación en los cultivos. La rentabilidad esperada del cultivo determina el grado de uso de insumos y tecnología para la explotación y por ende su productividad. El comportamiento de este determinante influye de manera similar al de los precios de los insumos productivos, ya que ambos están directamente relacionados.

1.1.9. Infraestructura de apoyo

Las condiciones de competitividad sistémica, que se refieren a las condiciones de infraestructura: vialidad, suministro de energía, disponibilidad de talento humano calificado, institucionalidad sólida y favorable, entre otros, inciden directamente en la productividad de los cultivos. Malas condiciones de infraestructura de apoyo significan dificultades para el acceso a insumos, tecnología y maquinaria, mientras que, cuando estas condiciones están presentes, la adopción de tecnología y flujo de insumos es más dinámico.

Finalmente, cabe indicar que las técnicas y tecnologías son generadas a partir de procesos de investigación científica y desarrollo que dependen en gran medida de la inversión realizada por el ámbito público o privado, por consiguiente, la inversión en I+D se constituye como un determinante fundamental en la productividad de la tierra. Dada la extrema importancia de este determinante sobre la productividad agrícola de la tierra, ya que como se ha visto, las técnicas y la tecnología aplicada en los procesos productivos son muy importantes para efectos de conseguir mayor productividad, en el siguiente apartado se trata sobre este determinante, y, de ahí en adelante, el documento se centra en evaluar en qué medida afectó la

inversión estatal ecuatoriana realizada en I+D durante el periodo 2002 a 2014, sobre la productividad agrícola de la tierra, que es precisamente el objetivo de este trabajo.

1.1.10. Investigación y Desarrollo agrícola

La investigación y desarrollo (I+D) es el proceso de generación de nuevos conocimientos y aplicaciones. Es decir, son procesos llevados a cabo por especialistas que intentan resolver un problema a través de su estudio y la proposición de alternativas tecnológicas que permiten incrementar la productividad. En la agricultura, existen diversas innovaciones tecnológicas tales como nuevas variedades de semillas, agroquímicos, mecanización, tecnología de riego, entre otros que permiten el incremento continuo de la productividad del sector. Tal es así que la mejora tecnológica agrícola es una de las fuentes principales del incremento de la productividad agrícola (FAO, 2017) (Alston, et al., 2010) (López, et al., 2017).

Aunque la inversión en I+D agrícola mejora la productividad por hectárea, es importante tener en cuenta que el proceso de desarrollo tecnológico agrícola toma varios años, desde que se inicia la investigación hasta que efectivamente se generan las nuevas tecnologías (Bermejillo E., et al., 2012). Por si esto fuera poco, el desarrollo tecnológico no implica una adopción automática de las nuevas tecnologías por parte de los agricultores. Este retardo en la adopción de las nuevas tecnologías sucede por varios factores como son la falta de acceso a la información por parte de los agricultores, presencia de sistemas de difusión de tecnologías que no son efectivos o cambios en las políticas de apoyo al sector agrícola (Trigo, et al., 2013).

Por ejemplo, los avances en biotecnología, como el algodón que incorpora genes de resistencia a plagas han causado mejorías en la productividad de la tierra como consecuencias del combate a las plagas de los cultivos. Sin embargo, los resultados se evidenciaron después de más de una década tal como lo anota Trigo, (1995), lo que demuestra que el impacto de la I+D agrícola sobre la productividad del sector se manifiesta con un retardo.

En consecuencia, no es de esperar que las inversiones en I+D agrícola que realiza el sector público en un año determinado causen un impacto en la productividad del sector en dicho año. Bermejillo, Alston y Tumber (2012) encontraron que, en Estados Unidos, un proceso sostenido de inversión en I+D ejecutado por instituciones públicas, desembocaron así mismo en el aumento sostenido de la productividad agrícola en un periodo de 50 años, es decir, cinco

décadas después de la inversión se evidenciaron resultados sobre la productividad. En suma, la inversión en I+D genera un efecto positivo sobre la productividad de la tierra, pero con un retardo temporal.

1.1.11. Superficie total cosechada

La superficie total cosechada es otro de los factores que inciden en la productividad de la tierra. Inicialmente se podría pensar que mientras más cantidad de superficie es cosechada la productividad se va incrementando. Sin embargo, aunque sea contra-intuitivo, las fincas pequeñas presentan una mayor productividad de la tierra. Berry (2011) atribuye este hecho a los siguientes factores:

- La cantidad de tierra destinada a cultivar en fincas pequeñas es proporcionalmente mayor que en fincas de gran extensión:
Esto quiere decir que las explotaciones pequeñas cultivan la mayor parte de su área porque no pueden desperdiciar el recurso tierra dado que es escaso para ellas, por el contrario, fincas de gran extensión, generalmente cultivan solamente una parte del total de su área porque tienen una gran cantidad de recurso tierra y por ello no ejercen gran intensidad de uso del suelo.
- Se cultivan varios ciclos por año (uso intensivo del suelo):
Las fincas pequeñas deben sacar el mayor provecho posible a su recurso tierra, por tanto, una vez que se cosecha, inmediatamente se establece un nuevo cultivo. En el caso de fincas de gran extensión esto no necesariamente sucede, ya que existe gran cantidad de terreno que puede sustituir el uso de un lote recién cosechado.
- En fincas pequeñas se establecen policultivos, lo que implica obtener mayor variedad de productos por unidad de área:
El área dedicada a cultivar en fincas pequeñas debe ser lo más eficiente posible, esto es, producir la mayor cantidad y variedad de productos agrícolas por unidad de tierra ya que para este tipo de fincas el recurso suelo es escaso. Con estas condicionantes, en las fincas pequeñas en un mismo lote de terreno establecen muchas especies vegetales, a diferencia de las fincas de grandes extensiones en las cuales los lotes son destinados generalmente al monocultivo.

La relación negativa entre la producción por hectárea y el número de hectáreas cosechadas es conocida en la literatura como la relación inversa, que explica por qué a pesar de tener mayor extensión, la producción por unidad de área disminuye. Para el caso de Ecuador se espera que la relación inversa se cumpla. En el modelo de análisis, esta variable controla los efectos producidos por el tamaño de la explotación, que incorpora el nivel de intensificación de la producción en cada explotación.

1.1.12. Precipitación y productividad de la tierra

Tal como lo indica European Farmers (2009), la agricultura depende del clima y de las condiciones naturales. En este sentido, la cantidad de precipitación incide en la productividad de la tierra, tanto por su relación directa con los procesos biológicos que determinan la producción de una planta, como por su influencia en el entorno en el cual se desarrollan las plantaciones. En todo caso, es imprescindible que existan precipitaciones que satisfagan las demandas hídricas de las plantas para su producción.

La precipitación como factor determinante, constituye un elemento fundamental a la hora de analizar la influencia de otros factores sobre la productividad de la tierra. Es, además, una variable que captura los efectos en la productividad que puedan ser causados por periodos anómalos de lluvias.

1.2. Relación entre productividad agrícola y crecimiento económico

Es importante entender por qué las naciones invierten para incrementar la productividad agrícola, y esto se explica dado que para que exista un proceso de crecimiento económico a través de la industrialización, es necesario incrementar los niveles de productividad agrícola hasta un nivel en el cual el Estado garantice la provisión local de alimentos, y, se genere una base de fuerza laboral disponible que pueda ser destinada al desarrollo del sector industrial. Este cambio, se denomina transformación estructural de la economía (Gollin, 2010), el cual, tal como se afirmó, implica el mejoramiento de la productividad agrícola.

Para entender cómo el desarrollo del sector agrícola incide en el crecimiento económico se aborda su estudio desde dos corrientes principales: la teoría de la transformación estructural, que plantea que el mejoramiento de la productividad agrícola permite liberar mano de obra para desarrollar la economía a través de un proceso de industrialización, y, además, garantiza el acceso y provisión de alimentos; y, por otro lado, la teoría del desarrollo endógeno que

postula que el crecimiento económico es consecuencia del desarrollo de factores internos de la economía: capital humano, innovación y conocimiento (Vázquez Barquero, 2007), por tanto, el rol que juega el Estado como inversionista en el capital humano a través de inversión en educación y en I+D, es determinante. De allí que el fomento de I+D genera tecnología que es asimilada en los procesos productivos con el consiguiente incremento de la productividad agrícola.

En síntesis, el desarrollo de la productividad del sector agrícola es una condición necesaria para el crecimiento económico, y es el Estado a través de inversión en I+D quien genera las condiciones para que la productividad aumente.

De la misma forma, la inversión pública en investigación y desarrollo focalizada al crecimiento de la productividad agrícola genera el incremento de la renta de las fincas, mejora los salarios para los agricultores y las condiciones de acceso al mercado laboral del sector, así como una fuente de crecimiento para la economía nacional. (Fan & Brzeska, 2010). Estos impactos son más visibles en los países en vías de desarrollo.

La teoría del desarrollo endógeno sostiene que el crecimiento económico es el resultado de factores endógenos, y, el capital humano, la innovación y el conocimiento contribuyen de manera significativa a potenciar el crecimiento. Las externalidades positivas y los efectos *spillover* son la base del desarrollo económico. Políticas tales como subsidios a la investigación o a la educación pueden tener efectos positivos en la tasa de crecimiento a largo plazo, y, por tanto, el progreso técnico es el resultado de inversiones que los agentes económicos llevan a cabo con el objetivo de obtener un beneficio. Esta teoría es importante porque resalta por un lado el rol del Estado en el desarrollo tecnológico a través de la inversión en investigación, y por otro, porque explica por qué la economía de los países industrializados produce cantidades per cápita mucho mayores que las de hace un siglo.

Dentro de los términos de inversión estatal en I+D agrícola, es relevante analizar el nivel del gasto público, sobre todo, el cambio en su composición, ya que, tal como lo afirma (López, et al., 2017), el gasto público trasladado de bienes privados a bienes públicos, influyen cambios en la productividad agrícola. Es así, que una redistribución de diez puntos porcentuales de gastos agrícolas en subsidios privados hacia bienes públicos, *ceteris paribus*, podría acarrear

un incremento significativo a largo plazo de aproximadamente cinco por ciento en el ingreso agrícola *per capita* (López, et al., 2017).

A manera de conclusión, queda claro que el crecimiento en la productividad agrícola generado por la inversión pública en investigación como política de Estado, permite destinar recursos a otros sectores que generan mayores retornos para la economía en general, permitiendo a ésta desarrollarse (Johnston, 1997).

1.2.1. Importancia del sector agrícola en la economía del Ecuador

Ecuador es un país exportador de materias primas cuya producción agrícola contribuye –en promedio– el 7.7% al Producto Interno Bruto,¹ y absorbe alrededor del 27% de la población empleada,² por tanto, el sector agrícola es importante tanto en términos de generación de empleo, como en su aporte a la economía. Si se compara la agricultura con el sector comercio, por ejemplo, que aporta el 10.4% al PIB y absorbe el 19% de la población empleada, se puede evidenciar que la contribución de la agricultura al PIB es menor, no obstante, la absorción de empleo es mayor, por tanto, cualquier política enfocada hacia la agricultura tendrá efectos significativos, sobre todo en la generación de empleo.

1.2.1.1. Participación en el Producto Interno Bruto

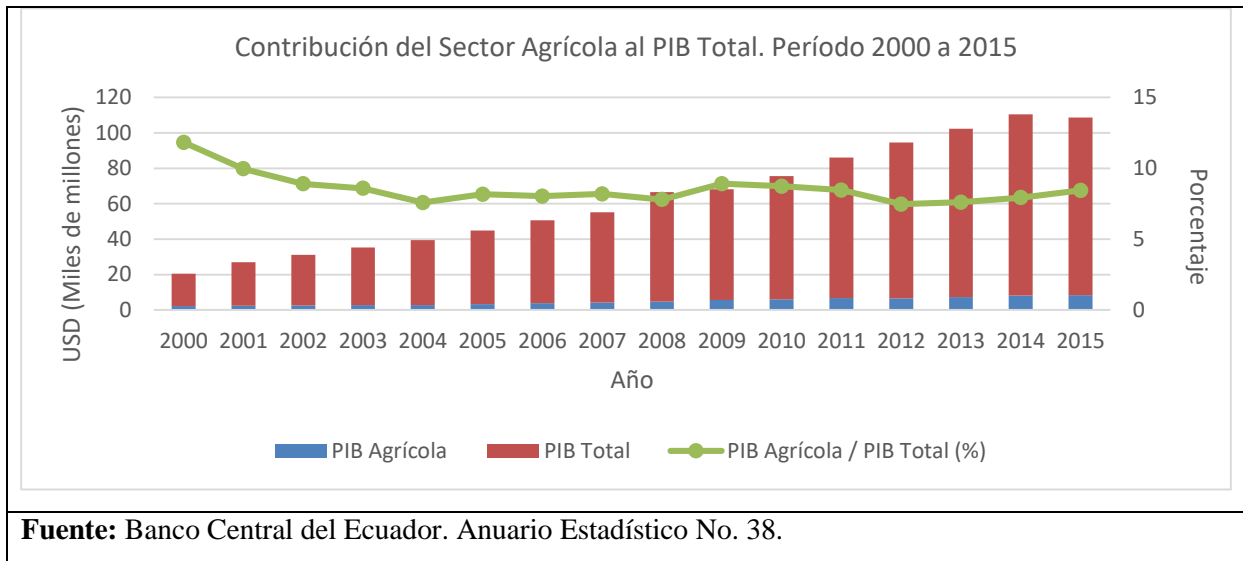
La participación del sector agrícola en el PIB ha ido creciendo, pasando de 2.165 millones de dólares (corrientes) en el año 2000, a 9.379 millones de dólares (corrientes) en el año 2015, no obstante, en términos relativos la participación ha disminuido de 11,82% hasta 9,36% en el mismo periodo.³ Este fenómeno puede explicarse debido a la tasa de crecimiento de la economía en su conjunto, y, el crecimiento específico del sector agrícola: en ambos casos la tasa de crecimiento es positiva, aunque, tomando como año base el 2000, el PIB Total ha crecido a una tasa promedio anual de 0,298, llegando en el año 2015 a un valor nominal aproximado de cien mil millones de dólares, mientras que en el sector agrícola, la tasa anual promedio de crecimiento, en el periodo 2000 a 2015, es de 0,194, llegando en el año 2015 a un valor nominal de aproximadamente 8.450 millones de dólares. Es decir, tanto la economía nacional, como el subsector agrícola crecieron, aunque, la primera creció a una tasa mayor que la segunda, por tanto, la participación del sector agrícola en el PIB Total ha disminuido.

¹ Promedio 2005 a 2015. Precios de 2007. Boletín Anuario No. 38. Banco Central del Ecuador.

² Promedio 2007 a 2016. Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo 2016. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

³ Boletín Anuario No. 38. Banco Central del Ecuador.

Gráfico 1. Contribución del sector agrícola al PIB total durante el período 2000 a 2015

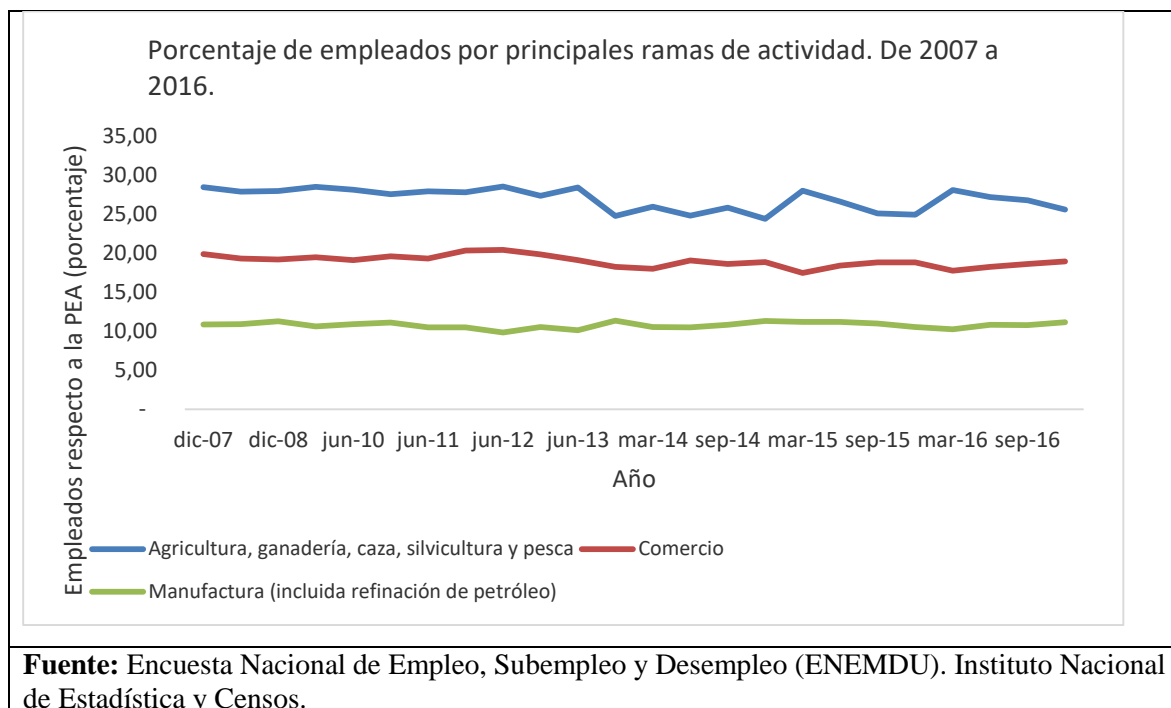


1.2.1.2. Absorción de empleo

Tal como se mencionó, la agricultura es importante en términos de generación de empleo, es así que, en promedio, éste ha ocupado al 32,77% de la PEA en el periodo 2007 a 2014. El comercio, que es la segunda actividad económica de la PEA, absorbe alrededor del 20% de la PEA,⁴ lo que nos da una medida de su relevancia dentro de la economía.

Gráfico 2 Porcentaje de empleados por principales ramas de actividad económica durante el período 2007 a 2016

⁴ Período 2007 a 2014.



1.2.2. Productividad del sector agrícola ecuatoriano

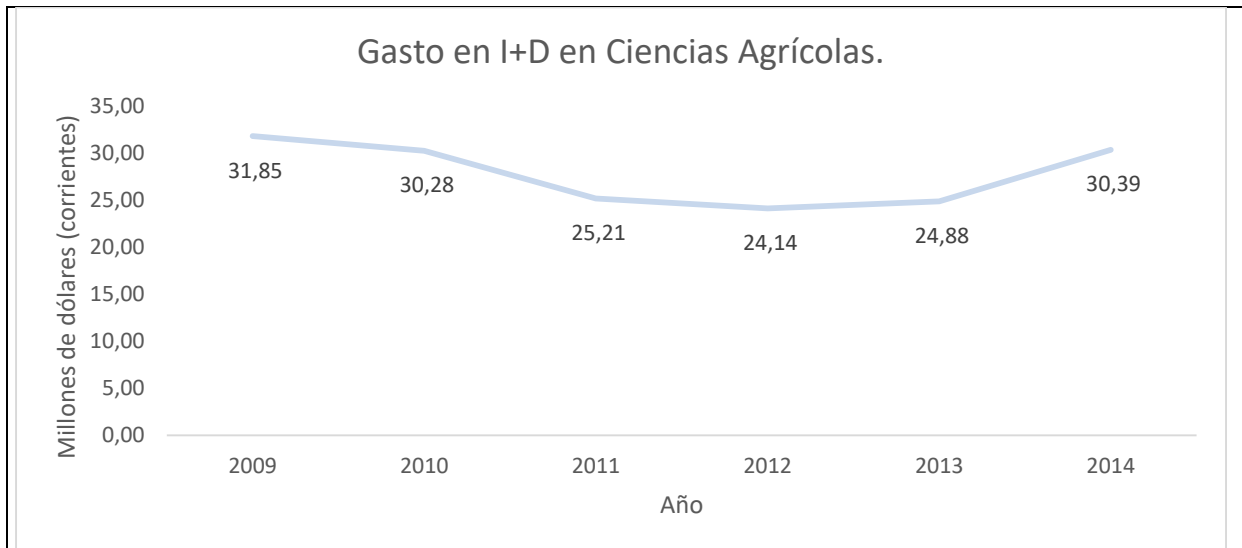
La productividad agrícola en el Ecuador es baja en comparación con otros países de Latinoamérica (Trigo, et al., 2013), aunque, en el transcurso de la última década ha ido creciendo; (Monteros Guerrero, et al., 2015), realizaron un estudio referente a este tema, en el cual se llega a la conclusión de que la productividad agrícola del Ecuador, evaluada a través de los 25 cultivos más representativos del país –según área cosechada–, ha aumentado desde el año 2002 (año base) en 1,53 veces hasta el año 2015 –último año del estudio–, es decir, que la productividad en el 2015 es 53,73% superior a la reportada en 2002. El cacao, maíz duro, y banano contribuyeron en mayor medida al aumento del índice, con un aporte de 17%, 13.1% y 3.7%, respectivamente. Es decir, los tres cultivos más importantes (según área cosechada) contribuyeron con el 33.8% de la variación del índice de productividad.

No obstante, en relación con otros países de la región, Ecuador presenta la tasa de crecimiento más baja de la productividad tal como lo demuestra el estudio realizado por (Trigo, et al., 2013), en países miembros del Mercosur, en el cual se concluye que la tasa promedio anual de crecimiento de la productividad agrícola ecuatoriana es de 0,57%.

1.2.3. Inversión del Ecuador en Investigación Agrícola

Datos recolectados en la Encuesta de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación – ACT– muestran que el gasto en I+D realizado en las Ciencias Agrícolas durante el periodo 2009 a 2014 fue el siguiente:

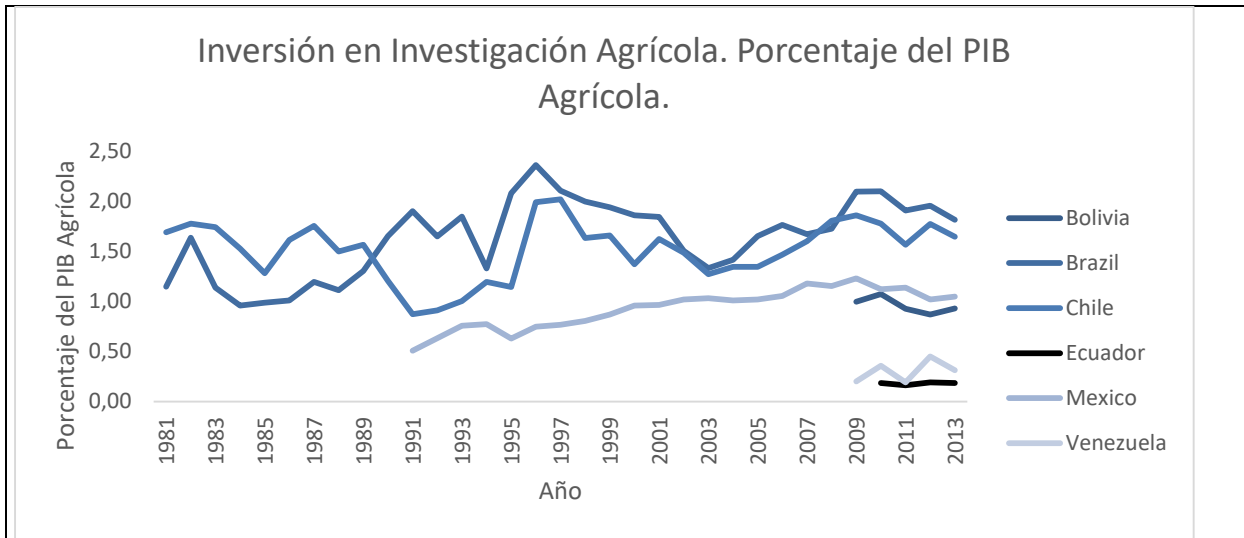
Gráfico 3. Gasto en inversión y desarrollo en ciencias agrícola



Fuente: Encuesta de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI). Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2014

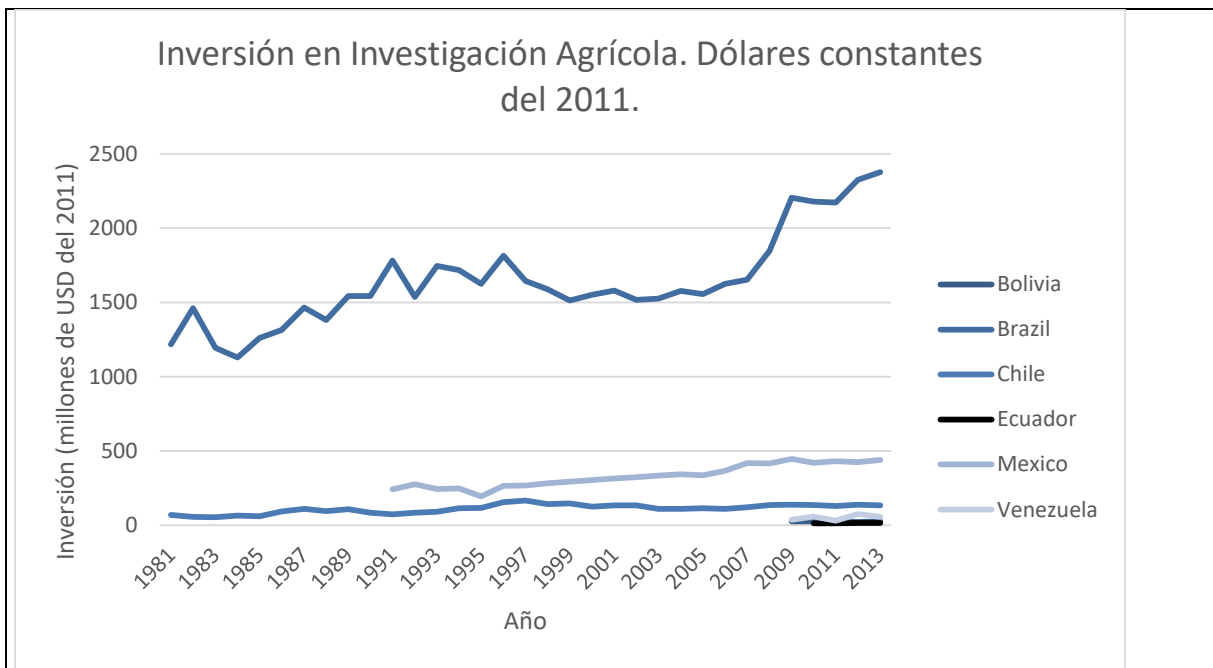
Es así que, para poner en perspectiva la situación de la inversión en investigación agrícola del Ecuador respecto a otros países de la región, se presenta el siguiente gráfico que representa la inversión promedio (expresada como porcentaje del PIB Agrícola) de países latinoamericanos. En este se evidencia que Ecuador se encuentra en último lugar. De la misma forma ocurre con los valores absolutos de inversión (dólares constantes del 2011). Estos datos son concluyentes, y nos permiten observar baja inversión en I+D, lo que, a su vez, concuerda con los bajos niveles de crecimiento de la productividad agrícola encontrados en el estudio de (Trigo, et al., 2013).

Gráfico 4. Inversión en investigación agrícola expresada como porcentaje del PIB agrícola



Fuente: Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI) Data Base. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2017

Gráfico 5 Inversión en investigación agrícola expresada en dólares



Fuente: Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI) Data Base. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2017

Capítulo 2

Marco Empírico

Debido a la importancia de establecer los determinantes de la productividad agrícola de la tierra, se han realizado múltiples estudios que aplican diferentes metodologías. A continuación, se presentan los resultados de las investigaciones más relevantes para el desarrollo de este documento. Estos trabajos, son los efectuados por: (Alston, Andersen, James & Pardey (2010); Bervejillo, Alston, Tumber (2012); Evenson (2001); Fan, Brzeska (2010); Gollin (2010)).

En primer lugar, Alston, Andersen, James y Pardey (2010) analizaron los efectos de la inversión en investigación agrícola sobre la productividad del sector durante el período 1949-2002 en Estados Unidos. Sus resultados indican que la productividad creció 1,78% anual en promedio durante el periodo, es decir, creció 2.6 veces. Este crecimiento, fue atribuido a la inversión realizada en I+D. Así mismo, el 50% y el 100% de concentración del efecto total sobre la productividad se da a los 13 y 50 años después de realizada la inversión, respectivamente.

Por otro lado, Bervejillo, Alston y Tumber (2012) analizaron el impacto de la inversión en I+D sobre la productividad agrícola para el caso de Uruguay durante el período 1961-2010. Sus resultados indican que la productividad creció 2,1% promedio anual gracias a la inversión en I+D. Adicionalmente, se encontró una relación marginal costo-beneficio de 48,2, lo que se traduce en que la inversión resultó rentable dado que los beneficios obtenidos por efecto del aumento de la productividad agrícola superaron los costes incurridos para generarlos. Respecto al retardo de los efectos de la inversión en I+D, encontraron que el mayor impacto sobre la productividad se materializa entre los 24 y 25 años posteriores a la inversión realizada.

Por otro lado, López, Salazar y De Salvo (2017), encontraron un incremento del 45% en la productividad agrícola de América Latina y El Caribe durante el período 1985 a 2012. Este incremento es explicado por el cambio tecnológico, especialmente aquella tecnología destinada a la disminución del uso de mano de obra. Los autores citados enfatizan la importancia de la adopción tecnológica en este proceso de aumento de productividad de la

tierra, sin embargo, existe una omisión del factor retardo en la adopción que permita una comprensión amplia del proceso de incremento de la productividad.

Finalmente, Evenson (2001), evaluó 120 estudios acerca de la influencia sobre la productividad agrícola que genera la inversión en I+D; llegando a la conclusión de que en casi todos los estudios evaluados los índices de rentabilidad aumentan por el incremento de la productividad derivada de la inversión en I+D, de hecho, frecuentemente exceden el 40%, lo que quiere decir que el aumento de la productividad, y, por ende, el retorno económico es alto.

Capítulo 3

Objetivos, pregunta de investigación e hipótesis

1.3. Objetivos

Objetivo general: Determinar el impacto que genera la inversión pública en investigación y desarrollo agrícola sobre la productividad de la tierra.

Objetivo específico: Establecer el retardo temporal del impacto de la inversión pública en investigación y desarrollo sobre la productividad de la tierra.

1.4. Pregunta de investigación e hipótesis

Pregunta 1. ¿Cuál es el impacto de la inversión pública en investigación agrícola sobre la productividad de la tierra?

Dado que uno de los determinantes principales de la productividad de la tierra es la inversión en I+D, es de esperar que la productividad de la tierra aumente.

Hipótesis 1

La inversión en I+D agrícola tiene un impacto positivo en la productividad de la tierra del sector.

En relación con el objetivo específico, se plantea la siguiente pregunta de investigación e hipótesis:

Pregunta 2. ¿Existe retardo en el efecto que ejerce la inversión en I+D sobre la productividad de la tierra del sector agrícola?

La inversión en I+D agrícola genera efectos retardados sobre la productividad. Este retardo es específico para cada país, por lo que se plantea la siguiente hipótesis:

Hipótesis 2

El efecto de la inversión pública en I+D sobre la productividad de la tierra tarda en materializarse.

Capítulo 4

Marco metodológico

1.5. Datos

El presente trabajo utiliza datos de la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a través de su herramienta en línea FAOSTAT. Esta fuente provee de datos sobre producción agrícola de más de 50 rubros producidos en Ecuador desde 1960 y se alimenta de los datos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) a través de su Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).

Por otro lado, se utilizaron datos del Ministerio de Economía y Finanzas para tomar los valores destinados por el Estado hacia la investigación y desarrollo del sector agrícola en el periodo 1990-2014. Finalmente, se utilizaron datos de clima a partir de los Boletines Meteorológicos publicados por la Dirección de Estudios, Investigación, y Desarrollo Hidrometeorológico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI).

1.6. Variables

Dado que los determinantes de la productividad de la tierra son definidos según el contexto productivo, y que el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto específico de la inversión en I+D, se incluyeron las variables relevantes para este trabajo. Como variables de control, se incluyeron a índice de precipitación para discriminar los efectos del clima, y al área cosechada para controlar el efecto de la intensificación de los sistemas productivos.

1.6.1. Productividad de la tierra

Se utilizó como variable de respuesta la productividad de la tierra, que es definida como la cantidad producida cada año medida en toneladas, dividido por el área cosechada y multiplicado por un factor de ajuste, mismo, que simboliza el peso relativo de cada cultivo sobre el total de producto anual.

1.6.2. I+D

La variable de interés es el stock de conocimientos generados por la inversión pública en investigación agrícola, que representa al capital de conocimientos generados por la inversión en investigación agrícola en cada año de la serie estudiada, tomando en cuenta el stock

generado por la inversión en años precedentes y el stock generado por la inversión en cada año específico.

1.6.3. Índice de precipitación

La precipitación es una variable que controla los efectos sobre la productividad de la tierra debido a anomalías en el comportamiento climático y se define como un índice de precipitación anual.

1.6.4. Área cosechada

El área cosechada se refiere a la suma del área cosechada de los cultivos en cada año evaluado.

1.7. Metodología

Para estimar los efectos de las variables en estudio sobre la productividad de la tierra, se utilizó el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Dado que la productividad de la tierra está sujeta a varios determinantes, y las variables explicativas que se encuentran consideradas para evaluar los efectos son las más relevantes, se ha tomado en cuenta el método MCO que es utilizado en varios estudios de esta naturaleza como por ejemplo los citados por López, Salazar & De Salvo (2017). Basados en la metodología desarrollada por Alston, Andersen, James y Pardey (2010), se evalúa la influencia de la inversión pública en investigación sobre la productividad agrícola a través del siguiente modelo:

$$PT_t = \beta_0 + \beta_1 K_t + \beta_2 C_t + \beta_3 AC_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde,

PT_t : Productividad de la tierra

La productividad de la tierra corresponde al cociente entre la suma de producción de los diez cultivos más relevantes⁵ del Ecuador, y la suma del área cosechada para cada año de la serie (1990-2014).

⁵ Relevancia se refiere al área cosechada de cada rubro. Los diez cultivos con mayor área cosechada fueron incluidos en el análisis.

K_t : Stock de conocimientos generados por la inversión pública en investigación y desarrollo

La inversión pública en investigación y desarrollo no genera resultados inmediatos en la productividad de la tierra. Para lograr plasmar esto, se transformaron los datos de inversión pública anual en investigación y desarrollo en una medida de stock de conocimientos adoptando la función gamma de retardos basados en el método desarrollado por Alston, Andersen, James (2010), véase Apéndice 1.

En este, la inversión realizada en un año específico (Apéndice 2) genera un efecto distribuido a lo largo del tiempo. Así, el stock de conocimientos de cada año es producto del aporte de ese año y del aporte al stock de las inversiones realizadas en los años precedentes; la definición del grado de aporte al stock de conocimiento a lo largo del tiempo se define a través del coeficiente (b_k), que se calcula de la siguiente manera:

$$b_k = \frac{(k+1)^{\left(\frac{\delta}{1-\delta}\right)} \lambda^{(k)}}{\sum_{k=0}^{L_R} \left[(k+1)^{\left(\frac{\delta}{1-\delta}\right)} \lambda^{(k)} \right]}$$

En donde, $L_R \geq k$, caso contrario $b_k = 0$; esto quiere decir que el tiempo total en el cual los efectos de la inversión pública en investigación se presentan (L_R), debe ser mayor al número de años en los cuales se realiza la inversión para conseguir dichos efectos (k), caso contrario el coeficiente se convierte en cero. En otras palabras, el coeficiente determina qué porción del dinero invertido aporta al stock de conocimientos.

El coeficiente calculado a través de esta función es multiplicado por el valor invertido anualmente y sumado al aporte de las inversiones de años precedentes de la siguiente manera:

$$K_t = \sum_{k=0}^{L_R} b_k R_{t-k}$$

En donde, $\sum_{k=0}^{L_R} b_k = 1$.

C_t : Índice de precipitación: la precipitación es un factor determinante de la productividad de la tierra. El déficit o exceso de ella afecta al sector agrícola, por tanto, para controlar dichos efectos se incluyó la variable índice de precipitación en el modelo. Ahora bien, para tener un

índice no sesgado de la precipitación en el periodo estudiado, se construyó dicho índice basado en la propuesta de Bervejillo, Alston y Tumber (2012), que lo definen de la siguiente manera:

$$C_t = (\bar{C}_i - \bar{C}_t)^2$$

En donde,

i : 1 ... N

t : año evaluado

La diferencia elevada al cuadrado entre el promedio de precipitaciones de la serie evaluada (1990 a 2014) y el promedio de precipitaciones recibidas durante cada año específico constituye el valor del índice para cada año de la serie. Gráficamente, la distribución anual de precipitación y el índice calculado pueden apreciarse en el Apéndice 3.

AC_t : Área cosechada

Se define como la suma del área cosechada de los diez rubros evaluados en cada año de la serie estudiada. La importancia de esta variable es controlar los efectos de la superficie utilizada en cultivos sobre el comportamiento de la productividad de la tierra.

Evaluación de supuestos MCO

Se evaluó la especificación correcta del modelo a través del test de la variable omitida (ov test en Stata 13). Así mismo, se evaluó la presencia de multicolinealidad con la prueba del factor de inflación de la varianza. Se aplicó el *white test* para comprobar la homocedasticidad (distribución normal de los errores).

Capítulo 5

Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra los resultados de la regresión MCO, que indican un efecto positivo de la inversión pública en investigación sobre la productividad de la tierra. Respecto a la influencia del retardo temporal, cabe mencionar que la estructura de retardos es relevante para evaluar los impactos generados por la inversión pública en investigación sobre la productividad de la tierra, ya que una estructura adecuada describe de mejor manera el efecto sobre la variable de resultado. Con las evaluaciones realizadas para las 441 combinaciones de parámetros que definen la forma de la función gamma de retardos se simuló las distribuciones posibles aplicando cambios con intervalos de cinco centésimas a los dos parámetros que definen la forma de la curva en dicha función (Apéndice 1).

El resultado de las 441 combinaciones fue sometido a análisis de regresión para evaluar cuál es la combinación que mejor se ajusta a los datos evaluados, siendo el factor que define el ajuste, el coeficiente de la variable stock de conocimientos. El resultado fue que la combinación A373 ($\delta=0,85$ y $\lambda=0,75$) reportó el mayor efecto de la inversión en I+D agrícola sobre la productividad de la tierra. En el Apéndice 4 se exponen los resultados de las regresiones efectuadas para determinar el mejor ajuste; el cuadro presenta los estimadores de cada variable; El Apéndice 5 presenta la correspondencia entre el código asignado para cada combinación de parámetros de la función gamma y sus respectivos valores de definición.

Finalmente, la distribución temporal de los efectos de la inversión pública en I+D sobre la productividad de la tierra fue la siguiente: se encontró que, en el periodo evaluado, en el año 38 posterior a haberse realizado la inversión, se materializa el mayor efecto sobre el incremento de productividad de la tierra, es decir, el año 38 es en el cual el efecto de la inversión es el más alto en toda la serie (véase Apéndice 6). Por otro lado, el 50% del total de los efectos sobre la productividad de la tierra se dan en los 35 años posteriores a realizada la inversión en I+D; el 75% de los efectos totales se dan 40 años después de haberse realizado las inversiones tal como se puede observar en el Apéndice 6. Bervejillo, Alston y Tumber (2012) reportan el mayor efecto de las inversiones a los 24 años posteriores a realizada la inversión para la agricultura estadounidense. Es decir, la inversión en I+D sí genera impactos positivos sobre la productividad de la tierra, pero éstos tardan varios años en materializarse.

Por otro lado, el efecto del área cosechada sobre la productividad de la tierra es el esperado. Se manifiesta una relación inversa que está en concordancia con lo descrito por Muyanga y Jayne (2016): mientras mayor sea el área cosechada, la productividad de la tierra va disminuyendo; esto se explica porque a medida que las explotaciones son más grandes, la intensificación de la producción va distribuyéndose a más área, lo que se traduce en menor usufructo, o, como lo anota Berry (2011): menor usufructo de las tierras disponibles para el cultivo.

Tabla 1. Coeficientes de regresión de la evaluación del impacto de la inversión pública en investigación sobre la productividad de la tierra.

Raíz ECM	1,3445	
R cuadrado	0,6069	
Productividad de la tierra	Coefficiente	Valor p
Stock de conocimientos	0,000000582388	0,000
Área cosechada	-0,000004292706	0,061
Índice de precipitación	0,000000964565	0,482
_cons	20,421044509866	0,000

Fuente: ESPAC, INAMHI, FAO.

Finalmente, el índice de precipitación arroja resultados no significativos, lo que indica que la variación de la productividad agrícola en el periodo evaluado no obedece a variaciones climáticas, sino a otras variables, resultados que son compatibles con los encontrados por Bervejillo, Alston y Tumber (2012) para la agricultura uruguaya.

Al evaluar los supuestos de MCO, se encontró que existe homocedasticidad, no existe error en la especificación del modelo y no existe multicolinealidad (Apéndice 7)

Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación analizó el impacto de la inversión pública en investigación y desarrollo agrícola sobre la productividad de la tierra. Se utilizaron datos provenientes de FAO, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ministerio de Economía y del INAHMI. Se tuvo en cuenta el papel de los retardos en lo que respecta el impacto de la I+D agrícola sobre la productividad de la tierra. Los resultados indican que la inversión pública en investigación y desarrollo agrícola tiene un impacto positivo sobre la productividad de la tierra en Ecuador, resultado que corrobora los efectos encontrados en la literatura referente a I+D y productividad en otros países (Alston, et al., 2010), (Bervejillo E., et al., 2012).

En consecuencia, los resultados sugieren fortalecer la inversión en I+D agrícola en Ecuador, dado que existen resultados positivos. Esto sugiere que el rol que desempeña el Estado como impulsor de la productividad de la tierra es fundamental ya que sin este apoyo el sector agrícola no tendría fuente de generación de cambio tecnológico lo que implica un estancamiento productivo.

Así mismo, se observó el retardo con el cual se materializan los cambios en la productividad agrícola, lo que sugiere que cualquier inversión realizada con el objetivo de incrementar la productividad de la tierra en el sector agrícola deberá contemplar, al menos, un periodo de 35 años para obtener el 50% de los efectos esperados, y 40 años (casi medio siglo) para llegar al 75% de los efectos esperados.

APÉNDICE

Apéndice 1. Función gamma de los retardos, con diferentes especificaciones de los parámetros δ y λ .

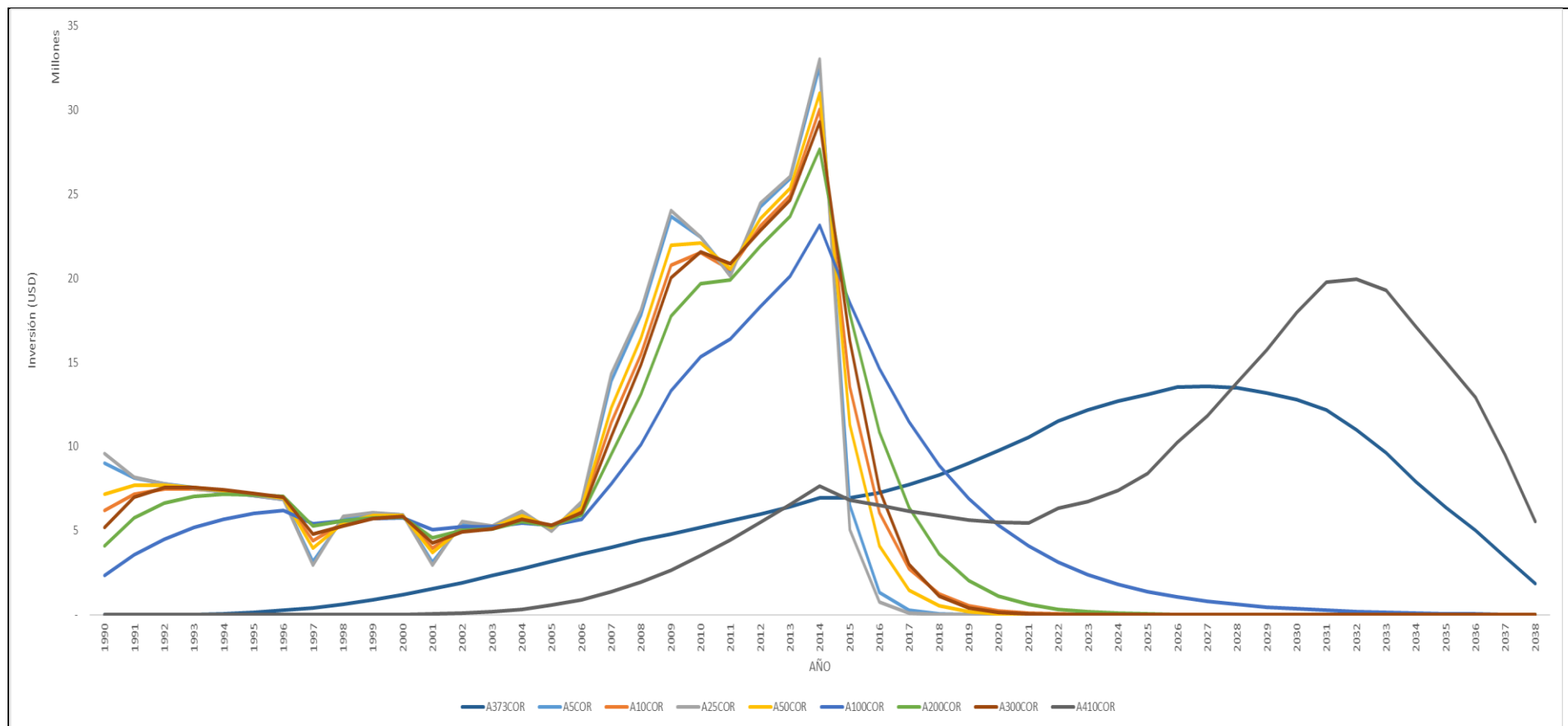
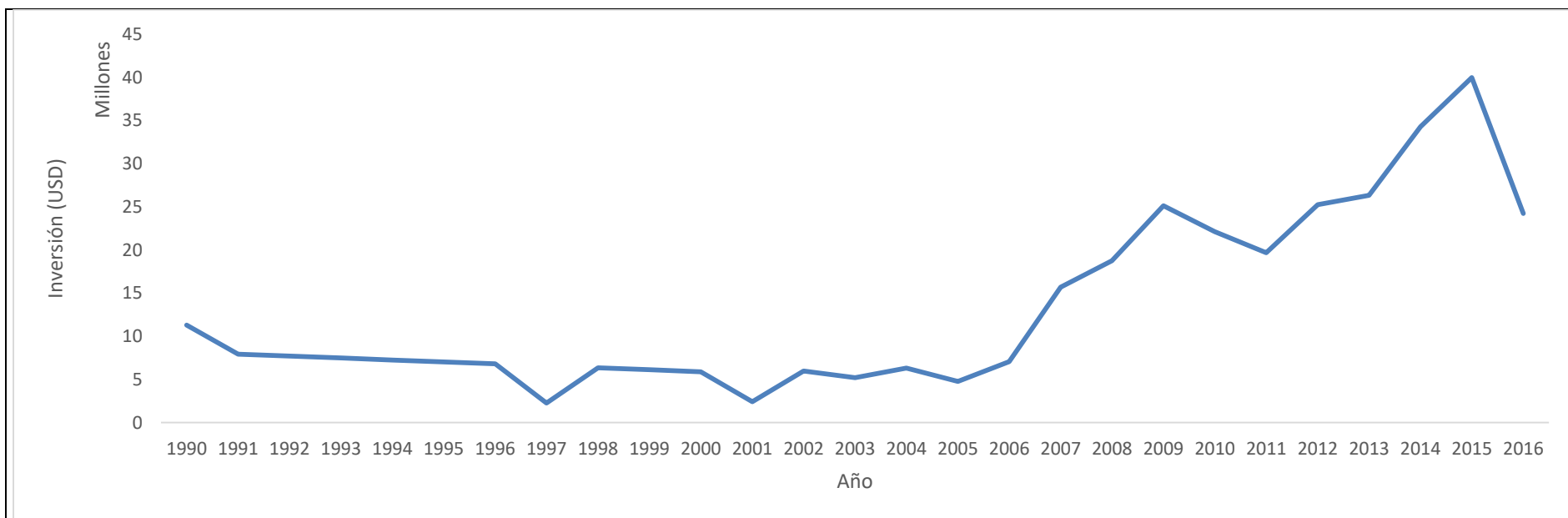


Ilustración 1. Función gamma de los retardos, con diferentes especificaciones de los parámetros δ y λ .

Fuente: ESPAC, INAMHI, FAO.

Apéndice 2. Inversión estatal en I+D a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (millones de USD corrientes).**Ilustración 2.** Inversión estatal en I+D a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (millones de USD corrientes).**Fuente:** Ministerio de Economía y Finanzas.

Apéndice 3. Precipitación promedio anual e índice de precipitación durante el periodo 1990 a 2014

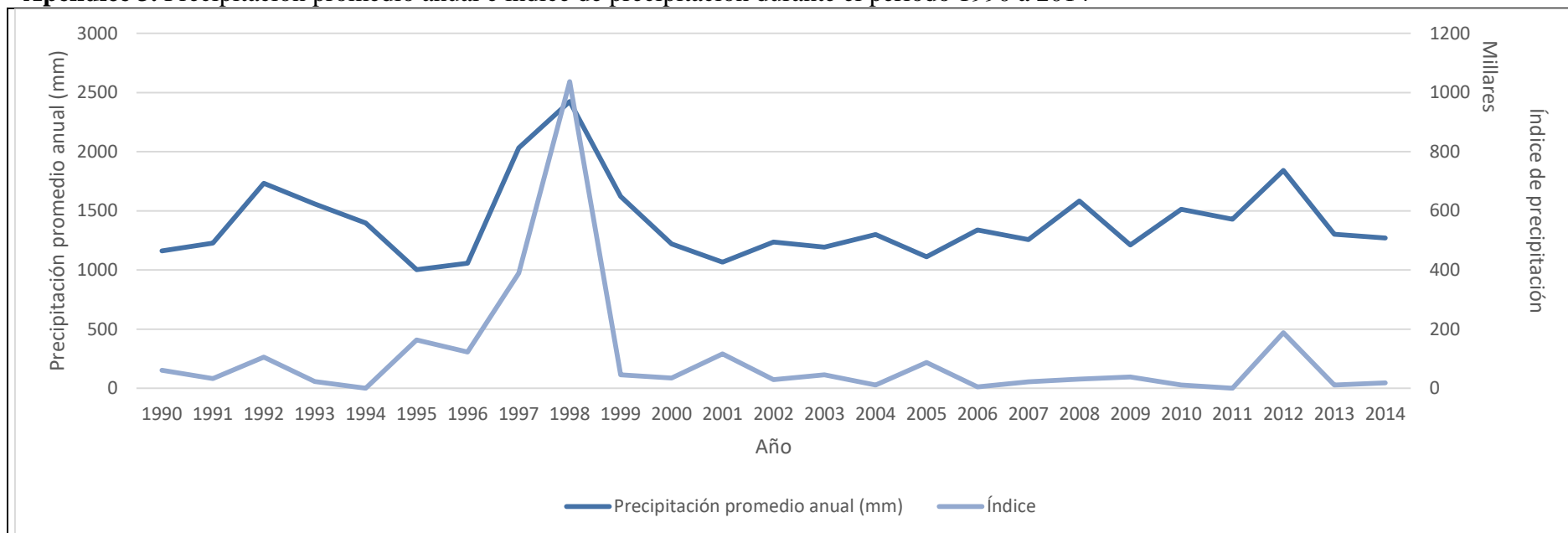


Ilustración 3. Precipitación promedio anual e índice de precipitación durante el periodo 1990 a 2014.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

Apéndice 4. Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
1	A373	0,00000582388	0,00000964565	(0,000004292706)	20,421044509866
2	A354	0,00000576642	0,00000838114	(0,000004506169)	20,957163444696
3	A391	0,00000575455	0,00001122022	(0,000004059126)	19,891772457217
4	A372	0,00000574297	0,00000957020	(0,000004210491)	20,014080628815
5	A353	0,00000572712	0,00000858613	(0,000004417068)	20,524790058432
6	A334	0,00000570323	0,00000776427	(0,000004605738)	21,147733081251
7	A374	0,00000569843	0,00000824141	(0,000004563368)	21,231613864128
8	A392	0,00000567108	0,00000950515	(0,000004389158)	20,823158840370
9	A314	0,00000562813	0,00000712637	(0,000004720671)	21,447789488155
10	A390	0,00000562198	0,00001107758	(0,000003960526)	19,478027701823
11	A355	0,00000561342	0,00000703210	(0,000004746182)	21,696209321205
12	A335	0,00000559833	0,00000672888	(0,000004787918)	21,766875233500
13	A333	0,00000559616	0,00000762368	(0,000004595777)	20,881831834970
14	A294	0,00000554987	0,00000645569	(0,000004835517)	21,791785908251
15	A313	0,00000553160	0,00000715810	(0,000004705368)	21,169594653160
16	A315	0,00000551843	0,00000608649	(0,000004889320)	22,031528710091
17	A293	0,00000551430	0,00000686851	(0,000004774016)	21,42000610288
18	A273	0,00000549915	0,00000647511	(0,000004844486)	21,705429040080
19	A375	0,00000545010	0,00000625761	(0,000004885250)	22,123005799244
20	A352	0,00000544726	0,00000706645	(0,000004594448)	20,683291303187
21	A393	0,00000544149	0,00000708280	(0,000004782512)	21,874751135893
22	A371	0,00000543459	0,00000744611	(0,000004431110)	20,292594613364
23	A252	0,00000539714	0,00000629693	(0,000004892350)	21,719465413125
24	A336	0,00000537011	0,00000518450	(0,000005029719)	22,476573738853
25	A356	0,00000535835	0,00000528209	(0,000005021285)	22,473562299875
26	A407	0,00000533588	0,00001137239	(0,000004099349)	20,163813958690
27	A272	0,00000532177	0,00000631548	(0,000004892188)	21,561008557735
28	A389	0,00000529534	0,00000843179	(0,000004201664)	19,842404323742
29	A231	0,00000526710	0,00000602533	(0,000004960615)	21,792085330681
30	A408	0,00000524315	0,00000806285	(0,000004656084)	21,578788215402
31	A332	0,00000524298	0,00000593139	(0,000004848462)	21,201768685154
32	A292	0,00000523130	0,00000606387	(0,000004921745)	21,493558965813
33	A312	0,00000518497	0,00000579975	(0,000004931254)	21,422198908868
34	A376	0,00000515849	0,00000431326	(0,000005175960)	22,908734063603
35	A394	0,00000515013	0,00000475531	(0,000005131163)	22,795674548389
36	A406	0,00000514265	0,00001293821	(0,000003809744)	19,363701730007
37	A210	0,00000512479	0,00000572320	(0,000005036884)	21,894554784082
38	A251	0,00000509671	0,00000569173	(0,000005033610)	21,777297388011
39	A357	0,00000507426	0,00000360075	(0,000005268053)	23,150465585693
40	A189	0,00000498014	0,00000542483	(0,000005113655)	22,008797180984
41	A409	0,00000497758	0,00000479624	(0,000005163688)	22,873143273281
42	A351	0,00000496067	0,00000403212	(0,000005055484)	21,508154681330
43	A370	0,00000495386	0,00000367954	(0,000004948055)	21,268647371451
44	A271	0,00000489353	0,00000498017	(0,000005161276)	21,910121352161
45	A377	0,00000487073	0,00000266039	(0,000005408872)	23,534536888242
46	A388	0,00000486682	0,00000380620	(0,000004742175)	20,896751793935
47	A230	0,00000486668	0,00000510653	(0,000005174092)	22,012520054683
48	A395	0,00000485251	0,00000283035	(0,000005401818)	23,512530300057
49	A168	0,00000483904	0,00000514689	(0,000005186802)	22,124197494820
50	A291	0,00000471845	0,00000411424	(0,000005298026)	22,101525158473

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
51	A405	0,000000470553	0,000001090720	(0,000004046345)	19,773286127414
52	A147	0,000000470472	0,000000489603	(0,000005254335)	22,234952443303
53	A331	0,000000469285	0,000000310178	(0,000005342179)	22,104935956779
54	A410	0,000000465133	0,000000226195	(0,000005518418)	23,798866504871
55	A209	0,000000464633	0,000000460042	(0,000005302091)	22,237777899739
56	A311	0,000000463170	0,000000336635	(0,000005384325)	22,223276858600
57	A378	0,000000460742	0,000000133799	(0,000005585966)	24,011728546306
58	A126	0,000000457875	0,000000467353	(0,000005315528)	22,338203955033
59	A396	0,000000457573	0,000000133511	(0,000005600110)	24,042973662894
60	A250	0,000000456559	0,000000408900	(0,000005377670)	22,310663011231
61	A105	0,000000446171	0,000000447804	(0,000005370366)	22,432824905617
62	A188	0,000000444247	0,000000417996	(0,000005413520)	22,440674972470
63	A369	0,000000436444	(0,000000049904)	(0,000005632936)	22,683120856004
64	A387	0,000000436237	(0,000000146534)	(0,000005465939)	22,394905462196
65	A84	0,000000435357	0,000000430705	(0,000005419200)	22,518664013291
66	A350	0,000000434565	0,000000052104	(0,000005683232)	22,777429592143
67	A404	0,000000433439	0,000000518130	(0,000004613752)	20,902150804192
68	A411	0,000000433306	0,000000046868	(0,000005743109)	24,404008127534
69	A397	0,000000432976	0,000000019870	(0,000005742697)	24,429686897723
70	A270	0,000000428276	0,000000290442	(0,000005601368)	22,697530829916
71	A229	0,000000426789	0,000000341408	(0,000005555814)	22,654055068028
72	A167	0,000000425753	0,000000383758	(0,000005508136)	22,617641704028
73	A63	0,000000425396	0,000000415771	(0,000005462549)	22,596089987952
74	A42	0,000000416237	0,000000402722	(0,000005500986)	22,665722886875
75	A398	0,000000411604	(0,000000066361)	(0,000005845463)	24,712768028413
76	A403	0,000000411103	(0,000000372158)	(0,000005359311)	22,348763403675
77	A146	0,000000409157	0,000000356128	(0,000005587413)	22,769379685756
78	A21	0,000000407816	0,000000391301	(0,000005535076)	22,728279769920
79	A290	0,000000407066	0,000000175714	(0,000005798869)	23,067892753822
80	A412	0,000000405283	(0,000000076884)	(0,000005883304)	24,794514664513
81	A330	0,000000404086	0,000000018503	(0,000005931818)	23,310935449999
82	A208	0,000000400673	0,000000292300	(0,000005695694)	22,932858295007
83	A310	0,000000397358	0,000000079013	(0,000005928287)	23,317953452206
84	A125	0,000000394345	0,000000333892	(0,000005653416)	22,898387515633
85	A399	0,000000393234	(0,000000132326)	(0,000005920507)	24,922820697558
86	A249	0,000000390797	0,000000212942	(0,000005823507)	23,153997369695
87	A413	0,000000381787	(0,000000162812)	(0,000005972964)	25,052279045915
88	A104	0,000000381156	0,000000315982	(0,000005708250)	23,007703890938
89	A187	0,000000378154	0,000000257271	(0,000005802887)	23,153292660974
90	A386	0,000000375093	(0,000000570782)	(0,000006230110)	24,056047440916
91	A368	0,000000372475	(0,000000375726)	(0,000006307064)	24,156336091764
92	A83	0,000000369412	0,000000301512	(0,000005753828)	23,100315529972
93	A349	0,000000369187	(0,000000227278)	(0,000006294725)	24,103632243648
94	A414	0,000000362505	(0,000000223658)	(0,000006032627)	25,228558026532
95	A269	0,000000361309	0,000000093195	(0,000006064716)	23,640678204898
96	A228	0,000000359771	0,000000166445	(0,000005976522)	23,482551259426
97	A62	0,000000358940	0,000000289775	(0,000005791793)	23,178910964517
98	A166	0,000000358882	0,000000232539	(0,000005884062)	23,325511403789
99	A41	0,000000349582	0,000000280210	(0,000005823514)	23,245805779675
100	A415	0,000000346794	(0,000000267803)	(0,000006074023)	25,353649605009

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
101	A145	0,000000342414	0,000000215186	(0,000005945223)	23,459537351990
102	A289	0,000000341219	(0,00000011769)	(0,000006258840)	24,051164176373
103	A20	0,000000341197	0,000000272377	(0,000005850115)	23,302947408207
104	A329	0,000000339438	(0,000000186282)	(0,000006442700)	24,439902735127
105	A207	0,000000334489	0,000000140028	(0,000006078431)	23,712237040985
106	A416	0,000000333980	(0,000000300639)	(0,000006103861)	25,445468813638
107	A309	0,000000332751	(0,000000104564)	(0,000006394611)	24,343048586533
108	A402	0,000000329739	(0,000001080831)	(0,000006540175)	24,898820779107
109	A124	0,000000328316	0,000000203082	(0,000005991229)	23,563894269077
110	A248	0,000000325778	0,000000057707	(0,000006219181)	23,995806649431
111	A417	0,000000323475	(0,000000325649)	(0,000006126081)	25,514867810663
112	A103	0,000000316200	0,000000194713	(0,000006025828)	23,645379937520
113	A418	0,000000314800	(0,000000345122)	(0,000006143083)	25,568640567534
114	A186	0,000000313947	0,000000126082	(0,000006144771)	23,870601200422
115	A367	0,000000311434	(0,000000539350)	(0,000006831032)	25,364749496651
116	A385	0,000000309000	(0,000000768555)	(0,000006873974)	25,531051702417
117	A348	0,000000308988	(0,000000373265)	(0,000006753189)	25,164393582877
118	A419	0,000000307575	(0,000000360589)	(0,000006156388)	25,611189972175
119	A82	0,000000305733	0,000000189008	(0,000006051843)	23,709254113358
120	A420	0,000000301505	(0,000000373100)	(0,000006166996)	25,645464643882
121	A268	0,000000300500	(0,000000031269)	(0,000006414212)	24,430520962984
122	A227	0,000000298569	0,000000047203	(0,000006302480)	24,205257647492
123	A165	0,000000297187	0,000000119738	(0,000006186979)	23,978945534870
124	A61	0,000000296641	0,000000185215	(0,000006071378)	23,759531627571
125	A40	0,000000288696	0,000000182797	(0,000006086002)	23,799263102942
126	A288	0,000000284401	(0,000000107889)	(0,000006569196)	24,784515249819
127	A328	0,000000283851	(0,000000273265)	(0,000006779995)	25,248719504664
128	A144	0,000000283406	0,000000117977	(0,000006212961)	24,052524172985
129	A19	0,000000281714	0,000000181374	(0,000006096882)	23,830767808491
130	A308	0,000000278061	(0,000000184347)	(0,000006693726)	25,065814063741
131	A206	0,000000277649	0,000000049139	(0,000006343061)	24,323421948599
132	A123	0,000000271969	0,000000118946	(0,000006228046)	24,101932623944
133	A247	0,000000271355	(0,000000021117)	(0,000006473105)	24,604337809521
134	A102	0,000000262384	0,000000121509	(0,000006235805)	24,134461387716
135	A185	0,000000261366	0,000000056896	(0,000006358644)	24,385663659652
136	A366	0,000000260056	(0,000000552289)	(0,000007157875)	26,168121908872
137	A347	0,000000259640	(0,000000395008)	(0,000007021567)	25,838629665626
138	A81	0,000000254272	0,000000124966	(0,000006238632)	24,155131289058
139	A267	0,000000252280	(0,000000073445)	(0,000006605154)	24,923849054702
140	A384	0,000000250405	(0,000000745223)	(0,000007303548)	26,569190625909
141	A226	0,000000250220	(0,000000000557)	(0,000006483042)	24,667895285259
142	A164	0,000000248497	0,000000067078	(0,000006359797)	24,413849427425
143	A60	0,000000247342	0,000000128886	(0,000006238142)	24,167420776414
144	A39	0,000000241371	0,000000133000	(0,000006235435)	24,173759842284
145	A327	0,000000240560	(0,000000265009)	(0,000006942971)	25,694798466009
146	A287	0,000000240557	(0,000000121709)	(0,000006717993)	25,195325158660
147	A143	0,000000238164	0,000000077975	(0,000006352752)	24,421330704641
148	A18	0,000000236184	0,000000137145	(0,000006231262)	24,175861624070
149	A307	0,000000236110	(0,000000179871)	(0,000006828635)	25,449657119315
150	A205	0,000000234544	0,000000022337	(0,000006469261)	24,674113513126

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
151	A246	0,000000230437	(0,000000031984)	(0,000006582715)	24,926561581960
152	A122	0,000000229739	0,000000088741	(0,000006341192)	24,416282559715
153	A101	0,000000222773	0,000000098981	(0,000006327302)	24,403753384532
154	A184	0,000000222631	0,000000044394	(0,000006444687)	24,651267945120
155	A346	0,000000222120	(0,000000333131)	(0,000007125904)	26,153953688090
156	A365	0,000000220579	(0,000000464680)	(0,000007305219)	26,575665366030
157	A80	0,000000216938	0,000000108531	(0,000006312385)	24,386890549324
158	A266	0,000000216899	(0,000000055601)	(0,000006662593)	25,135571959142
159	A225	0,000000215057	0,000000006776	(0,000006538321)	24,871639882357
160	A163	0,000000213365	0,000000064516	(0,000006415881)	24,614399599920
161	A59	0,000000211994	0,000000117347	(0,000006297215)	24,367671885279
162	A286	0,000000208649	(0,000000082084)	(0,000006742129)	25,333398270212
163	A326	0,000000208623	(0,000000198261)	(0,000006970556)	25,839334522017
164	A38	0,000000207760	0,000000125443	(0,000006282248)	24,347346036860
165	A383	0,000000206258	(0,000000585330)	(0,000007512304)	27,111176981520
166	A401	0,000000206074	(0,000000829618)	(0,000007537218)	27,282667385158
167	A142	0,000000206005	0,000000082461	(0,000006386153)	24,571542664296
168	A306	0,000000205513	(0,000000123772)	(0,000006839715)	25,557839679165
169	A17	0,000000204101	0,000000132861	(0,000006267742)	24,326701062350
170	A204	0,000000203842	0,000000040451	(0,000006487789)	24,795197881597
171	A245	0,000000201210	0,000000000883	(0,000006585356)	25,014027977305
172	A121	0,000000200049	0,000000098323	(0,000006357140)	24,526991691451
173	A183	0,000000195401	0,000000069024	(0,000006437792)	24,713551491215
174	A100	0,000000195149	0,000000112313	(0,000006329607)	24,483016551139
175	A345	0,000000194704	(0,000000225874)	(0,000007104407)	26,181424011857
176	A364	0,000000191838	(0,000000322991)	(0,000007303858)	26,642416003306
177	A265	0,000000191738	(0,000000003575)	(0,000006627634)	25,136537023347
178	A79	0,000000191058	0,000000124667	(0,000006303863)	24,440775879412
179	A224	0,000000190293	0,000000046693	(0,000006507306)	24,879981612857
180	A162	0,000000188871	0,000000093143	(0,000006390971)	24,633911495745
181	A58	0,000000187599	0,000000135607	(0,000006279983)	24,400812818250
182	A285	0,000000185910	(0,000000014600)	(0,000006681584)	25,274212272417
183	A325	0,000000185595	(0,000000102414)	(0,000006901010)	25,757887896650
184	A37	0,000000184642	0,000000145333	(0,000006257918)	24,363329055049
185	A141	0,000000183699	0,000000113553	(0,000006348180)	24,559255804582
186	A305	0,000000183602	(0,000000042159)	(0,000006765441)	25,466052380280
187	A203	0,000000182372	0,000000083495	(0,000006435453)	24,751626746295
188	A16	0,000000182088	0,000000154016	(0,000006237563)	24,328338727832
189	A244	0,000000180617	0,000000056365	(0,000006518016)	24,936527522815
190	A120	0,000000179519	0,000000130925	(0,000006309495)	24,490581905134
191	A182	0,000000176420	0,000000113212	(0,000006371551)	24,634891229322
192	A382	0,000000176151	(0,000000357279)	(0,000007506178)	27,153548341817
193	A99	0,000000176080	0,000000145817	(0,000006274666)	24,427970182201
194	A344	0,000000175008	(0,000000099024)	(0,000006985938)	25,982394975486
195	A264	0,000000173919	0,000000063913	(0,000006532807)	24,993052673959
196	A78	0,000000173208	0,000000158677	(0,000006243329)	24,371094752386
197	A223	0,000000172892	0,000000102072	(0,000006421666)	24,755996942035
198	A161	0,000000171813	0,000000137452	(0,000006315431)	24,530889253703
199	A363	0,000000171457	(0,000000156559)	(0,000007172507)	26,409002319880
200	A57	0,000000170778	0,000000169864	(0,000006215099)	24,319470983066

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
201	A284	0,000000169712	0,000000063756	(0,000006565209)	25,079276743996
202	A324	0,000000169078	0,000000003749	(0,000006761294)	25,509465048098
203	A36	0,000000168698	0,000000179664	(0,000006189607)	24,272574678392
204	A140	0,000000168158	0,000000157457	(0,000006266297)	24,438921853218
205	A304	0,000000167924	0,000000048276	(0,000006632742)	25,233055300749
206	A202	0,000000167277	0,000000137388	(0,000006339241)	24,599250504281
207	A15	0,000000166899	0,000000188305	(0,000006166524)	24,229897688687
208	A243	0,000000166025	0,000000120499	(0,000006406574)	24,749445251434
209	A119	0,000000165198	0,000000174160	(0,000006223218)	24,357700466851
210	A181	0,000000163045	0,000000165141	(0,000006269179)	24,464768771434
211	A98	0,000000162757	0,000000188261	(0,000006185315)	24,285841553740
212	A263	0,000000161184	0,000000135312	(0,000006399625)	24,753336808244
213	A343	0,000000160887	0,000000032089	(0,000006788800)	25,599887713491
214	A77	0,000000160714	0,000000200288	(0,000006151815)	24,222055833991
215	A222	0,000000160517	0,000000162125	(0,000006302338)	24,546105963388
216	A160	0,000000159757	0,000000187331	(0,000006209508)	24,349511545497
217	A56	0,000000158981	0,000000210644	(0,000006122061)	24,165208803678
218	A283	0,000000158056	0,000000142850	(0,000006411883)	24,792149767011
219	A35	0,000000157495	0,000000219637	(0,000006095505)	24,114328038944
220	A323	0,000000157157	0,000000109110	(0,000006569346)	25,136365216006
221	A139	0,000000157139	0,000000205363	(0,000006158409)	24,250370055613
222	A362	0,000000157063	0,000000019014	(0,000006915268)	25,890046550554
223	A303	0,000000156599	0,000000137676	(0,000006459428)	24,900591765239
224	A201	0,000000156491	0,000000193492	(0,000006216515)	24,377626279668
225	A381	0,000000156319	(0,000000078045)	(0,000007224983)	26,574366339943
226	A14	0,000000156206	0,000000227508	(0,000006071688)	24,068590018135
227	A242	0,000000155529	0,000000184960	(0,000006267675)	24,491434385489
228	A118	0,000000155010	0,000000220232	(0,000006114351)	24,164607373572
229	A180	0,000000153439	0,000000217690	(0,000006145427)	24,237519550799
230	A97	0,000000153249	0,000000232658	(0,000006076089)	24,089941732038
231	A262	0,000000151931	0,000000203912	(0,000006242125)	24,450972971737
232	A76	0,000000151769	0,000000243167	(0,000006042625)	24,024511370106
233	A221	0,000000151548	0,000000220532	(0,000006162719)	24,282240359565
234	A159	0,000000151054	0,000000236757	(0,000006086001)	24,120091460677
235	A342	0,000000150635	0,000000158072	(0,000006525689)	25,066269620154
236	A55	0,000000150509	0,000000252149	(0,000006013157)	23,966808167493
237	A282	0,000000149519	0,000000216815	(0,000006234419)	24,444002540248
238	A34	0,000000149426	0,000000259900	(0,000005987045)	23,915610829094
239	A138	0,000000149145	0,000000252070	(0,000006035823)	24,020760312475
240	A200	0,000000148615	0,000000246815	(0,000006078426)	24,113859391970
241	A13	0,000000148483	0,000000266647	(0,000005963767)	23,869927117580
242	A322	0,000000148401	0,000000206888	(0,000006338480)	24,671485269799
243	A302	0,000000148268	0,000000220232	(0,000006258211)	24,499835574798
244	A241	0,000000147818	0,000000244979	(0,000006112336)	24,189499235247
245	A117	0,000000147585	0,000000264575	(0,000005993032)	23,935945687088
246	A361	0,000000146619	0,000000193062	(0,000006528950)	25,087055673212
247	A179	0,000000146373	0,000000266777	(0,000006009831)	23,976678221338
248	A96	0,000000146287	0,000000274940	(0,000005956195)	23,862870514501
249	A75	0,000000145193	0,000000283642	(0,000005924209)	23,799376648269
250	A261	0,000000145047	0,000000265869	(0,000006070159)	24,110445674341

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
251	A220	0,000000144890	0,000000273720	(0,000006011818)	23,986866070172
252	A158	0,000000144610	0,000000282308	(0,000005953244)	23,863444795925
253	A54	0,000000144258	0,000000291034	(0,000005896212)	23,743776383407
254	A33	0,000000143451	0,000000297378	(0,000005871528)	23,694739020906
255	A137	0,000000143188	0,000000294649	(0,000005905950)	23,768784785399
256	A281	0,000000143097	0,000000282183	(0,000006042508)	24,058981282035
257	A341	0,000000142914	0,000000271396	(0,000006209126)	24,413915411349
258	A12	0,000000142747	0,000000302873	(0,000005849619)	23,651205892383
259	A199	0,000000142709	0,000000294563	(0,000005932576)	23,827145311960
260	A380	0,000000142092	0,000000266611	(0,000006460863)	24,953897484574
261	A116	0,000000142020	0,000000304634	(0,000005865945)	23,688712053338
262	A240	0,000000141996	0,000000297859	(0,000005948482)	23,863598809064
263	A301	0,000000141948	0,000000292241	(0,000006039567)	24,056818249207
264	A321	0,000000141740	0,000000292229	(0,000006080784)	24,144903200252
265	A95	0,000000141044	0,000000312844	(0,000005831735)	23,620245126605
266	A178	0,000000141028	0,000000310150	(0,000005868964)	23,698995862995
267	A74	0,000000140216	0,000000319690	(0,000005802192)	23,561128318393
268	A219	0,000000139794	0,000000319702	(0,000005856223)	23,676718503951
269	A260	0,000000139758	0,000000318934	(0,000005891404)	23,751028853309
270	A157	0,000000139694	0,000000322120	(0,000005817027)	23,594440468456
271	A53	0,000000139507	0,000000325468	(0,000005776452)	23,509633700026
272	A32	0,000000138891	0,000000330398	(0,000005753846)	23,464421032514
273	A136	0,000000138612	0,000000331522	(0,000005773971)	23,507827240189
274	A11	0,000000138353	0,000000334647	(0,000005733850)	23,424438209622
275	A360	0,000000138282	0,000000347697	(0,000006017630)	24,020161018646
276	A198	0,000000138135	0,000000335218	(0,000005784577)	23,531835549338
277	A280	0,000000138077	0,000000336734	(0,000005844383)	23,657546300593
278	A115	0,000000137717	0,000000339055	(0,000005737786)	23,435094170381
279	A239	0,000000137440	0,000000342065	(0,000005782362)	23,529501153572
280	A94	0,000000136965	0,000000345192	(0,000005707007)	23,373273189340
281	A300	0,000000136923	0,000000350939	(0,000005813327)	23,595663428411
282	A177	0,000000136844	0,000000346616	(0,000005727700)	23,417008932641
283	A340	0,000000136633	0,000000363208	(0,000005856333)	23,685614954113
284	A320	0,000000136364	0,000000360693	(0,000005809228)	23,588234395835
285	A73	0,000000136325	0,000000350268	(0,000005680544)	23,320158878227
286	A156	0,000000135812	0,000000355232	(0,000005681657)	23,324199574882
287	A52	0,000000135774	0,000000354522	(0,000005657573)	23,274085868985
288	A218	0,000000135744	0,000000357389	(0,000005701137)	23,364985695744
289	A259	0,000000135519	0,000000361715	(0,000005712377)	23,388935224548
290	A31	0,000000135294	0,000000358127	(0,000005637463)	23,233777437662
291	A135	0,000000134969	0,000000361905	(0,000005643740)	23,247882509855
292	A10	0,000000134873	0,000000361214	(0,000005619723)	23,198240995161
293	A197	0,000000134453	0,000000367986	(0,000005638853)	23,239180607468
294	A114	0,000000134268	0,000000367183	(0,000005612046)	23,184174830199
295	A279	0,000000133944	0,000000378863	(0,000005647598)	23,258141187040
296	A238	0,000000133715	0,000000376697	(0,000005619226)	23,200288485706
297	A93	0,000000133676	0,000000371433	(0,000005585205)	23,130287537652
298	A176	0,000000133439	0,000000375585	(0,000005589868)	23,140483802103
299	A72	0,000000133170	0,000000374910	(0,000005562211)	23,084176106566
300	A51	0,000000132732	0,000000377793	(0,000005542312)	23,044313439003

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
301	A299	0,000000132660	0,000000393887	(0,000005589372)	23,140098503275
302	A155	0,000000132623	0,000000381202	(0,000005550495)	23,061329905265
303	A217	0,000000132380	0,000000386189	(0,000005550879)	23,062449159405
304	A30	0,000000132351	0,000000380214	(0,000005524937)	23,009539299109
305	A9	0,000000132014	0,000000382269	(0,000005509645)	22,978958425639
306	A134	0,000000131952	0,000000385462	(0,000005518252)	22,996637808396
307	A258	0,000000131940	0,000000393265	(0,000005538886)	23,038328136826
308	A319	0,000000131635	0,000000407466	(0,000005538779)	23,037065553086
309	A113	0,000000131392	0,000000388764	(0,000005491420)	22,942897832954
310	A196	0,000000131354	0,000000392479	(0,000005499025)	22,958250744663
311	A92	0,000000130917	0,000000391373	(0,000005468779)	22,897622734604
312	A339	0,000000130813	0,000000421048	(0,000005493855)	22,944926630147
313	A175	0,000000130544	0,000000396805	(0,000005458562)	22,877195235249
314	A237	0,000000130511	0,000000401195	(0,000005463626)	22,887077049992
315	A71	0,000000130510	0,000000393469	(0,000005449442)	22,859008620665
316	A278	0,000000130324	0,000000407248	(0,000005459299)	22,877849988047
317	A50	0,000000130157	0,000000395177	(0,000005432749)	22,825719809735
318	A154	0,000000129888	0,000000399873	(0,000005426230)	22,812606638821
319	A29	0,000000129848	0,000000396587	(0,000005418205)	22,796748779226
320	A359	0,000000129728	0,000000438354	(0,000005425046)	22,803667232764
321	A8	0,000000129575	0,000000397763	(0,000005405427)	22,771322786639
322	A216	0,000000129445	0,000000405782	(0,000005409103)	22,778058710029
323	A133	0,000000129347	0,000000402104	(0,000005399875)	22,760082638440
324	A112	0,000000128894	0,000000403761	(0,000005378022)	22,716624400114
325	A298	0,000000128756	0,000000418717	(0,000005377817)	22,713919168499
326	A257	0,000000128740	0,000000412873	(0,000005376173)	22,711739294192
327	A195	0,000000128622	0,000000408528	(0,000005368100)	22,696428779593
328	A91	0,000000128509	0,000000405015	(0,000005359637)	22,680129624348
329	A70	0,000000128177	0,000000405978	(0,000005343971)	22,649086736673
330	A174	0,000000127969	0,000000410208	(0,000005336306)	22,633366746331
331	A49	0,000000127890	0,000000406727	(0,000005330476)	22,622384346909
332	A28	0,000000127638	0,000000407317	(0,000005318737)	22,599188976931
333	A236	0,000000127605	0,000000415192	(0,000005319527)	22,599364182666
334	A153	0,000000127440	0,000000411243	(0,000005311022)	22,583375616953
335	A7	0,000000127415	0,000000407785	(0,000005308439)	22,578864476268
336	A318	0,000000127022	0,000000427139	(0,000005286859)	22,532056503945
337	A132	0,000000127002	0,000000411878	(0,000005290486)	22,542883828607
338	A277	0,000000126940	0,000000420729	(0,000005286261)	22,532572030833
339	A215	0,000000126756	0,000000416000	(0,000005278904)	22,519253291546
340	A111	0,000000126635	0,000000412254	(0,000005273507)	22,509485584987
341	A90	0,000000126323	0,000000412462	(0,000005259253)	22,481508969406
342	A194	0,000000126101	0,000000416086	(0,000005248563)	22,459715755841
343	A69	0,000000126054	0,000000412558	(0,000005247131)	22,457760154747
344	A48	0,000000125820	0,000000412580	(0,000005236703)	22,437366281043
345	A256	0,000000125713	0,000000419979	(0,000005228954)	22,420252622516
346	A27	0,000000125615	0,000000412551	(0,000005227644)	22,419675761693
347	A173	0,000000125581	0,000000415823	(0,000005225149)	22,413963641876
348	A6	0,000000125434	0,000000412488	(0,000005219705)	22,404193178482
349	A152	0,000000125159	0,000000415395	(0,000005206594)	22,377834422267
350	A297	0,000000124894	0,000000423121	(0,000005188940)	22,340951287350

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	β_1 AX	β_2 Windex	β_3 areacos	_cons
351	A235	0,000000124836	0,000000418441	(0,000005190365)	22,345245662529
352	A131	0,000000124810	0,000000414898	(0,000005191562)	22,348655102424
353	A110	0,000000124518	0,000000414380	(0,000005179158)	22,324640907145
354	A338	0,000000124430	0,000000427744	(0,000005162257)	22,287115598428
355	A89	0,000000124268	0,000000413868	(0,000005168761)	22,304559845793
356	A214	0,000000124184	0,000000416769	(0,000005162888)	22,292197011990
357	A68	0,000000124054	0,000000413375	(0,000005159930)	22,287536868039
358	A47	0,000000123868	0,000000412906	(0,000005152340)	22,272934888602
359	A26	0,000000123704	0,000000412466	(0,000005145751)	22,260279956315
360	A193	0,000000123681	0,000000415179	(0,000005142460)	22,252972284482
361	A276	0,000000123580	0,000000418291	(0,000005134848)	22,237049745491
362	A5	0,000000123560	0,000000412053	(0,000005139981)	22,249212729685
363	A172	0,000000123283	0,000000413737	(0,000005126743)	22,222931740931
364	A151	0,000000122960	0,000000412452	(0,000005114312)	22,199264450358
365	A255	0,000000122704	0,000000414146	(0,000005101445)	22,173646534608
366	A130	0,000000122694	0,000000411313	(0,000005104256)	22,180180758905
367	A109	0,000000122471	0,000000410303	(0,000005095966)	22,164493138604
368	A88	0,000000122281	0,000000409406	(0,000005089021)	22,151385671341
369	A67	0,000000122118	0,000000408607	(0,000005083125)	22,140280878653
370	A234	0,000000122086	0,000000410788	(0,000005079099)	22,131616479014
371	A317	0,000000122056	0,000000413972	(0,000005073345)	22,119132535013
372	A46	0,000000121976	0,000000407891	(0,000005078060)	22,130759471379
373	A25	0,000000121852	0,000000407248	(0,000005073664)	22,122510191296
374	A4	0,000000121742	0,000000406667	(0,000005069814)	22,115297446964
375	A213	0,000000121628	0,000000408083	(0,000005063240)	22,102000903854
376	A192	0,000000121278	0,000000405884	(0,000005051467)	22,080142530736
377	A171	0,000000121002	0,000000404074	(0,000005042415)	22,063415169664
378	A296	0,000000120813	0,000000404985	(0,000005033016)	22,044831532402
379	A150	0,000000120779	0,000000402564	(0,000005035256)	22,050239190886
380	A129	0,000000120595	0,000000401288	(0,000005029464)	22,039613529196
381	A108	0,000000120442	0,000000400199	(0,000005024687)	22,030875923863
382	A87	0,000000120311	0,000000399259	(0,000005020684)	22,023572242373
383	A66	0,000000120199	0,000000398440	(0,000005017284)	22,017381466119
384	A45	0,000000120102	0,000000397721	(0,000005014361)	22,012070691180
385	A275	0,000000120075	0,000000399110	(0,000005010980)	22,004901657286
386	A24	0,000000120018	0,000000397085	(0,000005011823)	22,007467095588
387	A3	0,000000119943	0,000000396518	(0,000005009600)	22,003439895114
388	A254	0,000000119594	0,000000395077	(0,000004997388)	21,980559832564
389	A233	0,000000119260	0,000000392174	(0,000004988278)	21,964382575512
390	A212	0,000000119015	0,000000390000	(0,000004981793)	21,952942121322
391	A191	0,000000118829	0,000000388319	(0,000004976964)	21,944465954245
392	A170	0,000000118683	0,000000386984	(0,000004973240)	21,937955680562
393	A149	0,000000118566	0,000000385900	(0,000004970287)	21,932810214133
394	A128	0,000000118470	0,000000385003	(0,000004967891)	21,928647889436
395	A107	0,000000118389	0,000000384251	(0,000004965911)	21,925215607731
396	A86	0,000000118322	0,000000383610	(0,000004964248)	21,922339363735
397	A65	0,000000118263	0,000000383059	(0,000004962832)	21,919895835283
398	A44	0,000000118213	0,000000382579	(0,000004961614)	21,917795321729
399	A23	0,000000118169	0,000000382159	(0,000004960554)	21,915971098825
400	A2	0,000000118130	0,000000381787	(0,000004959625)	21,914372554358

Apéndice 4. (continuación). Coeficientes de las variables evaluadas, utilizando todas las combinaciones de parámetros de la función de retardos del impacto de la investigación sobre la productividad agrícola. Orden descendente en función del coeficiente de inversión.

No.	CÓD.	$\beta_1 AX$	$\beta_2 Windex$	$\beta_3 areacos$	$_{cons}$
401	A1	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
402	A22	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
403	A43	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
404	A64	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
405	A85	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
406	A106	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
407	A127	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
408	A148	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
409	A169	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
410	A190	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
411	A211	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
412	A232	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
413	A253	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
414	A274	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
415	A295	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
416	A316	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
417	A337	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
418	A358	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
419	A379	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
420	A400	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
421	A421	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
422	A422	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
423	A423	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
424	A424	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
425	A425	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
426	A426	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
427	A427	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
428	A428	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
429	A429	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
430	A430	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
431	A431	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
432	A432	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
433	A433	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
434	A434	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
435	A435	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
436	A436	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
437	A437	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
438	A438	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
439	A439	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
440	A440	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826
441	A441	0,000000000000	(0,000000711491)	(0,000006804062)	27,201799781826

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo.

Apéndice 5. Valores de δ y λ para la función de retardos en el stock de conocimientos generadas por la inversión pública en investigación.

CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ			
A1	0,00	0,1	A41	0,05	0,9	A81	0,15	0,8	A121	0,25	0,7	A161	0,35	0,6	A201	0,45	0,5	A241	0,55	0,4
A2	0,00	0,1	A42	0,05	1,0	A82	0,15	0,9	A122	0,25	0,8	A162	0,35	0,7	A202	0,45	0,6	A242	0,55	0,5
A3	0,00	0,1	A43	0,10	0,0	A83	0,15	0,9	A123	0,25	0,8	A163	0,35	0,7	A203	0,45	0,6	A243	0,55	0,5
A4	0,00	0,1	A44	0,10	0,0	A84	0,15	1,0	A124	0,25	0,9	A164	0,35	0,8	A204	0,45	0,7	A244	0,55	0,6
A5	0,00	0,1	A45	0,10	0,1	A85	0,20	0,0	A125	0,25	0,9	A165	0,35	0,8	A205	0,45	0,7	A245	0,55	0,6
A6	0,00	0,1	A46	0,10	0,1	A86	0,20	0,0	A126	0,25	1,0	A166	0,35	0,9	A206	0,45	0,8	A246	0,55	0,7
A7	0,00	0,1	A47	0,10	0,2	A87	0,20	0,1	A127	0,30	0,0	A167	0,35	0,9	A207	0,45	0,8	A247	0,55	0,7
A8	0,00	0,1	A48	0,10	0,2	A88	0,20	0,1	A128	0,30	0,0	A168	0,35	1,0	A208	0,45	0,9	A248	0,55	0,8
A9	0,00	0,1	A49	0,10	0,3	A89	0,20	0,2	A129	0,30	0,1	A169	0,40	0,0	A209	0,45	0,9	A249	0,55	0,8
A10	0,00	0,1	A50	0,10	0,3	A90	0,20	0,2	A130	0,30	0,1	A170	0,40	0,0	A210	0,45	1,0	A250	0,55	0,9
A11	0,00	0,1	A51	0,10	0,4	A91	0,20	0,3	A131	0,30	0,2	A171	0,40	0,1	A211	0,50	0,0	A251	0,55	0,9
A12	0,00	0,1	A52	0,10	0,4	A92	0,20	0,3	A132	0,30	0,2	A172	0,40	0,1	A212	0,50	0,0	A252	0,55	1,0
A13	0,00	0,1	A53	0,10	0,5	A93	0,20	0,4	A133	0,30	0,3	A173	0,40	0,2	A213	0,50	0,1	A253	0,60	0,0
A14	0,00	0,1	A54	0,10	0,5	A94	0,20	0,4	A134	0,30	0,3	A174	0,40	0,2	A214	0,50	0,1	A254	0,60	0,0
A15	0,00	0,1	A55	0,10	0,6	A95	0,20	0,5	A135	0,30	0,4	A175	0,40	0,3	A215	0,50	0,2	A255	0,60	0,1
A16	0,00	0,1	A56	0,10	0,6	A96	0,20	0,5	A136	0,30	0,4	A176	0,40	0,3	A216	0,50	0,2	A256	0,60	0,1
A17	0,00	0,1	A57	0,10	0,7	A97	0,20	0,6	A137	0,30	0,5	A177	0,40	0,4	A217	0,50	0,3	A257	0,60	0,2
A18	0,00	0,1	A58	0,10	0,7	A98	0,20	0,6	A138	0,30	0,5	A178	0,40	0,4	A218	0,50	0,3	A258	0,60	0,2
A19	0,00	0,1	A59	0,10	0,8	A99	0,20	0,7	A139	0,30	0,6	A179	0,40	0,5	A219	0,50	0,4	A259	0,60	0,3
A20	0,00	0,1	A60	0,10	0,8	A100	0,20	0,7	A140	0,30	0,6	A180	0,40	0,5	A220	0,50	0,4	A260	0,60	0,3
A21	0,00	1,0	A61	0,10	0,9	A101	0,20	0,8	A141	0,30	0,7	A181	0,40	0,6	A221	0,50	0,5	A261	0,60	0,4
A22	0,05	0,1	A62	0,10	0,9	A102	0,20	0,8	A142	0,30	0,7	A182	0,40	0,6	A222	0,50	0,5	A262	0,60	0,4
A23	0,05	0,1	A63	0,10	1,0	A103	0,20	0,9	A143	0,30	0,8	A183	0,40	0,7	A223	0,50	0,6	A263	0,60	0,5
A24	0,05	0,1	A64	0,15	0,0	A104	0,20	0,9	A144	0,30	0,8	A184	0,40	0,7	A224	0,50	0,6	A264	0,60	0,5
A25	0,05	0,1	A65	0,15	0,0	A105	0,20	1,0	A145	0,30	0,9	A185	0,40	0,8	A225	0,50	0,7	A265	0,60	0,6
A26	0,05	0,1	A66	0,15	0,1	A106	0,25	0,0	A146	0,30	0,9	A186	0,40	0,8	A226	0,50	0,7	A266	0,60	0,6
A27	0,05	0,1	A67	0,15	0,1	A107	0,25	0,0	A147	0,30	1,0	A187	0,40	0,9	A227	0,50	0,8	A267	0,60	0,7
A28	0,05	0,1	A68	0,15	0,2	A108	0,25	0,1	A148	0,35	0,0	A188	0,40	0,9	A228	0,50	0,8	A268	0,60	0,7
A29	0,05	0,1	A69	0,15	0,2	A109	0,25	0,1	A149	0,35	0,0	A189	0,40	1,0	A229	0,50	0,9	A269	0,60	0,8
A30	0,05	0,1	A70	0,15	0,3	A110	0,25	0,2	A150	0,35	0,1	A190	0,45	0,0	A230	0,50	0,9	A270	0,60	0,8
A31	0,05	0,1	A71	0,15	0,3	A111	0,25	0,2	A151	0,35	0,1	A191	0,45	0,0	A231	0,50	1,0	A271	0,60	0,9
A32	0,05	0,1	A72	0,15	0,4	A112	0,25	0,3	A152	0,35	0,2	A192	0,45	0,1	A232	0,55	0,0	A272	0,60	0,9
A33	0,05	0,1	A73	0,15	0,4	A113	0,25	0,3	A153	0,35	0,2	A193	0,45	0,1	A233	0,55	0,0	A273	0,60	1,0
A34	0,05	0,1	A74	0,15	0,5	A114	0,25	0,4	A154	0,35	0,3	A194	0,45	0,2	A234	0,55	0,1	A274	0,65	0,0
A35	0,05	0,1	A75	0,15	0,5	A115	0,25	0,4	A155	0,35	0,3	A195	0,45	0,2	A235	0,55	0,1	A275	0,65	0,0
A36	0,05	0,1	A76	0,15	0,6	A116	0,25	0,5	A156	0,35	0,4	A196	0,45	0,3	A236	0,55	0,2	A276	0,65	0,1
A37	0,05	0,1	A77	0,15	0,6	A117	0,25	0,5	A157	0,35	0,4	A197	0,45	0,3	A237	0,55	0,2	A277	0,65	0,1
A38	0,05	0,1	A78	0,15	0,7	A118	0,25	0,6	A158	0,35	0,5	A198	0,45	0,4	A238	0,55	0,3	A278	0,65	0,2
A39	0,05	0,1	A79	0,15	0,7	A119	0,25	0,6	A159	0,35	0,5	A199	0,45	0,4	A239	0,55	0,3	A279	0,65	0,2
A40	0,05	0,1	A80	0,15	0,8	A120	0,25	0,7	A160	0,35	0,6	A200	0,45	0,5	A240	0,55	0,4	A280	0,65	0,3

Apéndice 5. (continuación) Valores de δ y λ para la función de retardos en el stock de conocimientos generadas por la inversión pública en investigación.

CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ	CÓDIGO	δ	λ
A281	0,65	0,35	A321	0,75	0,25	A361	0,85	0,15	A401	0,95	0,05
A282	0,65	0,40	A322	0,75	0,30	A362	0,85	0,20	A402	0,95	0,10
A283	0,65	0,45	A323	0,75	0,35	A363	0,85	0,25	A403	0,95	0,15
A284	0,65	0,50	A324	0,75	0,40	A364	0,85	0,30	A404	0,95	0,20
A285	0,65	0,55	A325	0,75	0,45	A365	0,85	0,35	A405	0,95	0,25
A286	0,65	0,60	A326	0,75	0,50	A366	0,85	0,40	A406	0,95	0,30
A287	0,65	0,65	A327	0,75	0,55	A367	0,85	0,45	A407	0,95	0,35
A288	0,65	0,70	A328	0,75	0,60	A368	0,85	0,50	A408	0,95	0,40
A289	0,65	0,75	A329	0,75	0,65	A369	0,85	0,55	A409	0,95	0,45
A290	0,65	0,80	A330	0,75	0,70	A370	0,85	0,60	A410	0,95	0,50
A291	0,65	0,85	A331	0,75	0,75	A371	0,85	0,65	A411	0,95	0,55
A292	0,65	0,90	A332	0,75	0,80	A372	0,85	0,70	A412	0,95	0,60
A293	0,65	0,95	A333	0,75	0,85	A373	0,85	0,75	A413	0,95	0,65
A294	0,65	1,00	A334	0,75	0,90	A374	0,85	0,80	A414	0,95	0,70
A295	0,70	0,00	A335	0,75	0,95	A375	0,85	0,85	A415	0,95	0,75
A296	0,70	0,05	A336	0,75	1,00	A376	0,85	0,90	A416	0,95	0,80
A297	0,70	0,10	A337	0,80	0,00	A377	0,85	0,95	A417	0,95	0,85
A298	0,70	0,15	A338	0,80	0,05	A378	0,85	1,00	A418	0,95	0,90
A299	0,70	0,20	A339	0,80	0,10	A379	0,90	0,00	A419	0,95	0,95
A300	0,70	0,25	A340	0,80	0,15	A380	0,90	0,05	A420	0,95	1,00
A301	0,70	0,30	A341	0,80	0,20	A381	0,90	0,10	A421	1,00	0,00
A302	0,70	0,35	A342	0,80	0,25	A382	0,90	0,15	A422	1,00	0,05
A303	0,70	0,40	A343	0,80	0,30	A383	0,90	0,20	A423	1,00	0,10
A304	0,70	0,45	A344	0,80	0,35	A384	0,90	0,25	A424	1,00	0,15
A305	0,70	0,50	A345	0,80	0,40	A385	0,90	0,30	A425	1,00	0,20
A306	0,70	0,55	A346	0,80	0,45	A386	0,90	0,35	A426	1,00	0,25
A307	0,70	0,60	A347	0,80	0,50	A387	0,90	0,40	A427	1,00	0,30
A308	0,70	0,65	A348	0,80	0,55	A388	0,90	0,45	A428	1,00	0,35
A309	0,70	0,70	A349	0,80	0,60	A389	0,90	0,50	A429	1,00	0,40
A310	0,70	0,75	A350	0,80	0,65	A390	0,90	0,55	A430	1,00	0,45
A311	0,70	0,80	A351	0,80	0,70	A391	0,90	0,60	A431	1,00	0,50
A312	0,70	0,85	A352	0,80	0,75	A392	0,90	0,65	A432	1,00	0,55
A313	0,70	0,90	A353	0,80	0,80	A393	0,90	0,70	A433	1,00	0,60
A314	0,70	0,95	A354	0,80	0,85	A394	0,90	0,75	A434	1,00	0,65
A315	0,70	1,00	A355	0,80	0,90	A395	0,90	0,80	A435	1,00	0,70
A316	0,75	0,00	A356	0,80	0,95	A396	0,90	0,85	A436	1,00	0,75
A317	0,75	0,05	A357	0,80	1,00	A397	0,90	0,90	A437	1,00	0,80
A318	0,75	0,10	A358	0,85	0,00	A398	0,90	0,95	A438	1,00	0,85
A319	0,75	0,15	A359	0,85	0,05	A399	0,90	1,00	A439	1,00	0,90
A320	0,75	0,20	A360	0,85	0,10	A400	0,95	0,00	A440	1,00	0,95
									A441	1,00	1,00

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo.

Apéndice 6. Porcentaje simple y acumulado de los efectos generados por la inversión pública en investigación agrícola sobre la productividad de la tierra en el periodo de referencia.

No.	Año	(DELTA; LAMBDA)	Porcentaje parcial sobre el stock de conocimiento	Porcentaje acumulado sobre el stock de conocimiento	Distribución de los efectos
		(0,85; 0,75) A373			
1	1990	298,80	0,0001	0,0001	50% de los efectos
2	1991	2.439,93	0,0008	0,0009	
3	1992	10.308,83	0,0035	0,0044	
4	1993	30.395,97	0,0103	0,0147	
5	1994	71.221,21	0,0241	0,0389	
6	1995	142.189,39	0,0482	0,0870	
7	1996	252.255,69	0,0855	0,1725	
8	1997	408.600,17	0,1385	0,3110	
9	1998	615.455,70	0,2086	0,5195	
10	1999	873.474,86	0,2960	0,8155	
11	2000	1.179.901,15	0,3998	1,2154	
12	2001	1.529.104,24	0,5182	1,7335	
13	2002	1.913.178,99	0,6483	2,3818	
14	2003	2.322.653,31	0,7871	3,1689	
15	2004	2.747.415,29	0,9310	4,0999	
16	2005	3.177.593,01	1,0768	5,1767	
17	2006	3.604.263,56	1,2214	6,3980	
18	2007	4.020.210,37	1,3623	7,7603	
19	2008	4.421.197,23	1,4982	9,2585	
20	2009	4.807.642,51	1,6291	10,8877	
21	2010	5.185.932,95	1,7573	12,6450	
22	2011	5.568.518,27	1,8870	14,5320	
23	2012	5.972.456,69	2,0239	16,5558	
24	2013	6.417.282,19	2,1746	18,7304	
25	2014	6.923.171,48	2,3460	21,0765	
26	2015	6.937.228,77	2,3508	23,4273	
27	2016	7.259.385,06	2,4600	25,8872	
28	2017	7.721.157,59	2,6164	28,5036	
29	2018	8.310.565,22	2,8162	31,3198	
30	2019	9.001.474,98	3,0503	34,3701	
31	2020	9.756.279,69	3,3061	37,6762	
32	2021	10.530.324,09	3,5684	41,2445	
33	2022	11.494.980,31	3,8953	45,1398	
34	2023	12.152.977,30	4,1182	49,2580	
35	2024	12.701.708,74	4,3042	53,5622	
36	2025	13.112.480,84	4,4434	58,0055	
37	2026	13.530.273,87	4,5849	62,5905	
38	2027	13.577.686,53	4,6010	67,1915	
39	2028	13.489.928,77	4,5713	71,7627	
40	2029	13.177.819,39	4,4655	76,2283	
41	2030	12.795.639,05	4,3360	80,5643	
42	2031	12.161.513,38	4,1211	84,6854	
43	2032	10.985.614,25	3,7226	88,4080	
44	2033	9.609.346,10	3,2563	91,6643	
45	2034	7.899.708,05	2,6769	94,3412	
46	2035	6.377.150,65	2,1610	96,5022	
47	2036	5.021.533,44	1,7016	98,2038	
48	2037	3.431.390,75	1,1628	99,3666	
49	2038	1.869.098,75	0,6334	100,0000	

Fuente: Datos tomados del trabajo investigativo.

Apéndice 7. Evaluación supuestos MCO. Multicolinealidad.

```
. reg LANDPROD A373 Windex areacos
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	25
Model	58.6112385	3	19.5370795	F(3, 21) =	10.81
Residual	37.9640364	21	1.80781126	Prob > F =	0.0002
Total	96.5752749	24	4.02396979	R-squared =	0.6069
				Adj R-squared =	0.5507
				Root MSE =	1.3445

LANDPROD	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
A373	5.82e-07	1.26e-07	4.64	0.000	3.21e-07 8.43e-07
Windex	9.65e-07	1.35e-06	0.72	0.482	-1.84e-06 3.77e-06
areacos	-4.29e-06	2.17e-06	-1.98	0.061	-8.80e-06 2.12e-07
_cons	20.42104	4.554916	4.48	0.000	10.94858 29.89351

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
A373	1.15	0.871848
Windex	1.08	0.927718
areacos	1.07	0.937196
Mean VIF	1.10	

Apéndice 7. (continuación) Evaluación supuestos MCO. Homocedasticidad.

```
. imtest,white
```

```
White's test for Ho: homoskedasticity
against Ha: unrestricted heteroskedasticity
```

```
chi2(9)      =      7.70
Prob > chi2  =      0.5647
```

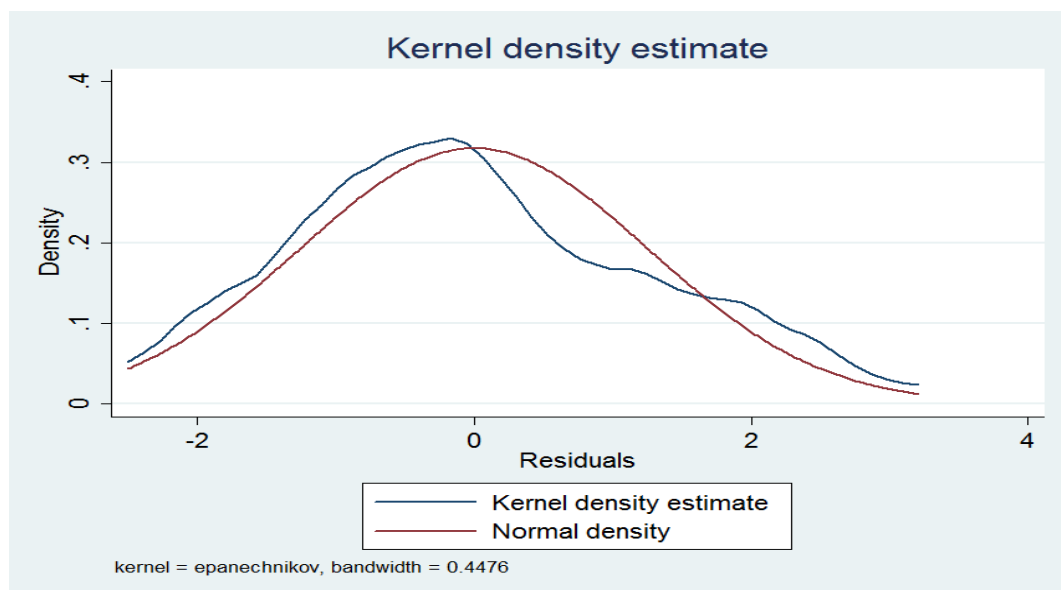
```
Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test
```

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	7.70	9	0.5647
Skewness	3.63	3	0.3045
Kurtosis	0.69	1	0.4058
Total	12.02	13	0.5261

```
. predict res1, residuals
(469 missing values generated)
```

```
. sktest res1
```

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
res1	25	0.3492	0.7795	1.02	0.5993



Apéndice 7 (continuación). Evaluación supuestos MCO. Especificación del modelo.

```
. reg LANDPROD A373 Windex areacos
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	25
Model	58.6112385	3	19.5370795	F(3, 21) =	10.81
Residual	37.9640364	21	1.80781126	Prob > F =	0.0002
Total	96.5752749	24	4.02396979	R-squared =	0.6069
				Adj R-squared =	0.5507
				Root MSE =	1.3445

LANDPROD	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
A373	5.82e-07	1.26e-07	4.64	0.000	3.21e-07 8.43e-07
Windex	9.65e-07	1.35e-06	0.72	0.482	-1.84e-06 3.77e-06
areacos	-4.29e-06	2.17e-06	-1.98	0.061	-8.80e-06 2.12e-07
_cons	20.42104	4.554916	4.48	0.000	10.94858 29.89351

```
. ovtest
```

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of LANDPROD
```

```
Ho: model has no omitted variables
```

```
F(3, 18) = 0.34
```

```
Prob > F = 0.7945
```

Lista de referencias

- Alfranca, O., 1998. Determinantes de la productividad total de los factores en el sector agrario español. *Investigación Agrícola: Producción Protección Vegetal*.
- Alston, J. M., Andersen, M. A., James, J. S. & Pardey, P. G., 2010. *Persistence Pays: U.S. Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending*. New York: Springer.
- Berry, A., 2011. The case for redistributive land reform in developing countries. *Development and change*, 42(2), pp. 637-648.
- Bervejillo E., J., Alston, J. & Tumber, K. P., 2012. The benefits from public agricultural research in Uruguay. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, pp. 475-497.
- Cleary, D., 2003. Breve estudio bibliográfico y comparativo de enfoques centrados en las personas.. *Programa de Apoyo a los Modos de Vida Sostenibles. Serie de documentos de trabajo..*
- European Farmers, 2009. *El agua y la agricultura en el contexto de un clima cambiante*, Bruselas: s.n.
- Evenson, R., 2001. Economic impacts of agricultural research and extension. *Handbook of Agricultural Economics*, pp. 573-628.
- Expósito Díaz, P. & Rodríguez González, X. A., 2001. Principales determinantes de la productividad total de los factores en el sector agrario español. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, pp. 3-20.
- Fan, S. & Brzeska, J., 2010. Production, Productivity, and Public Investment in East Asian Agriculture. En: *Handbook in Economics*. Amsterdam: Elsevier, pp. 3401-3426.
- FAO, 2017. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma: s.n.
- Gollin, D., 2010. Agricultural Productivity and Economic Growth. *Handbook of Agricultural Economics*, Volumen 4, pp. 3826-3862.
- López, C. A., Salazar, L. & De Salvo, C. P., 2017. *Gasto Público, Evaluaciones de Impacto y Productividad Agrícola. Resumen de evidencias de América Latina y el Caribe*. s.l.:Banco Interamericano de Desarrollo.
- Monteros Guerrero, A., Sumba Lusero, E. & Salvador Arauz, S., 2015. *Productividad Agrícola en el Ecuador*, Quito: CGSIN.

- Muyanga, M. & Jayne, T., 2016. *Is small still beautiful? The farm size productivity relationship revisited in Kenya*. Washington D.C., s.n.
- Prokopenko, J., 1989. *La Gestión de la Productividad. Manual Práctico*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Trigo, E. J., 1995. Agricultura cambio tecnológico y medio ambiente en América Latina: una perspectiva para el 2020.. *Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente*, pp. 1-25.
- Trigo, E., Mateo, N. & Falconí, C., 2013. *Innovación Agropecuaria en América Latina y el Caribe: Escenarios y Mecanismos Institucionales*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Vázquez Barquero, A., 2007. Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones regionales*, pp. 183-210.