

DOCUMENTO DE TRABAJO DEL BID N° IDB-WP-677

Estimando los Impactos de un Programa de Erradicación de la Mosca de la Fruta en Perú

Un Enfoque de Regresión Discontinua Geográfica

Lina Salazar
Alessandro Maffioli
Julián Aramburu
Marcos Agurto Adrianzen

Estimando los Impactos de un Programa de Erradicación de la Mosca de la Fruta en Perú

Un Enfoque de Regresión Discontinua Geográfica

Lina Salazar
Alessandro Maffioli
Julián Aramburu
Marcos Agurto Adrianzen

Banco Interamericano de Desarrollo
Corporación Interamericana de Inversiones
Universidad de Piura y Virginia Tech

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del

Banco Interamericano de Desarrollo

Estimando los impactos de un programa de erradicación de la mosca de la fruta en
Perú: un enfoque de regresión discontinua geográfica / Lina Salazar, Alessandro
Maffioli, Julián Aramburu, Marcos Agurto.

p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 677)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Fruit-flies-Control-Peru. 2. Pests-Control-Peru. 3. Agricultural productivity-Peru. I.
Salazar, Lina. II. Maffioli, Alessandro. III. Aramburu, Julián. IV. Agurto, Marcos. V.
Banco Interamericano de Desarrollo. División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y
Administración de Riesgos por Desastres. VI. Serie.

IDB-WP-677

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2016 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo y por escrito del BID, una versión revisada de esta obra podrá reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas referenciadas por la Asociación Americana de Economía a través de EconLit, siempre y cuando se otorgue el reconocimiento respectivo al BID, y el autor o autores no obtengan ingresos de la publicación. Por lo tanto, la restricción a obtener ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al autor o autores de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier inconsistencia entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son 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.



Estimando los Impactos de un Programa de Erradicación de la Mosca de la Fruta en Perú:

Un Enfoque de Regresión Discontinua Geográfica

Lina Salazar	Alessandro Maffioli	Julián Aramburu	Marcos Agurto
Banco Interamericano de Desarrollo	Corporación Interamericana de Inversiones	Banco Interamericano de Desarrollo	Departamento de Economía Universidad de Piura
lsalazar@iadb.org	alessandrom@iadb.org	jaramburu@iadb.org	marcos.agurto@udep.pe

Resumen

Este documento presenta la evaluación de impacto de corto plazo de un programa de erradicación de la mosca de la fruta en las áreas costeras de Perú. Aprovechando la variación arbitraria en las fronteras de intervención del programa, así como datos precisos de la ubicación geográfica de los hogares de los agricultores, utilizamos un enfoque de Regresión Discontinua Geográfica (RDG) para identificar los impactos del programa en diferentes variables agrícolas. Con este objetivo, se recolectaron datos a través de encuestas de línea de base y de seguimiento para 615 hogares—307 tratados y 308 controles—. Los datos de la línea de base muestran que las características de los productores y de sus predios agrícolas en las áreas tratadas y de control están balanceadas. Esto confirma que las fronteras de intervención del programa fueron establecidas en función de restricciones financieras y logísticas e independientemente de los niveles de incidencia de la plaga y/u otras características del productor y/o del predio agrícola. Los resultados muestran que los productores en las áreas tratadas mejoraron su conocimiento sobre la plaga y tienen mayor probabilidad de implementar mejores prácticas para la prevención y el control de la misma. Los productores beneficiarios también presentan mayor productividad y mayor valor de venta de sus cultivos frutales. La utilización de pruebas placebo confirma la robustez de estos resultados.

Palabras clave: Productividad Agrícola; Evaluación de Políticas; Regresión Discontinua Geográfica; Sanidad Vegetal; Perú.

Clasificaciones JEL: H41; O12; O13; Q12; Q13; Q18.

Estamos sumamente agradecidos a Percy Barrón, Luz Marina Gonzalez, José Ochoa, Jorge Ingunza y Jesús Barrionuevo del SENASA por su extraordinario apoyo durante la implementación de las encuestas de línea de base y de seguimiento. También estamos sumamente agradecidos por la ayuda provista por Alfonso Tolmos, Eirivelthon Lima, Pedro Martel y Héctor Malarin. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de frutas en Perú se ha incrementado constantemente durante la última década. En promedio, la superficie cosechada de frutas se incrementó un 2% cada año entre 2001 y 2012, mientras que la producción de frutas aumentó un 3,5% cada año en el mismo período (FAO, 2015). Desde 1990, las exportaciones de frutas y hortalizas se han incrementado a una tasa promedio anual de 16%, una tasa de crecimiento más rápida que la de las exportaciones totales de mercancías peruanas (FAO, 2009).

La mosca de la fruta es una de las plagas agrícolas más dañinas que afecta los cultivos hortofrutícolas en Perú. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), la autoridad sanitaria agropecuaria nacional de Perú, estima pérdidas en la producción total debidas a la plaga de la mosca de la fruta de al menos 30%. También, alrededor de 233.000 productores de fruta son afectados directamente por la plaga en las regiones costeras peruanas (SENASA, 2009).

Los daños en los cultivos frutales—que resultan en menores ingresos agrícolas debido a mayores pérdidas—constituyen el efecto más importante de la infestación de la mosca de la fruta. No obstante, la alta prevalencia de la plaga también incrementa los costos de producción, influye sobre las decisiones de rotación de cultivos de los productores, y afecta el acceso a los mercados internacionales. Por lo tanto, se espera que la erradicación de la plaga genere importantes beneficios económicos.

La erradicación privada de la plaga por parte de productores individuales presenta serios desafíos, debidos principalmente a externalidades, fallas de coordinación y asimetrías de información. Consecuentemente, es probable que la inversión privada resulte subóptima y, por lo tanto, insuficiente para alcanzar la erradicación definitiva.

Dados los beneficios potenciales de la erradicación de la plaga y los desafíos existentes para la inversión privada, el SENASA emprendió un programa de erradicación de la mosca de la fruta en la zona costera de Perú con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo. La intervención comprende un paquete de actividades complementarias que incluye: i) capacitación de los productores en la prevención y el control de la plaga, ii) liberación de moscas macho estériles para reducir la población de la mosca de la fruta, iii)

aplicación de insecticidas específicos para la especie, y iv) implementación de centros de cuarentena para monitorear, detectar y restringir el acceso de fruta infestada de zonas no tratadas.

Este programa fue implementado en tres fases desde 1998 hasta 2014 y cubrió más de un millón de hectáreas de tierra agrícola y 150.000 hectáreas de cultivos hospedantes en la zona costera (SENASA, 2015). El programa comenzó en 1998 en las regiones al sur del país (límite con Chile) y ha sido gradualmente expandido a las regiones del norte. Para cada fase se define una región de intervención y todos los valles agrícolas dentro de la región son tratados, ya que dejar valles sin tratamiento impone serios riesgos en términos de prevalencia de la plaga. Una vez que una fase concluye y la zona es tratada, se identifica una región de tratamiento subsiguiente, adyacente a la región tratada en la fase previa.

Esta estrategia de implementación genera límites o fronteras de intervención, con valles agrícolas tratados y no tratados a cada lado del límite. Por lo tanto, la frontera de intervención establece una regla de asignación definida por una discontinuidad geográfica que nos permite utilizar un enfoque de Regresión Discontinua Geográfica (RDG) para estimar los impactos del programa. Este enfoque es válido en tanto la determinación de las fronteras del programa no está relacionada con factores tales como la incidencia de la plaga, las variedades de cultivos, las características de los agricultores o grupos de interés. Específicamente, la ubicación de la frontera está determinada simplemente por restricciones presupuestarias y una continuidad geográfica. Esto implica que la selección dentro del programa se asemeja a un proceso aleatorio (RCT por las siglas de *Randomized Control Trial* en inglés) en los alrededores de la frontera de intervención. Por lo tanto, es esperable que los productores agrícolas en el entorno cercano a la frontera sean similares en términos de sus características observables y no observables. En este documento aprovechamos datos previos al tratamiento para mostrar que las características relevantes evolucionan sin cambios abruptos en la frontera de intervención, lo cual valida la utilización de un enfoque de RDG para identificar los impactos del Programa de la Mosca de la Fruta.

Otros estudios han intentado medir el impacto de los programas de erradicación de la mosca de la fruta en Perú. Barrantes y Miranda (2006) utilizan ecuaciones gravitacionales para estimar el impacto del Programa de la Mosca de la Fruta en las

exportaciones de fruta en Perú. Los autores encuentran que el programa incrementó el valor de las exportaciones de fruta (en dólares) entre 197 y 327 puntos porcentuales en el período de 1994 a 2005. Sin embargo, este es un análisis a nivel del país y no profundiza en los efectos a nivel del productor individual.

A nivel micro, GRADE (2010) utiliza estimaciones basadas en Emparejamiento por Puntaje de Propensión (*Propensity Score Matching* en inglés) y Diferencias en Diferencias para identificar los impactos del programa en los productores agrícolas. Los autores encuentran que la participación en el programa incrementó el rendimiento de fruta por hectárea (118%), el ingreso agrícola de los hogares (220%) y el valor auto-declarado de la tierra (125%). Sin embargo, el estudio de GRADE presenta diversas limitaciones. En primer lugar, los autores definieron como tratados a aquellos agricultores que declararon recibir información y/o capacitación del SENASA en temas relativos a la mosca de la fruta. No obstante, es probable que la auto-declaración esté sesgada por características no observables que debilitan la identificación causal. También, como fue mencionado, el tratamiento del programa incluye un amplio rango de actividades, además de la capacitación y la información. Por último, en muchos casos las zonas agrícolas de control y de tratamiento incluidas en este estudio pertenecen a zonas geográficamente distantes y, por lo tanto, es posible que se trate de regiones agrícolas sistemáticamente diferentes; de ahí que sea improbable que se cumpla el supuesto de tendencia común que está detrás del enfoque de Diferencias en Diferencias.

Este estudio supera estas limitaciones definiendo a los agricultores tratados como aquellos que residen dentro de la región de intervención (establecida por SENASA con base en la continuidad geográfica y la disponibilidad de presupuesto) y comparando las zonas geográficas inmediatamente adyacentes con características previas al tratamiento similares. Los resultados de esta estimación muestran que el programa fue exitoso en promover la adopción de medidas preventivas para el control de la plaga, incrementar el valor de producción y mejorar el ingreso por la venta de frutales. Por otro lado, el uso de insecticidas no parece haberse reducido por la implementación del programa.

Nuestros resultados se basan en una encuesta de seguimiento implementada en el año 2014 en las zonas fronterizas de intervención que corresponden a la tercera fase (Fase

3) del Programa de la Mosca de la Fruta. Se trata de resultados de corto plazo en el sentido de que miden resultados correspondientes al año agrícola que siguió inmediatamente a la implementación del programa en la zona tratada. Nuestros hallazgos sugieren que los agricultores en las zonas tratadas muestran mayor conocimiento sobre la plaga (medido de manera objetiva con un examen), y es más probable que implementen mejores prácticas para la prevención y el control de la misma. Ellos también experimentan un incremento en las ventas agrícolas y en la productividad (medida como el valor de la producción por planta), lo cual se origina en un incremento en el rendimiento de los cultivos de frutas y en sus ventas de frutas. La robustez de nuestros hallazgos también es confirmada por dos pruebas placebo: en primer lugar, estos efectos se observan solamente para cultivos de frutas, o sea, aquellos afectados por la plaga erradicada; en segundo lugar, no se observan patrones similares en el período previo al tratamiento.

Este documento se estructura de la siguiente manera: la Sección 2 introduce el Programa de la Mosca de la Fruta; la Sección 3 describe la metodología de RDG y evalúa su validez; la Sección 4 presenta los datos y analiza las características pre-tratamiento en las zonas tratadas y de control; la Sección 5 presenta los resultados de corto plazo, y finalmente la Sección 6 concluye y analiza futuras líneas de investigación.

2. LA INTERVENCIÓN DE LA MOSCA DE LA FRUTA DEL SENASA

La mosca de la fruta (*Ceratitis Capitata* y *Anastrepha* spp) es una de las plagas más dañinas que ataca a frutas y otros cultivos en Perú. Se estima que las pérdidas ocasionadas por infestación de la mosca de la fruta constituyen al menos un 30% del total de la producción en los cultivos hospedantes, y alrededor de 233.000 productores de fruta en las regiones costeras peruanas están directamente afectados por la plaga (SENASA, 2009).

La Figura 2 detalla el ciclo de vida de la mosca de la fruta. La mosca hembra, que puede poner hasta 500 huevos, deposita los mismos dentro del cultivo hospedante, donde la larva se desarrolla. Las larvas se alimentan de la pulpa y así destruyen o dañan los cultivos infestados. Después de alimentarse, las larvas dejan la fruta y buscan un refugio seco y oscuro donde se transforman en pupas (fase de reposo). Las moscas adultas salen de las pupas, y están listas para reproducirse en aproximadamente dos días.

La mosca de la fruta afecta a los productores agrícolas dañando su producción, imponiendo mayores gastos debido a la implementación de medidas de control de la plaga, reduciendo la calidad y el valor de la fruta, así como restringiendo el acceso a mercados internacionales y locales debido a restricciones sanitarias impuestas a las zonas infestadas. Otros efectos negativos relacionados con la prevalencia de la mosca podrían incluir la desvalorización de las tierras agrícolas en las zonas infestadas. Estos problemas reducen los incentivos de los productores a plantar frutales y otros cultivos hospedantes, conocidos por tener mayor valor que los cultivos tradicionales, debido al alto riesgo de ataque de la plaga.

Los desafíos relacionados con la erradicación privada de la plaga son tres. En primer lugar, la presencia de asimetrías de información impide que los productores agrícolas adquieran el conocimiento apropiado sobre las medidas de prevención y control, así como las consecuencias relacionadas con la alta prevalencia de la plaga¹. En segundo lugar, mantener una baja prevalencia de la plaga y la existencia de zonas libres requiere de monitoreo constante y de control del transporte de productos hospedantes, imponiendo serios problemas de coordinación. Por último, la presencia de externalidades es probable que influya en el comportamiento individual. De hecho, el beneficio de implementar medidas de prevención y control por parte de un productor individual va a depender fuertemente de la decisión de los productores cercanos de implementar medidas similares.

Dadas las dificultades relacionadas con la erradicación privada, el SENASA –la autoridad nacional fitosanitaria peruana– inició el Programa de Erradicación de la Mosca de la Fruta en 1998, cuyo objetivo es declarar libre de la plaga a la zona costera peruana². El Programa de la Mosca de la Fruta es una intervención integral que incluye las siguientes actividades: i) asistencia técnica a los productores agrícolas para proporcionarles información sobre características específicas de la plaga así como capacitación sobre las mejores prácticas para la prevención y el control de la misma; ii) instalación de trampas de mosca de la fruta para monitorear la prevalencia de la plaga; iii) aplicación de insecticidas específicos para la mosca de la fruta; iv) liberación de moscas macho estériles para prevenir

¹ Como mostraremos luego en la sección de resultados, los productores no tratados parecen conocer objetivamente menos sobre la plaga que los productores tratados.

² En Perú, las políticas fitosanitarias agropecuarias son diseñadas e implementadas exclusivamente por la autoridad nacional, en este caso, el SENASA. Las autoridades fitosanitarias regionales, provinciales y distritales dependen directamente del SENASA y ejecutan las políticas nacionales de este organismo.

la reproducción de la plaga; e v) implementación de centros de cuarentena para monitorear, detectar y restringir el acceso de cultivos hospedantes infestados a las regiones tratadas. Todas las actividades fueron implementadas exclusivamente por personal técnico del SENASA.

Como se mencionó, el programa es implementado gradualmente por fases. Durante cada fase se trata a una región específica de la costa de Perú. Las zonas tratadas son determinadas con base en la continuidad geográfica y la disponibilidad de presupuesto. Una vez que se ha completado el tratamiento en una zona específica, la intervención comienza a ser implementada en la zona adyacente inmediata, desplazándose progresivamente desde la zona más al sur de la costa hacia el norte del país. Hasta el momento, un total de tres fases han sido implementadas.

La fase 1 del programa comenzó en las zonas agrícolas adyacentes al límite con Chile (zona verde en la Figura 3) e incluyó los valles agrícolas en las Regiones de Tacna, Moquegua y Arequipa, cubriendo 19.084 hectáreas de cultivos hospedantes y 47.015 hectáreas agrícolas. La fase 2 (en amarillo) fue implementada de 2006 a 2009, cubrió 40.252 hectáreas de cultivos hospedantes y 249.597 hectáreas agrícolas. Por último, la fase 3 (en naranja), implementada de 2009 a 2014, extendió el programa a la zona norte del país y cubrió 95.381 hectáreas de cultivos hospedantes y 756.746 hectáreas agrícolas. Las zonas coloreadas en gris corresponden a los valles agrícolas actualmente no tratados que serán incluidos en futuras etapas del programa. Esta evaluación de impacto se centra en la fase 3 del programa, que fue implementada en los valles agrícolas ubicados en Lima, Ancash y La Libertad.

3. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN EMPÍRICA

Los diseños de Regresión Discontinua Geográfica (RDG), en los que la variable de asignación que determina el estado de tratamiento es multidimensional (latitud-longitud), constituyen un tipo especial del conocido enfoque de Regresión Discontinua (Keele y Titiunik, 2015). La RDG ha sido ampliamente aplicada en la literatura de evaluación de impacto. Por ejemplo, Black (1999) aprovecha las fronteras de los distritos escolares en Estados Unidos para evaluar la valoración de los padres de la calidad escolar, y Dell (2010)

utiliza las fronteras arbitrarias de la administración colonial para identificar los impactos de largo plazo de las instituciones extractivas (Mitas) en Perú. Mullainathan y Sukhtankar (2011) aprovechan las zonas arbitrarias de venta de caña de azúcar—los productores que viven dentro de una zona son obligados a vender el azúcar al molino designado para esa zona—para evaluar cómo las estructuras de tenencia de la tierra influyen en la producción, el acceso al crédito y el consumo de los agricultores en India. Finalmente, Datar y Del Carpio (2009) utilizan la discontinuidad entre zonas rurales en Perú afectadas por un proyecto de irrigación para evaluar su impacto en la producción y el bienestar económico de los agricultores.

Los diseños de RDG también han sido aplicados en el campo de las ciencias políticas (Gerber et al., 2011; Huber y Arceneaux, 2007; Krasno y Green, 2008; Posner, 2004). Estos estudios aprovechan el hecho general de que las leyes, las regulaciones, los partidos políticos y las campañas publicitarias están fuertemente influenciadas por las fronteras geográficas. Sin embargo, hasta donde sabemos, este estudio es el primero que utiliza un diseño de RDG para identificar los impactos de un programa de sanidad vegetal.

La Figura 4 muestra la frontera de intervención correspondiente a la tercera fase del programa (la zona delimitada por el círculo rojo en la Figura 3). La zona en azul representa los distritos tratados adyacentes a la frontera, mientras que la zona en rojo muestra los distritos no tratados adyacentes a la frontera. Una sección de la frontera representada en la Figura 4 está expandida en la Figura 5. Los puntos rojos y azules representan los centros poblados de control y tratamiento respectivamente, los puntos verdes representan productores individuales, y los puntos amarillos corresponden a las trampas de moscas de la fruta instaladas por el SENASA.

Las Figuras 4 y 5 muestran que la estrategia de implementación del programa, basada en la continuidad geográfica, crea una frontera de intervención con valles agrícolas (productores) tratados y no tratados a cada lado de la frontera. Por lo tanto, estas fronteras de intervención constituyen una regla de asignación geográfica: en un determinado momento en el tiempo, los valles agrícolas ubicados a un lado de la frontera reciben el tratamiento mientras que los valles ubicados en el lado opuesto no. Estas fronteras constituyen una discontinuidad multidimensional en latitud y longitud, lo cual nos permite

utilizar un enfoque de regresión discontinua para identificar los impactos causados por el programa.

Sin embargo, la sola existencia de una frontera de intervención no garantiza la validez de un enfoque de RDG. De hecho, existen dos factores que pueden ser preocupantes cuando se utiliza esta metodología: (i) la endogeneidad de la ubicación de la frontera; y (ii) la endogeneidad de la ubicación del productor. El primer tema sería problemático si la ubicación de la frontera fuese determinada con base en características que pudieran afectar los resultados de interés, como los niveles de prevalencia de la plaga o la presencia de cultivos hospedantes.

Según el SENASA, las fronteras de intervención correspondientes a la tercera fase fueron establecidas independientemente de los niveles de incidencia de la plaga, la existencia de variedades de cultivos vulnerables o cualquier otra variable agrícola. Además, los beneficiarios o grupos de interés potenciales (tales como los gobiernos regionales o provinciales) no tuvieron ninguna influencia en la determinación de la zona de cobertura del programa, en tanto la continuidad geográfica es un factor crucial para la erradicación de la plaga. De hecho, la zona de intervención fue definida únicamente por restricciones financieras y logísticas.

A pesar de esto, la geografía del territorio peruano puede plantear un problema a la exogeneidad del establecimiento de la frontera. Por ejemplo, la frontera puede coincidir con cambios geográficos abruptos debidos a la presencia de la Cordillera de las Andes. Si este fuera el caso, las características agrícolas, los niveles de incidencia de la plaga y el acceso a los mercados podrían sufrir cambios en la frontera de intervención, invalidando el enfoque de RDG. Siguiendo a Lee y Lemieux (2010), para corroborar la exogeneidad del emplazamiento de una frontera, testeamos que los factores relevantes permanezcan sin saltos abruptos en la frontera de intervención utilizando datos pre-tratamiento. La siguiente sección estudia este tema en profundidad.

El segundo problema, la endogeneidad de la ubicación de los productores, está relacionado con la posibilidad de que los mismos puedan migrar de una región no tratada a una tratada con el fin de recibir el programa. Sin embargo, los mercados de tierras en las

zonas rurales de Perú son escasos y es difícil llevar a cabo transacciones de tierras en el corto plazo. Por otro lado, existe una fuerte conexión entre la tenencia de la tierra y las redes sociales de los productores, particularmente en el caso de los pequeños propietarios de tierras, que son el objeto de este estudio. Por último y principal, los datos posteriores al tratamiento confirman que la movilidad de los productores a través de las zonas de tratamiento no representó un problema.

Otro tema que necesita ser abordado es la posible existencia de efectos derrame geográficos. Los efectos derrame pueden ocurrir porque fruta contaminada es transportada desde una zona no tratada a una tratada, reduciendo la efectividad de la intervención. Sin embargo, como parte de la intervención, el SENASA implementa centros de cuarentena que controlan y restringen la movilidad de cultivos hospedantes infestados a zonas tratadas. Además, los efectos derrame pueden ocurrir a través del aprendizaje entre pares. Específicamente, es posible que agricultores no beneficiarios ubicados cerca de la frontera adopten medidas preventivas y de control debido al aprendizaje surgido de boca en boca o al aprendizaje a través de la observación. A pesar de que estos efectos pueden ser factibles, su impacto es limitado ya que no estaría acompañado por otras actividades incluidas en el paquete de intervención (p. ej. trampas de monitoreo, uso de insecticidas y centros de cuarentena). Por otro lado, una prueba de conocimiento aplicada en el campo confirma que los productores beneficiarios están más informados sobre las características de la plaga y las medidas de control que los productores no beneficiarios. De todas formas, es importante mencionar que la presencia de efectos derrame tanto a través de contaminación por la plaga de zonas no tratadas o por el aprendizaje entre pares, produciría un sesgo a la baja de la estimación y por lo tanto, el impacto encontrado proporcionaría una estimación de la cota inferior.

Como fue mencionado, este estudio se centra en la frontera de intervención que corresponde a la tercera fase del programa. Como se muestra en las Figuras 4 y 5, existe una relativa proximidad geográfica entre los productores agrícolas a cada lado de la frontera (en términos de distancia). Este hecho es confirmado por datos GPS que indican que la distancia promedio entre un determinado productor a un lado de la frontera y el más cercano del lado opuesto es de 18 km (11,1 millas) aproximadamente. La distancia mínima

es cercana a 0,5 km (0,3 millas) y la máxima es de 39,5 km (24,5 millas). También es importante que, como en Dell (2010), la frontera de intervención es transversal a la región montañosa de los Andes y, por lo tanto, los valles agrícolas a cada lado de la frontera están localizados en rangos de altitud similares. En la siguiente sección analizamos variables pre-tratamiento para corroborar que las características agrícolas relevantes permanecen sin cambios abruptos en la frontera de intervención, lo cual valida la utilización de un enfoque de RDG en este contexto.

Por último, restringimos nuestro estudio empírico a las zonas tratadas y no tratadas situadas exclusivamente dentro de la región de La Libertad. Dado que otras partes de la frontera de intervención (no analizadas en este documento) coinciden con fronteras administrativas, esto proporciona evidencia adicional para descartar la posibilidad de que un tratamiento compuesto sesgue nuestras estimaciones (Keele y Titiunic, 2015)³.

Dado que la determinación de la frontera está basada en la continuidad geográfica y la disponibilidad de presupuesto, y las características relevantes permanecen sin cambios abruptos en la frontera de intervención, utilizamos un diseño de RDG para identificar los impactos causales del programa de erradicación de la mosca de la fruta. La siguiente ecuación será estimada:

$$Y_{ij} = \alpha + \rho MF_j + \beta f_{ij}(\text{ubicación geográfica}) + \pi X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

donde Y_{ij} representa la variable resultado de interés correspondiente al productor i en el centro poblado j . Los resultados a analizar son: conocimiento de los productores sobre la plaga, implementación de mejores prácticas sobre control y prevención, valor de la producción agrícola, valor de venta de frutales, ingreso agrícola, y decisiones sobre el portafolio de cultivos. El término MF es una variable dicotómica que toma el valor 1 si el centro poblado del productor está ubicado dentro de la zona de tratamiento y 0 en caso contrario. Por lo tanto, ρ es el parámetro de interés y captura el impacto causal del programa. El término $f_{ij}(\cdot)$ es el polinomio RD individual y es una función de la ubicación geográfica del productor. En este estudio se analizan varias formas funcionales para este término, incluyendo un polinomio lineal en latitud y longitud así como un polinomio

³ Para mayor detalle sobre tratamientos compuestos, ver Keele y Titiunic, 2015.

cuadrático⁴. La inclusión del polinomio RD es crucial para separar el efecto del tratamiento de los efectos originados por la ubicación geográfica (Dell, 2010). También, una especificación apropiada del polinomio RD evita interpretar una no linealidad en la estructura de los datos como un efecto del tratamiento (Angrist y Pischke, 2009). Por último, el vector X_{ijn} representa las características socio-demográficas y agrícolas de los productores.

4. DATOS

Los datos utilizados para este análisis constituyen un panel de datos compuesto por dos rondas. La encuesta de línea de base recolectó información para todo el ciclo agrícola del año 2011 y fue recolectada entre mayo y junio de 2012. Esta encuesta fue aplicada en todos los distritos tratados y no tratados adyacentes a la frontera de intervención (distritos en azul en las Figuras 4 y 5) a 680 productores agrícolas de frutas—336 tratados y 344 controles—en 47 centros poblados. La encuesta de línea de base contiene información relevante relativa a las actividades agrícolas de los hogares tales como tamaño del terreno cultivable, portafolio de cultivos, producción agrícola, insumos agrícolas, ingreso agrícola, acceso a crédito, etc. La misma también captó información relativa a actividades no agrícolas, composición del hogar, características de la vivienda y participación en organizaciones sociales. Por último, la encuesta incluyó una sección específica sobre la mosca de la fruta con el objetivo de captar el conocimiento de los productores agrícolas sobre las características de la plaga y la adopción de prácticas preventivas y de control.

Una encuesta de seguimiento fue recolectada entre junio y julio de 2014 y capturó información sobre las actividades agrícolas realizadas en la primera mitad de 2014. Las encuestas reunieron información de 615 hogares: 307 tratados y 308 controles⁵. El

⁴ Siendo x e y la latitud y la longitud, respectivamente, un polinomio lineal en latitud y longitud está representado por $x + y + x \cdot y$, mientras que un polinomio cuadrático está representado por $x^2 + y^2 + x + y + x \cdot y$.

⁵ Un total de 65 hogares entrevistados en la línea de base no pudieron ser localizados durante el seguimiento. Esto representa una tasa de deserción de 9,9%. La tasa de no respuesta considerada durante el diseño de la muestra fue de 10%. Los hogares que no fueron entrevistados durante el seguimiento están equitativamente distribuidos entre las zonas de tratamiento y control y no se encontraron diferencias sistemáticas pre-tratamiento entre ambos grupos. Esto sugiere que la tasa de no respuesta está aleatoriamente distribuida y no introduce sesgos en nuestro análisis.

cuestionario de la encuesta de seguimiento es idéntico al de línea de base. No obstante, se incluyó una prueba sobre la mosca de la fruta con el fin de evaluar el conocimiento de los productores. Esta prueba contenía 13 preguntas relacionadas con las características específicas de la plaga, y medidas de prevención y control. Cabe tener en cuenta que en las zonas tratadas incluidas en este análisis el programa fue implementado durante el segundo y el tercer trimestre del 2013. Por lo tanto, los resultados de la estimación deberían ser interpretados como impactos de corto plazo de la intervención.

De acuerdo a especialistas del SENASA, todos los valles agrícolas incluidos en la región adyacente a la frontera evaluada en este análisis constituyen una zona geográfica relativamente uniforme. Más aun, esta es la única región en la que la frontera de intervención no coincide con una frontera administrativa, ya que tanto los grupos tratados como de control están localizados dentro del mismo departamento (La Libertad). El resto de la muestra está localizada en zonas en donde la frontera de tratamiento coincide con una frontera regional administrativa que separa los departamentos de La Libertad y Cajamarca (representada por una línea verde en la Figura 4). Por lo tanto, es más probable que existan diferencias sistemáticas entre los grupos tratados y de control. En versiones futuras de este documento, extenderemos el análisis al resto de las zonas localizadas en la frontera de intervención definida en la Figura 4.

Para corroborar la validez de aplicar una metodología de RDG, analizamos las características en la línea de base de los productores tratados y no tratados en la región adyacente a la frontera de intervención. Esta comparación es importante por dos razones. En primer lugar, si la ubicación de la frontera es exógena, debemos esperar que las características de línea de base de los productores sean similares entre las zonas tratadas y no tratadas. Además, esta similitud debe ser más fuerte cuanto menor es la distancia de la frontera. En segundo lugar, la utilización de datos pre-tratamiento nos permite comparar los valores de los principales resultados de interés en la línea de base. Esto es, aquellas variables que se espera sean afectadas por la intervención. Si las variables de resultado son similares para las unidades tratadas y de control en la línea de base, entonces es razonable atribuir los cambios posteriores al tratamiento a la participación en el programa.

Siguiendo a Keele y Titiunik (2015), en lugar de utilizar la distancia euclidiana a la frontera, definimos la distancia a la frontera como la distancia entre un agricultor beneficiario y su control más cercano (ubicado del otro lado de la frontera). La Figura 6 ayuda a clarificar esto. En esta figura, la línea discontinua representa la frontera mientras que los puntos A, B y C representan tres productores. Queda claro a partir de la Figura 6 que la distancia euclidiana a la frontera no captura la ubicación real de los puntos B y C en el mapa, ya que no toma en cuenta la ubicación a lo largo de la frontera. La distancia euclidiana a la frontera trataría a los productores B y C como si estuvieran ubicados a la misma distancia del productor A en la zona de tratamiento, cuando en realidad el productor B está mucho más cerca al productor A que C. Como lo señalan claramente Keele y Titiunik (2015), este problema empeora al extenderse la frontera, y utilizar la distancia perpendicular a la misma como variable de selección puede ocultar una heterogeneidad importante. Por lo tanto, con el fin de obtener grupos de tratamiento y control comparables, y dadas las dificultades implícitas en la distancia lineal “ingenua”, aprovechamos la información precisa de GPS en nuestros datos de línea de base y definimos nuestra medida de distancia como la distancia entre un productor dado y el productor más cercano del lado opuesto de la frontera.

La Tabla 1 presenta un conjunto de características del hogar (Panel 1A) y del predio agrícola (Panel 1B) previas al tratamiento para los grupos de tratamiento y de control. Siguiendo el enfoque de Dell (2010, 2015), utilizamos las siguientes distancias arbitrarias para definir los anchos de banda de comparación: 6 km, 13 km y 34 km desde la frontera de intervención. Estas distancias contienen el 25%, 50% y 75% de los productores más cercanos a la frontera, respectivamente. El Panel 1A muestra que, independientemente de las anchos de banda de comparación elegidos, la edad, el sexo y la educación del jefe de hogar, así como el acceso del hogar a electricidad, la disponibilidad de teléfono y el número total de habitaciones en la vivienda, están balanceados y son muy similares entre las unidades tratadas y de control. El Panel A en la Tabla 1 también muestra que para el ancho de banda de 34 km, existen diferencias estadísticamente significativas entre tratados y controles en acceso al agua potable y en la tasa de dependencia del hogar. Sin embargo, estas diferencias se vuelven estadísticamente no significativas cuando se reduce la distancia a la frontera. En el caso del acceso al agua potable, la diferencia también decrece en valor

absoluto. También en la región ubicada a 6 km de la frontera, hay diferencias estadísticamente significativas entre tratados y controles en términos de tamaño del hogar; sin embargo, esta diferencia es relativamente pequeña (los controles tienen 0,5 miembros más), y la diferencia no es estadísticamente significativa utilizando otros anchos de banda. En general, esto sugiere que los beneficiarios son muy similares a los agricultores de control en lo que respecta a las características del hogar.

El Panel 1B muestra que los grupos de control y tratados también son muy similares en términos de características del predio agrícola. Comparando hogares en el ancho de banda de 34 km, los predios tienen similar superficie agrícola (en hectáreas) dedicada al cultivo de frutas, similar acceso a riego tecnificado, y presentan el mismo tipo de variedades de cultivos (aguacate y banana). Solo difieren en términos de la proporción de tierra dedicada al cultivo de frutas, pero esta diferencia disminuye y se vuelve estadísticamente no significativa al acercarnos a la frontera de tratamiento. También cabe notar en el Panel 1B que todas las características son estadísticamente similares entre los grupos tratados y de control cuando se los compara en el ancho de banda de 6 km. Esto corrobora que los productores agrícolas localizados más cerca de la frontera son efectivamente similares.

El Panel 2A en la Tabla 2 compara los grupos tratados y de control en términos de conocimiento sobre la plaga, adopción de medidas de prevención y control de la plaga, y acceso a la capacitación del SENASA sobre la mosca de la fruta. La proporción de unidades tratadas y de control que reportan adoptar medidas de control y prevención es muy similar en todos los anchos de banda de comparación. Este también es el caso para la proporción de productores que reportaron haber recibido capacitación sobre la mosca de la fruta. No obstante, existen algunas diferencias. La proporción de agricultores que reportaron haber escuchado sobre la plaga es más alta en las zonas de control que en las tratadas (aunque esta diferencia es solo estadísticamente significativa a nivel del 10% y para el ancho de banda de 6 km). También, las unidades de control tienen mayor probabilidad de reportar estar afectadas por la plaga durante el año de línea de base, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa para el rango de distancia de 13 km.

Para tomar en cuenta estas diferencias iniciales, estas variables fueron incluidas en las estimaciones econométricas.

El Panel 2B de la Tabla 2 compara variables relacionadas con los indicadores agrícolas de resultado. Esta tabla muestra que la producción agrícola (producción en kg por hectárea) es muy similar entre los grupos tratados y de control en todos los anchos de banda. También esta diferencia disminuye a menor distancia de la frontera. Un patrón similar se observa para la producción total de frutas, el total de ventas de frutas y la proporción de ventas de frutas sobre el total de cultivos vendidos, en tanto las diferencias entre los grupos de control y tratados disminuyen al acercarse a la frontera y desaparecen en el menor ancho de banda. Por último, la producción total de cultivos no frutales, el valor de producción de frutas (US\$ por planta productiva), el valor de producción de cultivos no frutales (US\$ por hectárea), las ventas agrícolas totales, las pérdidas de cultivos de frutas y el uso de insecticida están balanceados a lo largo de los diferentes anchos de banda.

El Panel 2C también muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas en el precio recibido por kilo de fruta vendida entre ambos grupos. Esto sugiere que la calidad de la fruta y el acceso al mercado es similar entre ambos grupos.

Los resultados en las Tablas 1 y 2 confirman que las unidades tratadas y de control son muy similares en las características del hogar y agrícolas así como en las variables de resultado en el período previo al tratamiento. También, las similitudes se vuelven más fuertes en las zonas más cercanas a la frontera de intervención. Si bien existen algunas variables para las cuales aún existen diferencias, ellas están incluidas como variables de control en las estimaciones econométricas, de manera de tomar en cuenta estas diferencias iniciales.

En general, estas comparaciones sugieren que, a excepción del estado de tratamiento, las características relevantes previas al tratamiento permanecen sin cambios abruptos en la frontera de intervención. Esto valida la utilización de un enfoque de RDG en esta región de la frontera de intervención con el objetivo de identificar los impactos de corto plazo del programa.

5. ESTIMACIONES DE LA REGRESIÓN DISCONTINUA GEOGRÁFICA

5.1. RESULTADOS

Para que el enfoque de regresión discontinua sea válido, deberíamos observar algún tipo de discontinuidad de la variable de resultado en el punto de corte o cerca de él. Los resultados para las principales variables respuesta pueden verse en los paneles de la Figura 7⁶. Todos los paneles en la Figura 7 muestran la distancia a la frontera (medida como la distancia al vecino más cercano del grupo opuesto) en el eje X. Siguiendo a Calonico et al. (2015a), los puntos a la derecha del corte (valor cero) corresponden al valor promedio de la variable resultado para las unidades tratadas dentro de cada valor agrupado de distancia, y los puntos a la izquierda del corte contienen valores para los controles. Utilizamos un polinomio global de tercer grado para aproximar las funciones promedio condicionales de la población para las unidades tratadas y de control.

Para las cuatro variables de respuesta presentadas en la figura, el “salto” en el punto de corte indica que el cambio en la ubicación del hogar respecto de la frontera de intervención genera una discontinuidad en la variable de resultado. Comparado con el grupo de control, los hogares ubicados en la región tratada tienen mayor probabilidad de implementar medidas de prevención y control de la mosca de la fruta, de tener mejores resultados en la prueba de conocimiento sobre la mosca de la fruta, y de mostrar mayores ventas de frutas y mayor valor de producción por planta.

Este “salto” en el punto de corte puede ser interpretado como el impacto causal del Programa de la Mosca de la Fruta en los resultados de interés. La ubicación de la frontera de intervención fue establecida de manera exógena y solo en función de restricciones financieras y logísticas (el balance de los datos pre-tratamiento en la sección 4 corrobora esta exogeneidad), y descartamos cualquier endogeneidad en la ubicación de los productores beneficiarios y de control. Todo esto sugiere que la regla de asignación del programa se asemeja a un proceso aleatorio en las proximidades de la frontera de intervención, y la asignación del tratamiento es el único factor que genera este “salto” en la variable resultado en el punto de corte.

⁶ Los gráficos para el resto de las variables están disponibles previa solicitud.

A continuación estimamos la ecuación RD definida en (1) para identificar los efectos causales del Programa de Mosca de la Fruta. Considerando que el programa fue implementado durante el segundo y el tercer trimestre de 2013, y los datos de seguimiento fueron recolectados para el primer semestre de 2014, los resultados deben ser interpretados como impactos de corto plazo de la intervención.

La Tabla 3.1 explora los efectos del Programa de la Mosca de la Fruta sobre el conocimiento de los agricultores sobre la plaga, así como sobre la adopción de medidas de prevención y control auto-declarada por los productores. Las regresiones en la Tabla 3.1 están estimadas con los mismos anchos de banda de comparación que fueron definidos en la Sección 3: 6 km, 13 km y 34 km desde la frontera (estas distancias arbitrarias contienen el 25%, 50% y 75% de los productores más cercanos a la frontera, respectivamente). Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, mientras que en la columna 2 también controlamos por latitud y longitud. En el ancho de banda de 13 km controlamos por latitud y longitud. Por último, en el ancho de banda de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud⁷.

Estas diferentes especificaciones fueron elegidas de acuerdo al número de observaciones en cada ancho de banda. Como señala Dell (2010) sobre un polinomio RD multidimensional, un inconveniente es que algunos tamaños de muestra no proveen suficiente poder estadístico para estimar con precisión una especificación muy flexible. El polinomio multidimensional de RD también aumenta las preocupaciones con respecto a crear un sobreajuste en la discontinuidad, dado que un polinomio multidimensional de cierto grado tiene más grados de libertad que un polinomio unidimensional del mismo grado. Siguiendo a Gelman e Imbens (2014), estimamos un polinomio lineal en latitud y longitud para el ancho de banda de 6 km (con solo 151 observaciones) y para el de 13 km (con 299 observaciones), mientras que estimamos un polinomio RD más flexible (un

⁷ También estimamos la misma regresión con un polinomio con la distancia lineal a la frontera para el ancho de banda de 6 km, y con un polinomio cuadrático en distancia a la frontera para los anchos de banda de 13 km y 14 km. Todos los coeficientes y la significancia estadística permanecen robustos en las distintas especificaciones. Estos resultados están a disponibles previa solicitud.

polinomio cuadrático en latitud y longitud) para el ancho de banda de 34 km, que contiene 382 observaciones.

Una de las principales actividades implementadas por el programa es la difusión de información sobre la plaga y la asistencia técnica por parte de especialistas del SENASA. Acorde a esto, la primera fila en la Tabla 3.1 muestra que los agricultores tratados tienen un 10 por ciento más de probabilidad de reportar tener algún tipo de conocimiento sobre la mosca de la fruta. A pesar de que este resultado es significativo solamente para el ancho de banda de 6 km, la magnitud del coeficiente es relativamente estable en todas las especificaciones (con excepción de la columna 3).

Con el fin de evaluar objetivamente el efecto de la provisión de información y asistencia técnica del programa sobre el conocimiento respecto a la plaga de los productores, junto con el SENASA, diseñamos una prueba sobre la mosca de la fruta que fue aplicada a los productores agrícolas tanto en las zonas tratadas como en las no tratadas. Esta prueba incluye 13 preguntas: 6 preguntas relativas a las características particulares de la plaga, tales como su ciclo de reproducción y comportamiento (sección teórica); y las otras 7 se refieren a las medidas de prevención y control específicas de la plaga, tales como la instalación de trampas y la eliminación adecuada de la fruta infestada (sección práctica). Las filas 2 a 4 en la Tabla 3.1 muestran el efecto del programa sobre el puntaje total de la prueba⁸. Los resultados para el puntaje de la prueba (fila 3 en la Tabla 3.1) sugieren que los productores tratados responden correctamente más preguntas que los controles, aunque este resultado es significativo solamente para el ancho de banda de 34 km, en el cual controlamos por medio de un polinomio cuadrático en latitud y longitud.

Dado que los productores en las zonas tratadas parecen haber mejorado sus conocimientos sobre la plaga, también es esperable que hayan mejorado el manejo de la plaga en sus predios agrícolas mediante la implementación de prácticas de prevención y control. Los resultados en la Tabla 3.1 confirman esta hipótesis. Específicamente, los productores tratados tienen 34 a 35 puntos porcentuales más de probabilidad de

⁸ El análisis por separado para cada sección -teórica y práctica- no arrojó resultados con significancia estadística.

implementar medidas de prevención y control de la plaga en comparación con el grupo de control.

La Tabla 3.2 presenta las mismas regresiones incluyendo variables de control adicionales. Los resultados son similares⁹.

Hasta el momento, la evidencia presentada sugiere que los agricultores tratados han mejorado sus conocimientos sobre la plaga, y tienen mayor probabilidad de implementar prácticas de prevención y control. A continuación, vamos a explorar si la mejora en el conocimiento y el manejo de la plaga de los hogares, combinado con otras actividades implementadas por el SENASA en las zonas tratadas (tales como la aplicación de pesticidas específicos para la plaga), se han traducido en mejoras en la producción agrícola y el ingreso.

Los efectos del programa sobre las variables agrícolas son analizados en la Tabla 4.1, la cual tiene la misma estructura que la Tabla 3.1 en términos de los anchos de banda de comparación así como los polinomios RD geográficos. La primera fila en la Tabla 4.1 presenta el efecto del programa en la producción agrícola total (medida en kilos). Los coeficientes estimados indican que los agricultores tratados incrementaron su producción total aproximadamente en 100 a 145 puntos porcentuales (0,70 a 0,92 puntos logarítmicos) comparados con el grupo de control.

Para el ancho de banda de 6 km, el efecto es estadísticamente significativo en ambas especificaciones, y permanece significativo para el ancho de banda de 13 km a un nivel de significancia del 5%. Cuando nos movemos al ancho de banda de 34 km, el efecto no es estadísticamente significativo. Con respecto a las ventas, los hogares tratados tienen mayor valor de ventas agrícolas que los no tratados. El efecto sobre esta variable es relativamente estable en todas las especificaciones, y es estadísticamente significativo para los anchos de banda de 13 y 34 km (en todos los casos a niveles de significancia del 10%). Para estos

⁹ Las variables de control incluyen variables del hogar, características del jefe de hogar, superficie agrícola total con cultivo de frutales, valores de línea de base para las variables de resultado y variables desbalanceadas en el panel 2A de la Tabla 2 (si el hogar ha oído sobre la plaga y si la producción fue afectada por la mosca de la fruta).

anchos de banda de comparación, el efecto del tratamiento sobre el total de ventas agrícolas varía de 230 a 380 puntos porcentuales (1,20 a 1,57 puntos logarítmicos).

Para confirmar que el incremento observado en la producción total y en las ventas es impulsado por el impacto del programa en los cultivos de frutas (que son los afectados por la plaga), la Tabla 4.1 muestra el impacto del programa en la producción de frutas, las ventas de frutas, la proporción de venta de fruta sobre el total de ventas, y la productividad (medida como el valor de la producción de fruta por planta en edad productiva).

Los resultados muestran que los productores tratados tienen una mayor producción de frutas (65%), mayor valor de ventas de frutas (266%) y una mayor proporción de ventas de frutas con respecto a las ventas totales (19%). Por último, el programa también tiene un impacto positivo en la productividad de la fruta. Los resultados muestran que el programa incrementó el valor de producción por planta en edad productiva, en promedio, un 15%.

No encontramos impactos significativos del programa en las pérdidas de cultivos de frutas o en el uso de insecticidas (valor o cantidad aplicada). Sin embargo, las estimaciones para el uso de insecticidas tienen el signo negativo esperado, y es estable en todas las especificaciones.

La Tabla 4.2 presenta los resultados de las regresiones expuestas en la Tabla 4.1 incluyendo variables de control adicionales¹⁰. Los resultados son muy similares a aquellos presentados en la Tabla 4.1.

Finalmente, los resultados en las Tablas 3.1 a 4.2 son consistentes con aquellos obtenidos aplicando el método Bootstrap para la estimación de errores estándar¹¹. Sin embargo, cabe destacar que a medida que el ancho de banda se reduce, el número de observaciones decrece. Por lo tanto, esto puede incrementar los errores estándar y disminuir la precisión de la estimación de los coeficientes. En este caso, sin embargo, la significancia aún se mantiene a pesar de la reducción en el tamaño de la muestra.

¹⁰ Las variables de control incluyen variables del hogar, características del jefe de hogar, superficie agrícola total con cultivo de frutales, valores de línea de base para las variables de resultado y variables desbalanceadas en el panel 2A de la tabla 2 (si el hogar ha escuchado sobre la plaga y si la producción fue afectada por la mosca de la fruta).

¹¹ Estos están a disposición de los interesados, previa solicitud.

Dado que los beneficiarios carecían de control perfecto sobre la variable de asignación (la frontera de intervención), y que las características relevantes previas al tratamiento evolucionan sin cambios abruptos al acercarnos a la frontera, los resultados en las Tablas 3 y 4 pueden ser interpretados como los efectos causales de corto plazo del programa. Por lo tanto, el Programa de la Mosca de la Fruta implementado por el SENASA ha sido exitoso en mejorar no solo el conocimiento sobre la plaga y la adopción de prácticas de control y prevención, sino también la producción de frutas, la productividad y el ingreso agrícola generado por la venta de cultivos frutales.

5.2. PRUEBAS PLACEBO

Para confirmar que los efectos obtenidos en las estimaciones representan verdaderos impactos causales del Programa de la Mosca de la Fruta en lugar de diferencias sistemáticas entre las zonas tratadas y de control, realizamos algunas pruebas placebo. En primer lugar, evaluamos el efecto del programa sobre resultados agrícolas previos al tratamiento utilizando los valores de línea de base como variables dependientes (Tabla 5.1). Estos resultados indican que no hay impactos del programa sobre ningún resultado previo al tratamiento. En segundo lugar, probamos las diferentes especificaciones utilizando como variables de interés los resultados para cultivos no frutales (Tabla 5.2). Como el programa debe haber afectado solo a los cultivos frutales, es esperable que los impactos no sean significativos en los resultados relacionados con los cultivos no frutales. Específicamente, utilizamos como variables dependientes a la producción de no frutales, las ventas de no frutales y el valor de producción por hectárea de los cultivos no frutales. Una vez más, no se encontraron impactos.

Estas pruebas placebo confirman que los impactos encontrados en la producción de frutas están capturando verdaderos efectos causales en lugar de diferencias sistemáticas entre las unidades tratadas y de control. Por último, debido a que todas las observaciones de este estudio se encuentran dentro de la misma región administrativa (La Libertad), podemos descartar que nuestros resultados puedan estar afectados por la presencia de tratamientos compuestos o características que varían con la región administrativa.

6. COMENTARIOS FINALES

En este documento aprovechamos las fronteras de intervención definidas por un programa nacional de erradicación de una plaga para diseñar un enfoque de RDG con el fin de identificar los efectos del programa en resultados agrícolas. Dado que las fronteras de intervención fueron establecidas arbitrariamente y que las características previas al tratamiento de las unidades tratadas y de control permanecen sin cambios abruptos a lo largo de la frontera de intervención, los resultados obtenidos utilizando RDG presentan los impactos causales del Programa.

Estos resultados confirman que el Programa de la Mosca de la Fruta ha sido exitoso en alcanzar sus objetivos de corto plazo. Específicamente, los productores en las zonas tratadas tienen un mejor conocimiento sobre la plaga, así como sobre las medidas de control y prevención. Como consecuencia de esto, ellos también son capaces de implementar un mejor manejo de la plaga en sus propios predios. Un mejor conocimiento sobre la plaga y su mejor manejo, combinado con otras actividades implementadas por el SENASA (instalación de trampas y aplicación de pesticidas orgánicos), han influenciado significativamente la producción agrícola y los ingresos por ventas. En particular, los productores tratados incrementaron la producción total y las ventas agrícolas. Estos resultados se deben al impacto del programa sobre los cultivos de frutas. Explícitamente, encontramos impactos en la producción total de cultivos frutales, el valor de producción por planta en edad productiva, las ventas totales de frutas, y la proporción de ventas de frutales con respecto a las ventas totales.

Por lo tanto, podemos concluir con seguridad que el Programa de la Mosca de la Fruta implementado por el SENASA ha sido exitoso en mejorar no solo el conocimiento sobre la plaga y la adopción de prácticas de control y prevención, sino también la producción de frutas y el ingreso agrícola generado por la venta de las mismas.

Los resultados son robustos a diferentes especificaciones y descartamos que sean generados por diferencias sistemáticas entre las zonas tratadas y de control, lo cual se corroboró utilizando un análisis de pruebas placebo.

7. REFERENCIAS

Angrist, J. y Pischke, J. (2009). “Mostly Harmless Econometrics: an Empiricist’s Companion.” Princeton University Press.

Banco Interamericano de Desarrollo (1997). Documento del proyecto Programa de Desarrollo de la Sanidad Agropecuaria. Contrato de Préstamo 1025-OC/PE BID.

Barrantes, R. y Miranda, J. J. (2006). Impacto del Proyecto de Control, Supresión y Erradicación de la Mosca de la Fruta en las Exportaciones Peruanas: Un Análisis Empírico. En SEPIA XI. Perú el Problema Agrario en Debate (pp. 377-410). Seminario Permanente de Investigación Agraria.

Black, Sandra. (1999). Do Better Schools Matter? Parental Valuation of Elementary Education. *Quarterly Journal of Economics*, 114 (2), 577–599.

Calonico, S., Cattaneo, M. D., y R. Titiunik. (2015a). Optimal Data-Driven Regression Discontinuity Plots. *Journal of the American Statistical Association*, de próxima publicación.

Datar, G. y Del Carpio, X. (2009). Are Irrigation Rehabilitation Projects Good for Poor Farmers in Peru? Banco Mundial, Documento de Trabajo sobre Investigaciones Relativas a Políticas de Desarrollo 5154.

Dell, M. (2010). The persistent effects of Peru's mining mita. *Econometrica*, 78(6), 1863-1903.

Dell, M., Lane, N. y Querubin, P (2015). State Capacity, Local Governance and Economic Development in Vietnam. Documento de Trabajo.

Gerber, A. S., Kessler D. P. y Meredith, M. (2011). The Persuasive Effects of Direct Mail: A Regression Discontinuity Based Approach. *Journal of Politics* 73 (01): 140-155.

Grupo de Análisis Para el Desarrollo (GRADE) (2010). Evaluación Final del Programa “Control y Erradicación de la Mosca de la Fruta en la Costa Peruana”. Lima: GRADE. Documento de trabajo, 74.

Hahn, J., Todd, P. y van der Klaauw, W. (2001). Identification and Estimation of Treatments Effects with a Regression-Discontinuity Design. *Econometrica* 69 (1): 201-209.

Huber, G. A. y Arceneaux, K. (2007). Identifying the Persuasive Effects of Presidential Advertising. *American Journal of Political Science* 51 (4): 957-977.

Imbens, G. y Lemieux, T. (2008). Regression Discontinuity Designs: a Guide to Practice. *Journal of Econometrics* 142 (2): 615–635.

Imbens, G.W. y Wooldridge, J.M. (2009). Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature* 47 (1): 5–86.

Keele, L. J., y Titiunik, R. (2015). Geographic Boundaries as Regression Discontinuities. *Political Analysis*, 23 (1): 127-155.

Krasno, J. S. y Green, D. P. (2008). Do Televised Presidential Ads Increase Voter Turnout? Evidence from a Natural Experiment. *Journal of Politics* 70 (1): 245-261.

Lee, D. y Lemieux T. (2010). Regression Discontinuity Designs in Economics. *Journal of Economic Literature* 48 (2): 281-355.

Mullainathan, S. y Sukhtankar, S. (2011). Ownership Structure and Economic Outcomes: The Case of Sugarcane Mills in India. International Growth Centre, Working Paper Series.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). División Estadísticas.

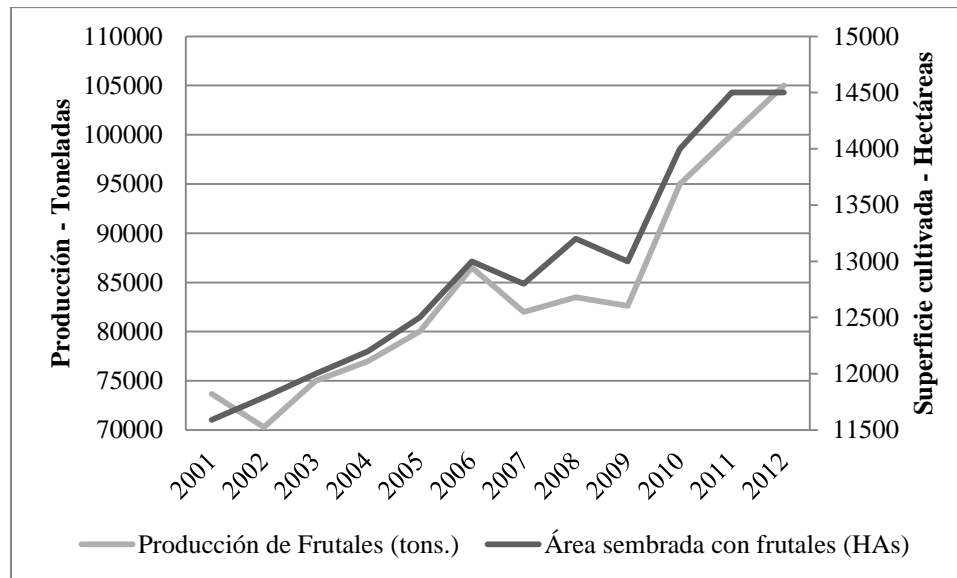
Posner, D. N. (2004) The Political Salience of Cultural Difference: Why Chewas and Tumbukas are Allies in Zambia and Adversaries in Malawi. *The American Political Science Review* 98 (4): 529-545.

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria - SENASA (2009). “Erradicación de moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp.) en las regiones de Lima, Ancash y La Libertad.” Documento no publicado. Lima: SENASA- Ministerio de Agricultura.

Thistlethwaite, D. y Campbell, D. (1960) Regression-Discontinuity Analysis: An Alternative to the Ex-Post Facto Experiment. *Journal of Educational Psychology*, 51, 309–317.

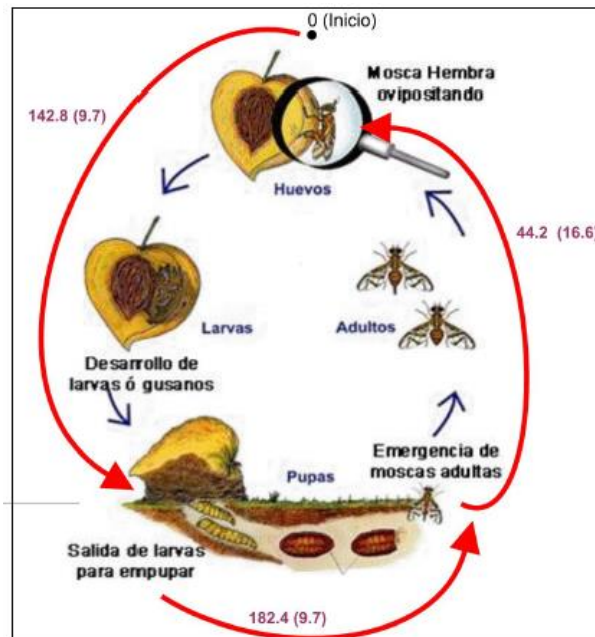
FIGURAS

Figura 1: Producción de Fruta en Perú



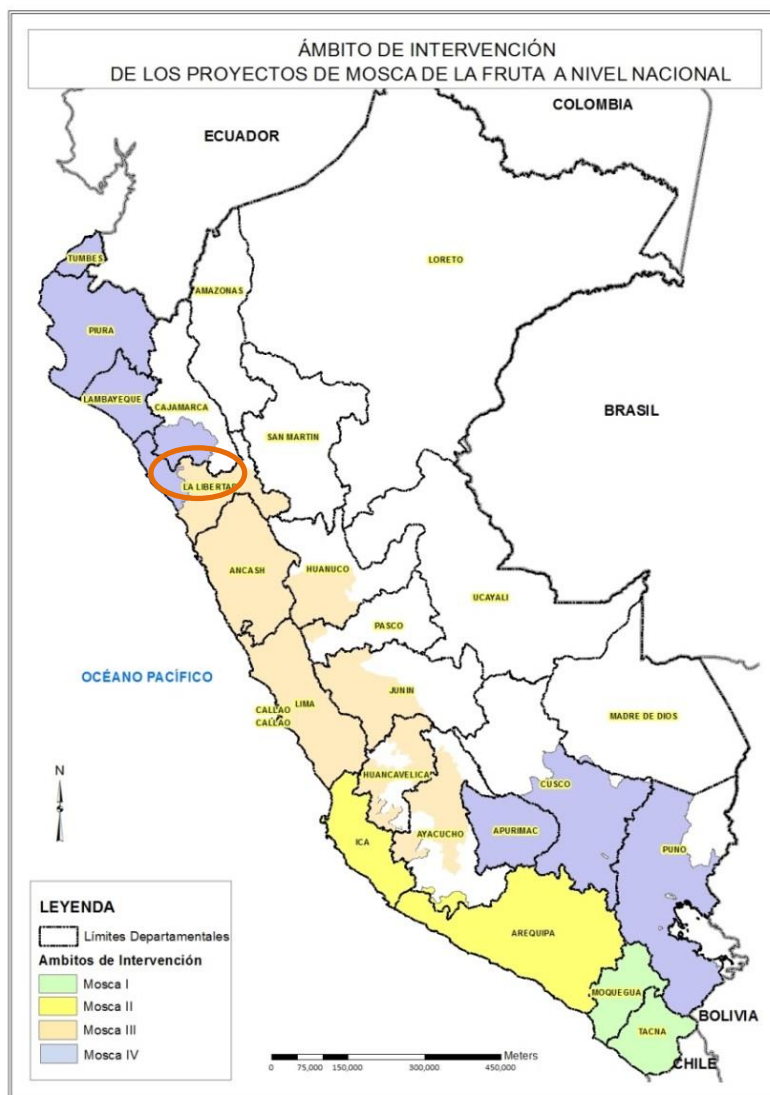
Fuente: FAO

Figura 2: El Ciclo de Vida de la Mosca de la Fruta



Fuente: SENASA

Figura 3: Etapas de Implementación del Programa de la Mosca de la Fruta



Fuente: SENASA

Figura 4: La Frontera del Programa de la Mosca de la Fruta – Fase III

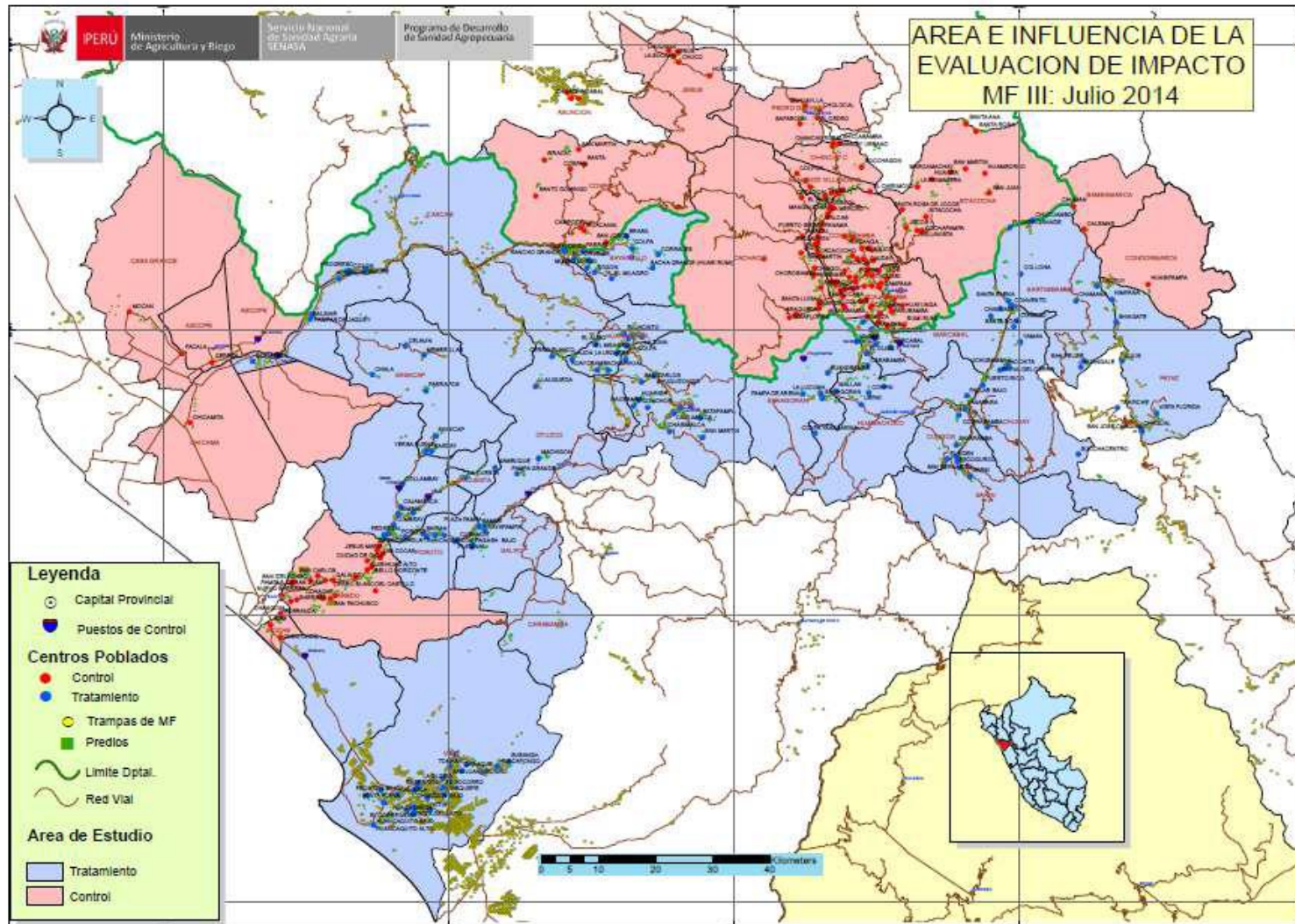


Figura 5: Sección de la Frontera de Intervención Correspondiente a la Fase 3 del Programa de la Mosca de la Fruta (zona tratada en azul)



Figura 6: Estimación de la Distancia Geográfica

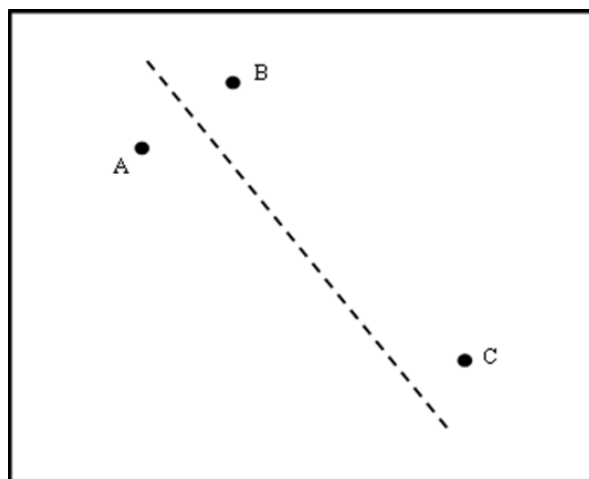
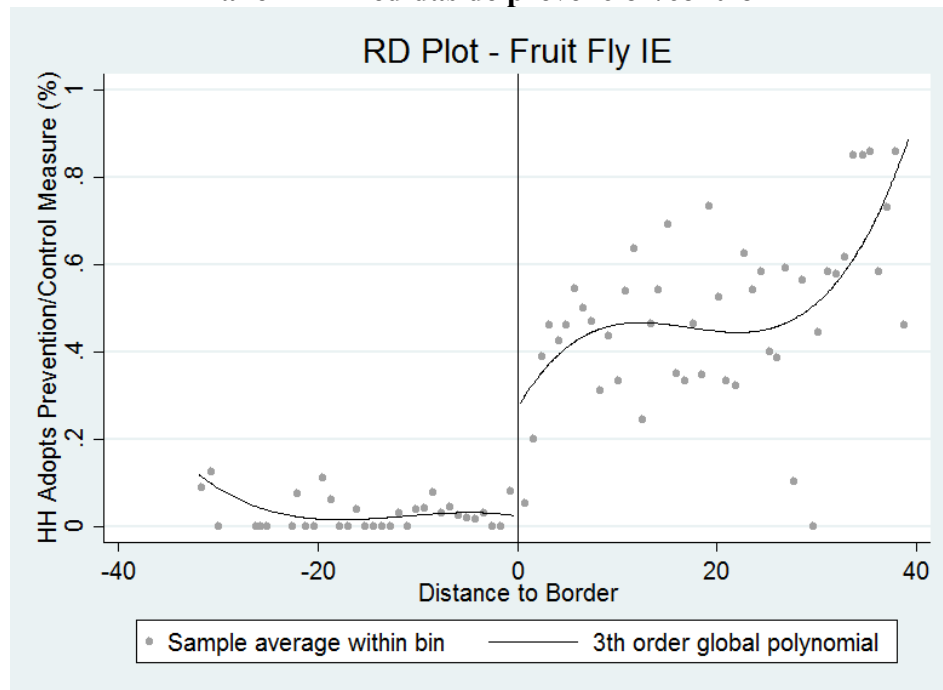
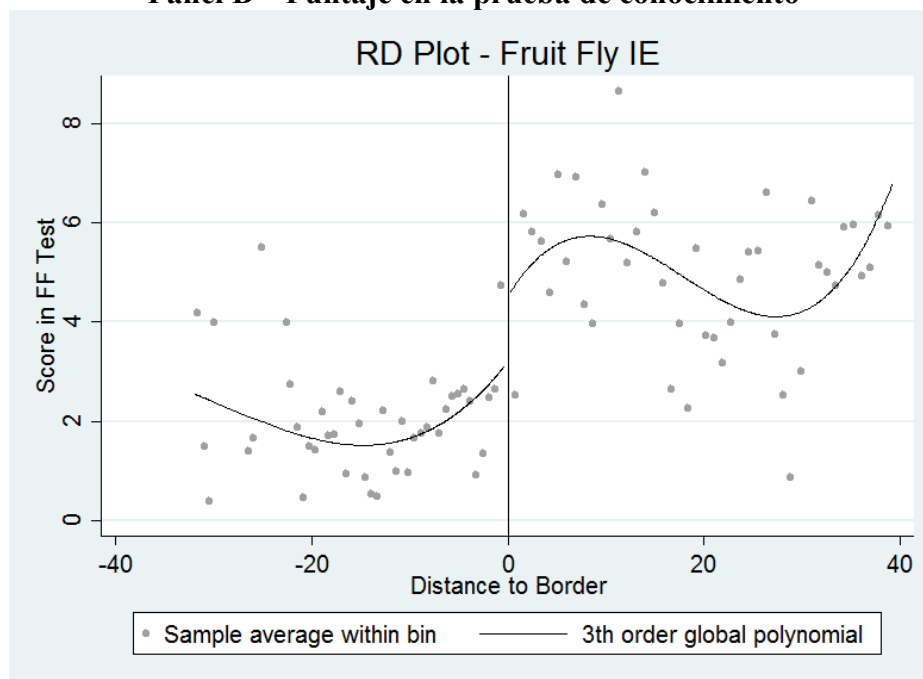


Figura 7: Discontinuidad en el Punto de Corte para los Principales Resultados

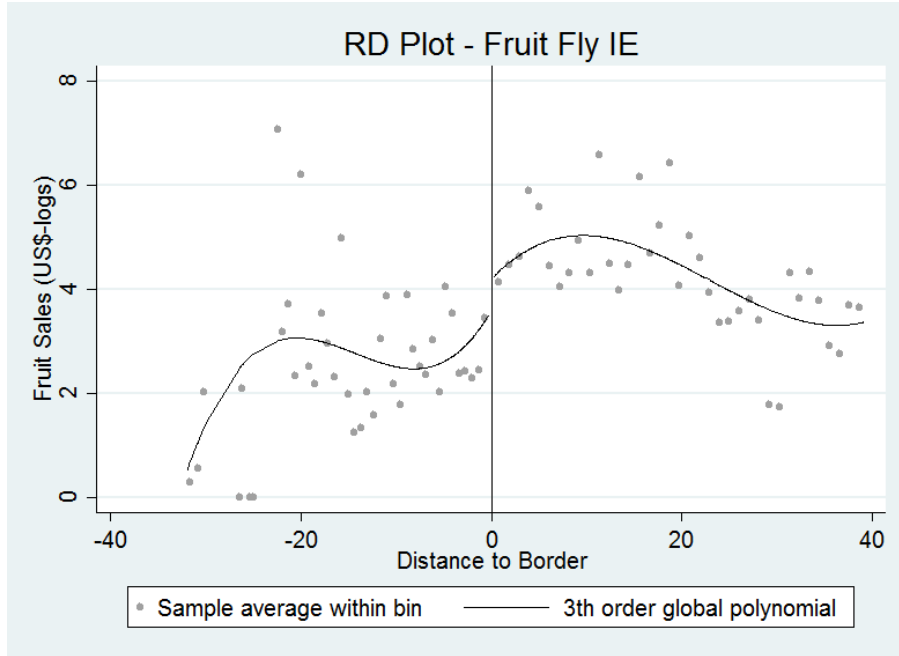
Panel A – Medidas de prevención/control



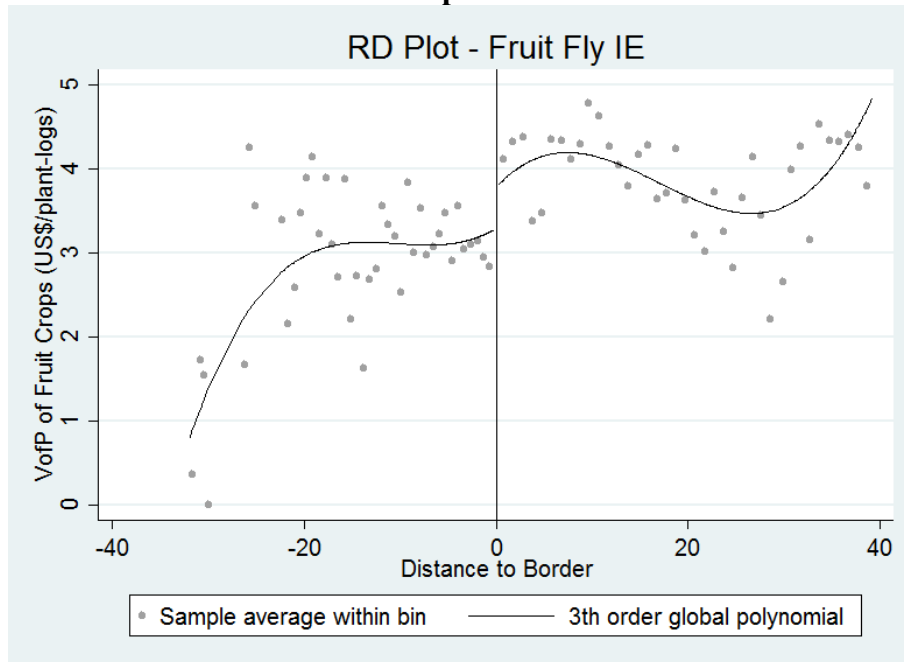
Panel B – Puntaje en la prueba de conocimiento



Panel C – Ventas de frutales



Panel D – Valor de producción de frutales



TABLAS

Tabla 1: Características pre-tratamiento de los hogares y predios agrícolas

	6 km de la frontera			13 km de la frontera			34 km de la frontera		
	25% más cercano a la frontera			50% más cercano a la frontera			75% más cercano a la frontera		
	C	T	Valor p	C	T	Valor p	C	T	Valor p
Tasa de no respuesta	0,09	0,08	0,38	0,11	0,10	0,59	0,12	0,09	0,62
Panel 1A: Características de los Hogares									
Sexo del jefe de hogar (hombre = 1)	0,16	0,09	0,24	0,17	0,13	0,28	0,16	0,14	0,48
Edad del jefe de hogar (años)	59,57	58,42	0,63	59,36	58,82	0,75	59,47	58,33	0,41
Tamaño del hogar	4,04	3,45	0,05*	4,14	3,82	0,16	4,14	3,96	0,31
Tasa de dependencia	0,49	0,60	0,15	0,52	0,64	0,02**	0,53	0,63	0,02**
% de jefes de hogar que, como máximo, terminó los estudios primarios	0,58	0,70	0,16	0,59	0,60	0,85	0,61	0,55	0,19
% de jefes de hogar que, como máximo, terminó los estudios secundarios	0,26	0,23	0,70	0,24	0,24	0,98	0,26	0,21	0,21
% de hogares con energía eléctrica	0,93	0,96	0,39	0,90	0,94	0,34	0,88	0,88	0,91
% de hogares con agua potable	0,98	0,96	0,53	0,96	0,96	0,84	0,96	0,88	0,01**
% de hogares con teléfono	0,15	0,17	0,81	0,17	0,23	0,15	0,18	0,18	0,91
Cantidad de habitaciones	4,07	3,79	0,25	4,07	4,15	0,66	4,04	4,11	0,64
Número de observaciones	98	53		174	125		185	246	
Panel 1B: Características del Predio Agrícola									
% de hogares con riego tecnificado	0,01	0,00	0,48	0,01	0,01	0,77	0,02	0,00	0,21
Cantidad de hectáreas con cultivos de frutales	0,47	0,37	0,45	0,44	0,63	0,06*	0,45	0,54	0,22
% de hectáreas con cultivos de frutales	0,58	0,56	0,85	0,54	0,65	0,02**	0,53	0,61	0,03**
Cantidad total de plantas frutales	161,61	176,16	0,80	178,98	282,17	0,04**	205,59	275,04	0,12
El hogar tiene sembradas plantas de aguacate (1=sí)	0,86	0,89	0,61	0,82	0,89	0,09*	0,80	0,86	0,10*
El hogar tiene sembradas plantas de banana (1=sí)	0,45	0,53	0,35	0,44	0,46	0,84	0,43	0,40	0,53
Número de observaciones	98	53		174	125		185	246	

Tabla 2: Características pre-tratamiento de la Mosca de la Fruta y de la Producción Agrícola									
	6 km de la frontera			13 km de la frontera			34 km de la frontera		
	25% más cercano a la frontera			50% más cercano a la frontera			75% más cercano a la frontera		
	C	T	Valor p	C	T	Valor p	C	T	Valor p
Panel 2A. Mosca de la Fruta									
% que conoce/ha escuchado sobre la mosca de la fruta	<i>0,79</i>	<i>0,64</i>	<i>0,06*</i>	<i>0,75</i>	<i>0,62</i>	<i>0,02**</i>	<i>0,74</i>	<i>0,63</i>	<i>0,01**</i>
% afectado por la mosca de la fruta durante el año agrícola 2011	<i>0,85</i>	<i>0,69</i>	<i>0,03**</i>	0,78	0,72	0,22	<i>0,78</i>	<i>0,66</i>	<i>0,01**</i>
% que adopta prácticas de prevención/control de la mosca	0,16	0,14	0,72	0,19	0,20	0,89	0,19	0,18	0,77
% que recibió capacitación sobre la mosca de la fruta durante el año agrícola 2011.	0,00	0,02	0,17	0,01	0,01	0,79	0,01	0,01	0,77
Panel 2B. Producción Agrícola									
Producción agrícola total (kg)	2864,59	2913,58	0,95	3231,13	3566,08	0,61	3762,77	4325,80	0,36
Producción total de frutales (kg)	996,39	1456,98	0,21	<i>1065,03</i>	<i>1919,91</i>	<i>0,00***</i>	<i>1319,55</i>	<i>1872,79</i>	<i>0,04**</i>
Producción total de cultivos no frutales (kg)	1884,54	1428,40	0,53	2128,58	1624,49	0,34	2471,60	2407,19	0,90
Valor de la producción de los cultivos de frutas (US\$ por planta)	59,62	63,21	0,41	58,64	65,70	0,32	61,08	67,88	0,25
Valor de la producción de los cultivos no frutales (US\$ por hectárea)	1402,36	1509,36	0,62	1397,58	1493,27	0,78	1424,26	1512,32	0,61
Ventas agrícolas totales (dólares)	727,45	879,50	0,48	789,52	1024,84	0,15	922,47	1181,68	0,12
Ventas totales de frutales (dólares)	409,39	486,86	0,64	<i>363,22</i>	<i>654,75</i>	<i>0,01**</i>	<i>402,06</i>	<i>613,40</i>	<i>0,03**</i>
Tasa de ventas de frutas /ventas totales	0,46	0,56	0,20	<i>0,44</i>	<i>0,61</i>	<i>0,00***</i>	<i>0,43</i>	<i>0,59</i>	<i>0,00***</i>
Pérdidas de cultivos frutales (kg)	94,34	104,00	0,45	89,33	103,52	0,26	77,08	69,34	0,30
El hogar usa insecticidas (1=sí)	0,30	0,32	0,71	0,27	0,23	0,15	0,25	0,24	0,74
Gasto en insecticidas (dólares)	160	9,23	0,31	14,29	9,67	0,25	12,22	8,19	0,14
Número de observaciones	98	53		174	125		185	246	

Tabla 3.1: Impacto del Programa sobre el Conocimiento acerca de la Mosca de la Fruta y sobre la Adopción de Prácticas de Prevención y Control				
	6 km de la frontera		13 km de la frontera	34 km de la frontera
	25% más cercano a la frontera		50% más cercano a la frontera	75% más cercano a la frontera
	(1)	(2)	(3)	(4)
El hogar tiene conocimiento sobre la plaga de la mosca de la fruta (Sí =1)	0,10** (0,05)	-0,05 (0,09)	0,06 (0,07)	0,08 (0,05)
Número de respuestas correctas en la prueba de conocimiento sobre la mosca de la futa	0,63 (0,83)	0,36 (0,89)	0,32 (0,80)	0,97* (0,59)
El productor implementa prácticas de prevención y/o control de la mosca de la fruta (Sí=1)	0,14 (0,15)	0,19 (0,15)	0,35** (0,13)	0,34*** (0,11)
N	151		299	431
Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Como es estándar *, ** y *** indican significancia estadística a los niveles de 10%, 5% y 1%. Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, en la columna 2 controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 3, para el ancho de banda de 13 km controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 4, para el ancho de banda de comparación de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud.				

Tabla 3.2: Impacto del Programa sobre el Conocimiento acerca de la Mosca de la Fruta y sobre la Adopción de Prácticas de Prevención y Control
(controlando por características del hogar y valores de resultado de la línea de base)

	6 km de la frontera		13 km de la frontera	34 km de la frontera
	25% más cercano a la frontera		50% más cercano a la frontera	75% más cercano a la frontera
	(1)	(2)	(3)	(4)
El hogar tiene conocimiento sobre la plaga de la mosca de la fruta (Sí=1)	0,12** (0,05)	0,02 (0,07)	0,09 (0,07)	0,10** (0,05)
Número de respuestas correctas en la prueba de conocimiento sobre la mosca de la fruta	0,78 (0,77)	0,88 (0,81)	0,16 (0,86)	0,96* (0,57)
El productor implementa prácticas de prevención y/o control de la mosca de la fruta (Sí=1)	0,14 (0,15)	0,19 (0,16)	0,37** (0,15)	0,36*** (0,12)
N	151		299	431

Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Como es estándar *, ** y *** indican significancia estadística a los niveles de 10%, 5% y 1%. Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, en la columna 2 controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 3, para el ancho de banda de 13 km controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 4, para el ancho de banda de comparación de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud. Todas las regresiones en esta tabla también controlan por características del hogar y del jefe de hogar, la superficie agrícola total del hogar con cultivos de frutales, y el valor de línea de base de la variable de resultado.

Tabla 4.1: Impacto del Programa en Resultados Agrícolas de Seguimiento (Corto Plazo)				
	6 km de la frontera		13 km de la frontera	34 km de la frontera
	25% más cercano a la frontera		50% más cercano a la frontera	75% más cercano a la frontera
	(1)	(2)	(3)	(4)
Producción Agrícola Total (log)	0,70* (0,38)	0,77** (0,38)	0,92** (0,40)	0,47 (0,37)
Ventas Agrícolas Totales (log)	0,72 (0,82)	0,96 (1,00)	1,57* (0,88)	1,20* (0,70)
Producción Total de Fruta (log)	0,90** (0,38)	0,39 (0,49)	0,70* (0,42)	0,50* (0,36)
Ventas Totales de Fruta (log)	0,93 (0,76)	0,85 (0,89)	1,56* (0,86)	1,33** (0,67)
Tasa de Ventas de Frutas / Ventas Totales	0,15 (0,10)	0,14 (0,12)	0,19* (0,11)	0,19** (0,09)
Valor de la producción de cultivos de frutas (US\$ por planta -log)	0,10 (0,08)	0,12 (0,09)	0,16** (0,05)	0,14* (0,06)
Pérdidas de cultivos de frutas (kg-log)	1,26 (0,82)	0,78 (0,53)	0,88 (0,66)	0,62 (0,40)
El hogar usa insecticidas (1=sí)	0,04 (0,11)	-0,06 (0,15)	-0,20 (0,21)	-0,12 (0,27)
Gasto en insecticidas (US\$ - log)	-0,01 (0,38)	-0,48 (0,49)	-0,74 (0,51)	-0,31 (0,36)
N	151		299	431
Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Como es estándar *, ** y *** indican significancia estadística a los niveles de 10%, 5% y 1%. Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, en la columna 2 controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 3, para el ancho de banda de 13 km controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 4, para el ancho de banda de comparación de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud.				

Tabla 4.2: Impacto del Programa en Resultados Agrícolas de Seguimiento (Corto Plazo)				
(controlando por características del hogar y valores de resultado de la línea de base)				
	6 km de la frontera		13 km de la frontera	34 km de la frontera
	25% más cercano a la frontera		50% más cercano a la frontera	75% más cercano a la frontera
	(1)	(2)	(3)	(4)
Producción Agrícola Total (log)	0,71* (0,39)	0,99** (0,41)	0,88** (0,40)	0,38 (0,39)
Ventas Agrícolas Totales (log)	0,76 (0,75)	2,23** (0,60)	2,01** (0,84)	1,37* (0,73)
Producción Total de Fruta (log)	0,89** (0,33)	0,90** (0,37)	0,90** (0,36)	0,60* (0,33)
Ventas Totales de Fruta (log)	0,75 (0,59)	1,37 (0,84)	1,56** (0,77)	1,23* (0,62)
Tasa de Ventas de Fruta / Ventas Totales	0,16* (0,08)	0,16 (0,12)	0,169 (0,12)	0,14 (0,09)
Valor de la producción de cultivos de frutas (US\$ por planta-log)	0,11 (0,10)	0,09 (0,06)	0,13* (0,04)	0,10** (0,02)
Pérdidas de cultivos de frutas (kg-log)	1,37 (0,83)	0,99 (0,57)	1,10 (0,72)	0,49 (0,44)
El hogar usa insecticidas (1=sí)	0,06 (0,56)	-0,06 (0,17)	-0,25 (0,19)	-0,09 (0,11)
Gasto en insecticidas (US\$ - log)	-0,05 (0,90)	-0,57 (0,48)	-0,98 (0,51)	-0,23 (0,33)
N	151		299	431
Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Como es estándar *, ** y *** indican significancia estadística a los niveles de 10%, 5% y 1%. Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, en la columna 2 controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 3, para el ancho de banda de 13 km controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 4, para el ancho de banda de comparación de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud. Todas las regresiones en esta tabla también controlan por características del hogar y del jefe de hogar, la superficie agrícola total del hogar con cultivos de frutales, y el valor de línea de base de la variable de resultado.				

Tabla 5.1: Impacto del Programa en Resultados Agrícolas Pr-Tratamiento				
	6 km de la frontera		13 km de la frontera	34 km de la frontera
	25% más cercano a la frontera		50% más cercano a la frontera	75% más cercano a la frontera
	(1)	(2)	(3)	(4)
Producción Agrícola Total (log)	0,33 (0,37)	0,11 (0,60)	0,13 (0,55)	0,02 (0,40)
Ventas Agrícolas Totales (log)	1,04 (0,68)	-0,51 (1,09)	-0,29 (0,95)	-0,18 (0,69)
Producción Total de Fruta (log)	0,47 (0,34)	0,38 (0,55)	0,28 (0,47)	0,15 (0,36)
Ventas Totales de Fruta (log)	1,05 (0,68)	0,26 (1,03)	0,23 (0,87)	0,06 (0,68)
Tasa de Ventas de Fruta / Ventas Totales	0,11 (0,10)	0,06 (0,14)	0,08 (0,11)	0,09 (0,08)
N	151		299	431
Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Como es estándar *, ** y *** indican significancia estadística a los niveles de 10%, 5% y 1%. Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, en la columna 2 controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 3, para el ancho de banda de 13 km controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 4, para el ancho de banda de comparación de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud.				

Tabla 5.2: Impacto del Programa en Resultados de Cultivos No Frutales				
	6 km de la frontera		13 km de la frontera	34 km de la frontera
	25% más cercano a la frontera		50% más cercano a la frontera	75% más cercano a la frontera
	(1)	(2)	(3)	(4)
Producción total de cultivos no frutales (kg-logs)	-0,76 (0,38)	-0,32 (0,53)	0,08 (0,51)	-0,29 (0,43)
Ventas totales de cultivos no frutales (kg-logs)	-0,45 (0,43)	0,10 (0,57)	0,47 (0,47)	0,21 (0,44)
Valor de la producción de cultivos no frutales (US\$ por hectárea)	0,26 (0,31)	0,28 (0,29)	0,24 (0,18)	0,19 (0,12)
N	151		299	431
Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Dos formas funcionales son estimadas para el ancho de banda de 6 km: en la columna 1 solo controlamos por el estado de tratamiento, en la columna 2 controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 3, para el ancho de banda de 13 km controlamos por un polinomio lineal en latitud y longitud. En la columna 4, para el ancho de banda de comparación de 34 km incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud. Todas las regresiones en esta tabla también controlan por características del hogar y del jefe de hogar, la superficie agrícola total del hogar con cultivos de frutales, y el valor de línea de base de la variable de resultado.				

ANEXO 1: IMPACTOS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE Y BANANA

Tabla A1: Efectos del Programa en la Producción de Aguacate y Banana (ancho de banda de 34 km – 75% observaciones más cercanas a la frontera)		
	Aguacate	Banana
Producción Total (log)	0,62 0,42	1,75** 0,80
Ventas Totales (log)	1,40** 0,59	2,675*** 0,88
Precio por Kilo Vendido	0,13 0,09	0,30*** 0,11
N	382	249
Notas: los errores estándar están agrupados a nivel de centro poblado. Como es estándar *, ** y *** indican significancia estadística a los niveles de 10%, 5% y 1%. Incluimos un polinomio cuadrático en latitud y longitud.		

Con el objetivo de comprender mejor los canales que explican el incremento del valor de venta de frutales, la Tabla A1 analiza los efectos del programa en los dos cultivos de frutas más comunes en la zona: el aguacate y la banana. Los resultados analizados corresponden al ancho de banda de 34 km (el 75% de las observaciones más cercanas a la frontera de tratamiento), donde controlamos por un polinomio cuadrático en la distancia a la frontera. Como podemos observar, los hogares tratados han incrementado su producción de banana, así como sus ventas totales de estos dos cultivos. También, para el caso de la banana, los productores en las zonas tratadas obtienen un mejor precio por kilo vendido.

Una explicación posible para este hallazgo es que, como resultado del programa, los compradores locales han incrementado su demanda de frutas producidas en las zonas tratadas, lo cual ha tenido un efecto positivo en los precios. Otra explicación complementaria es que los productores agrícolas tratados son capaces de proveer una fruta de mejor calidad, con un menor riesgo de estar contaminada con larvas de la mosca de la fruta, y por lo tanto acceden a un mejor precio.