

**Cuando un análisis de corto plazo no es un enfoque
cortoplacista
Impacto de la adopción tecnológica agropecuaria en Bolivia**

Banco Interamericano de Desarrollo
ESTADOS UNIDOS



Documento de trabajo del BID # IDB-WP-539

Cuando un análisis de corto plazo no es un enfoque cortoplacista

Impacto de la adopción tecnológica agropecuaria en Bolivia

Julián Aramburu
Mario González Flores
Lina Salazar
Paul Winters

Septiembre 2014

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector de Infraestructura y Medio Ambiente y Oficina de Planeación
Estratégica y Efectividad en el Desarrollo

Cuando un análisis de corto plazo no es un enfoque cortoplacista

**Impacto de la adopción tecnológica agropecuaria
en Bolivia**

Julián Aramburu
Mario González Flores
Lina Salazar
Paul Winters

Banco Interamericano de Desarrollo
American University



Banco Interamericano de Desarrollo

2014

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Cuando un análisis de corto plazo no es un enfoque cortoplacista: Impactos de la adopción tecnológica agropecuaria en Bolivia / Julián Aramburu, Mario González-Flores, Lina Salazar, Paul Winters.
p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 539)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Agricultural productivity—Bolivia. 2. Agricultural innovations—Bolivia. 3. Agriculture—Technology transfer—Bolivia. I. Aramburu, Julián. II. González-Flores, Mario. III. Salazar, Lina. IV. Winters, Paul. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Desarrollo Estratégico. VI. Series.

IDB-WP-539

<http://www.iadb.org>

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Copyright © 2014 Banco Interamericano de Desarrollo. Este documento de trabajo puede reproducirse para fines no comerciales. Puede también reproducirse en cualquier revista académica indexada en el EconLit de la Asociación Americana de Economía, con el consentimiento previo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), siempre y cuando se reconozca la autoría del Banco y el autor o autores del documento no hayan percibido remuneración alguna derivada de la publicación.

Banco Interamericano de Desarrollo | 1300 New York Ave, NW Washington, DC 20577

Lina Salazar | lsalazar@iadb.org

“CUANDO UN ANÁLISIS DE CORTO PLAZO NO ES UN ENFOQUE CORTOPLACISTA: IMPACTOS DE LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA AGROPECUARIA EN BOLIVIA.”

Julián Aramburu[†], Mario González-Flores[‡], Lina Salazar[§] y Paul Winters^{**}.

Resumen

Este estudio presenta los resultados de la evaluación de impacto del programa CRIAR. Este programa tiene como objetivo incrementar los niveles de ingreso y seguridad alimentaria a través de mejoras en la productividad que surgen por la adopción de tecnologías agropecuarias. Para este estudio se utilizaron datos de una encuesta realizada a 1,287 hogares con vocación agropecuaria (817 beneficiarios y 470 no beneficiarios). Los resultados obtenidos, utilizando una metodología cuasi-experimental de Propensity Score Matching, demuestran que el programa tuvo impactos importantes en los indicadores de corto y mediano plazo. Específicamente en los indicadores de corto plazo, el programa tuvo un impacto positivo en la disposición de terreno hacia cultivos de mayor valor, y en los gastos de insumos y maquinaria agrícola. En los indicadores de mediano plazo, el programa tuvo un impacto positivo en la proporción de la producción destinada para venta en el mercado y en los ingresos agrícolas por venta. El programa también tuvo impactos positivos significativos en la seguridad alimentaria de los hogares beneficiarios. En cuanto a los indicadores de largo plazo, el análisis no identificó impactos significativos en variables de valor ni márgenes brutos de producción. Esto se debe probablemente a que los datos analizados corresponden a un solo ciclo agropecuario, el cual no es un periodo de tiempo suficiente para generar efectos en la productividad que surgen por un manejo eficiente de la tecnología y por cambios en los factores de producción asociados con la adopción tecnológica. Sin embargo, los impactos encontrados en indicadores de corto y mediano plazo demuestran que el programa ha tenido efectos considerables que pronostican el alcance de los objetivos de largo plazo en un futuro.

Palabras clave: Adopción Tecnológica; Seguridad Alimentaria; Productividad; Propensity Score Matching; Bolivia.

Clasificaciones JEL: O13, O33, Q12, Q18

[†] Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente; División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres (INE/RND). jaramburu@iadb.org

[‡] Banco Interamericano de Desarrollo, Oficina de Planificación Estratégica y Efectividad en el Desarrollo; División de Desarrollo Estratégico (SPD/SDV). mgonzalez@iadb.org

[§] Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente; División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres (INE/RND). lsalazar@iadb.org

^{**} American University, Departamento de Economía y Banco Interamericano de Desarrollo, Oficina de Planificación Estratégica y Efectividad en el Desarrollo; División de Desarrollo Estratégico (SPD/SDV). winters@american.edu

1. Introducción

El sector agropecuario desempeña un rol fundamental para la economía nacional de Bolivia. Este sector representa cerca del 9% del Producto Interno Bruto (PIB) y emplea aproximadamente el 40.3% de la fuerza laboral a nivel nacional (FAOSTAT, 2014). La superficie agrícola boliviana asciende a 3.1 millones de hectáreas cultivadas, la cual se ha incrementado de forma significativa, creciendo más del 20% desde 2005 (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de Bolivia, 2014). Esta área cultivada representa aproximadamente un 3% del área total del país, de la cual tan solo el 3% es arable y 10% es irrigada.

Sin embargo, pese a la expansión y al alto potencial del sector agropecuario, Bolivia es uno de los países con más bajo nivel de productividad en la región. El rendimiento agrícola de la producción de cereales es 57% del promedio de Suramérica, y tan solo el 39% en el caso de tubérculos (FAO, 2012). Además, durante el periodo 2006-2011, Bolivia fue el único país de la región que presentó un crecimiento negativo en la productividad total de los factores (IFPRI 2013). La baja productividad agropecuaria del país incide directamente en los bajos ingresos de la población rural y por ende, en los altos niveles de inseguridad alimentaria. En relación a los ingresos, Bolivia es uno de los países con menores ingresos de la región, 45% de su población se encuentra por debajo de la línea de pobreza moderada y 20.9% en situación de pobreza extrema. En el caso de las zonas rurales, la incidencia de pobreza moderada llega a 61.3% y la pobreza extrema alcanza el 41.3% (UDAPE, 2011). Con respecto a la seguridad alimentaria, Bolivia es el segundo país con la tasa de desnutrición más alta en Sudamérica (24.1% de la población) (IFPRI, 2013)¹ con 89% de sus municipios categorizados con vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria alta o media (MDRyT, 2013)².

En Bolivia existe una amplia brecha entre los sistemas productivos que caracterizan al sector agropecuario. Existen 775 mil unidades productivas en el país, de las cuales 6% pertenece

¹ International Food Policy Research Institute (IFPRI) en base al Global Hunger Index 2013.

² En base al Mapa de Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria (VAM por sus siglas en inglés) del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras de Bolivia (MDRyT). Esta es una metodología desarrollada por el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas para establecer el grado de vulnerabilidad alimentaria de una determinada población y/o territorio. Este categoriza a los municipios en tres niveles de seguridad alimentaria: (VAM=1: baja; VAM=2: media; VAM=3: alta).

a medianos y grandes productores mientras el 94% son dedicadas a la agricultura familiar³. En los sistemas de agricultura comercial moderna, la producción se caracteriza por ser intensiva, mecanizada y orientada a la exportación, con acceso a financiamiento y tecnologías de punta. Estas explotaciones se encuentran localizadas principalmente en el oriente del país y tienen como rubros principales soja, arroz, caña de azúcar y carne vacuna. En contraste, el sector de agricultura familiar se caracteriza por tener explotaciones pequeñas orientadas principalmente al autoconsumo, con bajos niveles de acceso a financiamiento y tecnologías productivas. Estas explotaciones se encuentran localizadas principalmente en los Valles y el Altiplano, y sus rubros principales son cultivos tradicionales como papa, maíz y cereales.

Las causas que inciden en la baja productividad del sector agropecuario son variadas. Entre las principales se encuentran: (i) baja inversión en infraestructura productiva (Hameleers, Antezana y Paz, 2011); (ii) inaccesibilidad a mecanismos de financiamiento rural (Tejerina y Navajas 2006; Fretes-Cibils et al., 2006); y (iii) niveles insuficientes de innovación y transferencia tecnológica (SBI 2009; Hameleers et al., 2011).

En este contexto y con la finalidad de contribuir a mejorar los ingresos de la agricultura familiar, el Gobierno de Bolivia solicitó un préstamo al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2009, para la implementación del *Proyecto de Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales* (CRIAR). El objetivo general del programa CRIAR es contribuir a mejorar los ingresos y la seguridad alimentaria de pequeños productores rurales a través de dos componentes: (i) apoyos directos para la adopción de tecnologías agroalimentarias; y (ii) apoyos a emprendimientos productivos agroalimentarios.

Este estudio se enfoca en evaluar el impacto del primer componente del programa CRIAR utilizando una metodología cuasi-experimental de *Propensity Score Matching*, que permite identificar de manera causal los efectos atribuibles al programa en indicadores de corto y mediano plazo. Los datos provienen de una encuesta realizada exclusivamente para esta evaluación a 1,287 hogares con vocación agropecuaria (817 beneficiarios y 470 no beneficiarios).

³ Jornadanet.com. 2013. “Bolivia se insertara en actividades por Año de Agricultura Familiar”. La Paz, martes, Noviembre 2013. URL: <http://www.jornadanet.com/n.php?a=97329-1> accedido en Mayo 17, 2014.

Los resultados demuestran que el programa tuvo impactos significativos en estos indicadores. Específicamente en los indicadores de corto plazo, el programa tuvo un impacto positivo en la disposición de terreno hacia cultivos de mayor valor, y en los gastos de insumos y maquinaria agrícola. En los indicadores de mediano plazo, el programa tuvo un impacto positivo en la proporción de la producción destinada para venta en el mercado y los ingresos agrícolas por venta. Finalmente, el análisis también presenta evidencia de impactos positivos en la seguridad alimentaria de los hogares beneficiarios. En cuanto a los indicadores de largo plazo relacionados con la productividad, el análisis no identificó impactos significativos en variables de valor de producción ni márgenes brutos. Sin embargo, el análisis de dichas variables requiere de un estudio focalizado en técnicas para la medición de la productividad agrícola. Dicho análisis no es del alcance de este documento.

Cabe mencionar que dado los plazos de ejecución, los productores beneficiarios solo han podido hacer uso de la tecnología durante un ciclo agrícola. Por lo tanto, los efectos de la adopción tecnológica atribuibles al programa corresponden a impactos de corto y mediano plazo. En términos generales, este estudio tiene como objetivo proporcionar evidencia empírica rigurosa sobre la efectividad de los programas que promueven la adopción de tecnologías agropecuarias a través de mecanismos que tienen como objetivo el contrarrestar fallas de mercado. Específicamente, este estudio provee un análisis de las variables que caracterizan el proceso de adopción tecnológica por parte de los pequeños agricultores así como de la relación que existe entre la adopción tecnológica, la productividad agrícola y la seguridad alimentaria.

El documento está estructurado en ocho secciones. La siguiente sección presenta una revisión de la literatura de las fallas de mercado que limitan la adopción tecnológica y de la evidencia sobre la efectividad de intervenciones que surgen como un mecanismo para eliminar estas barreras. La sección 3 describe el alcance del programa CRIAR y los mecanismos de ejecución del mismo. La sección 4 presenta la estrategia de identificación del contrafactual y la sección 5 describe la metodología de evaluación de impacto utilizada para el análisis. La sección 6 presenta las estadísticas descriptivas de los datos recolectados en campo. Por último, la sección 7 muestra los resultados de la evaluación en los indicadores de interés y la sección 8 presenta las conclusiones principales.

2. Fallas de Mercado y Adopción Tecnológica Agropecuaria

La literatura sobre adopción tecnológica sugiere varias razones que justifican la provisión pública de servicios de transferencia de tecnologías desde una perspectiva económica. Estas razones están principalmente relacionadas con la presencia de fallas de mercado que limitan la adopción tecnológica aunque esta genere beneficios económicos a nivel privado (Jack, 2009). Específicamente, Feder, Just y Zilberman (1985) identifican las siguientes fallas de mercado que limitan la adopción tecnológica: (i) restricciones de crédito; (ii) aversión al riesgo; (iii) acceso a información y/o información asimétrica; (iv) falta de proveedores y oferta disfuncional; (v) falta de capital humano; (vi) falta de infraestructura; y (vii) falta de oferta de insumos complementarios. En este contexto, el programa CRIAR fue diseñado para contrarrestar las cinco primeras barreras que se mencionan anteriormente como limitantes de la adopción tecnológica.

En esta sección se presenta un resumen de la literatura que evidencia los efectos negativos de estas barreras en los procesos de adopción de tecnologías agrícolas por parte de pequeños productores en diversos contextos. A su vez, se discute la efectividad de las intervenciones que se han implementado para contrarrestar las mismas a través de la provisión de servicios públicos.

Las restricciones de liquidez y acceso a crédito son unos de los principales factores que limitan la adopción tecnológica por parte de pequeños productores en zonas rurales y de bajos ingresos, donde los mercados financieros son incipientes o inexistentes. Específicamente, para el caso de Bolivia, Tejerina y Navajas (2006) estiman que solo el 7% de los hogares tienen acceso a préstamos financieros y 10% tienen ahorros en instituciones financieras formales. Estas cifras son aún más bajas para los hogares pobres, donde tan solo el 5.3% tienen acceso a préstamos y 4.5% tienen ahorros formales. En el caso del sector rural, las cifras son más preocupantes. Fretes-Cibils et al. (2006) estiman que del total de instituciones bancarias en Bolivia, solo el 21.4% se encuentran en áreas rurales, y concluyen que la escasez de crédito en estas áreas es un problema importante. Aunque convencionalmente se asume que las restricciones crediticias afectan principalmente la adopción de tecnologías que requieren una inversión inicial significativa para su financiación (tecnologías indivisibles), diversos estudios corroboran también la relación que existe entre la presencia de estas restricciones y la tasa de adopción de

tecnologías divisibles que no necesitan una inversión inicial significativa (Feder, Just and Zilberman, 1985; Uaiene, 2008; Dercon y Christiaensen, 2007). Por ejemplo, en el caso de Malawi, Simtowe y Zeller (2006) encuentran que el tener acceso al crédito aumenta la adopción de nuevas variedades de maíz por parte de los productores que enfrentan restricciones crediticias, y Moser y Barrett (2003) muestran que las restricciones de liquidez disminuyen la disposición de los productores de arroz a adoptar nuevas tecnologías en Madagascar.

El segundo tipo de barrera que enfrentan los agricultores en el momento de adoptar la tecnología es la aversión al riesgo. Este factor limita la adopción porque los productores prefieren tener certeza sobre los rendimientos económicos que les generará la tecnología antes de incurrir en los costos de adquisición iniciales. Por tanto, los productores tienden a posponer la inversión en tecnologías hasta poder confirmar los beneficios productivos asociados con la misma a través de las experiencias de otros agricultores (Feder 1980). Varios análisis demuestran que la presencia de incertidumbre y aversión al riesgo limitan la adopción tecnológica. Abadi Ghadim, Pannell y Burton (2005) demuestran que la aversión al riesgo reduce la adopción tecnológica de los productores de garbanzo en Australia. Besley y Case (1994) demuestran que los agricultores son más reacios a adoptar variedades de algodón con altos rendimientos cuando tienen incertidumbre sobre los beneficios económicos de la tecnología; y encuentran que los productores prefieren esperar hasta que otros adopten para así aprender de ellos y confirmar sus expectativas.

La falta de información y/o información asimétrica es el tercer factor que limita la adopción de tecnologías que son económicamente rentables. Esto ocurre no solo porque existen productores que no tienen conocimiento sobre el uso adecuado de las tecnologías, sino también por la falta de información sobre costos y la localización de proveedores privados. Por ejemplo, en el caso de Nepal, Joshi y Pandey (2005) demuestran que las percepciones de los agricultores sobre otras variedades de arroz influyen las decisiones de adopción. Por lo tanto, concluyen que es importante utilizar varios métodos de difusión de información para que los agricultores puedan formar percepciones que estén acordes con la realidad de la tecnología. Esto también lo confirman Adesina y Zinnah (1993) en Sierra Leona, y Adesina y Baidu-Forson (1995) en Burkina Faso y Guinea. En la misma línea, Conley y Udry (2004) demuestran la importancia de los efectos de aprendizaje y la información en la adopción tecnológica en el cultivo de piña en

Ghana. Específicamente, los agricultores cambian sus patrones de uso de insumos una vez obtienen información sobre la producción obtenida por sus vecinos. Foster y Rosenzweig (1996) también demuestran que la falta de conocimiento o la información imperfecta sobre las variedades de alto rendimiento en India son una barrera a la adopción tecnológica. En el caso de Bolivia, Bentley et al. (2011) miden el efecto de clínicas para plantas donde se provee información gratuita a los productores sobre temas de sanidad vegetal y prácticas agrícolas. El estudio revela niveles de adopción altos (del orden del 82%) para los productores que reciben esta información.

Otra barrera importante que limita el proceso de adopción tecnológica es la falta de proveedores y oferta disfuncional, la cual es una característica generalizada en las zonas rurales de los países en desarrollo (*thin markets*). En estas zonas, la ausencia de mercados se debe a la baja densidad de población, situada en localidades remotas con escasez de caminos transitables y altos costos de transacción (IFAD 2003). Por ende, para los proveedores de tecnologías no resulta rentable instalarse en zonas con estas condiciones, donde no se tiene certidumbre sobre la demanda potencial. A su vez, para los productores es difícil llegar a donde operan los proveedores de tecnologías ya que estos se encuentran principalmente en zonas urbanas o periurbanas.

La siguiente barrera que limita la adopción tecnológica por parte de los pequeños productores agropecuarios es el bajo nivel de capital humano (caracterizado por la baja educación y la falta de asistencia técnica). Esta barrera dificulta el uso adecuado de la tecnología y por ende la obtención de beneficios por la adopción de las mismas. Foster y Rosenzweig (1996), en el caso de India, encuentran que los hogares en donde vive un adulto que haya completado la primaria tienen una probabilidad más alta de adoptar variedades de semilla de alto rendimiento. Similarmente, usando información de productores agropecuarios en EEUU, Huffman y Evenson (1993) concluyen que la educación contribuye a la productividad total de los factores. Asimismo, encuentran evidencia de que los niveles de educación de los productores y la asistencia técnica provista por extensionistas rurales pueden ser sustitutos. Por otro lado, el capital humano se puede generar o reforzar a través del capital social, lo cual puede incrementar indirectamente las tasas de adopción tecnológica. En el caso de Honduras, Wyckhuys y O'Neil

(2010) encuentran que el conocimiento y la adopción de prácticas de manejo integral de plagas son influenciadas por la difusión de estas a través de redes sociales.

El programa CRIAR fue diseñado para contrarrestar estas fallas de mercado que limitan la adopción tecnológica por parte de los pequeños productores agropecuarios en las áreas rurales de Bolivia. Específicamente, el programa busca reducir las barreras relacionadas con las restricciones de liquidez, aversión al riesgo, información asimétrica, oferta disfuncional y bajos niveles de capital humano. La evidencia empírica que utiliza metodologías rigurosas de evaluación para identificar el impacto causal de programas similares en América Latina es muy reducida (Maffioli et. al. 2013). Más aún, la que existe presenta resultados mixtos o inconclusos, particularmente en lo que respecta a pequeños productores agropecuarios.

Lopez y Maffioli (2008) analizan el impacto de un programa ganadero que busca aumentar la productividad pecuaria de los productores en Uruguay a través de la incorporación de tecnologías. La evaluación de impacto del programa “Proyecto Piloto para el Aumento de la Competitividad de la Ganadería” demuestra que el proyecto generó impactos positivos en la adopción de prácticas de gestión pero no en la productividad o en la especialización. Sin embargo, el análisis de heterogeneidad de impacto encuentra que el proyecto incrementó los niveles de productividad para productores especializados en la etapa de crianza. González et al. (2009) evalúan el impacto del programa de “Apoyos a la Innovación Tecnológica Agropecuaria” (PATCA) que fue implementado en República Dominicana y que busca incrementar la productividad contrarrestando las barreras que limitan la adopción tecnológica. Los autores encuentran que la adopción de las tecnologías financiadas por el programa mejoraron los niveles de productividad para productores beneficiarios de arroz y criadores de ganado. No obstante, no hay evidencia que confirme el impacto del programa en productores de otros cultivos.

Cerdán-Infantes et al (2008) evalúan el impacto del PROSAP en Argentina, el cual provee servicios de extensión financiados con fondos públicos a productores de uva. Los autores encuentran que el programa incrementó la tasa de adopción de variedades de uva de más alta calidad. Sin embargo, encuentran que el programa tuvo un impacto negativo en los rendimientos promedio, pero solo en los primeros años ya que los niveles de producción incrementan a partir del segundo y tercer año de participación. Finalmente, Maffioli et al. (2013) evalúan el impacto del “Programa de Reconversión y Fomento de la Granja” (PREDEG) en Uruguay, el cual provee

una modalidad de cofinanciamiento a pequeños y medianos productores de fruta para fomentar la adopción de tecnologías e incrementar producción. Los autores encuentran que el programa incrementó la densidad de las plantaciones y las tasas de adopción de variedades mejoradas. Sin embargo, no encuentran evidencia de impacto en la productividad, lo cual atribuyen al limitado periodo de estudio.

En términos generales, la literatura demuestra que existen fallas de mercado y barreras que limitan la adopción tecnológica de manera importante en las zonas rurales, particularmente en el caso de pequeños productores. Para contrarrestar estas barreras, surgen diferentes tipos de intervenciones que buscan incrementar la tasa de adopción tecnológica y, por este medio, la productividad agropecuaria. Sin embargo, los análisis empíricos rigurosos que buscan identificar un grupo contrafactual para identificar el impacto de estos programas presentan evidencia mixta sobre la efectividad de este tipo de intervenciones en América Latina. En el caso de Bolivia, la mayoría de estudios de adopción de tecnología en zonas rurales se basan primordialmente en análisis de datos cualitativos, históricos, y de casos particulares. Además, en los pocos casos en los que se utiliza información cuantitativa, no se ha identificado un contrafactual fiable que permita medir el impacto causal de la intervención en las variables de interés (Godoy, Morduch, y Bravo 1998; Heffernan et al. 2008; Bentley et al. 2011).

Este estudio busca reducir la brecha de conocimiento que existe en la literatura sobre la evidencia empírica de intervenciones cuyo objetivo consiste en eliminar las barreras que limitan la adopción tecnológica para así aumentar la productividad y disminuir la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en América Latina y específicamente en Bolivia. A nuestro saber, este es el primer estudio de evaluación de impacto que busca medir de manera rigurosa el efecto de este tipo de intervenciones en el país, así como el impacto de estas intervenciones en la seguridad alimentaria en América Latina. A su vez, este es el primer estudio de evaluación de impacto que se realiza del programa CRIAR.

3. El Programa CRIAR

Como se mencionaba, este estudio presenta los resultados preliminares de la evaluación de impacto del “*Programa de Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales*” (CRIAR) implementado por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) de

Bolivia y financiado conjuntamente con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La operación 2223/BL-BO fue aprobada en 2009 por un monto de US\$25 millones, de los cuales US\$20 millones fueron financiados por el BID. El objetivo general del programa CRIAR es contribuir a mejorar los ingresos de pequeños productores rurales y la seguridad alimentaria a través de dos componentes: (i) apoyos directos para la adopción de tecnologías agroalimentarias; y (ii) apoyos a emprendimientos productivos agroalimentarios.

El primer componente del programa financia la entrega de bonos no reembolsables que financian el 90% del costo de una tecnología agropecuaria elegida por el productor así como la asistencia técnica para el uso de la misma. A la fecha, el programa ha entregado 17.663 bonos no reembolsables que financian tecnologías de riego tecnificado, riego tradicional, deshidratadores, molinos, despulpadoras, desmalezadoras, desgranadoras, cercas eléctricas, invernaderos y tecnologías pecuarias. El segundo componente del programa financia un porcentaje del costo de emprendimientos productivos presentados por asociaciones de pequeños productores, a través de planes de negocios. La meta de 80 emprendimientos productivos estipulada para este componente no ha sido alcanzada dadas las dificultades en la identificación y consolidación de asociaciones de productores que cuenten con capacidades de gestión para implementar esquemas productivos y de comercialización en base a planes de negocios. Por este motivo, este estudio se enfocará en evaluar el primer componente del programa.

El programa se ejecutó en 5 Departamentos de Bolivia (La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Tarija y Potosí), focalizándose en 33 municipios y 1,355 comunidades. Las zonas de intervención del proyecto se determinaron en base a los siguientes criterios: (i) vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria medida en niveles de acuerdo al “Vulnerability Assessment Map” (VAM); (ii) potencialidad productiva agrícola⁴; y (iii) continuidad territorial para facilitar la intervención. El monto de la tecnología cubierto por el programa asciende hasta los US\$900 y el financiamiento por parte del productor asciende hasta los US\$100. Las tecnologías presentes en el menú se pueden agrupar en seis tipos: invernaderos, siembra, cosecha, post-cosecha, pecuarias y apícolas. Sin embargo, las tecnologías más demandadas fueron las de siembra (aproximadamente el 76%), que incluían principalmente equipos de riego tecnificado. El

⁴ Bajo este criterio se descarta comunidades que tienen como principal actividad económica la minería.

segundo grupo de tecnologías más demandado fue el de post-cosecha (12%), que incluye equipos de molino, silos y deshidratadores.

La implementación del CRIAR se realizó a nivel de comunidad. Como primera medida, se contactó a los líderes comunitarios respectivos para así evaluar el interés de participar en el proyecto por parte de los productores de la zona. Una vez las comunidades manifestaban interés de participar en el programa, el líder comunal entregaba un listado –padrón comunal- con información de los potenciales beneficiarios que correspondía a los productores agrícolas de la comunidad. Seguidamente, se realizaban las ferias tecnológicas en campo que permitieron el acercamiento de la demanda tecnológica de los pequeños productores con la oferta de proveedores privados. En total se realizaron 33 ferias –una por municipio intervenido- que duraron aproximadamente tres días cada una. Estas ferias se localizaron en lugares estratégicos de los municipios que fueran accesibles para las diferentes comunidades participantes. Durante estas ferias, se realizaba una verificación de la elegibilidad de los productores y se les hacía entrega del bono para que estos realizaran el contrato de compra-venta con la empresa proveedora seleccionada. Esta empresa seleccionada por el productor tenía 45 días hábiles para realizar la entrega de la tecnología en campo. Los criterios de elegibilidad a nivel de productor por parte del programa incluían: (i) presentar cédula de identidad válida; (ii) pertenecer al padrón comunal; (iii) tener la agricultura como principal actividad de sustento; y (iv) ser pequeños productores con menos de 35 hectáreas.

Una vez los productores reciben la tecnología en campo, la unidad ejecutora del programa realiza una capacitación personalizada sobre el uso y funcionamiento que tiene como finalidad fomentar la adopción adecuada y eficiente de las tecnologías adquiridas. Finalmente, a través de empresas verificadoras independientes, se realiza una evaluación *in-situ* del proceso de entrega y asistencia técnica a todos los productores beneficiarios. El pago de la tecnología al proveedor privado por parte del CRIAR solo se realiza una vez se ha realizado la verificación en campo y se ha comprobado la entrega de la misma por parte de la empresa verificadora.

En el caso específico del CRIAR, el mecanismo de ejecución se focalizó en contrarrestar las barreras que limitan la adopción de tecnologías por parte de pequeños productores sin generar distorsiones de mercado. Específicamente, la entrega del bono de financiamiento que cubre el costo parcial de la tecnología seleccionada por el productor busca eliminar las restricciones de

liquidez y acceso a financiamiento. Por otro lado, a través de la provisión de servicios de asistencia técnica se busca eliminar las barreras de aversión al riesgo y bajo capital humano que limitan el uso adecuado y la adopción eficiente de las tecnologías. Por último, la realización de ferias tecnológicas tiene como objetivos reducir asimetrías de información y eliminar los problemas de oferta disfuncional, ya que estas permiten el acercamiento de la demanda, por parte de pequeños productores, con la oferta de proveedores privados.

Aunque el objetivo de este programa es incrementar el ingreso y la seguridad alimentaria de los hogares beneficiarios, es importante entender cuáles son los mecanismos a través de los cuales se busca obtener este impacto. Es decir, identificar las variables de corto y mediano plazo que conllevan a que el programa tenga un efecto en las variables de interés en el largo plazo. A priori, se espera que la adopción de tecnologías tenga primeramente un efecto en la disposición de cultivos; de manera que los productores transformen su portafolio de cultivos tradicionales hacia cultivos de mayor valor y por ende incrementen sus ingresos por ventas de productos agrícolas. Asimismo, es de esperarse que con el tiempo, los productores adquieran mayor experiencia y aprendizaje sobre el uso eficiente de las tecnologías lo cual se vería reflejado en mayores rendimientos y productividad agropecuaria (*learning by doing*). Este incremento conllevaría a un aumento en de los ingresos. Finalmente, estos impactos en la productividad e ingresos mejorarían el nivel de seguridad alimentaria de los hogares. Las siguientes secciones se enfocan en estudiar el impacto del programa en los diferentes variables de corto, mediano y largo plazo que constituyen el proceso de adopción tecnológica.

4. Identificación del Contrafactual

Como en toda evaluación de impacto, el problema principal para identificar el efecto causal del programa es la falta de información. Específicamente, es imposible observar el indicador de interés (Y), en el mismo momento del tiempo ($t=1$) para el grupo de beneficiarios (i) con y sin tratamiento ($CRIAR = 1$; $CRIAR = 0$) ya que por definición, todos los beneficiarios del CRIAR recibieron el programa.

$$Impacto = [Y_i(t = 1, CRIAR = 1) - Y_i(t = 1, CRIAR = 0)] \quad (1)$$

Dado que el término $Y_i(t = 1, CRIAR = 0)$ no es observable porque solo existe información de los beneficiarios una vez que recibieron el programa $Y_i(t = 1, CRIAR = 1)$, el desafío principal consiste entonces en la identificación de un grupo contrafactual (j) comparable al grupo de tratados o beneficiarios del programa (i). En otras palabras, un grupo control de hogares no beneficiarios que sean comparables al grupo de beneficiarios del CRIAR en todas sus características. Esto permite medir el impacto promedio del proyecto para los hogares tratados al compararlos con este grupo de control.

$$Impacto = [Y_i(t = 1, CRIAR = 1) - Y_j(t = 1, CRIAR = 0)] \quad (2)$$

El escenario ideal para la construcción de un grupo control consiste en la asignación aleatoria del tratamiento. Esto asegura que, en promedio, los hogares tratados son estadísticamente iguales al grupo de control en todas las variables observables y no observables. Por lo tanto, cualquier diferencia en los indicadores de interés entre los dos grupos se debe a la participación en el tratamiento. Sin embargo, este escenario debe ser descartado al momento de identificar un grupo de control para la evaluación del CRIAR ya que este programa no fue asignado de manera aleatoria. Adicionalmente, la falta de información de línea de base del programa dificulta en mayor medida la identificación de este grupo contrafactual.

Dada la necesidad de identificar a un grupo contrafactual ex post, el desafío principal reside en lograr la mayor comparabilidad posible entre éste y el grupo tratado. A su vez, esta comparabilidad debe realizarse tanto a nivel de comunidad como a nivel de hogar. En lo que respecta a la comparabilidad a nivel comunidad, es importante seleccionar como contrafactual a un grupo de hogares que pertenezcan a comunidades cuyas características satisfagan todos los criterios de elegibilidad que se tuvieron en cuenta durante el proceso de selección de las comunidades beneficiarias. A nivel hogar, la selección del grupo de control debe poner especial énfasis al hecho de evitar el sesgo de selección. Este sesgo surgiría si se tomara como grupo de control, por ejemplo, a hogares no beneficiarios en comunidades tratadas pero que rechazaron explícitamente formar parte del programa. Por estas razones, la estrategia utilizada en este estudio consiste en seleccionar como grupo de control a hogares pertenecientes a comunidades no beneficiarias con características similares a las tratadas.

Específicamente, la estrategia de identificación del grupo contrafactual para esta evaluación consistió en varios pasos que se fundamentaron en replicar el proceso de selección inicial del CRIAR tanto a nivel de comunidades como a nivel de hogares. Primero, a nivel de comunidades, se identificaron aquellas que cumplieran con los criterios de elegibilidad iniciales de alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, potencial productivo agrícola y continuidad territorial, que fueron los criterios iniciales que determinaron la selección de las comunidades tratadas. Asimismo, estas comunidades hacen parte de los municipios beneficiarios del CRIAR. Segundo, con el soporte de datos administrativos y el conocimiento local de la unidad ejecutora del programa, se identificaron comunidades cercanas a las beneficiarias en un radio de 5 kilómetros de distancia que cumplieran con los criterios de elegibilidad mencionados y no hubieran rechazado la participación en el programa. Este criterio de cercanía en la selección del grupo de control refleja la toma de decisiones realizada por la unidad ejecutora. Específicamente, en lo que refiere a temas logísticos considerados para la selección de las comunidades beneficiarias, la unidad ejecutora utilizó este criterio de cercanía para la definir el proceso de ejecución. Asimismo, este criterio asegura que las características geográficas, micro-climáticas, productivas agropecuarias, y de acceso a infraestructura y mercados sean similares entre ambos grupos.

Tercero, dada la falta de disponibilidad de datos en Bolivia que cumplieran con los requerimientos necesarios para lograr la identificación de un grupo de control utilizando metodologías estadísticas a nivel de hogares, se realizó un análisis cuidadoso de los datos administrativos del padrón de beneficiarios para identificar el prototipo de hogares participantes del CRIAR. Con esta tipificación, se elaboró una boleta que determinaba el cumplimiento de los criterios de elegibilidad a nivel de productor así como de las variables clave identificadas con datos administrativos para caracterizar los hogares no beneficiarios que fueran comparables a los tratados. La aplicación de esta boleta introductoria en campo permitió realizar un *pre-screening* de los hogares no beneficiarios y determinar la comparabilidad con el grupo de tratamiento. Una vez que se determinaba dicha comparabilidad, se procedía con la aplicación del cuestionario.

Por último, una vez se recolectaron los datos en campo para una muestra representativa de los productores beneficiarios y no beneficiarios que cumplieran con los criterios de elegibilidad, se procedió con la aplicación de una metodología de *Propensity Score Matching* para identificar

los hogares no beneficiarios comparables al grupo de beneficiarios del programa. Adicionalmente, dentro del modelo de participación para el cálculo del *propensity score*, se incluyeron variables clave que capturaran el proceso de difusión y socialización del CRIAR que pudieron haber determinado, en gran medida, la participación de los productores en el programa. Específicamente, se incluyó una variable que capturaba la participación en organizaciones agrícolas por parte del productor, ya que la difusión del programa también se realizó a través de estas asociaciones. Además se incluyó una variable que capturaba la distancia a las ferias, que era el lugar donde se realizaba la socialización del programa y donde se entregaba el bono para la adquisición de la tecnología.

En términos generales, la estrategia para establecer un grupo de control consistió en identificar hogares que cumplieran con todos los criterios de elegibilidad y que estuvieran localizados en comunidades similares a las beneficiarias, replicando lo más cercanamente posible el proceso de selección original. La falta de intervención en estas comunidades se debió principalmente a la falta de recursos disponibles para llegar a todas las zonas en cada departamento. Cabe mencionar que se han excluido del grupo de control a los hogares y comunidades que rechazaron la participación en el programa, pues aunque sean similares con los hogares tratados en características observables, existe un sesgo de auto-selección que determinó la no participación de estos en el programa y por ende, son intrínsecamente diferentes a los hogares tratados. En consecuencia, se han seleccionado como grupo de control a los hogares que pertenecen a comunidades no beneficiarias para los cuales no se presenta el problema básico de selección pues no se les ofreció participar del programa.

5. Metodología

Esta evaluación del CRIAR fue realizada de manera *ex post* ya que no se contaba con un diseño de evaluación de impacto previo a la implementación del proyecto ni con datos de línea de base. Sin embargo, se tuvo la posibilidad de incluir estrategias para la identificación cuidadosa de un grupo de control similar al grupo de tratamiento. Para este fin, se replicó el proceso de selección utilizado en el CRIAR basado en las condiciones de elegibilidad a nivel de comunidad y hogares así como en las características clave que definían un prototipo de beneficiario del CRIAR.

El paso siguiente consistió en la identificación de la metodología más apropiada para obtener el impacto causal del programa CRIAR. Con el objetivo de identificar de manera rigurosa a los hogares no beneficiarios más comparables a los hogares beneficiarios se implementó una metodología de *Propensity Score Matching* (PSM). Comparativamente a metodologías más simples como una comparación de medias entre grupo tratamiento y control, o incluso Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), el *Propensity Score Matching* (PSM) permite remover o eliminar los sesgos en la estimación provenientes de características observables que afectan la asignación al tratamiento. Esta sección describe esta metodología en detalle.

El parámetro de interés en una evaluación de impacto es el efecto tratamiento promedio en los tratados (ATT por sus siglas en inglés):

$$ATT = [Y_i(t = 1, CRIAR = 1) - Y_i(t = 1, CRIAR = 0)] \quad (3)$$

Donde $Y_i(t = 1, CRIAR = 1)$ es el valor promedio del indicador de interés para los hogares tratados con programa y $Y_i(t = 1, CRIAR = 0)$ es el valor promedio del indicador de interés para los hogares tratados sin programa. Sin embargo, como se mencionaba anteriormente, es imposible observar el valor promedio del indicador para las unidades tratadas en ausencia del programa y que corresponde al segundo término de esta ecuación. A causa de esta falta de información, surge la necesidad de identificar un grupo contrafactual para medir el impacto del programa de la siguiente manera:

$$\widehat{ATT} = [Y_i(t = 1, CRIAR = 1) - Y_j(t = 1, CRIAR = 0)] \quad (4)$$

El *Propensity Score*, que representa la probabilidad condicional de participación en el programa, permite identificar un grupo contrafactual de no participantes en base a un grupo de características observables. Este procedimiento permite calcular un puntaje para cada una de las unidades tratadas y no tratadas en base a estas variables observables solucionando así el problema de dimensionalidad. Una vez se calcula este puntaje se procede a establecer un área de soporte común y se eliminan las observaciones que no se encuentren dentro de esta área, asegurando la comparabilidad entre el grupo de tratados y control ($X \in S$) (Heckman, Ichimura and Todd, 1998). Es decir:

$$E[Y_i(t = 1, CRIAR = 0 | CRIAR = 1, X \in S)] = E[Y_j(t = 1, CRIAR = 0 | CRIAR = 0, X \in S)] \quad (5)$$

Asumiendo que se identifica un grupo de control apropiado, el impacto del CRIAR estaría determinado de la siguiente manera:

$$Impacto = E[Y_i(t = 1, CRIAR = 1) - Y_j(t = 1, CRIAR = 0)], X \in S \quad (6)$$

Finalmente, una vez que se calcula el *propensity score*, el efecto del tratamiento se obtiene promediando las diferencias que se observan entre los grupos de beneficiarios y control, utilizando diferentes metodologías para el emparejamiento de unidades tratadas y no tratadas (*matching*). En términos generales, la intuición básica consiste en emparejar unidades a través de procesos estadísticos, basándose en características exógenas observables (X) que condicionan la participación al programa.

El *PSM* es una metodología que estima consistentemente el efecto tratamiento siempre y cuando se cumplan determinadas condiciones. La primera consiste en que todas las diferencias entre las unidades tratadas y control deben ser explicadas exclusivamente por características observables. Este supuesto se conoce como el supuesto de independencia condicional o *unconfoundedness* y se expresa de la siguiente manera:

$$\left((Y_i, Y_j) \perp CRIAR \mid X \right) \quad (7)$$

Esto significa que el *propensity score* puede ser utilizado para identificar el grupo de control siempre y cuando exista esta condición de independencia condicional entre los indicadores de interés y el tratamiento (Rosebaum and Rubin, 1983).

El segundo supuesto que debe cumplirse se conoce como el supuesto de soporte común, y requiere que, para cada valor de X , exista siempre una probabilidad positiva de ser tratado⁵:

$$0 < P(CRIAR|X) < 1 \quad (8)$$

Esta condición nos asegura la existencia de unidades comparables al exigir que exista la suficiente superposición en las características de las unidades tratadas y control.

⁵ Por definición y reglas de probabilidad, esto implica que la probabilidad de no recibir tratamiento también se encuentra entre 0 y 1.

Si estas dos condiciones se cumplen (“*Strong Ignorability*”) entonces tenemos que $[(Y_i, Y_j) \perp \text{CRIAR} | \text{Pr}(X)]$ donde $\text{Pr}(X)$ es la probabilidad condicional de participar en el CRIAR dadas ciertas características observables (X) (Rosebaum and Rubin, 1983).

En el caso de esta evaluación, el cumplimiento de estas condiciones está fundamentado por el proceso de identificación del grupo de control. Como se discutió previamente, la identificación de dicho grupo se estableció siguiendo una estrategia en la que se intentó replicar el proceso de selección original incorporando datos administrativos recolectados durante el proceso de ejecución del CRIAR por parte de la unidad ejecutora e información de campo. Por otro lado, en términos de las variables inobservables, el tomar comunidades a las que el CRIAR nunca llegó y descartar aquellas que rechazaron voluntariamente ser parte del programa asegura que no existan variables inobservables que afecten la participación al tratamiento, asegurando el cumplimiento de los supuestos y la validez de la metodología empleada.

6. Datos y contexto

Esta sección presenta las estadísticas descriptivas de los datos recolectados en campo con el objetivo específico de medir el impacto del programa CRIAR. Este análisis provee una idea general del contexto socio-demográfico, económico y agropecuario de los beneficiarios del programa. Asimismo, presenta una comparación entre el grupo de beneficiarios y control en las variables clave utilizadas posteriormente para el análisis econométrico.

Los datos utilizados para este estudio fueron recolectados por la firma CIES Internacional en los departamentos de Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Tarija y Potosí. Esta encuesta se realizó entre los meses de noviembre de 2013 y enero de 2014, y comprendió un total de 1,287 hogares localizados en 35⁶ municipios y 176 comunidades (ver Anexo A). La cantidad de hogares beneficiarios entrevistados fue de 817, mientras que la cantidad de hogares control fue de 470. Para seleccionar los hogares que componen la muestra, se realizó un listado de comunidades beneficiarias y no beneficiarias que cumplieran con los criterios de elegibilidad del programa y se obtuvo una muestra de hogares representativa de los dos grupos, a la cual se le

⁶ Los dos municipios adicionales (CRIAR intervino en 33 municipios, ver sección 3) se deben a hogares que, al momento de ser encuestados, se localizaban en municipios vecinos a los intervenidos por el CRIAR.

aplicó un cuestionario de hogares agrícolas⁷. Para los hogares no beneficiarios, dicho cuestionario solo se aplicó a aquellos que cumplieran con los criterios de elegibilidad del programa a nivel de hogar establecidos previamente por la unidad ejecutora, para así garantizar la comparabilidad con el grupo de beneficiarios.

El cuestionario utilizado fue elaborado y aplicado en campo por la firma CIES Internacional con el apoyo de la unidad ejecutora y el equipo de proyecto del BID. El mismo estaba compuesto por un total de 11 módulos y 215 preguntas que contenían información socio-demográfica de los hogares, educación, ocupación e ingresos, información sobre las características de los predios agrícolas, disposición de cultivos, uso de insumos, producción agropecuaria, acceso a asociaciones o cooperativas, condiciones de la vivienda y pobreza, seguridad alimentaria e información detallada sobre el proyecto CRIAR. Asimismo, se recolectó información a nivel de comunidad por medio de líderes comunitarios, a quienes se aplicó un cuestionario compuesto por 11 módulos y 150 preguntas. Este cuestionario contiene información referida a población, servicios básicos de la comunidad, infraestructura y comunicación, accesibilidad a mercados y a ciudades cercanas, fuentes de ingreso de la comunidad, estacionalidad en el trabajo agrícola y principales características de su producción agrícola y pecuaria.

La información recolectada en la encuesta hace referencia al ciclo agropecuario comprendido entre julio de 2012 y junio de 2013, que abarca la totalidad del ciclo agrícola – preparación del terreno, siembra, labores culturales y cosecha- para los diferentes cultivos que se cosechan en estas regiones. Por otro lado, dado que la gran mayoría (80%) de las tecnologías fueron entregadas a partir de la segunda mitad de 2012 y que solo el 49% de los beneficiarios han tenido acceso a la tecnología durante un ciclo agrícola completo, realizar el análisis para este periodo de tiempo nos permite observar el efecto del programa CRIAR en el corto plazo, el cual es el enfoque de esta evaluación. A priori, dado el corto periodo de tiempo en el que los productores pudieron utilizar su tecnología (un ciclo agrícola), no se espera observar impactos importantes en variables de mediano o largo plazo tales como ingresos o productividad. Sin embargo, estas variables también son objeto de análisis. Las tablas 1 y 2 presentan las

⁷ Para la identificación de los hogares beneficiarios se utilizó el padrón del CRIAR y para los hogares control se utilizó una lista de hogares en las comunidades seleccionadas.

estadísticas descriptivas de los hogares de la muestra para grupo de beneficiarios y grupo de control. En la tabla 1 se presentan las variables que caracterizan la situación socio-económica, demográfica, acceso a capital social y servicios que son exógenas al programa y que se utilizarán para calcular el *propensity score*. En la tabla 2 se presentan variables relacionadas con la producción agrícola de los hogares, las cuales se utilizarán para medir el impacto del CRIAR.

En lo que respecta a la composición sociodemográfica, los hogares de la muestra tienen en promedio 4 personas, de las cuales el 50% se encuentran en edad de dependencia (tienen menos de 15 años o más de 65). Los jefes de hogar son en su mayoría hombres (89%) que se consideran de procedencia indígena u originario (74%). La educación promedio del jefe del hogar es de 4.7 años; el 14% de ellos no tiene ningún nivel de educación formal, el 41% tiene primaria incompleta, el 22% tiene primaria completa y el 14% tiene secundaria incompleto. El 9% restante tiene por lo menos educación secundaria completa. El grupo de tratados tiene un menor porcentaje de jefes de familia sin educación formal y mayor porcentaje con educación secundaria respecto al grupo de control. En las variables de educación primaria ambos presentan medias similares. A su vez, el grupo de tratados está compuesto por hogares más numerosos, con jefes de familia más jóvenes (4 años menores que los control), con un porcentaje mayor de hogares indígenas (5%), mayor porcentaje de mujeres jefes de hogar (6%), menor porcentaje de jefes de hogar solteros (11%), y con un porcentaje más alto de sus miembros desempeñando algún trabajo agrícola (10%).

La vivienda típica de los hogares de esta muestra está compuesta por dos habitaciones (un comedor y un cuarto) y la mayoría tiene piso de tierra (63%). Si bien el acceso a energía eléctrica es extendido y el 76% de los hogares la utiliza para iluminar su casa, sólo el 15% cuenta con refrigerador para conservar sus alimentos. En lo que refiere al acceso a información y comunicación, los medios de acceso más utilizados por estos hogares son la radio y la televisión (89% y 58% respectivamente). El acceso a información por medio de internet o computadora es casi nulo y corresponde a un 2% de los hogares de la muestra. En promedio, los hogares del grupo de tratados muestran mejores condiciones de vivienda comparados con el grupo de control.

La pertenencia a cooperativas agrícolas es otra variable que difiere significativamente entre los hogares tratados y de control, el grupo de beneficiarios tiene un mayor porcentaje de hogares que declaran pertenecer a alguna cooperativa o asociación agrícola (7%).

Tabla 1: Estadísticas descriptivas – Situación socio-económica de los hogares

	Variables (unidad)	Total	Tratados	Control	Diferencia Medias
Caract. Hogar	Tamaño (cantidad de personas)	4.23	4.39	3.97	0.42***
	Ratio de dependencia	1.05	1.04	1.08	0.04
	Proporción de miembros en trabajo agrícola	0.26	0.3	0.2	0.10***
Caract. Jefe	Edad	50.39	48.97	52.86	3.89***
	Mujer (0,1)	0.11	0.09	0.15	0.06***
	Soltero (0,1)	0.21	0.16	0.27	0.11***
	Indígena u originario (0,1)	0.74	0.76	0.71	0.05**
Educación del jefe del hogar	Educación (años)	4.74	5.21	3.92	1.29***
	JH sin educación formal (0,1)	0.14	0.11	0.21	0.10***
	JH con primario incompleto (0,1)	0.41	0.43	0.42	0.01
	JH con primario completo (0,1)	0.22	0.22	0.22	0
	JH con secundaria incompleta (0,1)	0.14	0.16	0.1	0.06***
	JH con secundaria completa (0,1)	0.07	0.09	0.04	0.05***
	JH con más de secundaria (0,1)	0.02	0.03	0.01	0.01
Caract. Vivienda	Tamaño (número de habitaciones)	2.51	2.63	2.32	0.31***
	Piso de tierra (0,1)	0.63	0.6	0.68	0.08***
	Vivienda con energía eléctrica (0,1)	0.76	0.78	0.72	0.06**
	Vivienda con refrigerador o <i>freezer</i> (0,1)	0.15	0.15	0.14	0.01
	Radio como ppal. acceso a información (0,1)	0.89	0.9	0.87	0.03*
	TV como ppal. acceso a información (0,1)	0.58	0.62	0.5	0.12***
	Internet como ppal. acceso a información (0,1)	0.02	0.01	0.03	0.02***
Asociatividad	Hogar miembro de cooperativa agrícola (0,1)	0.08	0.11	0.04	0.07***
Situación Económica	Agricultura como princ. fuente de ingreso (0,1)	0.7	0.71	0.67	0.05
	Proporción del ingreso que es agrícola	0.56	0.57	0.56	0.01
	Acceso a crédito formal (0,1)	0.08	0.09	0.07	0.02
	Ahorros voluntarios (0,1)	0.06	0.07	0.04	0.03
	Remesas recibidas (USD año/hogar)	394.5	369.28	438.34	69.06
	TLU (índice cantidad de Ganado)	4.89	4.8	5.06	0.26
	Hogar con predios propios (0,1)	0.99	0.99	0.99	0
	Hectáreas propias	2.35	2.29	2.45	0.16
	PPI Score	29.32	29.6	28.84	0.76
Acceso a ferias	Tiempo a carretera transitable (logs)	1.95	1.98	1.91	0.07
	Distancia a feria CRIAR (km.)	13.78	12.62	15.82	3.2***
	N	1,287	817	470	

Diferencia de medias estadísticamente significativa al *** 1%, ** 5%, * 10%

En lo que se refiere a la situación económica, para el 70% de los hogares la agricultura representa la actividad principal de sustento y el ingreso agrícola representa, en promedio, el 56% del ingreso total del hogar⁸. Con respecto al acceso a crédito y servicios financieros, solamente el 8% de los hogares reportan haber recibido crédito formal y sólo el 6% declara tener ahorros voluntarios en instituciones financieras. Las remesas por migración recibidas por los hogares de la muestra ascienden a un promedio de USD 394 por año. El índice de cantidad de ganado TLU (por sus siglas en inglés, *Total Livestock Units*)⁹ indica que, en promedio, los hogares tienen 5 unidades de ganado. El 99% de los hogares de la muestra reporta tener al menos un predio propio. El promedio de extensión de tierra propia de los hogares asciende a 2.35 hectáreas. El índice de pobreza PPI (por sus siglas en inglés, *Progress out of Poverty Index*, ver Anexo B para más detalle)¹⁰, que captura la probabilidad que un hogar tenga un ingreso menor a la línea de pobreza, revela que la probabilidad de que los hogares de esta muestra tengan un ingreso menor a la línea de pobreza de Bolivia es igual a 83%, no habiendo diferencias significativas entre grupo de beneficiarios y grupo de control. Ninguna de las variables económicas presenta diferencias de medias significativas entre el grupo de tratados y control.

Por último, se observa que los hogares pertenecientes al grupo de control se encuentran, en promedio, 3.2 km más cerca de las ferias realizadas por el CRIAR, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Por lo contrario, la diferencia en el tiempo a una carretera transitable no es significativa entre ambos grupos.

El panorama descrito confirma la existencia de barreras de diversa índole que pueden limitar potencialmente la adopción tecnológica por parte de los pequeños agricultores en Bolivia. En particular se destacan la inaccesibilidad al mercado de crédito, la falta de acceso a fuentes de información, las restricciones de liquidez, y el bajo nivel educativo, entre otros.

⁸ Las principales fuentes de ingresos no agrícolas reportadas por los hogares son el trabajo independiente (albañil, mecánico, chofer, etc) (10%), pensiones o bonos (8%) y jornalero o peón (7%).

⁹ El índice TLU de cantidad de ganado convierte diferentes unidades de ganado a una homogénea, utilizando diferentes factores de conversión. Se le asigna 0.7 al ganado bovino, 0.1 al ovino, 0.1 al caprino, 0.2 al porcino y 0.01 a aves.

¹⁰ El índice PPI, promovido por la fundación *Grameen*, validado y adaptado en diferentes países incluyendo Bolivia. El mismo captura la probabilidad de que un hogar tenga un ingreso menor a la línea de pobreza (en este caso la de Bolivia). La construcción de este índice se basa en 10 preguntas referidas a la composición del hogar, educación, fuentes de ingreso y características de la vivienda. Este índice toma valores comprendidos entre 0 y 100. Cuanto más cercano a 0 es el valor del índice, mayor probabilidad de que el hogar tenga un ingreso por debajo de la línea de pobreza. Por lo contrario, valores mayores del índice indican menor probabilidad de caer en la pobreza.

En lo que respecta a la situación productiva agropecuaria de los hogares de la muestra (Tabla 2), la extensión promedio del terreno trabajado es igual a 2.11 hectáreas, el 43% de los productores encuestados tiene una extensión trabajada menor o igual a una hectárea, el 34% entre 1 y 3 hectáreas, el 13% entre 3 y 5 hectáreas, y el restante 10% entre 5 y 10 hectáreas trabajadas. No existen diferencias significativas entre el grupo tratamiento y control en ninguna de las variables referidas a la extensión de predios agrícolas trabajados.

El 28% de los hogares reporta trabajar exclusivamente cultivos tradicionales y la proporción promedio de las tierras destinadas al trabajo de estos cultivos es del 66%¹¹. A su vez, tan sólo el 19% de los productores encuestados tiene riego tecnificado en sus predios, y el mismo cubre el 10% del total de las tierras trabajadas. En lo que refiere al uso y aplicación de insumos, el 91% de los hogares aplica fertilizantes, el 41% utiliza fertilizante químico, el 49% utiliza insecticida, el 25% aplica herbicidas y el 24% hace uso de fungicidas. A su vez, el 88% utiliza maquinaria y equipos agrícolas¹², y el 41% utiliza mano de obra paga para el trabajo agropecuario del predio. Comparados con el grupo de control, los hogares beneficiarios presentan un mayor uso de riego tecnificado y mayor extensión de tierra destinada a los cultivos no tradicionales, a la vez que mayor uso de maquinaria y equipo agrícola, de insecticida y de herbicidas. El gasto en fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas, al igual que el gasto en maquinaria y equipo agrícola también es mayor, en promedio, para los hogares tratados. La diferencia en el gasto en mano de obra paga, sin embargo, no es significativa entre ambos grupos.

El principal destino de la producción para estos hogares es el autoconsumo. El 36% de la producción se consume en el hogar, mientras que el 24% se destina a ventas. El restante 40% de la producción se distribuye entre semillas (10%), pérdidas (10%), consumo de animales del hogar (8%) y otros destinos (12%). De los hogares que reportan vender al menos un cultivo (el 74%), el 50% lo hace en el mercado, y el resto lo hace a través de rescatistas que compran la producción en finca. En lo que respecta a las variables de destino de la producción, el grupo de beneficiarios muestra una mayor proporción de hogares que venden su producción (se refleja tanto en mayor porcentaje en venta en mercados como en finca), mayor proporción de la producción destinada a ventas, y mayor proporción de la cosecha destinada para la venta en el

¹¹ Se considera cultivo tradicional al arroz, cebada, maíz, quinua, trigo, oca, papa y yuca.

¹² En maquinaria y equipo se incluyen motocultores/motoazada, desmalezadora, cosechadoras mecánicas, equipos molinos picadores (a gas o eléctricos), bombas de riego y bombas solares.

mercado. A su vez, los hogares beneficiarios tienen un ingreso agrícola por ventas US\$233 más alto con respecto a los hogares del grupo control. Por último, se observa que los hogares beneficiarios muestran una menor proporción de su producción destinada al autoconsumo.

Tabla 2: Estadísticas descriptivas – Producción agrícola e inseguridad alimentaria

	Variables (unidad)	Total	Tratados	Control	Diferencia Medias
Predios Agrícolas	Hectáreas trabajadas	2.11	2.09	2.16	0.07
	Proporción has. trabajadas (sobre total)	0.82	0.83	0.81	0.02
Disposición de cultivos	Cultivos Tradicionales (0,1)	0.28	0.24	0.36	0.12***
	Proporción de tierra con cultivos tradicionales	0.66	0.62	0.74	0.13***
Riego	Riego tecnificado (0,1)	0.19	0.23	0.11	0.12***
	Proporción de tierra con riego tecnificado	0.10	0.13	0.05	0.07***
Uso de Insumos	Uso fertilizante (0,1)	0.91	0.91	0.91	0.00
	Uso fertilizante químico (0,1)	0.41	0.39	0.43	0.04
	Uso insecticida (0,1)	0.49	0.45	0.55	0.10***
	Uso herbicida (0,1)	0.25	0.26	0.23	0.03**
	Uso fungicida (0,1)	0.24	0.26	0.22	0.04
	Uso de maquinaria y Equipos (0,1)	0.88	0.91	0.83	0.08
	Uso de mano de obra paga (0,1)	0.41	0.42	0.39	0.02
Gastos en Insumos	Gasto en maquinaria y equipos USD/HA (logs)	0.93	1.01	0.81	0.20**
	Gasto en mano de obra paga USD/HA (logs)	2.15	2.23	2.01	0.22
	Gastos en insumos - FIHF USD/HA (logs)	4.37	4.52	4.12	0.39***
Venta	Venta (0,1)	0.74	0.77	0.69	0.08***
	Proporción de la producción destinada a las ventas	0.24	0.25	0.21	0.05***
	Venta en el mercado (0,1)	0.50	0.52	0.47	0.05**
	Proporción de la producción vendida en el mercado	0.32	0.33	0.30	0.03**
	Venta en finca (0,1)	0.50	0.53	0.46	0.07**
	Proporción de la producción vendida en finca	0.20	0.20	0.19	0.01
	Ingresos Agrícolas por Venta (USD/hogar)	538.04	619.65	396.18	223.47***
	Ingresos Agrícolas por Venta (en logs)	4.08	4.31	3.69	0.63***
Autoconsumo	Proporción destinada a autoconsumo	0.36	0.34	0.39	0.05***
Valor de la Producción	Valor de la producción USD/HA (logs)	7.69	7.79	7.52	0.28***
Márgenes Brutos	Márgenes brutos de producción USD/HA (logs)	7.08	7.14	6.97	0.17
Inseguridad Alimentaria	Inseguridad alimentaria (Índice FAO)	0.58	0.57	0.59	0.02*
	<i>N</i>	1,287	817	470	

Diferencia de medias estadísticamente significativa al *** 1%, ** 5%, * 10%

El valor de la producción muestra una media de US\$ 2,186 por hectárea trabajada, mientras que el margen bruto de producción tiene una media de US\$ 1,187 por hectárea¹³. El grupo de beneficiarios muestra en promedio un mayor valor de la producción y del margen bruto, aunque esta diferencia de medias resulta estadísticamente significativa sólo en el caso del valor de la producción.

Para obtener una medida de la seguridad alimentaria de estos hogares se utiliza el índice de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria elaborado por la FAO en base a la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria -ELCSA- (Ver Anexo C). Este índice consiste de un listado de 15 preguntas que capturan la situación alimentaria del hogar utilizando tanto una valoración objetiva (cantidad de comidas al día, variedad de alimentación) como subjetiva (preocupación por falta de alimentos, haber sentido hambre)¹⁴. El 58% de los hogares de la muestra presentan situación de inseguridad alimentaria, siendo este porcentaje 2% menor para el caso de los hogares beneficiarios respecto al grupo de control.

Por último, en la tabla 3 se presentan estadísticas descriptivas a nivel comunidad, extraídas del cuestionario aplicado a líderes comunitarios. Las variables referidas a infraestructura y servicios básicos de las comunidades indican que sólo el 8% de ellas tiene hospital público o centro de salud, el 84% tiene escuela primaria en su comunidad y sólo 1% tiene una institución financiera formal. En lo que respecta a comunicación y transporte, el 41% de las comunidades tiene transporte público, el 12% tiene un camino de asfalto que la comunica con la capital del municipio, y el tiempo promedio que toma llegar desde las comunidades hasta el mercado más importante de la zona es de 133 minutos (2.2 horas), utilizando el medio de transporte más común. Por último, las variables referidas a la ocupación de la comunidad y a su actividad agrícola muestran que el 98% de las comunidades declaran tener la agricultura como su actividad principal, el 15% de ellas tiene una asociación o cooperativa agropecuaria, el 58% tiene acceso a agua para riego, y el 46% de ellas tiene agua para riego de manera continua durante todo el año.

¹³ La tabla 2 muestra el logaritmo de estas dos variables.

¹⁴ En un simposio internacional organizado por la FAO en 2012, este índice fue elegido como el más sólido, válido y confiable científicamente de entre otras 5 propuestas discutidas, contando a su vez con la ventaja de ser el más rápido y económico al momento de recolectar la información en campo.

Tabla 3: Estadísticas descriptivas – Características de las comunidades

Variables (unidad)	Total Comunidades	Tratadas	Control	Diferencia Medias
Comunidad con hospital o centro de salud (0,1)	0.08	0.09	0.07	0.02
Comunidad con escuela primaria (0,1)	0.84	0.84	0.85	0.01
Comunidad con institución financiera formal (0,1)	0.01	0.01	0.00	0.01
Comunidad con transporte público (0,1)	0.41	0.40	0.48	0.09
Comunidad con camino de asfalto (0,1)	0.12	0.13	0.09	0.04
Tiempo desde comunidad hasta mercado más cercano (min.)	132.78	129.63	145.61	15.98
Comunidad con Asoc. o Coop. Agropecuarias (0,1)	0.15	0.17	0.06	0.11
Comunidad cuya act. principal la agropecuaria (0,1)	0.98	0.98	0.97	0.01
Comunidad accede a agua para riego (0,1)	0.58	0.60	0.48	0.12
Comunidad tiene agua para riego todo el año (0,1)	0.46	0.46	0.45	0.01
N	167	134	33	

Diferencia de medias significativa al *** 1%, ** 5%, * 10%

La quinta columna de la tabla muestra la diferencia en medias entre comunidades tratadas y control. Allí se evidencia que la selección de comunidades de control fue exitosa al momento de escoger comunidades similares a las beneficiarias. Específicamente, las diferencias de medias entre tratados y control son de baja magnitud, y ninguna de ellas resulta estadísticamente significativa.

7. Resultados

7.1 Estimación del Propensity Score

Esta sección presenta el modelo de participación estimado para el cálculo del *Propensity Score*. Como se mencionaba anteriormente, el *Propensity Score* representa la probabilidad de participar en el programa CRIAR, por lo que la estimación del modelo de participación es el primer paso en la estimación del *PSM*. Para la estimación se requiere un modelo de elección binaria en el que la variable respuesta es $Y=1$ para los hogares tratados y $Y=0$ para los controles. Las variables independientes en esta regresión serán las incluidas en el vector X . En general estas deben ser variables que determinen la participación en el CRIAR pero que no se encuentren afectadas por el programa, es decir, variables exógenas. Se deben incluir variables que capturen los criterios de elegibilidad así como variables que permitan eliminar posibles sesgos de auto-selección (educación, capital social, etc.), y sesgos de selección administrativa (distancia a la carretera o mercado más cercano).

Para la selección de las variables del modelo de participación se realizó un análisis cuidadoso de las características socio-demográficas, económicas y agropecuarias de los hogares de la muestra. Características de composición del hogar y del jefe del hogar tales como educación, acceso al crédito, ahorros, activos del hogar y riqueza–remesas recibidas, cantidad de ganado del hogar, índice PPI- fueron incluidas en el modelo de participación. Este conjunto de variables intenta capturar la situación socio-demográfica y la posición económica del hogar. Asimismo, se incluyeron efectos fijos geográficos a nivel de provincia, como un *proxy* para controlar por variables climáticas y de calidad de suelo. Estas variables también representan un criterio básico para la elegibilidad de las comunidades en el programa. Por último, se incluyeron variables relacionadas con los procesos de difusión y socialización del CRIAR tales como la distancia a los eventos de socialización del programa (ferias) y la participación en asociaciones agrícolas. Se considera que estas variables son determinantes cruciales en el modelo de participación porque el proceso de socialización y difusión del CRIAR se realizó a través de la ejecución de ferias y de acercamientos con las asociaciones de productores agropecuarios. Por lo tanto, se espera que estas variables hayan influenciado, en gran medida, la participación de los hogares beneficiarios.

La siguiente ecuación presenta el modelo de participación estimado para predecir la probabilidad de que el hogar i participe en CRIAR, dado un vector X de características observables [$\Pr(CRIAR = 1|X)$]. El modelo ha sido estimado utilizando la forma funcional *PROBIT*:

$$\Pr(CRIAR = 1|X) = \Phi(X'\beta) \quad (9)$$

Donde X' incluye:

- características de la composición socio-demográfica del hogar tales como número de miembros del hogar, porcentaje de mujeres, ratio de dependencia, y proporción de miembros del hogar en trabajos no agrícolas.
- características del jefe del hogar incluyendo edad, sexo, estado civil, origen indígena y educación;

- características asociativas del hogar en cooperativas agrícolas. Dado que la difusión del programa se realizó a través de las asociaciones agrícolas, es de esperarse que esta variable sea un determinante importante de la participación de los hogares.
- características económicas del hogar incluyendo remesas recibidas, acceso a crédito por medio de instituciones formales, acceso a ahorros voluntarios, cantidad de ganado propio del hogar, y el índice PPI;
- características de accesibilidad a carreteras y distancia a ferias del CRIAR. Dado que la actividad de socialización más importante del programa fueron las ferias, es de esperarse que esta variable sea un determinante importante de la participación de los hogares. Para el cálculo de la distancia del hogar a la feria se utilizaron las coordenadas geográficas obtenidas a través de datos GPS.
- variables *dummy* para cada municipio (efectos fijos). En esta muestra, los productores se encontraban localizados en 35 municipios.
- β son los coeficientes a estimar en el modelo de participación.

La tabla 4 presenta los resultados del modelo de participación. Los resultados de la estimación del modelo *PROBIT* muestran que las variables de composición del hogar y las características del jefe del hogar no son un determinante importante en la participación de los hogares en el programa. Los únicos coeficientes de este grupo de variables que son significativos son el tamaño del hogar, el estado civil y el origen indígena del jefe del hogar. Específicamente, el tamaño del hogar tiene un efecto positivo en la probabilidad de participación de los hogares en el CRIAR. En cuanto a las características del jefe del hogar, los jefes de hogar indígenas tienen mayor probabilidad de participar en el programa (7%) mientras que los jefes de hogar solteros tienen una menor probabilidad de recibir el programa (12%). De manera interesante, el modelo muestra que la educación del jefe del hogar no es una variable que determine la participación.

En lo que respecta a variables que capturan la situación económica del hogar, los resultados muestran que las restricciones de liquidez son un determinante importante de la participación en

el programa. Específicamente, los hogares que reportan tener ahorros voluntarios tienen mayor probabilidad de ser tratados (11%), al igual que los que tienen un índice PPI mayor –lo cual indica menor probabilidad de tener un ingreso por debajo de la línea de pobreza-. A su vez, la variable de recibo de remesas tiene un impacto negativo en la probabilidad de que el hogar sea tratado.

Por último, con respecto a las variables que capturan el proceso de socialización y difusión del programa, se observa que estas son las más relevantes del modelo. Específicamente, los hogares que pertenecen a una cooperativa agrícola tienen 19% más probabilidad de recibir el programa. Por otro lado, la distancia a las ferias tiene un efecto negativo en la probabilidad de participación. Concretamente, por cada kilómetro adicional de distancia entre el hogar y la feria, se reduce la probabilidad de participación del hogar en 2%. Este efecto es no lineal y disminuye conforme aumenta la distancia (el coeficiente de la variable distancia al cuadrado resulta positivo y estadísticamente significativo).

La figura 1 muestra la distribución de los *propensity scores* estimados en el modelo de participación, y exhibe dos características esenciales de la distribución de los mismos. La primera es que para el grupo de control existen más observaciones con *propensity scores* cercanos a 0. Es decir, hay un mayor porcentaje de productores del grupo de control que tiene una menor probabilidad de participar comparado con el grupo de tratamiento. Lo inverso ocurre para el caso de los tratados, los cuales tienen un mayor porcentaje de productores con puntajes cercanos a 1. Segundo, hay una sobre-posición (*overlap*) importante de los *Propensity Scores* entre el grupo de tratamiento y control. Es decir, hay una comparabilidad importante entre los dos grupos de análisis en lo que respecta a las variables observables.

Siguiendo el supuesto del soporte común, aquellas observaciones que no tienen unidades comparables son eliminadas del análisis. Esto ocurre para los hogares en el grupo de control cuyo *propensity score* toma valores muy bajos (barras blancas en la gráfica de la figura 1) y para los hogares del grupo de tratamiento cuyo *propensity score* toma valores muy altos (barra negra en la gráfica de la figura 1).

Tabla 4: Modelo de participación CRIAR (PROBIT)

	Variable	Efectos Marginales
Composición del hogar	Tamaño hogar	0.012**
	Porcentaje de mujeres	-0.069
	Ratio de dependencia	-0.014
	Miembros en trabajo no agrícola	0.067
Características del jefe del hogar	Edad	-0.007
	Edad (cuadrado)	0.001
	Mujer	0.065
	Soltero	-0.122***
	Indígena	0.071**
Educación del jefe del hogar	Primaria incompleta	-0.067
	Primaria completa	-0.039
	Secundaria incompleta	0.03
	Secundaria completa	0.003
	Más de secundaria	-0.016
	<i>Sin educación formal</i>	<i>Base</i>
Asociatividad	Miembro de cooperativa agrícola	0.190***
Remesas, crédito y ahorros	Remesas recibidas	-0.001*
	Hogar tiene crédito	0.022
	Hogar tiene ahorros	0.114**
Bienestar y Activos	TLU (índice cantidad de ganado)	-0.001
	PPI score	0.003**
Acceso a ferias	Tiempo a carretera transitable (logs)	-0.012
	Distancia a feria CRIAR (km.)	-0.021***
	Distancia a feria CRIAR (km.) (cuadrado)	0.001***
Efectos Fijos	Efectos fijos nivel municipio	sí
	<i>N</i>	1,287

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Nota: se reportan los efectos marginales promedio

La figura 2 muestra la distribución del *propensity score* entre tratados y controles que resulta cuando se eliminan las observaciones que no se encuentran dentro el área del soporte común. Para el grupo tratado, la condición de soporte común elimina el 32% de las observaciones (265 observaciones), mientras que para el grupo control se elimina el 4% (18 observaciones). En esta gráfica se puede observar que la distribución de los valores del

propensity score entre tratados y control resulta mucho más homogénea una vez que se considera solamente las observaciones en el soporte común. Asimismo, corrobora que existe un área importante de soporte común entre los puntajes de los beneficiarios y control, confirmando la comparabilidad entre los dos grupos. Específicamente, el 78% de las observaciones se encuentran dentro de esta área de soporte común.

Figura 1: Distribución del *Propensity Score* entre tratados y controles

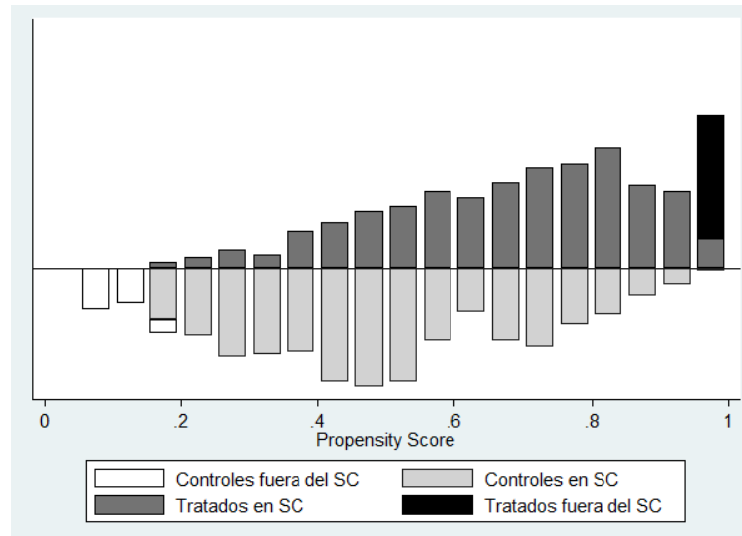


Figura 2: Distribución del *Propensity Score* entre tratados y controles en soporte común

7.2 Matching

Una vez estimado el modelo de participación, se procede a realizar el emparejamiento (*matching*) de las unidades tratadas con las unidades de control, teniendo en cuenta el valor del *propensity score*. Los algoritmos más comúnmente empleados para el *matching* son el vecino más cercano, *radius*, Kernel y la regresión local lineal (LLR por sus siglas en inglés). El algoritmo del vecino más cercano consiste en emparejar a cada unidad tratada con la unidad de control cuyo valor del *propensity score* sea más cercano. Las variantes más utilizadas del algoritmo del vecino más cercano consisten en tomar una unidad o las cinco unidades más cercanas para la comparación de cada unidad tratada. Por otro lado, el algoritmo de *radius* especifica un radio o distancia máxima (también llamado *caliper*) en términos del valor de los *propensity scores*. Esta distancia determina el intervalo de los valores del *propensity score* dentro del cual se pueden escoger las unidades del grupo de control para el emparejamiento de cada unidad tratada. Este algoritmo utiliza el conjunto de todas las unidades de control que se encuentran dentro del radio establecido para la comparación con las unidades tratadas. En el caso en que el valor del *propensity score* es mayor al radio definido, entonces la unidad de control se considera como no comparable con la unidad tratada. Por último, Kernel y LLR son algoritmos que consideran a todas las unidades del grupo de control para conformar el contrafactual de cada unidad tratada, asignando una ponderación inversamente proporcional a la distancia existente entre el *propensity score* del control y la unidad tratada correspondiente (Fan, 1992 & 1993; Todd, 1999).

Los *trade-offs* que existen entre estas metodologías consisten básicamente en eficiencia versus precisión en la comparabilidad. Es decir, los algoritmos que consideran solo las observaciones más cercanas pueden obtener contrafactuales más comparables a la unidad tratada respectiva pero pierden eficiencia al descartar al resto de las unidades de control. Esta eficiencia es la característica principal de los algoritmos que utilizan todas las observaciones de la muestra para construir el grupo contrafactual, como Kernel y LLR, pero que pierden algún grado de precisión en la comparabilidad (Imbens y Wooldridge, 2009; Caliendo y Kopeinig, 2005).

La calidad del *matching* se determina por las diferencias entre grupo de control y beneficiarios que perduran *ex-post*. Es decir, el propósito principal del *matching* es eliminar las diferencias iniciales entre grupo de beneficiarios y grupo de control. La tabla 5 presenta las

estadísticas descriptivas de las observaciones utilizadas para realizar el *matching*, que se encuentran en el área de soporte común, diferenciando entre grupo de tratamiento y control. Comparando con la tabla 1 de la sección 6, donde se evidenciaba la presencia de diferencias significativas en las medias entre los grupos de beneficiarios y control *ex-ante*, en la tabla 5 se observa que esas diferencias iniciales se eliminan completamente una vez que se realiza el *matching*. Esto confirma la calidad del procedimiento en identificar un grupo de control comparable al grupo de tratamiento.

Finalmente, una vez se elige el algoritmo para realizar el *matching*, el efecto promedio del tratamiento en los tratados (ATT) se calcula promediando las diferencias que se observan entre cada unidad tratada y los controles utilizados. La tabla 6 muestra los impactos del programa en distintas variables de interés para los diferentes algoritmos del *matching*. Los resultados se mantienen robustos tanto en magnitud como en significatividad estadística ante las diferentes especificaciones.

Como parte del análisis, se han dividido las variables de resultados en corto, mediano y largo plazo. Como variables de corto plazo se incluyen impactos en indicadores de disposición de cultivos, acceso a riego, uso y gasto de insumos. Estas variables representan los primeros cambios que deben generarse a nivel de la unidad productiva para alcanzar impactos significativos en indicadores de mediano y largo plazo tales como venta de producción, productividad, seguridad alimentaria e ingresos. A priori, es de esperar que dado el corto periodo de implementación de la tecnología por parte de los productores beneficiarios (un ciclo agrícola), los resultados deberán ser principalmente visibles para los indicadores de corto plazo. Sin embargo, los resultados del análisis demuestran que el programa tuvo impactos significativos no solo en indicadores de corto plazo sino también en indicadores de mediano plazo. Asimismo, con excepción del índice de inseguridad alimentaria, no se encuentran cambios significativos en el resto de los indicadores de largo plazo.

Tabla 5: Tratamiento y control luego del matching

	Variables (unidad)	Total	Tratados	Control	Diferencia Medias
Caract. Hogar	Tamaño (cantidad de personas)	4.41	4.35	4.48	0.13
	Ratio de dependencia	1.04	1.05	1.04	0.01
	Proporción de miembros en trabajo agrícola	0.31	0.31	0.31	0.00
Caract. Jefe	Edad	48.30	48.77	47.83	0.94
	Mujer (0,1)	0.09	0.09	0.09	0.01
	Soltero (0,1)	0.16	0.15	0.17	0.01
	Indígena u originario (0,1)	0.78	0.76	0.80	0.04
Educación del jefe del hogar	Educación (años)	5.61	5.54	5.68	0.14
	JH sin educación formal (0,1)	0.10	0.10	0.09	0.02
	JH con primario incompleto (0,1)	0.37	0.37	0.37	0.00
	JH con primario completo (0,1)	0.21	0.21	0.22	0.01
	JH con secundaria incompleta (0,1)	0.20	0.19	0.20	0.02
	JH con secundaria completa (0,1)	0.10	0.10	0.09	0.02
	JH con más de secundaria (0,1)	0.03	0.03	0.03	0.00
Caract. Vivienda	Tamaño (número de habitaciones)	2.45	2.56	2.34	0.22
	Piso de tierra (0,1)	0.65	0.63	0.68	0.05
	Vivienda con energía eléctrica (0,1)	0.79	0.79	0.79	0.00
	Vivienda con refrigerador o <i>freezer</i> (0,1)	0.14	0.14	0.14	0.00
	Radio como ppal. acceso a información (0,1)	0.89	0.89	0.89	0.01
	TV como ppal. acceso a información (0,1)	0.63	0.64	0.61	0.03
	Internet como ppal. acceso a información (0,1)	0.02	0.03	0.01	0.02
Asociatividad	Hogar miembro de cooperativa agrícola (0,1)	0.10	0.11	0.10	0.02
Situación Económica	Agricultura como princ. fuente de ingreso (0,1)	0.70	0.71	0.68	0.03
	Proporción del ingreso que es agrícola	0.54	0.56	0.52	0.04
	Acceso a crédito formal (0,1)	0.08	0.07	0.08	0.01
	Ahorros voluntarios (0,1)	0.06	0.06	0.06	0.01
	Remesas recibidas (USD año/hogar)	303.97	304.97	302.97	2.00
	TLU (índice cantidad de Ganado)	4.50	4.58	4.42	0.16
	Hogar con predios propios (0,1)	0.99	0.99	0.99	0
	Hectáreas propias	2.32	2.30	2.34	0.02
PPI Score	28.91	29.56	28.27	1.29	
Acceso a ferias	Tiempo a carretera transitable (logs)	1.83	1.79	1.87	0.08
	Distancia a feria CRIAR (km.)	12.61	13.22	12.00	1.22
	N	1,004	552	452	

Diferencia de medias estadísticamente significativa al *** 1%, ** 5%, * 10%

En lo que se refiere a las variables de corto plazo, el programa tuvo un impacto significativo en la disposición de cultivos. Los beneficiarios tienen una probabilidad más alta (8%) de trabajar cultivos no tradicionales de mayor valor agregado y además destinan un 11% más de las tierras trabajadas para estos cultivos. También se observan impactos positivos del programa en el uso de insumos. Específicamente, los beneficiarios tienen una mayor probabilidad de usar insecticidas (10%), herbicidas (6%), fungicidas (9%), maquinaria agrícola (15%) y mano de obra paga (14%). A su vez, los beneficiarios realizan mayor gasto en insumos, mano de obra paga y maquinaria agrícola comparado con los no beneficiarios.

En términos generales, como resultado del programa en los indicadores de corto plazo, los hogares beneficiarios del CRIAR están cambiando su portafolio de cultivos, pasando de producir cultivos tradicionales de poco valor hacia cultivos con mayor valor agregado. Asimismo, están realizando mayores gastos en insumos, mano de obra y maquinaria agrícola comparados con el grupo de no beneficiarios (control).

El programa también tiene impactos positivos en variables de mediano plazo. En lo que respecta a las variables de destino de la producción, los beneficiarios tienen una mayor probabilidad de vender su producción (10%) y de vender mayor producción (7% de la producción). Los resultados también muestran un impacto importante del programa en el acceso a los mercados para la venta. Específicamente, el programa tiene un impacto del 16% en la probabilidad de vender en el mercado, mientras que la proporción de la producción destinada para la venta en mercados es 10% más alta para los beneficiarios con respecto al grupo de control. A su vez, como resultado del programa, la proporción de la producción destinada al autoconsumo de los hogares es 10% menor para los hogares beneficiarios. En el caso de ingresos agrícolas por venta, el impacto del programa fue de 70%, que corresponde a aproximadamente US\$279. Estos resultados indican que, por efecto del programa, los hogares beneficiarios modifican el destino de su producción, destinando una mayor proporción de su producción para las ventas y una menor proporción para el consumo del hogar, lo cual se ve reflejado en mayores ingresos por ventas de productos agrícolas.

En lo que respecta a las variables de largo plazo, los resultados demuestran que el programa tuvo un impacto importante en la seguridad alimentaria. Específicamente, los resultados evidencian que el programa disminuye en un 4% la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria

de los hogares beneficiarios. Por otro lado, no se encuentran impactos significativos en las variables de largo plazo utilizadas como *proxy* para la productividad tales como el valor de la producción o márgenes brutos. Sin embargo, este resultado no es sorprendente por las siguientes razones. Primero, el periodo de uso de las tecnologías por parte de los productores beneficiarios no ha sido lo suficientemente largo como para encontrar impactos en estas variables. Aproximadamente, el 49% de los beneficiarios han tenido acceso a la tecnología durante un ciclo agrícola completo mientras que el 51% han tenido acceso a la tecnología por menos tiempo. De acuerdo con la literatura que analiza programas de adopción de tecnologías (De Janvry et. al., 2010), resultados en variables de valor de la producción y márgenes brutos son de más largo plazo, ya que los productores requieren de un periodo de aprendizaje para optimizar el uso de las mismas así como para ajustar los factores de producción. Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran en línea con esta premisa.

La segunda razón está relacionada con el tipo de análisis realizado en este documento y que se focaliza en identificar efectos causales en variables de corto plazo. Un estudio de variables de largo plazo relacionadas con la productividad agrícola requiere de metodologías más exhaustivas, propias para análisis productivos tales como uso de funciones de producción, fronteras de producción, análisis de eficiencia, etc. Este tipo de metodología, que permite un análisis más detallado sobre la utilización de insumos y de los factores de producción, no está dentro del alcance de este estudio.

Tabla 6: Impactos del Programa CRIAR en Indicadores de Corto Plazo

Variables (unidad)		(I) PSM (Kernel)	(II) PSM (LLR)	(III) PSM (Radius 0.001)	(IV) PSM (Near Neigh 5)	(V) PSM (Near Neigh 1)
Indicadores de Corto plazo						
Disposición de cultivos	Cultivos no tradicionales (0,1)	0.083**	0.080**	0.117***	0.080*	0.092**
	Proporción de tierra con cultivos no tradicionales	0.107***	0.108***	0.133***	0.090***	0.085**
Uso de Insumos	Uso fertilizante (0,1)	-0.021	-0.026	-0.026	-0.015	-0.022
	Uso fertilizante químico (0,1)	0.040	0.035	-0.044	0.048	0.052
	Uso insecticida (0,1)	0.098**	0.092**	0.089**	0.080**	0.097*
	Uso herbicida (0,1)	0.063**	0.064**	0.023	0.039	0.022
	Uso fungicida (0,1)	0.086***	0.083***	0.074**	0.076**	0.061**
	Uso de maquinaria y Equipos (0,1)	0.147***	0.145***	0.076***	0.179***	0.169***
	Uso de mano de obra paga (0,1)	0.136***	0.140***	0.107**	0.107**	0.109*
Gastos en Insumos	Gasto en maquinaria y equipos USD/HA (logs)	0.709***	0.722***	0.295**	0.481*	0.513**
	Gasto en mano de obra paga USD/HA (logs)	0.854***	0.888***	0.721**	0.742**	0.659*
	Gastos en insumos - FIHF USD/HA (logs)	0.456**	0.473*	0.282**	0.426**	0.631***
N		1,004	989	989	797	722

Nota: los errores standard fueron calculados mediante *Bootstrap*

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 6 (continuación): Impactos del Programa CRIAR en Indicadores de Mediano y Largo Plazo

Variables (unidad)		(I) PSM (Kernel)	(II) PSM (LLR)	(III) PSM (Radius 0.001)	(IV) PSM (Near Neigh 5)	(V) PSM (Near Neigh 1)
Indicadores de Mediano Plazo						
Venta	Venta (0,1)	0.104***	0.084**	0.104***	0.148**	0.150***
	Proporción de la producción destinada a las ventas	0.066***	0.060***	0.061***	0.068**	0.072**
	Venta en el mercado (0,1)	0.160***	0.172***	0.105***	0.171**	0.187***
	Proporción de la producción vendida en el mercado	0.096**	0.102***	0.057**	0.085*	0.090*
	Venta en finca (0,1)	-0.011	-0.040	0.052*	0.040	0.034
	Proporción de la producción vendida en finca	-0.026	-0.021	0.011	0.013	0.010
	Ingresos Agrícolas por Venta (USD/hogar)	279.154***	274.594***	308.634***	262.573**	302.923***
	Ingresos Agrícolas por Venta (en logs)	0.822***	0.710***	0.926***	1.128***	1.185***
Autoconsumo	Proporción destinada a autoconsumo	-0.101***	-0.088***	-0.072***	-0.076***	-0.071**
Indicadores de Largo Plazo						
Valor de la Producción	Valor de la producción USD/HA (logs)	0.026	0.017	0.063	0.063	0.086
Márgenes Brutos	Márgenes brutos de producción USD/HA (logs)	-0.150	-0.155	-0.014	-0.014	0.071
Inseguridad Alimentaria	Inseguridad alimentaria (Indice FAO)	-0.037**	-0.029**	-0.021**	-0.054***	-0.095**
	<i>N</i>	1,004	989	989	797	722

Nota: los errores standard fueron calculados mediante *Bootstrap*

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

8. Conclusiones

El presente estudio presentó los resultados de la evaluación de impacto del programa CRIAR utilizando una metodología cuasi-experimental de *Propensity Score Matching*. El programa CRIAR tiene como objetivos mejorar los ingresos y la seguridad alimentaria de pequeños agricultores a través de incrementos en la productividad que surgen por la adopción de tecnologías.

Los resultados obtenidos muestran que los principales impactos del programa se observan en indicadores de corto y mediano plazo incluyendo diversificación de cultivos, uso y gastos en insumos, y variables de destino de la producción. El programa tuvo un impacto positivo en la extensión de terreno destinada para los cultivos no tradicionales de mayor valor agregado e incremento en el gasto y uso de insumos agropecuarios. Por último, para los indicadores de destino de la producción, el programa tuvo un impacto positivo en la proporción de la producción destinada a la venta en el mercado. Todos estos resultados son robustos a diferentes especificaciones. Asimismo, el programa también tuvo un impacto positivo en los ingresos por ventas de producción agrícola y en el índice de inseguridad alimentaria, los cuales se habían identificado como impactos de largo plazo. A nuestro conocer, este es el primer estudio que provee evidencia empírica rigurosa sobre el impacto en la seguridad alimentaria que tienen intervenciones que fomentan la adopción de tecnologías agrícolas, particularmente en Bolivia.

En cuanto a indicadores de largo plazo relacionados la productividad, el análisis no identificó impactos significativos en variables de valor ni márgenes brutos de producción. Esto se debe probablemente a que los datos analizados corresponden a un solo ciclo agropecuario, el cual no representa un periodo de tiempo suficiente para presenciar cambios en la productividad. Particularmente, para observar cambios en estas variables se requiere un aprendizaje por parte de los agricultores que mejore la eficiencia en el uso de las tecnologías a través de ajustes en los factores que optimicen la producción. Posiblemente, el impacto en este tipo de indicadores tendrá lugar después de un tiempo considerable que permita que los productores aprendan a usar eficientemente sus nuevas tecnologías. Sin embargo, un estudio de variables de largo plazo relacionadas con la productividad agrícola requiere de metodologías más exhaustivas, propias para análisis productivos tales como uso de funciones de producción, fronteras de producción, análisis de eficiencia, etc. Este tipo de metodología, que permite un análisis más detallado sobre

la utilización de insumos y de los factores de producción, no está dentro del alcance de este estudio. No obstante, los resultados encontrados en los indicadores de corto y mediano plazo indican que el mecanismo para alcanzar estos objetivos de largo plazo está generando resultados importantes a través de estas variables intermedias. Asimismo, se espera realizar un estudio similar para contrastar con los resultados de largo plazo del programa.

Por último, se debe tener en cuenta que la transformación de la estructura productiva en el sector agrícola también requiere de inversiones en bienes públicos que complementen este tipo de programas de adopción tecnológica. Es así como ajustes en el gasto público agrícola, con un enfoque hacia los bienes públicos e infraestructura, son fundamentales para realizar reformas estructurales que modernicen el sector y provean impactos sostenibles en el largo plazo.

Este estudio corrobora la importancia de analizar cuidadosamente el proceso de adopción tecnológica con énfasis en los mecanismos de corto y mediano plazo a través de los cuales se espera obtener impactos en el largo plazo. El análisis de estas variables intermedias permite evaluar parte del proceso de adopción tecnológica y los mecanismos que se deben generar en primera medida para lograr un impacto en variables de largo plazo. Por el contrario, un enfoque exclusivo en indicadores de largo plazo podría generar conclusiones parciales o erróneas sobre el avance de los objetivos de este tipo de intervenciones.

ANEXO A: LISTADO DE MUNICIPIOS

MUNICIPIO	CANTIDAD DE HOGARES
Alalay	42
Alcalá	4
Anzaldo	52
Aucapata	20
Ayata	29
Bermejo	38
Chuma	4
Colquechaca	51
Colquiri	63
Combaya	39
El Puente	33
El Villar	8
Ichoca	56
Icla	33
Inquisivi	76
Malla	21
Mizque	94
Mocomuco	30
Mojocoya	85
Ocurí	36
Padilla	8
Pocoata	26
Quiabaya	30
Quime	49
Ravelo	45
San Lorenzo	4
Sopachuy	24
Tarabuco	5
Tarija	58
Tarvita	27
Tomina	16
Uriondo	61
Vila Vila	22
Yaco	57
Zudañez	41
Total	1,287

ANEXO B: TARJETA DE PUNTAJE ÍNDICE PPI BOLIVIA

INDICADOR	RESPUESTA	PUNTAJE
1. ¿Cuántos miembros tiene el hogar?	A. Siete o más	0
	B. Seis	7
	C. Cinco	11
	D. Cuatro	16
	E. Tres	17
	F. Dos	26
	G. Uno	35
2. Actualmente, ¿cuántos miembros del hogar de las edades 6 a 17 asisten al nivel y curso al que se matricularon este año?	A. No todos	0
	B. Todos	2
	C. No hay niños 6 a 17	4
3. ¿Cuál es la material de construcción más utilizada en los pisos de la vivienda?	A. Tierra, ladrillo u otro	0
	B. Tablón de madera, cemento, machihembre/parquet, o alfombra/tapizón	4
	C. Mosaico/baldosas/cerámica	10
4. Principalmente, ¿qué tipo de combustible o energía utiliza para cocinar?	A. Leña, guano/bosta o taquí, kerosén, gas licuado (garrafa) u otro	0
	B. Gas natural por red (cañería), electricidad, o no cocina	7
5. ¿Tiene, posee, o dispone el hogar un refrigerador o freezer?	A. No	0
	B. Sí	5
6. ¿Tiene, posee, o dispone el hogar un juego de comedor (mesa y sillas)?	A. No	0
	B. Sí	5
7. ¿Tiene, posee, o dispone el hogar un televisor?	A. No	0
	B. Sí	10
8. ¿Tiene, posee, o dispone el hogar un reproductor de video, VHS, DVD, etc.?	A. No	0
	B. Sí	6
9. ¿Tiene, posee, o dispone el hogar un minicomponente o equipo de sonido?	A. No	0
	B. Sí	5
10. ¿Trabaja algún miembro del hogar como obrero o empleado?	A. No	0
	B. Sí	13

ANEXO C: CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA FAO

Para obtener una medida de la seguridad alimentaria de los hogares se utiliza el índice de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria elaborado por la FAO en base a la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA). Este índice consiste de un listado de 15 preguntas que capturan la situación alimentaria del hogar utilizando tanto una valoración objetiva (cantidad de comidas al día, variedad de alimentación) como subjetiva (preocupación por falta de alimentos, haber sentido hambre).

Estas 15 preguntas se dividen en dos secciones: una primera con 8 preguntas referidas a la inseguridad alimentaria experimentada por los adultos; y una segunda sección (preguntas 9 a 15) con preguntas referidas a condiciones que afectan a los menores de 18 años en el hogar.

La construcción del índice toma en cuenta la cantidad de respuestas positivas. La clasificación de los hogares dentro de cada categoría de (in)seguridad alimentaria se realiza teniendo en cuenta los puntos de corte que se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de Hogar	Clasificación de la (in)seguridad alimentaria – Cantidad de Respuestas Positivas			
	Seguridad	Inseguridad leve	Inseguridad Moderada	Inseguridad severa
Hogares integrados solamente por personas adultas (responden sólo 8 preguntas)	0	1 a 3	4 a 6	7 a 8
Hogares integrados por personas adultas y menores de 18 años (responden 15 preguntas)	0	1 a 5	6 a 10	11 a 15

De manera general, un hogar se considera con inseguridad alimentaria si el mismo muestra inseguridad leve, moderada o severa.

Los puntos de corte para la construcción del índice fueron determinados a partir de la base conceptual de la ELCSA junto con modelos estadísticos utilizados para verificar la validez externa de la escala (FAO 2012).

Referencias

- Abadi Ghadim, A.K , Pannell, D.J. y Burton, M.P. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation, *Agricultural Economics*, International Association of Agricultural Economists, Vol. 33, N.1, 1-9.
- Adesina y Zinnah (1993). Impact of Modern Mangrove Swamp Rice Varieties in Sierra Leone and Guinea. *International Rice Research. Notes*, 18:36.
- Adesina, A.A y Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and Adoption of New Agricultural Technology: Evidence from an Analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics*.
- Bentley, J.; Boa, E.; Almendras, F.; Franco, P.; Antezana, O.; Díaz, O.; Franco, J.; Villarroel, J. (2011). How farmers benefit from plant clinics: an impact study in Bolivia. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9 (3) 393-408.
- Besley, Timothy and Case, Anne, (1994), Diffusion as a Learning Process: Evidence from HYV Cotton, No 228, Working Papers, Princeton University, Woodrow Wilson School of Public and International Affairs, Research Program in Development Studies.
- BID (Banco Inter-Americano de Desarrollo) (2009). Propuesta para Desarrollo de la Operación, Programa de Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias. Washington, DC: Banco Inter-Americano de Desarrollo.
- BID (Banco Inter-Americano de Desarrollo). (2010). Reglamento Operativo. Proyecto Creación Iniciativas Alimentarias Rurales (CRIAR). Washington, DC: Banco Inter-Americano de Desarrollo.
- Caliendo, M., y S. Kopeinig. (2005). "Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity-score matching". Iza Discussion Paper 1588. Institute for the Study of Labor (IZA).
- Cerdán-Infantes, P. & Alessandro Maffioli & Diego Ubfal, (2008). "The Impact of Agricultural Extension Services: The Case of Grape Production in Argentina," OVE Working Papers 0508, Inter-American Development Bank, Office of Evaluation and Oversight (OVE).
- Conley, G. y Udry, C. (2004) (2010). Learning About New Technology: Pineapple in Ghana. *The American Economic Review*. Vol. 100, N.1, 35-69.
- Dercon and Christiaensen. (2007). Consumption, Risk, Technology Adoption and Poverty Traps: Evidence from Ethiopia. The Centre for the Study of African Economies Working Paper Series, Centre for the Study of African Economies, Paper 265.

- Fan, J. (1992): "Design Adaptive Nonparametric Regression," Journal of the American Statistical Association, 87, 998-1004.
- Fan, J. (1993): "Local Linear Regression Smoothers and their Minimax Efficiencies," The Annals of Statistics, 21, 196-216
- FAO, IFAD and WFP. (2013). The State of Food Insecurity in the World 2013. The multiple dimensions of food security. Rome, FAO.
- FAO. (2014). 2014 [International Year of Family Farming](#).
- FAO (2012) Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA): Manual de Uso y Aplicaciones. Documentos de Trabajo FAO.
- FAOSTAT, [Bolivia Country Profile](#).
- Feder, G. Just R.E, and Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in Developing Countries: A Survey. Economic Development and Cultural Change. Vol 33. N. 2
- Feder, G. (1980) Farm Size, Risk Aversion and the Adoption of New Technology under Uncertainty . Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 32, N.2, 263-283.
- Foster, A. y Rosenzweig, M. (1996). Learning by Doing and Learning from Others: Human Capital and Technical Change in Agriculture. The Journal of Political Economy. Vol. 103, N.6, 1176- 1209.
- Fretes Cibils, V., Giugale, M. and Luff, C. (2006). "Bolivia: Public Policy Options for the Well-being of All." World Bank Publications.
- Godoy, Ricardo, Jonathan Morduch, and David Bravo, (1998). "Technological Adoption in Rural Cochabamba." Journal of Anthropological Research 54.3: 351-372.
- González, Verónica, Pablo Ibararán, Alessandro Maffioli, and Sandra Rozo. (2009). The Impact of Technology Adoption on Agricultural Productivity: The Case of the Dominican Republic. Office of Evaluation and Oversight, OVE, Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
- Hameleers, A., Antezana, S. and Paz, B., (2011). Agricultural human investment strategies: towards strengthening the farmers innovation capacity (FIC) Case Study: Bolivia, FAO, pp33.
- Heckman, J., Ichimura, H. and Todd, P. (1998). Matching as an Econometric Evaluation Estimator. Review of Economic Studies (1998) 65, 261-294

- Heffernan, Claire, Kim Thomson, and Louise Nielsen. (2008). Livestock vaccine adoption among poor farmers in Bolivia: Remembering innovation diffusion theory. *Vaccine*. 26, 2433-2442.
- Huffman, W.E., and R. Evenson (1993). *Science for Agriculture*. IA: Iowa State Press.
- IFAD. (2003). Promoting Market Access for the Rural Poor in Order to Achieve the Millennium Development Goals. Roundtable Discussion Paper for the Twenty-Fifth Anniversary Session of IFAD's Governing Council
- IFAD. (2013). Enabling poor rural people to overcome poverty in Bolivia.
- International Food Policy Research Institute (IFPRI), (2013), Global Hunger Index.
- Imbens, G., y J. Wooldridge. (2009). "Recent Developments in the Econometrics of Impact Evaluation". *Journal of Economic Literature* 47(1): 5-86.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). (2010). Resumen Ejecutivo, Proyecto III Censo Nacional Agropecuario. Estado Plurinacional de Bolivia, Ministerio de Planificación del Desarrollo.
- Jack, K. (2009). Barriers to agricultural technology adoption: Market failures. White paper prepared for the Agricultural Technology Adoption Initiative, JPAL (MIT) / CEGA (Berkeley).
- Janvry et. al. (2010) "Recent Advances in Impact Analysis Methods for Ex-post Impact Assessments of Agricultural Technology: Options for the CGIAR."
- Joshi, G. y Pandey, S. (2005). Effects of Farmers' Perceptions on the Adoption of Modern Rice Varieties in Nepal. Conference on International Agricultural Research for Development. Stuttgart-Hohenheim.
- Lopez, Fernando y Alessandro Maffioli. (2008) Technology Adoption, Productivity and Specialization of Uruguayan Breeders: Evidence from an Impact Evaluation. Office of Evaluation and Oversight, OVE. Washington, DC: Inter-American Development Bank.
- Maffioli, A. & Diego Ubfal & Gonzalo Vazquez-Bare & Pedro Cerdan-Infantes, (2013). "Improving technology adoption in agriculture through extension services: evidence from Uruguay," *Journal of Development Effectiveness*, Taylor & Francis Journals, vol. 5(1), pages 64-81, March.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. (2014). Plan del Sector—Sector Desarrollo Agropecuario 2014-2018, "Hacia el 2025". Dirección General de Planificación.

- Moser, C. y Barrett, C. (2003). The Complex Dynamics of Smallholder Technology Adoption: the Case of SRI in Madagascar. Working Paper WP2003-20. Department of Applied Economics and Management, Cornell University.
- Navajas, S. y L. Tejerina, (2006). Microfinance in Latin America and the Caribbean: How large is the market? Sustainable Development Department. Best Practices Series.
- Simtowe, F. y Zeller, M. (2006). The Impact of Access to Credit on the Adoption of Hybrid Maize in Malawi: An empirical Test of an Agricultural Household Model under Credit Market Failure. MPRA Paper N.45.
- Uaiene, R.N (2008). Determinants of Agricultural Technical Efficiency and Technology Adoption in Mozambique. ETD Collection for Perdue University. Dissertation.
- UDAPE (2013) <http://www.udape.gob.bo/>
- Wyckhuys, Kris A.G., y Robert J. O'Neil. (2010). Social and ecological facets of pest management in Honduran subsistence agriculture: implications for IPM extension and natural resource management. *Environ Dev Sustain*, 12:297-311.