



# EL COLEGIO DE MÉXICO

## CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

### **MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ECONOMÍA

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE PROCAMPO  
SOBRE LA PRODUCCIÓN POR CULTIVO. UN ANÁLISIS  
DE PROPENSITY SCORE MATCHING.**

**MENDOZA MILLÁN LINO ANTONIO**

PROMOCIÓN 2021-2023

ASESOR:

**ENEAS ARTURO CALDIÑO GARCÍA**

JULIO 2023

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, le agradezco a la compañera de mi vida “Sonia Caballero Gómez” que siempre me ha brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ella que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Le agradezco muy profundamente a mi asesor de tesis Eneas Arturo Caldiño García, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Son muchos los docentes que han participado en mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí y culminar una más de mis metas.

Además, quiero agradecerles a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

Por último, agradezco al Colegio de México que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener tantos nuevos conocimientos.

## Resumen

El presente trabajo tiene dos objetivos principales. El primero consiste en evaluar el impacto del Programa de Apoyos Directos al Campo, mejor conocido como PROCAMPO, diferenciando entre los principales cultivos elegibles aplicando metodologías econométricas de propensity score matching PSM. El segundo objetivo consiste en evaluar el impacto PROCAMPO, diferenciando entre diferentes estratos de los beneficiarios en cada cultivo, con la finalidad de identificar los efectos diferenciales en cada estrato y en las variables de interés.

Para alcanzar estos objetivos se emplean técnicas econométricas de propensity score matching PSM, cuyo desarrollo metodológico ha sido ampliamente usado para evaluar el impacto de un programa cuando no se tiene una asignación aleatoria entre beneficiarios y no beneficiarios de un tratamiento. El impacto en cada una de las variables analizadas se estimó en términos del efecto promedio del tratamiento en los tratados, ATT.

Las variables de interés son la producción total de las unidades económicas rurales (UER) en toneladas, la superficie sembrada de las unidades económicas rurales, y el rendimiento que nos permite comparar la eficiencia entre los productores sin importar la superficie.

La fuente de información que se utilizó para estimar el impacto de PROCAMPO es la Línea Base 2008 que fue realizada por la SAGARPA en conjunto con las representaciones estatales de este mismo organismo y la FAO. Esta encuesta fue diseñada para “contar con información que permita evaluar los resultados e impactos de los Programas de la SAGARPA”. Esta encuesta contiene 27,051 observaciones, de las cuales 22,041 reportan dedicarse a actividades agrícolas.

Los resultados de esta investigación revelan que PROCAMPO tiene un impacto positivo en algunas variables de interés y en algunos cultivos (maíz y frijol). Por otro lado, no se encuentra un impacto estadísticamente significativo en algunos cultivos (trigo, cebada y arroz).

Estos resultados nos permiten sugerir mejores medidas de control y aplicación del PROCAMPO dado que de 1994-2013 ha sido una de las principales herramientas de política pública sectorial, con asignaciones presupuestales que representan en promedio el 32% de los recursos asignados a la SAGARPA.

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 1  |
| Capítulo 1. Revisión de la literatura .....                   | 4  |
| 1.1 Programa de Apoyos Directos al Campo: Antecedentes. ....  | 4  |
| 1.2 Impacto de PROCAMPO.....                                  | 8  |
| 1.3 Descripción de PROCAMPO .....                             | 8  |
| 1.4 Producción agrícola en México .....                       | 9  |
| 1.5 Evaluación de programas .....                             | 11 |
| Capítulo 2. Datos y estadística descriptiva .....             | 12 |
| 2.1 Fuente de datos .....                                     | 13 |
| 2.2. Estadísticas descriptivas y variables explicativas ..... | 15 |
| 2.2.1 Estadísticas descriptivas maíz.....                     | 15 |
| 2.2.2 Estadísticas descriptivas frijol.....                   | 16 |
| 2.2.3 Estadísticas descriptivas Sorgo .....                   | 17 |
| 2.2.4 Estadísticas descriptivas Trigo.....                    | 18 |
| 2.2.5 Estadísticas descriptivas cebada .....                  | 19 |
| 2.2.6 Estadísticas descriptivas arroz .....                   | 20 |
| Capítulo 3. Metodología de modelación.....                    | 22 |
| 3.1 El problema de sesgo por selección .....                  | 24 |
| 3.2 Propensity score matching (PSM) .....                     | 24 |
| 3.3 Métodos de Matching .....                                 | 26 |
| 3.3.1 Radius matching.....                                    | 27 |
| 3.3.2 Nearest Neighbor Matching.....                          | 28 |
| 3.3.3 Kernel matching method.....                             | 28 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.4 Soporte Común .....                    | 29 |
| Capítulo 4. Resultados .....                 | 30 |
| 4.1 Maíz .....                               | 30 |
| Estrato de autoconsumo (menos de 3 ha) ..... | 30 |
| Estrato intermedio (3-5 ha).....             | 31 |
| Estrato comercial (más de 10 ha).....        | 32 |
| 4.2 Frijol.....                              | 34 |
| Estrato de autoconsumo (menos de 3 ha) ..... | 35 |
| Estrato intermedio (3-5 ha).....             | 35 |
| Estrato comercial (más de 10 ha).....        | 36 |
| 4.3 Sorgo.....                               | 38 |
| Estrato de autoconsumo (menos de 3 ha) ..... | 39 |
| Estrato intermedio (3-5 ha).....             | 39 |
| Estrato comercial (más de 10 ha).....        | 40 |
| 4.4 Trigo.....                               | 41 |
| 4.5 Cebada.....                              | 43 |
| 4.6 Arroz .....                              | 43 |
| Conclusiones .....                           | 45 |
| Anexos .....                                 | 47 |
| Maíz .....                                   | 47 |
| Frijol.....                                  | 49 |
| Sorgo.....                                   | 51 |
| Trigo.....                                   | 53 |
| Cebada.....                                  | 55 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Arroz .....              | 55 |
| Bibliografía .....       | 57 |
| Índice de cuadros. ....  | 61 |
| Índice de gráficas. .... | 63 |

## **Introducción**

La evaluación del Programa de Apoyos Directos al Campo busca identificar y analizar los resultados obtenidos por PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de los principales cultivos de interés del programa. Lo anterior, con la finalidad de fortalecer y mejorar el Programa y potencializar su impacto sobre el sector.

El PROCAMPO surgió a finales de 1993 como un apoyo compensatorio ante la apertura comercial derivada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que implicaría una desventaja competitiva para los productores nacionales dados los altos subsidios otorgados a sus contrapartes en los países socios, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

PROCAMPO es el programa de carácter agrícola de mayor penetración en el sector, al beneficiar a alrededor de 2.2 millones de productores cada año. Adicionalmente, es un programa con alto reconocimiento por los productores del sector agrícola, convirtiéndolo en un programa apreciado entre productores agrícolas de todo tipo, ya que los beneficiarios se encuentran familiarizados con el cumplimiento de sus requisitos y su operación. Actualmente cuenta con casi 30 años de operación, y en este periodo ha cambiado su nombre y denominación varias veces. Durante el último sexenio bajo el nombre de Producción para el Bienestar, sigue atendiendo una base similar de productores de PROCAMPO de sexenios pasados.

Tomando lo anterior en consideración, la presente investigación tiene dos objetivos principales. El primero consiste en evaluar el impacto del PROCAMPO, diferenciando entre los principales cultivos elegibles aplicando metodologías econométricas de propensity score matching PSM. El segundo objetivo consiste en evaluar el impacto del PROCAMPO, diferenciando entre diferentes estratos de los beneficiarios en cada cultivo, con la finalidad de identificar los efectos diferenciales que en cada estrato y en las variables de interés.

Los nueve cultivos elegibles para el PROCAMPO fueron: algodón, arroz, cártamo, cebada, frijol, maíz, sorgo, soya y trigo. Inicialmente, para la recepción del apoyo era requisito sembrar alguno de estos cultivos, pero a partir del ciclo agrícola primavera-verano de 1995, fue permitido sembrar cualquier cultivo lícito, con el fin de diversificar la actividad agrícola y propiciar una mayor autonomía en las decisiones de siembra de los productores.

De acuerdo con datos de INEGI, 2023 la participación del PIB en el 2022, de actividades primarias fue del 3.4 % respecto al PIB nacional con un valor de 630,970 millones de pesos a precios de 2013. En promedio en el periodo 1993-2022 la participación de la actividad primaria es de 3.3 % con una desviación estándar de 0.19%, lo cual muestra que las actividades primarias siguen teniendo la misma importancia económica que hace 30 años.

Llama la atención en específico los casos del frijol y el maíz, ambos cultivos de alto arraigo en nuestro país. Los rendimientos de Estados Unidos son en promedio 180% mayores en el caso del frijol, y 240% en el caso del maíz. Sin embargo, cabe hacer mención en que la posibilidad de comparar a México y Estados Unidos con respecto a ambos cultivos es limitada, pues las variedades sembradas en nuestro país son distintas a las de nuestro socio comercial, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

En nuestro país, a excepción de algunos estados, el enfoque de la actividad agrícola es preponderantemente hacia el autoconsumo. Esto se da principalmente en el caso del maíz y frijol, los cuales representan una proporción muy importante de la superficie cultivada en nuestro país.

Además de la introducción, el presente trabajo está organizado en cuatro capítulos. En el capítulo 1 se presenta una revisión de la literatura donde se presentan las principales investigaciones que se han realizado sobre el impacto de PROCAMPO, así como sus principales características. El segundo capítulo describe de manera detallada la encuesta utilizada en esta investigación, así como las estadísticas descriptivas de cada cultivo de interés.

El tercer capítulo describe la metodología utilizada para estimar el impacto PROCAMPO, en este caso propensity score matching (PSM) y las metodologías específicas: Radius matching, Nearest Neighbor Matching y Kernel matching method.

El capítulo cuatro presenta los resultados más importantes para las distintas variables dependientes: producción, superficie sembrada y rendimiento por cultivo y estrato. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones para la continuación del programa.

En concordancia con lo anterior, la principal aportación de esta tesis es identificar el impacto de PROCAMPO, en los diferentes estratos de cada cultivo, a diferencia de otros autores en la literatura existente que han buscado el impacto de manera general como Sadoulet et al. (2001) y Yúnez et al. (2017), por otro lado (Silva, 2021) identifica el impacto en frijol y Pérez,

Figuroa y Godínez (2016), identifican el impacto en maíz, siendo esta tesis lo más exhaustiva posible de acuerdo a la información disponible . Se estimó el impacto del PROCAMPO en maíz, frijol, sorgo, trigo, cebada y arroz de manera general, además por estratos en los cultivos de maíz, frijol y sorgo.

## **Capítulo 1. Revisión de la literatura**

El objetivo del Programa de Apoyos Directos al Campo, actualmente denominado PROCAMPO Productivo, es complementar el ingreso económico de los productores del campo mexicano, ya sean de autoconsumo o de abastecimiento, para contribuir a su crecimiento económico individual y al del país en su conjunto; así como incentivar la producción de cultivos lícitos, mediante el otorgamiento de apoyos monetarios por superficie inscrita al Programa, de acuerdo a lo que establece la normatividad vigente; coadyuvando así a la atención de las necesidades respecto al derecho a la alimentación, planteadas en el Pacto por México, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

De acuerdo con Piñera et al. (2016) el PROCAMPO duró 20 años, de 1993 a 2013, y generó una cantidad bastante significativa de datos e información que permiten analizar el impacto de este tipo de programas en el campo mexicano. Si bien el programa fue enfocado al sector rural con el paso del tiempo también significó un apoyo relevante para la pequeña y mediana empresa agropecuaria.

El Procampo, mediante el monto de transferencia directa, buscaba impulsar nuevas alianzas entre el mismo sector social y con el sector privado en forma de asociaciones, organizaciones y sociedades capaces de enfrentar los retos de la competitividad (ante la apertura comercial), mediante la adopción de tecnologías más avanzadas y la implantación de modos de producción sustentados en principios de eficacia y productividad.

### **1.1 Programa de Apoyos Directos al Campo: Antecedentes.**

El Programa de Apoyos Directos al Campo, mejor conocido como PROCAMPO surge a finales de 1993 como un apoyo compensatorio ante la apertura comercial derivada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que implicaría una desventaja competitiva para los productores nacionales dados los altos subsidios otorgados a sus contrapartes en los países socios y hasta 2009 mantuvo la categoría de Programa Presupuestario, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

El gobierno mexicano delineó un conjunto de estrategias para que el sector agropecuario ingresara al TLCAN en condiciones favorables. Es así como el 25 de julio de 1994 se publicó el “Decreto que regula el Programa de Apoyos Directos al Campo denominado PROCAMPO”

en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 1994). La esencia del programa en sus inicios era entregar un monto de apoyo que se determinaba de acuerdo con la superficie del productor, es decir, un monto determinado por hectárea o fracción equivalente, (Silva, 2021).

La elegibilidad de una superficie es una característica de un predio, que no puede ser transferible a otros, pero en el caso de que los derechos sobre el mismo sean transferidos, el nuevo poseedor adquirirá también los beneficios de PROCAMPO. De esta manera, la superficie elegible se encuentra estrictamente acotada, por lo cual el universo de atención del Programa se encuentra cerrado a la incorporación de nuevas superficies, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

Los nueve cultivos elegibles para PROCAMPO fueron: algodón, arroz, cártamo, cebada, frijol, maíz, sorgo, soya y trigo. Inicialmente, para la recepción del apoyo era requisito sembrar alguno de estos cultivos, pero a partir del ciclo agrícola primavera-verano de 1995, fue permitido sembrar cualquier cultivo lícito, con el fin de diversificar la actividad agrícola y propiciar una mayor autonomía en las decisiones de siembra de los productores.

Por lo anterior, PROCAMPO es un mecanismo de transferencia de recursos internacionalmente aceptado, debido a que el subsidio no provoca distorsiones sobre el mercado, ya sea a través de precios o de producción.(Silva, 2021). Es además un programa altamente incluyente, a diferencia de los anteriores mecanismos de apoyo que beneficiaban únicamente a un número limitado de productores.

PROCAMPO incorpora a un sector de productores rurales más amplio y diversificado, pues entre quienes reciben el apoyo la mayor parte son personas de bajos ingresos, cuya producción está destinada mayoritariamente al autoconsumo.

Desde su aparición, PROCAMPO ha sido una de las principales herramientas de política pública sectorial, debido a sus asignaciones presupuestales y, en la actualidad, es el Programa Federal con mayor población rural atendida.

En el 2001 se estableció un mecanismo denominado redondeo, el cual establecía que aquellos productores con un área registrada menor a una hectárea recibirían el apoyo equivalente al de una hectárea para beneficiar los ingresos de pequeños productores, (Silva, 2021).

En 2003 surge el PROCAMPO capitaliza, el cual permite la capitalización de los productores

mediante proyectos productivos. Bajo este sistema de garantías y acceso anticipado a pagos futuros del PROCAMPO, sus beneficiarios podían acceder a la contratación de un crédito, en el que los apoyos del programa representaban la fuente del pago de este, hasta por el resto de su vigencia, para la realización de proyectos productivos que fueran técnicamente viables y financieramente rentables con la finalidad de capitalizar sus unidades de producción, (Gaceta del Senado, 2018).

En 2005 el monto de apoyo de PROCAMPO se estableció en 873 pesos por hectárea y el monto máximo para predios mayores a 5 hectáreas y de riego, se fijó en 100 mil pesos por persona física beneficiaria por ciclo agrícola, las personas físicas hasta 100 hectáreas de riego o 200 de temporal; para las sociedades mercantiles y civiles hasta 2,500 hectáreas de riego y 5,000 de temporal. En 2010 cambió de denominación a Programa PROCAMPO Para Vivir Mejor, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

En 2011, con una nueva estructura programática, la Secretaría cambió la categoría de programa presupuestario a Componente, así como su denominación para quedar como Componente PROCAMPO Para Vivir Mejor. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018)

El decreto que reguló al PROCAMPO tenía un periodo de vigencia de 15 años, y operaría hasta 2008; no obstante, el éxito del programa hizo que el mismo tuviera una prórroga hasta 2013, (Gaceta del Senado, 2018).

En 2013 PROCAMPO cambió de denominación a Componente PROCAMPO Productivo, donde el objetivo principal fue mejorar los ingresos de los productores agropecuarios, acuícolas y pesqueros. Además, se crean programas de apoyos complementarios para la adquisición de maquinaria, equipo e insumos energéticos. Nuevamente se da prioridad a un grupo de cultivos (algodón, arroz, avena, cártamo, cebada, frijol, maíz, sorgo, soya y trigo). SAGARPA, que en la definición de su estructura para 2014, incluye el Programa de Fomento a la Agricultura, y formaliza la transición del PROCAMPO Productivo, para convertirse en lo que se denominó PROAGRO Productivo, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

La diferencia esencial de este nuevo PROAGRO Productivo era que los incentivos deberían ser vinculados a mejorar la productividad agrícola, y los beneficiados estarán obligados a manifestar y acreditar, (dentro del plazo que señale la SAGARPA), el destino que le darían a los incentivos recibidos en conceptos relacionados con aspectos técnicos, productivos, organizacionales y de

inversión; en función de su estrato de productor y condiciones regionales, pudiendo ser: Capacitación y asistencia técnica, Mecanización, Uso de semillas mejoradas o criollas seleccionadas, Nutrición vegetal, Reconversión productiva, Seguro agrícola y Cobertura de precios, entre otros, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

La SADER en 2019 crea el Programa Producción para el Bienestar que fusionó el PROAGRO Productivo y el PIMAF (Programa de Apoyos para Productores de Maíz y Frijol). Este programa Producción para el Bienestar, tiene el objetivo de incrementar la productividad, aportar liquidez para el impulso de capitalización productiva en donde se da prioridad a productores de pequeña y mediana escala de maíz, frijol, trigo panificable, arroz, café y caña de azúcar para lograr la autosuficiencia alimentaria. Los productores elegibles son los que estuvieron inscritos en PROAGRO anteriormente. Este nuevo programa es un seguimiento a los programas PROCAMPO, PROAGRO y ahora Producción para el Bienestar, lo que lo convierte en un programa que se ha implementado por 28 años consecutivos, (Silva, 2021).

Desde su aparición, PROCAMPO ha sido una de las principales herramientas de política pública sectorial, con asignaciones presupuestales que representan en promedio el 32% de los recursos asignados a la SAGARPA.(SAGARPA, 2011). Durante el periodo 1994-2012 en promedio ejerció 17 mil millones de pesos (mdp) por año.

Por otro lado, de acuerdo con la Gaceta del Senado, (2018), para el año 2013 se destinaron en Presupuesto de Egresos de la Federación \$14,000 mdp al aun programa denominado PROCAMPO; para 2014 se destinaron \$13,558.8 mdp ya contando con la denominación de PROAGRO productivo, para 2015 se aprobaron \$14,151.4 mdp, en 2016 fueron \$12,609.0 mdp., para el año 2017 una disminución y solo se destinaron \$8,944.8 mdp y para el 2018 que se destinaron \$9,462.94 mdp este presupuesto ha sufrido una reducción de \$302.91 mdp que representan un 3.20% menos.

De acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, (2020) el programa Producción para el Bienestar en 2019 tuvo un monto aprobado de 9,000 millones de pesos y ejerció 11,089 millones de pesos, beneficiando a 2,145,629 productores, asimismo. La principal prioridad del Programa fue beneficiar a pequeños y medianos productores.

## **1.2 Impacto de PROCAMPO**

El impacto de PROCAMPO se puede ver desde distintos puntos de vista y objetivos de evaluación. Por un lado Sadoulet et al. (2001), si bien concluye que entre 1994 y 1997 el PROCAMPO tuvo efectos multiplicadores con un rango de 1.5 a 2.6, a partir del ingreso obtenido por el programa, su impacto fue desigual entre grandes y pequeños productores, dado que el objetivo inicial de PROCAMPO era el de compensar a los perdedores del tratado de libre comercio, lo cual benefició principalmente a medianos y grandes productores.

De acuerdo con Yúnez et al. (2017) al realizar una evaluación conjunta de PROCAMPO con el programa PROSPERA, se concluyó que los beneficiarios de estos dos programas no incentivaron la producción de alimentos, además de no aumentar significativamente la probabilidad de que los hogares rurales salieran de la situación de pobreza y vulnerabilidad en México.

Al implementar PROCAMPO se esperaba que, en el contexto de libre mercado, los precios pagados al productor de los cultivos elegibles disminuyeran, por lo que este programa fue diseñado para compensar las pérdidas que la apertura comercial generara sobre los productores. Aunque el programa no está propiamente dirigido a la disminución de la pobreza, la mayoría de la población beneficiada se encuentra en zonas de alta pobreza, (Silva, 2021). Es así como PROCAMPO a través de la transferencia de efectivo en este caso no está condicionada a la producción de los cultivos elegibles, pero sí a la superficie sembrada, además la transferencia de este programa forma parte directa del ingreso de los hogares.

Por otro lado, Pérez, Figueroa y Godínez (2016), concluyen que los efectos del PROCAMPO sobre la producción del maíz y del sorgo son positivos. Además, Molina et al. (2012) establecen que el PROCAMPO impactó de manera diferenciada en cada cultivo, atribuyendo al programa el 17 por ciento del volumen de producción de maíz y 9.1 de sorgo.

## **1.3 Descripción de PROCAMPO**

El PROCAMPO buscaba impulsar nuevas alianzas entre el mismo sector social y con el sector privado en forma de asociaciones, organizaciones y sociedades capaces de enfrentar los retos de la competitividad (ante la apertura comercial), mediante la adopción de tecnologías más avanzadas y la implantación de modos de producción sustentados en principios de eficacia y

productividad, (Silva, 2021).

PROCAMPO sustituyó a los anteriores sistemas basados en precios de garantía, y a diferencia de éstos, PROCAMPO consiste en el pago por hectárea o fracción sembrada con cultivos lícitos, o bien en años posteriores a su implementación y tras algunos cambios en su diseño, que se encuentre bajo explotación pecuaria, forestal o proyecto ecológico. Esta explotación debe darse exclusivamente en la superficie registrada en el Programa, denominada elegible, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2018).

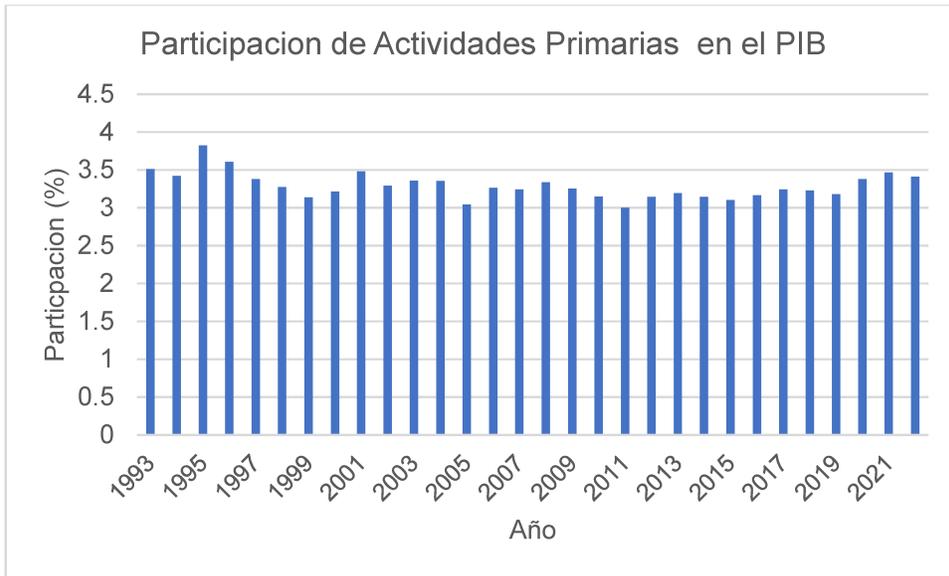
La superficie elegible es aquella que fue sembrada con cualquiera de los nueve cultivos elegibles (algodón, arroz, cártamo, cebada<sup>6</sup>, frijol, maíz, sorgo, soya y/o trigo) en alguno de los tres ciclos agrícolas homólogos anteriores a agosto de 1993, ya sea Otoño/Invierno o Primavera/Verano.

#### **1.4 Producción agrícola en México**

México es uno de los países con la mayor biodiversidad del mundo. Junto con condiciones climáticas favorables, al igual que un amplio territorio, estos factores lo convierten en productor de una vasta variedad de cultivos. El sector agrícola mexicano es uno de los líderes en América Latina. México es el principal país productor de hortalizas en la región latinoamericana y ocupa la segunda posición en el cultivo de fruta, solo por detrás de Brasil. Las actividades agrícolas también juegan un papel esencial en la economía del país azteca, con una participación en el producto interno bruto (PIB) de 2,5% y un flujo constante de inversión extranjera directa (IED), que en el primer trimestre de 2022 superó los 22 millones de dólares estadounidenses, (Statista Research Department, 2022).

De acuerdo con datos de INEGI, (2023) la participación del PIB en el 2022, de actividades primarias fue del 3.4 % respecto al PIB nacional con un valor de 630,970 millones de pesos a precios de 2013. En promedio en el periodo 1993-2022 la participación de la actividad primaria es de 3.3 % con una desviación estándar de 0.19 %, lo cual muestra que las actividades primarias siguen teniendo la misma importancia económica que hace 30 años.

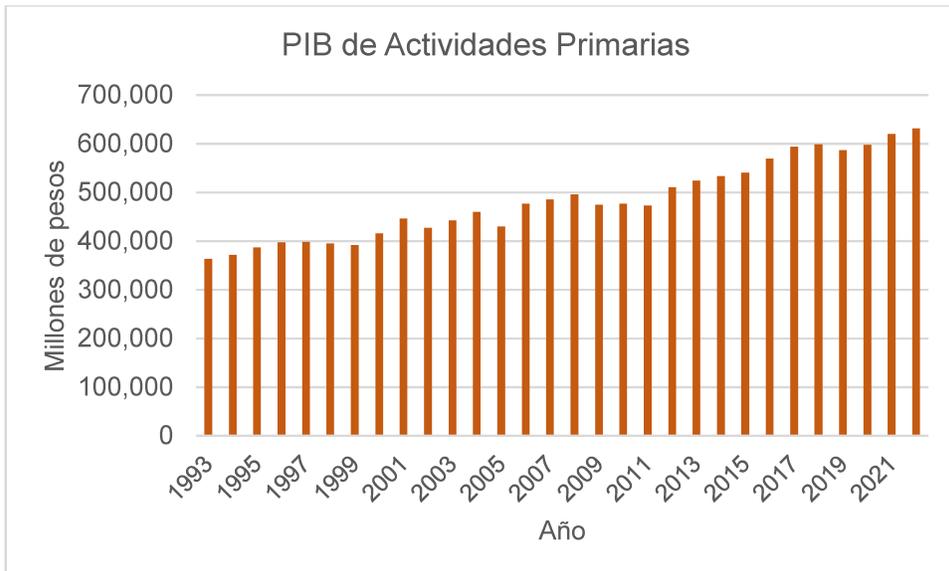
Ilustración 1. Participación de las actividades primarias con respecto al PIB Nacional.



Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI.

Por otro lado, el PIB de Actividades Primarias durante el periodo 1993-2022, ha tenido un crecimiento promedio de 2.55% anual lo cual es muy cercano al crecimiento del PIB en el mismo periodo que fue de 2.77 % anual en promedio.

Ilustración 2. PIB de Actividades Primarias a precios de 2013.



Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI.

## 1.5 Evaluación de programas

De acuerdo con Arenas C. (2021) las evaluaciones de impacto de programas públicos buscan verificar si el programa ha logrado los efectos deseados en la población o área objetivo es decir medir los cambios en el bienestar de los individuos que pueden ser atribuidos a un programa o a una política específica y sus objetivos son, entonces, proveer información y ayudar a mejorar su eficacia.

Por otro lado, la CEPAL, (2021) define la evaluación como aquella actividad que permite valorar el desempeño de la acción pública, sea en la forma de un programa, proyecto, ley, política sectorial, etc. La evaluación corresponde a una valoración sistemática de la concepción, la puesta en práctica y los resultados de una intervención pública en curso o ya concluida; o una valoración ex ante, en la fase de diseño.

Por su parte Silva, (2021) indica que la evaluación de programas es el conjunto de principios, estrategias y procesos que fundamentan la evaluación de toda acción o conjunto de acciones desarrolladas de forma sistemática de un determinado contexto con el fin de tomar las decisiones pertinentes que contribuyan a mejorar las estrategias de intervención social.

Por lo regular, los diseñadores de políticas públicas tratan de evaluar su desempeño para motivar su continuidad y mejorar las reglas de operación que se establecen para su funcionamiento. Por ello, al momento de poner en marcha un programa social de largo plazo como PROCAMPO se hace necesario, además, saber si la población objetivo cumple con las corresponsabilidades derivadas de ser beneficiaria (Corte & Carrillo, 2018)

La aplicación de los métodos econométricos ha hecho más sofisticado el uso de la evaluación de impacto. Entre los primeros intentos de aplicación de dichas herramientas a la evaluación, se encuentra el realizado por Heckman, Ichimura, Smith y Todd (1998), quienes detectan el sesgo de selección (o autoselección), que hacen que los efectos de las políticas públicas sean sesgados, debido a que las personas beneficiarias de programas sociales se identifican y se inscriben en ellos por cuenta propia, primordialmente por tener acceso a la información(Corte & Carrillo, 2018).

## Capítulo 2. Datos y estadística descriptiva

La presente investigación pretende estimar el impacto de PROCAMPO sobre el volumen de producción, la superficie sembrada y el rendimiento de los principales cultivos del programa susceptibles de apoyo.

Los datos utilizados para realizar el presente trabajo se tomaron de la encuesta de SAGARPA, la Línea de Base para la Evaluación de los Programas de SAGARPA correspondiente al ejercicio 2008, que fue realizada por la SAGARPA en conjunto con las representaciones estatales de este mismo organismo y la FAO. Esta encuesta fue diseñada con el objetivo de evaluar el desempeño de los Programas de la SAGARPA (SAGARPA, 2008).

El periodo de levantamiento de la encuesta fue el primer trimestre de 2009. Esta encuesta reúne información a nivel de Unidades Económicas Rurales (UER). El tamaño de la muestra es de 27,051 observaciones, de las cuales 22,041 observaciones reportan dedicarse a actividades agrícolas.

Para el levantamiento de la línea de base se utilizó el método de muestreo estratificado aleatorio (MEA), mediante el cual la población objetivo se divide en subgrupos o estratos. Por su parte, a cada estrato se aplicó el muestreo aleatorio simple (MAS) de manera independiente.

El ingreso de la unidad económica rural se compone de todas las fuentes de ingreso de que dispone dicha unidad económica.

- Ingreso por actividades agrícolas: Este indicador incluye la suma del ingreso de las actividades agrícolas en cultivos cíclicos, cultivos perenes y cultivos bajo invernadero de la unidad económica rural.
- Ingreso por actividades pecuarias: Este indicador se obtuvo a partir de ingreso de cada una de las actividades pecuarias que se refirieron en cada Unidad de Producción Rural.
- Ingreso por actividades rurales no agropecuarias.
- Ingresos por apoyos gubernamentales.
- Otros ingresos.

La productividad está definida como: Producción / superficie sembrada (Toneladas / Ha).

## 2.1 Fuente de datos

La encuesta utilizada en esta investigación es la Línea Base 2008 que fue realizada por la SAGARPA en conjunto con las representaciones estatales de este mismo organismo y la FAO. Dicha encuesta tuvo como objetivo “contar con información que permita evaluar los resultados e impactos sobre la población objetivo a la cual los Programas de la SAGARPA se dirigen” (SAGARPA, 2009). El diseño de la muestra permite obtener resultados a nivel estatal y nacional.

En esta base, la Unidad Económica Rural (UER) funge como la unidad muestral, definida como “persona física o moral”. La encuesta fue aplicada desde marzo de 2009 a mayo de 2011 para obtener información de las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, pesqueras y actividades silvícolas y de recolección, entre otras actividades secundarias sobre el procesamiento de los productos primarios.

La muestra se compone de 27,051 observaciones, de las cuales 22,041 reportan dedicarse a actividades agrícolas.

Debido a que la Línea Base 2008 no fue específica para evaluar el PROCAMPO, y específicamente para evaluar cada uno de los cultivos elegibles de este, y tampoco para evaluar cada uno de los estratos que establece el programa, la muestra para el cultivo de frijol para los estratos de transición y comercial es pequeña, tanto para el grupo de beneficiarios como para el grupo de no beneficiarios.

Una práctica frecuente es definir a los pequeños productores como aquellos que cuentan con hasta cinco hectáreas de tierra para la producción. Con base en esta definición operativa, se sabe que en 2007 existían alrededor de 3.7 millones de unidades de producción (UP), que representaban 66% de las UP en el país, según lo reportado en el Censo Nacional Agrícola, Ganadero y Forestal, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en ese año (Delalande & Hernández, 2018).

Los pequeños productores agrícolas en nuestro país cultivan en parcelas menores a cinco hectáreas y en el caso de los pecuarios, crían alrededor de 35 animales de una o más especies, y aportan más del 40 por ciento de los alimentos que consumimos en México, por lo cual su contribución para alcanzar la soberanía alimentaria es de gran importancia. (SENASICA, 2021).

De acuerdo con la FAO & SAGARPA, (2012) en base a la Línea de Base 2008 clasifica a las unidades de producción rural en función de los ingresos obtenidos de la producción agrícola. El estrato 1 como el grupo de “productores de subsistencia sin vinculación al mercado” es decir, no presenta ingresos por ventas o sólo realiza ventas esporádicas, al estrato 2 como “productores de subsistencia con vinculación al mercado” dado que, estos obtienen menores niveles de ingresos por la venta de sus productos agropecuarios (con un promedio de 17 mil 205 pesos anuales en el estrato 2<sup>1</sup>).

En el primer caso se cuantificaron 1.2 millones de unidades de producción que representaron alrededor del 22% del total nacional calculado para el 2008, mientras que en el segundo se identificaron cerca de 3 millones de unidades de producción, correspondientes al 51% del total. Ambos estratos representaron el 73% de las unidades de producción en el medio rural durante 2008.

Para nuestra clasificación se tomará como pequeño productor (o de autoconsumo) aquel que tenga menos de 3 hectáreas. Mediano productor (Estrato de transición) de 3 a 10 hectáreas y grande productor (Estrato comercial) aquel con más de 10 hectáreas.

---

<sup>1</sup> Cifras corrientes del 2008, en base a encuesta Línea de Base 2008

## 2.2. Estadísticas descriptivas y variables explicativas

De la encuesta de la Línea de Base para la Evaluación de los Programas de SAGARPA correspondiente al ejercicio 2008 se tienen 27,051 observaciones, de las cuales 22,041 reportaron realizar actividades agrícolas durante el año en cuestión, de las cuales el 67.67% recibió apoyo de PROCAMPO. Por otro lado, los mayores beneficiarios de PROCAMPO fueron los grandes productores, con el 31.4 % beneficiarios totales.

Tabla 1. Encuestados que reportaron realizar actividades agrícolas.

| PROCAMPO    | Estrato comercial | %     | Estrato autoconsumo | %     | Estrato transición | %     | Total  |
|-------------|-------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|--------|
| Control     | 3,489             | 15.8% | 2,237               | 10.1% | 1,400              | 6.4%  | 7,126  |
| Tratamiento | 6,928             | 31.4% | 5,246               | 23.8% | 2,741              | 12.4% | 14,915 |
| Total       | 10,417            | 47.3% | 7,483               | 34.0% | 4,141              | 18.8% | 22,041 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

### 2.2.1 Estadísticas descriptivas maíz

De las 22,041 unidades de producción rural encuestadas 15,387 reportaron producir maíz blanco o amarillo entre algunos de los cultivos producidos, de los cuales 70.6% fue beneficiario de PROCAMPO, de los cuales la mayor proporción de beneficiarios fue el estrato de autoconsumo (menos de 3 hectáreas) con un 42.4% del total.

Tabla 2. Encuestados que reportaron cultivar maíz blanco o amarillo.

| PROCAMPO    | Estrato autoconsumo <3 ha | %     | Estrato transición 3-5 ha | %     | Estrato comercial >10 ha | %    | Total  |
|-------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------------|------|--------|
| Control     | 3,403                     | 22.1% | 948                       | 6.2%  | 172                      | 1.1% | 4,523  |
| Tratamiento | 6,519                     | 42.4% | 3,555                     | 23.1% | 790                      | 5.1% | 10,864 |
| Total       | 9,922                     | 64.5% | 4,503                     | 29.3% | 962                      | 6.3% | 15,387 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Por otro lado, se observa que los beneficiarios de PROCAMPO en general cosecharon mayor

superficie de maíz, por ejemplo 26.745 ha en el estrato comercial con respecto al control 25.742 ha, además que el rendimiento es mayor para el estrato comercial. El estrato de autoconsumo es el que tuvo mayor impacto, los beneficiarios de PROCAMPO cosecharon mayor superficie maíz (2.32 ha), y su producción fue mayor (1.799 ton), sin embargo, su rendimiento fue menor con 1.29 ton/ha vs .146 ton/ha en el control, donde se observa mayor rendimiento es en el tratamiento del estrato de transición con 6.52 ton/ha contra 2.12 ton/ha del control.

*Tabla 3 Promedio de producción, superficie y rendimiento de maíz por estrato.*

| PROCAMPO    |                      | Estrato autoconsumo | Estrato transición | Estrato comercial | Total     |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| Control     | Ingreso PROCAMPO     |                     |                    |                   |           |
|             | Producción (ton)     | 2.037               | 12.995             | 108.522           | 8.432     |
|             | Superficie (ha)      | 1.504               | 5.793              | 25.742            | 3.325     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 1.458               | 2.121              | 3.779             | 1.686     |
| Tratamiento | Ingreso PROCAMPO     | 2,748.330           | 6,978.729          | 25,839.730        | 5,812.057 |
|             | Producción (ton)     | 2.320               | 31.306             | 140.168           | 21.898    |
|             | Superficie (ha)      | 1.791               | 5.852              | 26.745            | 4.933     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 1.293               | 6.516              | 4.550             | 3.236     |

*Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.*

## 2.2.2 Estadísticas descriptivas frijol

De las 22,041 unidades de producción rural encuestadas 4125 reportaron producir frijol entre algunos de los cultivos producidos, de los cuales 73.8% fue beneficiario de PROCAMPO, de los cuales la mayor proporción de beneficiarios fue el estrato de autoconsumo (menos de 3 hectáreas) con un 55.1% del total.

*Tabla 4 Encuestados que reportaron cultivar frijol.*

| PROCAMPO    | Estrato autoconsumo <3 ha | %     | Estrato transición 3-5 ha | %     | Estrato comercial >10 ha | %    | Total |
|-------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------------|------|-------|
| Control     | 956                       | 23.2% | 99                        | 2.4%  | 27                       | 0.7% | 1,082 |
| Tratamiento | 2,274                     | 55.1% | 526                       | 12.8% | 243                      | 5.9% | 3,043 |

|       |       |       |     |       |     |      |       |
|-------|-------|-------|-----|-------|-----|------|-------|
| Total | 3,230 | 78.3% | 625 | 15.2% | 270 | 6.5% | 4,125 |
|-------|-------|-------|-----|-------|-----|------|-------|

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Por otro lado, se observa que los beneficiarios de PROCAMPO cosecharon mayor superficie de frijol 29.48 ha en el estrato comercial con respecto al control 21.70 ha, sin embargo, en este estrato se observa un rendimiento menor en los beneficiarios de PROCAMPO, lo cual es similar en los demás estratos.

Tabla 5 Promedio de producción, superficie y rendimiento de frijol por estrato.

| PROCAMPO    |                      | Estrato autoconsumo | Estrato transición | Estrato comercial | Total   |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------|
| Control     | Ingreso PROCAMPO     |                     |                    |                   |         |
|             | Producción (ton)     | 0.55                | 5.14               | 18.07             | 1.42    |
|             | Superficie (ha)      | 1.06                | 6.31               | 21.70             | 2.06    |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 0.52                | 0.77               | 0.95              | 0.55    |
| Tratamiento | Ingreso PROCAMPO     | 4034.29             | 11452.40           | 27022.05          | 7152.25 |
|             | Producción (ton)     | 0.62                | 4.44               | 18.76             | 2.75    |
|             | Superficie (ha)      | 1.24                | 6.11               | 29.48             | 4.31    |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 0.51                | 0.70               | 0.66              | 0.55    |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

### 2.2.3 Estadísticas descriptivas Sorgo

De las 22,041 unidades de producción rural encuestadas 1822 reportaron producir sorgo entre algunos de los cultivos producidos, de los cuales 78.9% fue beneficiario de PROCAMPO, de los cuales la mayor proporción de beneficiarios fue el estrato de transición (entre 3 y 10 hectáreas) con un 32.9% del total.

Tabla 6 Encuestados que reportaron cultivar sorgo.

| PROCAMPO | Estrato autoconsumo <3 ha | %    | Estrato transición 3-5 ha | %    | Estrato comercial >10 ha | %    | Total |
|----------|---------------------------|------|---------------------------|------|--------------------------|------|-------|
| Control  | 160                       | 8.8% | 150                       | 8.2% | 74                       | 4.1% | 384   |

|             |     |       |     |       |     |       |       |
|-------------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-------|
| Tratamiento | 420 | 23.1% | 600 | 32.9% | 418 | 22.9% | 1,438 |
| Total       | 580 | 31.8% | 750 | 41.2% | 492 | 27.0% | 1,822 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Por otro lado, se observa que los beneficiarios de PROCAMPO cosecharon mayor superficie de sorgo 26.7 ha en el estrato comercial con respecto al control 26.4 ha. Sin embargo, en este estrato se observa un rendimiento menor en los beneficiarios de PROCAMPO, lo cual es similar en los productores con menos de 3 ha.

Tabla 7 Promedio de producción, superficie y rendimiento de sorgo por estrato.

| PROCAMPO    |                      | Estrato autoconsumo | Estrato transición | Estrato comercial | Total      |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------|
| Control     | Ingreso PROCAMPO     | .                   | .                  | .                 | .          |
|             | Producción (ton)     | 8.186               | 26.398             | 123.951           | 37.214     |
|             | Superficie (ha)      | 1.865               | 6.041              | 39.232            | 10.697     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 4.321               | 4.302              | 3.394             | 4.139      |
| Tratamiento | Ingreso PROCAMPO     | 3,907.060           | 8,591.132          | 36,553.560        | 15,351.200 |
|             | Producción (ton)     | 7.528               | 26.731             | 122.188           | 49.069     |
|             | Superficie (ha)      | 1.981               | 6.441              | 38.892            | 14.555     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 3.848               | 4.245              | 3.553             | 3.928      |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

## 2.2.4 Estadísticas descriptivas Trigo

De las 22,041 unidades de producción rural encuestadas 1025 reportaron producir trigo entre algunos de los cultivos producidos, de los cuales 84.3% fue beneficiario de PROCAMPO, donde la mayor proporción de beneficiarios pertenece al estrato comercial (más de 10 hectáreas) con un 44.3% del total.

Tabla 8 Encuestados que reportaron cultivar trigo.

| PROCAMPO | Estrato autoconsumo | % | Estrato transición | % | Estrato comercial | % | Total |
|----------|---------------------|---|--------------------|---|-------------------|---|-------|
|          | <3 ha               |   | 3-5 ha             |   | >10 ha            |   |       |

|             |     |       |     |       |     |       |       |
|-------------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-------|
| Control     | 41  | 4.0%  | 53  | 5.2%  | 67  | 6.5%  | 161   |
| Tratamiento | 147 | 14.3% | 263 | 25.7% | 454 | 44.3% | 864   |
| Total       | 188 | 18.3% | 316 | 30.8% | 521 | 50.8% | 1,025 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Por otro lado, se observa que los beneficiarios de PROCAMPO cosecharon mayor superficie de trigo en todos los estratos, además de que el rendimiento fue superior en los beneficiarios del PROCAMPO, en promedio 5.04 ton/ha contra 4.35 ton/ ha en los no beneficiarios.

Tabla 9 Promedio de producción, superficie y rendimiento de trigo por estrato.

| PROCAMPO    |                      | Estrato autoconsumo | Estrato transición | Estrato comercial | Total     |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| Control     | Ingreso PROCAMPO     | .                   | .                  | .                 | .         |
|             | Producción (ton)     | 4.44                | 33.04              | 200.41            | 96.21     |
|             | Superficie (ha)      | 1.56                | 6.75               | 35.49             | 17.38     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 2.40                | 4.60               | 5.28              | 4.35      |
| Tratamiento | Ingreso PROCAMPO     | 4,126.05            | 9,438.61           | 42,059.53         | 25,675.82 |
|             | Producción (ton)     | 5.26                | 36.62              | 251.55            | 145.49    |
|             | Superficie (ha)      | 1.86                | 6.67               | 45.58             | 26.30     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 2.66                | 5.55               | 5.49              | 5.04      |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

### 2.2.5 Estadísticas descriptivas cebada

De las 22,041 unidades de producción rural encuestadas 383 reportaron producir cebada entre algunos de los cultivos producidos, de los cuales 88.0% fue beneficiario de PROCAMPO, de los cuales en el estrato de transición (entre 3 y 10 ha) se tiene la mayor proporción de beneficiarios con un 40.2% del total.

Tabla 10 Encuestados que reportaron cultivar cebada.

| PROCAMPO | Estrato autoconsumo <3 ha | % | Estrato transición 3-5 ha | % | Estrato comercial >10 ha | % | Total |
|----------|---------------------------|---|---------------------------|---|--------------------------|---|-------|
|----------|---------------------------|---|---------------------------|---|--------------------------|---|-------|

|             |     |       |     |       |    |       |     |
|-------------|-----|-------|-----|-------|----|-------|-----|
| Control     | 19  | 5.0%  | 19  | 5.0%  | 8  | 2.1%  | 46  |
| Tratamiento | 120 | 31.3% | 154 | 40.2% | 63 | 16.4% | 337 |
| Total       | 139 | 36.3% | 173 | 45.2% | 71 | 18.5% | 383 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Se observa que en promedio los beneficiarios de PROCAMPO produjeron más cebada, sembraron mayor superficie e incrementaron su rendimiento. Sin embargo, al separar por estrato se observa mayor incremento en el rendimiento los beneficiarios de PROCAMPO del estrato de autoconsumo, pero los beneficiarios del estrato comercial cultivaron 35.28 ha contra 17.19 ha de los no beneficiarios.

Tabla 11 Promedio de producción, superficie y rendimiento de cebada por estrato.

| PROCAMPO    |                      | Estrato autoconsumo | Estrato transición | Estrato comercial | Total    |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------|
| Control     | Ingreso PROCAMPO     | .                   | .                  | .                 | .        |
|             | Producción (ton)     | 2.72                | 14.28              | 54.44             | 16.85    |
|             | Superficie (ha)      | 1.93                | 6.08               | 17.19             | 6.30     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 1.42                | 2.53               | 2.88              | 2.14     |
| Tratamiento | Ingreso PROCAMPO     | 4,300.95            | 7,149.95           | 27,368.57         | 9,915.21 |
|             | Producción (ton)     | 7.69                | 13.19              | 83.95             | 24.47    |
|             | Superficie (ha)      | 1.90                | 6.05               | 35.28             | 10.04    |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 5.12                | 2.22               | 2.41              | 3.27     |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

## 2.2.6 Estadísticas descriptivas arroz

De las 22,041 unidades de producción rural encuestadas 67 reportaron producir arroz entre algunos de los cultivos producidos, de los cuales 55.2% fue beneficiario de PROCAMPO, de los cuales la mayor proporción de beneficiarios fue el estrato comercial (más de 10 hectáreas) con un 25.4% del total.

Tabla 12 Encuestados que reportaron cultivar arroz.

| PROCAMPO    | Estrato autoconsumo <3 ha | %     | Estrato transición 3-5 ha | %     | Estrato comercial >10 ha | %     | Total |
|-------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------------|-------|-------|
| Control     | 16                        | 23.9% | 7                         | 10.4% | 7                        | 10.4% | 30    |
| Tratamiento | 13                        | 19.4% | 7                         | 10.4% | 17                       | 25.4% | 37    |
| Total       | 29                        | 43.3% | 14                        | 20.9% | 24                       | 35.8% | 67    |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Por otro lado, se observa que los beneficiarios de PROCAMPO cosecharon mayor superficie de arroz 20.21 ha en promedio con respecto al control 11.50 ha, en general se observa mayor superficie sembrada por los beneficiarios de PROCAMPO, sin embargo, la producción y el rendimiento no tienen el mismo efecto, por un lado, el rendimiento del estrato comercial es mayor en los beneficiarios del programa, sin embargo, en el estrato de autoconsumo el efecto es contrario.

Tabla 13 Promedio de producción, superficie y rendimiento de arroz por estrato.

| PROCAMPO    |                      | Estrato autoconsumo | Estrato transición | Estrato comercial | Total      |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------|
| Control     | Ingreso PROCAMPO     | .                   | .                  | .                 | .          |
|             | Producción (ton)     | 12.467              | 38.771             | 191.286           | 61.979     |
|             | Superficie (ha)      | 1.388               | 5.814              | 40.286            | 11.497     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 8.561               | 7.950              | 4.913             | 7.533      |
| Tratamiento | Ingreso PROCAMPO     | 4,924.231           | 19,552.860         | 49,416.290        | 28,134.110 |
|             | Producción (ton)     | 9.838               | 44.000             | 401.838           | 190.703    |
|             | Superficie (ha)      | 1.496               | 7.043              | 55.353            | 27.291     |
|             | Rendimiento (ton/ha) | 6.200               | 6.326              | 11.841            | 8.732      |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

### Capítulo 3. Metodología de modelación

La medición de impacto tiene como objetivo encontrar el efecto de un tratamiento, mediante estimaciones del efecto causal de un programa sobre una variable endógena. Para dicho fin se han desarrollado técnicas en estudios experimentales, cuasiexperimentales y no experimentales.

Para medir el impacto de un programa, uno de los métodos más utilizados es el de matching de datos que corrige las diferencias observables entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, buscando para cada individuo de la muestra del grupo de tratamiento al individuo el más parecido de la muestra del grupo de comparación (Rosenbaum y Rubin, 1983, Todd, 1999).

Con el fin de calcular el efecto causal de D (tratamiento en este caso ser beneficiario de PROCAMPO) sobre la respuesta Y, se debe conocer conjuntamente los resultados potenciales del valor de la prueba, para el mismo individuo, siendo beneficiario,  $Y_i(D = 1)$  y no beneficiario  $Y_i(D = 0)$ . Sin embargo, esto es imposible porque solo uno puede ser observado, mientras que el otro resultado no observado se le designa como resultado contrafactual y que tiene que ser estimado por medio de un modelo econométrico.

El impacto de un programa se identifica estimando la diferencia en la variable resultado (Y) que registra el individuo i con la intervención del programa (D=1) y sin el programa (D=0). De acuerdo con Rubin, (1973) la diferencia entre tratados y controles se define como:

$$\Delta_i = Y_1^i - Y_0^i$$

donde  $\Delta_i$  denota el impacto del programa sobre el individuo i, con  $i = 1, 2, \dots, N$ .  $Y_1^i$  es resultado potencial que registraría el individuo i con el tratamiento,  $Y_0^i$  es el resultado potencial que presentaría el individuo i sin el tratamiento.

Para el mismo individuo i, no se puede observar a la vez  $D_i = 0$  y  $D_i = 1$ . Si  $D_i = 1$ , se observa  $Y_i = Y_1^i$  y si  $D_i = 0$ , se observa  $Y_i = Y_0^i$  es decir solo puede tener un resultado y el resultado bajo la otra opción (el contrafactual), no se observa.

De acuerdo con Caliendo & Kopeinig, (2008) esto se conoce como “problema fundamental de identificación”, que establece que es imposible conocer ambos resultados para el mismo individuo i, entonces, los distintos métodos de evaluación buscan construir el contrafactual.

De acuerdo con Caliendo & Kopeinig, (2008) existen dos parámetros básicos disponibles en la

literatura para medir el impacto promedio, el efecto promedio del tratamiento (average treatment effect, ATE): que mide el efecto esperado en el resultado en el caso que los individuos sean asignados aleatoriamente al tratamiento; y el efecto promedio del tratamiento en la población tratada (average treatment effect on the treated, ATT): los efectos de aquellos donde el programa es efectivamente aplicado.

En esta investigación no es de interés el efecto medio del tratamiento (ATE), dado que no hubo una asignación aleatoria, sino el efecto medio del tratamiento entre los tratados (ATT) que se obtiene con la siguiente función (Morgan y Winship, 2007):

El valor esperado de ATT es la diferencia entre los valores del resultado esperado con y sin tratamiento para aquellos que participan en el tratamiento, al estimador de matching del ATT puede definirse como

$$\tau_{ATT} = E[Y_1^i - Y_0^i | D_1 = 1] = E(Y_{1i} | D = 1) - E(Y_{0i} | D = 1)$$

El término  $E(Y_{1i} | D = 1)$  representa el resultado esperado para los beneficiarios del programa, mientras que el término  $E(Y_{0i} | D = 1)$  es el resultado hipotético que se habría obtenido si los beneficiarios del programa no hubieran recibido el apoyo. Es decir, permite extraer el efecto promedio del tratamiento en las unidades de producción rural tratadas del efecto total del tratamiento.

La estimación del impacto de PROCAMPO **se realizará** mediante el método de propensity score matching, utilizando los métodos Radius matching, Nearest neighbor y Kernel matching los cual nos permitirá estimar un grupo de control equilibrado con el grupo de tratamiento, para lo cual es necesario estimar la propensión mediante variables observables que cumplan con dos requisitos:

1. Características que hacen elegible a cada unidad de producción;
2. Que hayan estado presentes antes de la asignación del programa, donde las covariables son:
  - Sexo (femenino y masculino).
  - Edad (años).
  - Educación (años)
  - Hablante de lengua indígena (si y no)

- Dependientes económicos menores a 14 años (personas)
- Ciclo agrícola en el que se cultivó (primavera-verano y otoño-invierno).
- Otros programas del gobierno (federal, estatal o municipal); y otros programas de SAGARPA.
- Estado.

### **3.1 El problema de sesgo por selección**

El sesgo de selección se refiere a los errores experimentales que conducen a una representación inexacta de la muestra de la investigación. Surge cuando el grupo de participantes o los datos no representan al grupo objetivo.

El Sesgo de autoselección también conocido como «sesgo de voluntariedad», se produce cuando las personas que deciden participar en un estudio no son representativas de la población más amplia de interés.

El método predominante para evitar el sesgo de selección es la aleatorización de las muestras. La ventaja de las muestras aleatorias es que las características del subconjunto poblacional tienen la misma distribución que las características de la población, las cuales son más precisas conforme aumenta el tamaño de la muestra.

El caso del PROCAMPO, dado que no es un programa asignado aleatoriamente, sino que es un programa abierto sujeto al cumplimiento de requisitos mínimos, lo cual genera un problema de sesgo por autoselección, lo anterior implica utilizar un método que permita corregir las diferencias observables entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, buscando para cada individuo de la muestra del grupo de tratamiento al individuo el más parecido de la muestra del grupo de comparación (Rosenbaum & Rubin, 1983).

### **3.2 Propensity score matching (PSM)**

Uno de los métodos más utilizados para la medición de impacto de un programa, es el de matching de datos que corrige las diferencias observables entre el grupo de tratamiento y el grupo de control, buscando para cada individuo de la muestra del grupo de tratamiento al

individuo el más parecido de la muestra del grupo de comparación (Rosenbaum & Rubin, 1983).

Matching es una aproximación estadística que resuelve el problema de la evaluación mediante la búsqueda en un grupo de no participantes a aquellos individuos que son similares a los participantes en todas las características X pretratamiento relevantes. Matching asume que no hay sesgo de selección basado en características no observadas. El método de matching estima el contrafactual reponderizando el grupo de control para que tenga la misma distribución de variables X que el grupo de tratamiento.

El método de emparejamiento se puede aplicar a casi todas las reglas de asignación de un programa, siempre y cuando se cuente con un grupo que no haya participado en el programa. Este método utiliza a las características observables para hacer un grupo de comparación y el principal supuesto es que no hay diferencias en las características no observables del grupo de tratamiento y el grupo de control.

Para estimar un efecto causal cuando hay un factor de confusión, necesitamos (1) supuesto de independencia condicional CIA y (2) que la probabilidad de tratamiento esté entre 0 y 1 para cada estrato. Más formalmente:

1.  $(Y^1, Y^0) \perp\!\!\!\perp D \mid X$  (independencia condicional), la participación es independiente de los resultados una vez que se ha controlado por las características observables X.
2.  $0 < \Pr(D = 1 \mid X) < 1$  con probabilidad 1 (soporte común), se comparan individuos, con características similares.

El supuesto de independencia condicional se cumplirá si X incluye todas las variables que afectan tanto a la participación y los resultados.

La Condición de Soporte Común asegura que los individuos con los mismos valores de X tienen una probabilidad positiva de ser los participantes y no participantes. El soporte asegura la existencia, en la población, de observaciones de no tratados que se "parecen" a las observaciones sin tratar.

Estos dos supuestos producen la siguiente identidad:

$$\begin{aligned} E[Y^1 - Y^0 \mid X] &= E[Y^1 - Y^0 \mid X, D = 1] \\ &= E[Y^1 \mid X, D = 1] - E[Y^0 \mid X, D = 0] \\ &= E[Y \mid X, D = 1] - E[Y \mid X, D = 0] \end{aligned}$$

donde cada valor de  $Y$  está determinado por la ecuación de conmutación. Dado el soporte común, obtenemos el siguiente estimador:

$$\widehat{\delta_{ATE}} = \int (E[Y | X, D = 1] - E[Y | X, D = 0]) d \Pr(X)$$

Por un lado, necesitamos que el tratamiento sea condicionalmente independiente de ambos resultados potenciales para identificar el ATE, pero solo necesitamos que el tratamiento sea condicionalmente independiente de  $Y_0$  para identificar el ATT y el hecho de que existen algunas unidades en el grupo de control para cada estrato de tratamiento.

La idea con el propensity score matching es comparar unidades que, basadas únicamente en sus observables, tienen probabilidades muy similares de ser asignadas al tratamiento. Si condicional en  $X_i$ , dos unidades tienen una probabilidad similar de tratamiento, entonces decimos que tienen propensity scores similares. Si comparamos una unidad en el grupo de tratamiento con una unidad en el grupo de control con dos propensity scores que son similares, entonces condicional en el propensity score, toda la variación restante entre las dos es aleatoria, (Rosenbaum & Rubin, 1983).

De acuerdo con Rosenbaum & Rubin, (1983) propensity score se define como la probabilidad condicional de recibir el tratamiento dadas las variables observadas  $X$  antes del tratamiento:  $p(X_i) = \Pr(D_i = 1 | X_i) = E(D_i | X_i)$ .

El teorema del propensity score dice que solo necesitamos controlar por los covariantes que afectan la probabilidad del tratamiento. El único covariante que realmente necesitamos controlar es por la probabilidad de tratamiento.

El propensity score tiene la propiedad de balancear características, asegurando que: observaciones con el mismo propensity score tienen la misma distribución, independientemente que sean tratamientos o controles. Para un propensity score dado, la asignación al tratamiento es “aleatoria”. Por eso, en promedio, los tratamientos y los controles son idénticos desde el punto de vista observacional.

### 3.3 Métodos de Matching

La probabilidad de observar dos unidades con exactamente el mismo propensity score es en principio cero porque  $p(X_i)$  es continua. Se han propuesto varios métodos de propensity score

matching en la literatura, pero los más utilizados son: 1. Nearest-neighbor matching 2. Radius matching 3. Kernel matching.

Todos los estimadores de matching son estimadores ponderados en los cuales los individuos no tratados tienen una probabilidad cercana a la de los tratados.

### 3.3.1 Radius matching

El matching con la técnica del vecino más cercano con radio, es un método para asignar a cada individuo tratado, un par que sea su control cuyo puntaje de propensión esté a una distancia (radio dado) de 0.01 desviaciones estándar. en caso de que las observaciones del grupo de control se encuentren a una distancia mayor, dicho individuo será descartado (Rosenbaum & Rubin, 1985).

El método de emparejamiento Radius Matching usa todas las unidades de control dentro de un radio predefinido del propensity score. El beneficio de esta técnica es que utiliza únicamente tantas unidades de control como el radio lo permita, permitiéndonos el uso de unidades adicionales cuando no tenemos buenos pares (Huber et al., 2015). Su fórmula nos dice que la unidad bajo tratamiento  $i$  se paree con la unidad de control  $j$  tal que:

$$\delta > |p_i - p_j| = \min_{k \in \{D=0\}} \{|p_i - p_k|\}$$

Donde  $\delta > 0$  es un radio que se especifica. Si ninguno de los individuos de comparación se encuentra dentro del criterio de la tolerancia, entonces el tratamiento  $i$  es unmatched (Lee, 2005).

Así la fórmula del estimador es (Lee, 2005):

$$\hat{\delta}_{TOT}^r = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left( Y_i^T - \sum_{j \in C(i)} w_{ij} Y_j^C \right)$$

Donde:

- $N^T$  es el número de unidades en el grupo de tratamiento
- El estimador define el número de controles emparejados con la observación  $i \in T$  como  $N_i^C$  y definen pesos  $w_{ij} = \frac{1}{N_i^C}$  si  $j \in C(i)$  y  $w_{ij} = 0$  de otra manera.

### 3.3.2 Nearest Neighbor Matching

El estimador de Vecino Más Cercano (Nearest Neighbour Matching Estimator) es un enfoque clásico para la estimación no paramétrica de los efectos de tratamientos heterogéneos (Wager & Athey, 2018); realiza emparejamiento entre aquellos individuos que participan del programa y su grupo contrafactual (individuos no beneficiados), dada una serie de características comunes entre ellos (Abadie & Imbens, 2006). Con este método se compara el resultado que obtiene cada beneficiario tratado con el grupo de control que tenga el propensity score más cercano. Así se calcula la diferencia entre cada par de unidades emparejadas en la variable de interés y se promedian todas las diferencias para calcular el ATT. Es decir:

$$C(i) = \min \|p_1 - p_j\|$$

Donde  $C(i)$  representa el conjunto de unidades de control emparejadas a la unidad tratada  $i$ , con un valor estimado del propensity score  $p_i$ . Así la fórmula del estimador es (Wager & Athey, 2018):

$$\begin{aligned} ATT^{NN} &= \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left[ Y_i^T - \sum_{j \in C(i)} w_{ij} Y_j^c \right] \\ &= \frac{1}{N^T} \left[ \sum_{i \in T} Y_i^T - \sum_{i \in T} \sum_{j \in C(i)} w_{ij} Y_j^c \right] \end{aligned}$$

Donde  $N^T$  es el número de unidades tratadas en la muestra, y las  $w_{ij} = \frac{1}{N_i^c}$  son ponderaciones si  $j \in C(i)$  y  $w_{ij} = 0$  de otra forma.

### 3.3.3 Kernel matching method

El estimador Kernel matching es otro enfoque para la estimación no paramétrica de los efectos de tratamientos heterogéneos, (Wager & Athey, 2018). Este método hace un promedio ponderado de los resultados de las observaciones más cercanas a cada individuo, (Lee, 2005). Los individuos del grupo de tratamiento se emparejan con los controles por medio de un promedio ponderado de los individuos de control, con dicha ponderación inversamente proporcional a la distancia entre los PS del grupo de tratamiento y el de control, (Handouyahia

et al., 2013).

En el método de Kernel Matching todas las observaciones tratadas son emparejadas con un promedio ponderado de todas las unidades de control. Las ponderaciones empleadas son inversamente proporcionales a la distancia entre los propensity scores de las unidades tratadas y de control, (Handouyahia et al., 2013). El estimador se calcula de la forma siguiente:

$$ATT^K = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} \left\{ Y_i^T - \frac{\sum_{j \in C} Y_j^C K\left(\frac{p_j - p_i}{h_n}\right)}{\sum_{k \in C} K\left(\frac{p_k - p_i}{h_n}\right)} \right\}$$

Donde  $K(\cdot)$  es una función Kernel y  $h_n$  es un parámetro de ancho de banda.

### 3.3.4 Soporte Común

Se ha mostrado que el estimador de ATT se definen en la región de soporte común. Por lo tanto, es importante verificar la superposición y la región de soporte común entre el grupo de tratamiento y el de comparación, El soporte común en el PSM se refiere a la superposición en la distribución del puntaje de propensión entre los grupos de tratamiento y control. En otras palabras, es el rango de puntajes de propensión para los cuales hay individuos tanto en el grupo de tratamiento como en el de control, (Rosenbaum & Rubin, 1985).

De acuerdo con Bryson et al., (2002) para aceptar la insegadez del estimador de ATT es suficiente asegurar la existencia de coincidencias potenciales en el grupo de control, mientras que para ATE se requiere adicionalmente que las combinaciones de características en el grupo de comparación también puedan observarse en el grupo de tratamiento.

## Capítulo 4. Resultados

### 4.1 Maíz

El efecto promedio del tratamiento en la población tratada (ATT) sobre el volumen de producción sugiere que, debido al PROCAMPO el volumen de maíz producido aumentó 9.8 toneladas por Unidad económica rural para los beneficiarios (21.899 ton) en comparación con los no beneficiarios (12.1 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 14). El efecto del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching. (8.9 ton), y Kernel Matching (10.1 ton). Sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que al ser una muestra grande y suponiendo normalidad es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO en el volumen producido de maíz.*

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada sugieren que la superficie aumenta 0.83 hectáreas por Unidad económica rural (Radius Matching) para los beneficiarios (4.93 ha), en comparación con los no beneficiarios (4.1 ha) (ver Tabla 14). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (0.89 ha), y Kernel Matching (0.86 ha). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“Si” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de maíz.*

Por otro lado, se observa un impacto positivo en el rendimiento de 1.43 ton/ha por Radius Matching, para los beneficiarios (3.2 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (1.8 ton/ha) (ver Tabla 14). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (1.44 ton/ha), y Kernel Matching (1.46 ton/ha). Sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que no es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO en el rendimiento del maíz en México.*

Se observa un mayor impacto en la superficie, que en conjunto con un impacto positivo en el rendimiento del maíz genera un impacto considerable en el volumen total producido.

#### **Estrato de autoconsumo (menos de 3 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato de autoconsumo (menos de 3 ha) sobre la producción

de las Unidades Económicas Rurales sugiere que debido al programa el volumen de maíz producido aumentó 0.25 toneladas por unidad económica rural para los beneficiarios (2.3 ton) en comparación con los no beneficiarios (2.07 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 15). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (0.26 ton), y Kernel Matching (0.26 ton).

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada en el estrato de autoconsumo sugieren que la superficie aumenta 0.21 hectáreas por UER (Radius Matching) para los beneficiarios (1.79 ha), en comparación con los no beneficiarios (1.58ha) (ver Tabla 15). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (0.22 ha), y Kernel Matching (0.21 ha).

Por otro lado, se observa un impacto negativo pero pequeño en el rendimiento en el estrato de autoconsumo de -0.08 ton/ha por Radius Matching, para los beneficiarios (1.3 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (1.4 ton/ha) (ver Tabla 15). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.07 ton/ha), y Kernel Matching (-0.06 ton/ha).

El estimador ATT en el estrato de autoconsumo tanto en el volumen producido como en la superficie sembrada tiene un valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“Si” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de Maíz, así como en el volumen producido.*

El impacto negativo en el rendimiento en el estrato de autoconsumo se debe a que el impacto en la superficie y en la producción total es pequeño, sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que no es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO en el rendimiento del maíz en el estrato de autoconsumo.*

### **Estrato intermedio (3-5 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato intermedio (3-5 ha) sugiere que debido al programa el volumen de maíz producido aumentó 18.1 toneladas por unidad económica rural para los beneficiarios (31.7 ton) en comparación con los no beneficiarios (13.7 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 16). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (19.1 ton), y Kernel Matching (18.4 ton)

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada en el estrato intermedio sugieren que los beneficiarios y no beneficiarios sembraron superficies similares, 0.03 hectáreas por unidad económica rural más (Radius Matching) para los beneficiarios (5.87 ha), en comparación con los no beneficiarios (5.83 ha) (ver Tabla 16). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (0.1 ha), y Kernel Matching (0.02 ha).

Por otro lado, se observa un impacto positivo y considerable en el rendimiento en el estrato intermedio de 4.4 ton/ha por Radius Matching para los beneficiarios (6.6 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (2.2 ton/ha) (ver Tabla 16). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (4.5 ton/ha), y Kernel Matching (4.5 ton/ha).

Sin embargo, dado que el estimador ATT en el estrato de transición en todas las variables de impacto tiene un valor de t dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de maíz, así como en el volumen producido, y en el rendimiento en el estrato de Transición.*

### **Estrato comercial (más de 10 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato comercial (más de 10 ha) sobre la producción de las Unidades Económicas Rurales sugiere que debido al programa el volumen de maíz producido aumentó 35.5 toneladas por UER para los beneficiarios (144.6 ton) en comparación con los no beneficiarios (109.1 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 17). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (43.3 ton), y Kernel Matching (18.4 ton).

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada del estrato comercial sugieren **mayor impacto positivo** en los beneficiarios del programa, 3.2 hectáreas más (Radius Matching) para los beneficiarios (26.8 ha), en comparación con los no beneficiarios (23.6 ha) (ver Tabla 17). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (4.8 ha), y Kernel Matching (2.4 ha).

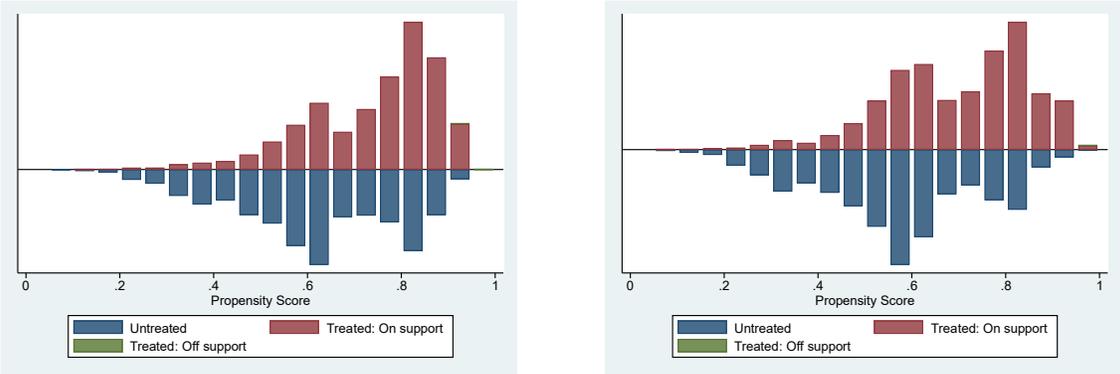
Por otro lado, se observa un impacto **positivo** el rendimiento del estrato comercial de 0.4 ton/ha por Radius Matching para los beneficiarios (4.6 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios

(4.2 ton/ha) (ver Tabla 17). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (0.6 ton/ha), y Kernel Matching (0.5 ton/ha).

El estrato intermedio (3-5 ha) es el que tiene los mayores rendimientos entre los beneficiarios del PROCAMPO, sin embargo, entre los no beneficiarios el estrato comercial (más de 10ha) es el que tiene mayor rendimiento (más de 4 ton/ha) lo cual se debe a que comúnmente los grandes productores tienen mayor tecnología.

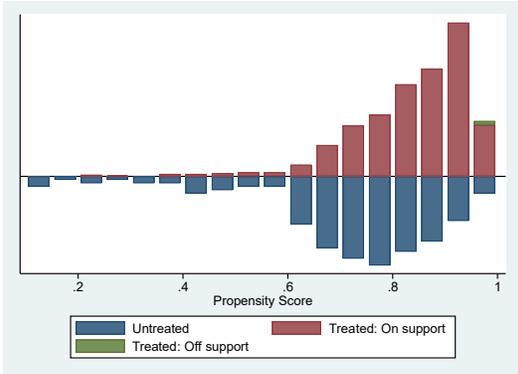
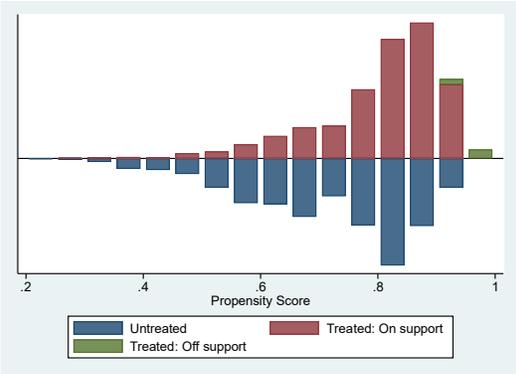
Sin embargo, a pesar de que el impacto es considerable y positivo, dado que el estimador ATT en el estrato comercial en todas las variables de impacto tiene un valor de t dentro del rango [-0.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de Maíz, así como en el volumen producido, y en el rendimiento en el estrato de comercialización.*

Ilustración 3 Soporte común, modelo de PSM en maíz por estratos.



General

Estrato de autoconsumo



Estrato intermedio

Estrato comercial

*Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.*

La Ilustración 3 muestra el área de soporte común para los niveles de tratamiento. Es claro que, existe un traslape lo suficientemente grande entre el tratamiento y control, se tienen individuos tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de control permitiendo que sean comparables para cada estrato con lo que se obtienen estimaciones insesgadas del ATT.

## **4.2 Frijol**

El impacto del PROCAMPO en el cultivo de frijol sobre la producción de las Unidades Económicas Rurales sugiere que debido al programa el volumen producido **augmentó** 0.44 toneladas por UER para los beneficiarios (2.6 ton) en comparación con los no beneficiarios (2.16 ton) a través del método Kernel matching (ver Tabla 18), dado que, con este método de matching el valor de t se encuentra fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, sin embargo con las otras dos metodologías no se obtuvo un valor significativo de t, por lo cual se descartan, por lo tanto se concluye que: *“Si” hay efecto positivo de PROCAMPO en la en la producción total (volumen) de frijol.*

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada sugieren **mayor impacto positivo** en los beneficiarios del programa, 1.32 hectáreas más (Radius Matching) para los beneficiarios (4.3 ha), en comparación con los no beneficiarios (2.98 ha) (ver Tabla 18). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (1.29 ha), y Kernel Matching (1.03 ha). Además, por las tres metodologías se obtiene un valor de t que se encuentra fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“Si” hay efecto positivo de PROCAMPO en la superficie sembrada de frijol.*

Por otro lado, se observa un impacto **negativo y pequeño en** el rendimiento de -0.08 ton/ha por Radius Matching, para los beneficiarios (0.55 ton /ha), en comparación con los no beneficiarios (0.63 ton/ha) (ver Tabla 18). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.05 ton/ha), y Kernel Matching (-0.05 ton/ha). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], para las metodologías de radio matching y Kernel matching lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *Hay un efecto negativo de PROCAMPO en el rendimiento total de frijol.*

### **Estrato de autoconsumo (menos de 3 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato de autoconsumo (menos de 3 ha) sobre la producción de frijol sugiere que el programa tuvo poco efecto, casi nulo y negativo en el volumen producido el cual disminuyó 0.01 toneladas por UER para los beneficiarios (0.61 ton) en comparación con los no beneficiarios (0.62 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 19). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.02 ton), y Kernel Matching (-0.02 ton). Sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que no es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO sobre la producción (volumen) de frijol en el estrato de autoconsumo.*

Los resultados de la estimación del impacto de PROCAMPO sobre la superficie sembrada d el estrato de autoconsumo sugieren que la superficie **incrementa** 0.12 hectáreas por UER (Radius Matching) para los beneficiarios (1.24 ha), en comparación con los no beneficiarios (1.13 ha) (ver Tabla 19). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (0.12 ha), y Kernel Matching (0.12 ha). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“Si” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de frijol en el estrato de autoconsumo.*

Por otro lado, se observa un **impacto negativo pero pequeño** del estrato de autoconsumo en el rendimiento de 0.05 ton/ha por Radius Matching, para los beneficiarios (0.5 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (0.55 ton/ha) (ver Tabla 19). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.03 ton/ha), y Kernel Matching (-0.05 ton/ha). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], para las metodologías de radio matching y Kernel matching lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: **hay un efecto negativo** de PROCAMPO en el rendimiento de frijol, en el estrato de autoconsumo.

### **Estrato intermedio (3-5 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato de intermedio (3-5 ha) sobre la producción de frijol fue negativo. El estudio sugiere que el volumen de frijol producido fue menor 1.48 toneladas por unidad económica rural para los beneficiarios (4.4 ton) en comparación con los no

beneficiarios (5.95 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 20). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.9 ton), y Kernel Matching (-1.0 ton). Sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que no es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO sobre la producción (volumen) de frijol en el estrato de transición.*

El estimador de ATT sugiere que hubo un impacto negativo de PROCAMPO sobre la superficie sembrada de frijol con 0.75 hectáreas por UER menos (Radius Matching) para los beneficiarios (6.12 ha), en comparación con los no beneficiarios (6.86 ha) (ver Tabla 20). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (-0.7 ha), y Kernel Matching (0.02 ha). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *hay un efecto negativo de PROCAMPO en la superficie sembrada de frijol en el estrato de transición.*

Por otro lado, se observa un impacto negativo pero pequeño el rendimiento de -0.1 ton/ha por Radius Matching para los beneficiarios (0.9 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (0.8 ton/ ha). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.01 ton/ha), y Kernel Matching (-0.05 ton/ha) (ver Tabla 20). Sin embargo, a pesar de estos resultados el estimador ATT tiene un valor de t dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: *“No” hay efecto de PROCAMPO en el rendimiento de frijol de los productores del estrato intermedio.*

### **Estrato comercial (más de 10 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato comercial (más de 10 ha) sobre la producción de frijol sugiere que debido al programa el volumen producido disminuyó 4.0 toneladas por UER para los beneficiarios (15.85 ton) en comparación con los no beneficiarios (19.82 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 21). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-3.2 ton), y Kernel Matching (-2.84 ton).

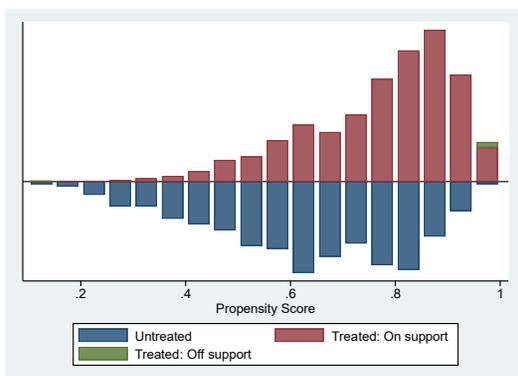
Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada sugieren **mayor impacto positivo** en los beneficiarios del programa, 5.6 hectáreas más (Radius Matching) para los beneficiarios (28.1 ha), en comparación con los no beneficiarios (22.4 ha) (ver Tabla 21). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (4.4 ha), y

Kernel Matching (1.9 ha).

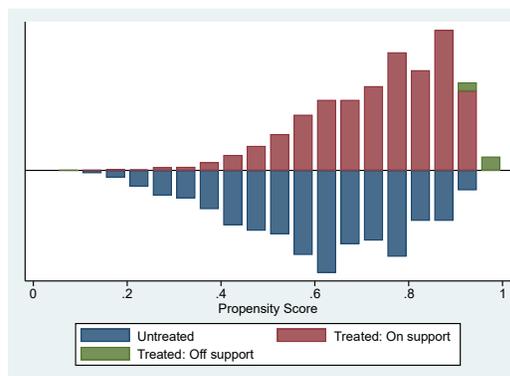
Por otro lado, se observa un impacto **negativo y pequeño** el rendimiento de 0.43 ton/ha para los beneficiarios (0.57 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (0.99 ton/ha) por Radius Matching (ver Tabla 21). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.4 ton/ha), y Kernel Matching (-0.3 ton/ha).

Sin embargo, a pesar de que el valor es considerable en la producción y superficie sembrada y en el rendimiento del frijol del estimador ATT en el estrato comercial, este tiene un valor de t dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de frijol, así como en el volumen producido, y en el rendimiento en el estrato de comercialización.**

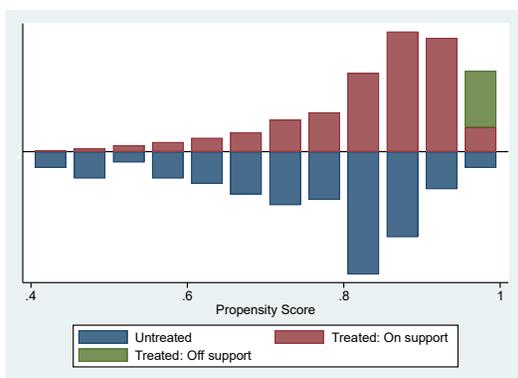
Ilustración 4. Soporte común, modelo de PSM en frijol por estratos.



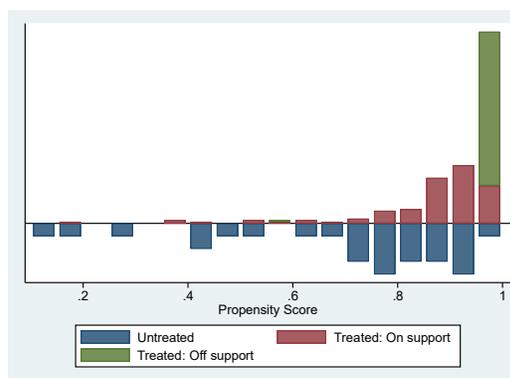
General



Estrato de autoconsumo



Estrato intermedio



Estrato comercial

*Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.*

La Ilustración 4 muestra el área de soporte común para los niveles de tratamiento en frijol. Es notable que, existe un traslape lo suficientemente grande entre el tratamiento y control, se tienen individuos tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de control, para todos los estratos de autoconsumo e intermedio permitiendo que sean comparables, con lo que se obtienen estimaciones insesgadas del ATT.

El estrato comercial es el que tiene el soporte común más variable, lo anterior es debido a que desde la clasificación por estratos de las unidades de producción solo se tenían 27 en el control comparado con los 243 que recibieron PROCAMPO, esta desproporción nos genera una diferencia considerable al realizar el matching entre el tratamiento y control. Dado que no hay superposición en la distribución del puntaje de propensión, entonces no fue posible encontrar un matching y el análisis no es válido, lo cual es una de las causas que el estimador ATT sea estadísticamente no significativo, y no se encuentre ningún efecto de procampo en este estrato.

### **4.3 Sorgo**

El estimador de ATT del impacto del PROCAMPO en el cultivo de sorgo sobre la producción de las Unidades Económicas Rurales sugiere que debido al programa el volumen producido aumentó 8.76 toneladas por UER para los beneficiarios (48.81 ton) en comparación con los no beneficiarios (40.05 ton) a través del método Radius Matching (ver Tabla 22). El efecto de del tratamiento es similar al obtenido por Nearest neighbor matching (8.95 ton), y Kernel Matching (9.03 ton). Sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que no es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *No hay efecto de PROCAMPO sobre la producción (volumen) total de sorgo.*

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada sugieren **mayor impacto positivo** en los beneficiarios del programa, 2.56 hectáreas más (Radius Matching) para los beneficiarios (14.57 ha), en comparación con los no beneficiarios (12.00 ha). Se encuentran resultados similares por Nearest neighbor matching (1.29 ha), y Kernel Matching (1.03 ha) (ver Tabla 22). Sin embargo, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], solo para el método de Nearest neighbor matching lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: *“Si” hay un efecto positivo de PROCAMPO en la*

*superficie sembrada de sorgo.*

Por otro lado, el estimador ATT sugiere un impacto **negativo y pequeño** en el rendimiento (ver Tabla 22), sin embargo, el estimador ATT tiene un valor de t dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO en el rendimiento de sorgo.**

### **Estrato de autoconsumo (menos de 3 ha)**

El impacto del PROCAMPO en el estrato de autoconsumo (menos de 3 ha) sobre la producción de frijol sugiere efectos ambiguos por las metodologías aplicadas (ver Tabla 23). Sin embargo, el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que no es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO** sobre la producción (volumen) de sorgo en el estrato de autoconsumo.

Los resultados de la estimación del impacto del PROCAMPO sobre la superficie sembrada sugieren que la superficie **augmenta** 0.296 hectáreas por UER (Kernel matching) para los beneficiarios (1.977 ha), en comparación con los no beneficiarios (1.681 ha) (ver Tabla 23). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, sin embargo, por las otras dos metodologías el valor de t está dentro del rango [-1.96 a 1.96], a pesar de lo anterior, se concluye que: **“Si” hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada de sorgo en el estrato de autoconsumo.**

Por otro lado, se observa un **impacto negativo** en el rendimiento de 0.84 ton/ha por Radius Matching, para los beneficiarios (0.5 ton/ha), en comparación con los no beneficiarios (0.55 ton/ha) (ver Tabla 23). Similar al obtenido por Nearest neighbor matching (-0.48 ton/ha), y Kernel Matching (-0.834 ton/ha). Además, el valor de t está fuera del rango [-1.96 a 1.96], para las metodologías de radio matching y Kernel matching lo cual significa que es un valor estadísticamente significativo, por lo tanto, se concluye que: **hay un efecto negativo de PROCAMPO en el rendimiento de sorgo, en el estrato de autoconsumo.**

### **Estrato intermedio (3-5 ha)**

El estimador ATT sugiere un impacto **negativo** en el volumen de sorgo producido por el estrato

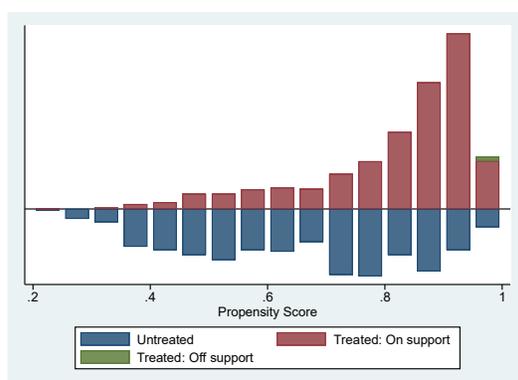
2 (ver Tabla 24), sin embargo, el estimador ATT tiene un valor de t dentro del rango [-1.96 a 1.96], lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO** en la producción de sorgo en el estrato 2.

Se cumplen las mismas condiciones del valor de t del estimador de ATT del efecto de PROCAMPO, sobre la superficie y rendimiento (ver Tabla 24), por lo tanto, se concluye **No hay efecto de PROCAMPO en la superficie sembrada y el rendimiento de sorgo en el estrato intermedio.**

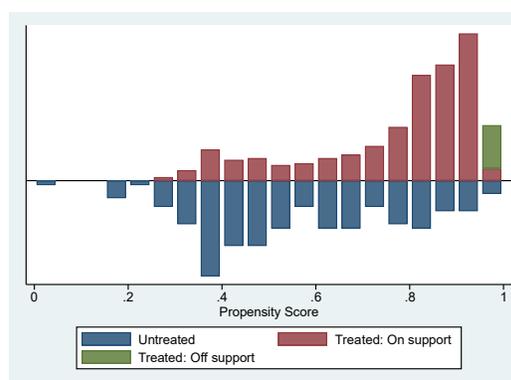
### Estrato comercial (más de 10 ha)

El estimador ATT del impacto de PROCAMPO en el estrato 3 presenta valores de t dentro del rango [-1.96 a 1.96] para todas las variables de interés (ver Tabla 25), lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de sorgo en el estrato 3.**

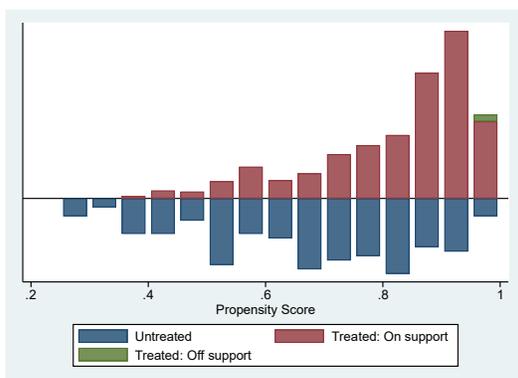
Ilustración 5. Soporte común, modelo de PSM en sorgo por estratos.



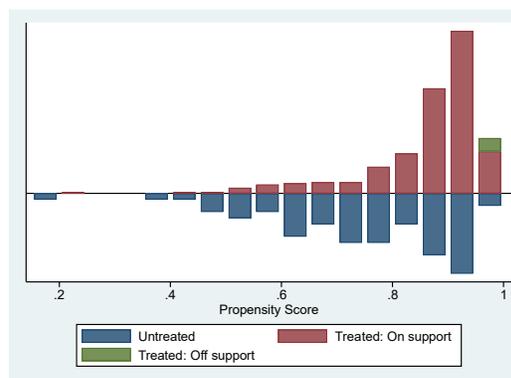
General



Estrato de autoconsumo



Estrato intermedio



Estrato comercial

*Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.*

La Ilustración 5 muestra el área de soporte común para los niveles de tratamiento en sorgo, Es notable que, existe un traslape lo suficientemente grande entre el tratamiento y control, para los cuales es posible encontrar un emparejamiento entre los individuos de tratamiento y los de control en todos los estratos, lo cual de acuerdo con Bryson et al., 2002 al tener suficientes datos en el grupo de control permite que sean comparables con lo que se obtienen estimaciones insesgadas del ATT. Sin embargo, se observan algunos bloques con más datos en los tratados, lo cual coincide con que originalmente en esta encuesta se tienen más datos de beneficiarios que no beneficiarios.

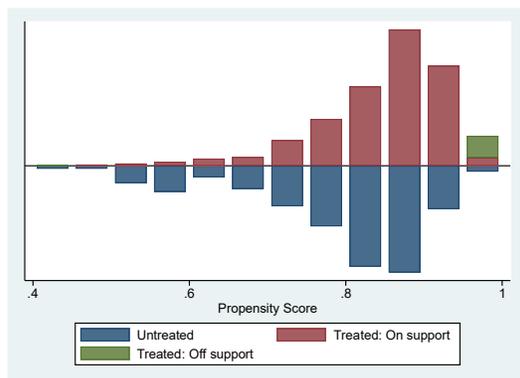
En el caso del estrato comercial se observa la mayor diferencia entre el grupo de control y tratamiento lo cual nos genera un efecto estadísticamente no significativo de PROCAMPO.

#### 4.4 Trigo

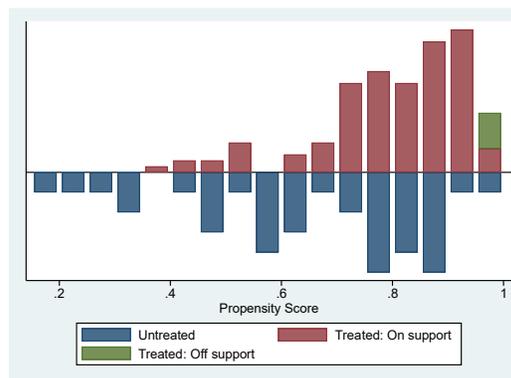
*El estimador ATT del impacto de PROCAMPO en la producción de trigo presenta valores de t dentro del rango [-1.96 a 1.96] para todas las variables de interés (ver Tabla 26), lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: “No” hay efecto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de trigo, lo cual es consistente al observar los resultados del impacto por estrato ( ver Tabla 27,*

*Tabla 28 y Tabla 29).*

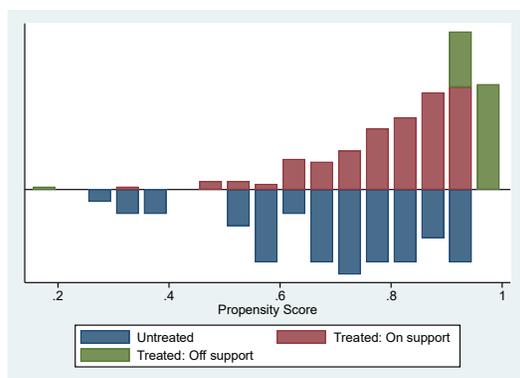
Ilustración 6. Soporte común, modelo de PSM en trigo por estratos.



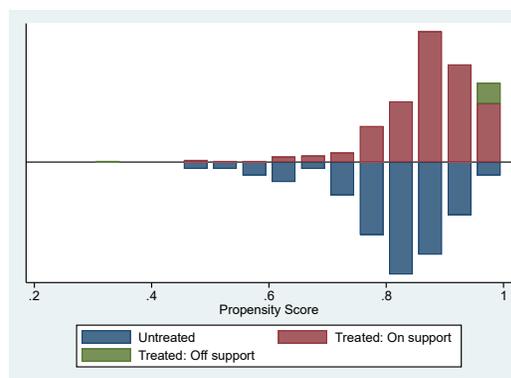
General



Estrato de autoconsumo



Estrato intermedio



Estrato comercial

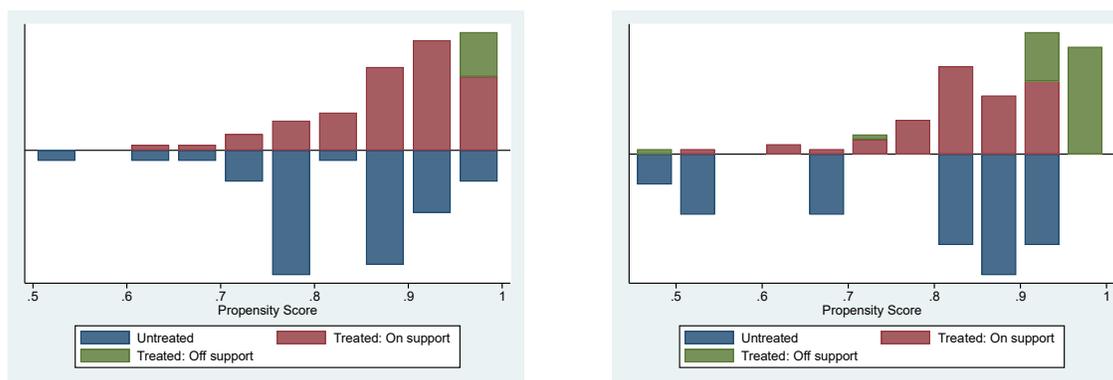
Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

La Ilustración 6 muestra el área de soporte común para los niveles de tratamiento en trigo. Es notable que, existe un traslape lo suficientemente grande entre el tratamiento y control, se tienen individuos tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de control, para todos los estratos permitiendo que sean comparables con lo que se obtienen estimaciones insesgadas del ATT. El estrato de autoconsumo y de transición tienen el soporte común más variable, lo anterior es debido a que desde la clasificación por estratos de las unidades de producción se tienen más datos de beneficiarios que recibieron PROCAMPO, esta desproporción nos genera una diferencia considerable al realizar el matching entre el tratamiento y control. Pero dada esta diferencia entre los grupos de tratamiento y control se obtiene un estimador de ATT estadísticamente no significativo, dejando sin efecto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de trigo.

## 4.5 Cebada

El estimador ATT del impacto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de cebada presenta valores de t dentro del rango [-1.96 a 1.96] para todos los métodos de matching (ver Tabla 30), lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de cebada.**

Ilustración 7. Soporte común, modelo de PSM en cebada por estratos.



General

Estrato de autoconsumo

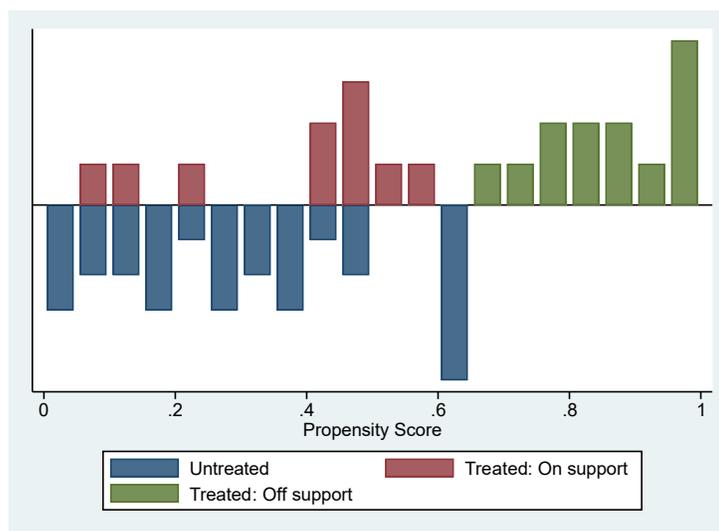
Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

La Ilustración 7 muestra el área de soporte común en todos los datos y en el estrato 1, es notable que, el traslape es muy desordenado entre el tratamiento y control, sin embargo, se tienen individuos tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de control, permitiendo que sean comparables con lo que se obtienen estimaciones insesgadas del ATT. Sin embargo dado que este estimador es estadísticamente no significativo, esto ayuda a concluir que: **“No” existe efecto de PROCAMPO, en ninguna variable de interés.**

## 4.6 Arroz

El estimador ATT del impacto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de arroz presenta valores de t dentro del rango [-1.96 a 1.96] para todos los métodos de matching (ver Tabla 31), lo cual significa que es un valor estadísticamente no significativo, por lo tanto, se concluye que: **“No” hay efecto de PROCAMPO en la producción, superficie sembrada y rendimiento de arroz.**

Ilustración 8. Soporte común, modelo de PSM en arroz.



General

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

La Ilustración 8 muestra el área de soporte común en todos los datos y en el estrato 1, es notable que, el traslape es muy desordenado entre el tratamiento y control, sin embargo, se tienen individuos tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de control, permitiendo que sean comparables con lo que se obtienen estimaciones insesgadas del ATT. Sin embargo dado que no hay superposición en la distribución del puntaje de propensión, entonces no fue posible encontrar un matching y el análisis no es válido, lo cual es una de las causas que el estimador ATT sea estadísticamente no significativo, y no se encuentre ningún efecto de procampo en este estrato.

## Conclusiones

Haciendo uso de encuesta de SAGARPA, la Línea de Base para la Evaluación de los Programas de SAGARPA correspondiente al ejercicio 2008, en el presente trabajo se analizó la magnitud y dirección del impacto que el PROCAMPO sobre la producción, superficie sembrada y rendimiento de los principales cultivos susceptibles de apoyo. Para estimar los efectos del PROCAMPO se utilizaron 3 variantes de la metodología Propensity Score Matching (PSM, las cuales a su vez permiten controlar el problema de sesgo por selección que surge cuando se trabaja con datos no experimentales. PSM se utilizó para hacer un análisis por cultivo y por estrato, es decir, se calculó el impacto del PROCAMPO, pero diferenciando entre aquellos productores (menos de 3 ha), productores intermedios (3-10 ha), y productores comerciales (más de 10 ha).

El impacto en cada una de las variables analizadas se estimó en términos del efecto promedio del tratamiento en los tratados, ATT, realizando las pruebas de soporte común para las diferentes variables de interés, donde se obtuvo un traslape lo suficientemente grande entre el tratamiento y control, lográndose un buen matching.

El objetivo general de esta tesis fue determinar el impacto de PROCAMPO del sobre el volumen de producción, superficie sembrada y rendimiento de los principales cultivos en los diferentes estratos establecidos por el programa.

El cual se cumplió al obtener que el programa tiene impacto positivo sobre la superficie sembrada en maíz en México, sin embargo, el impacto no es estadísticamente significativo en la producción total ni en el rendimiento. Por otro lado, si hay un efecto positivo en la producción y superficie sembrada de los productores de autoconsumo (menos de 3 ha), manteniéndose el impacto nulo en su rendimiento. Sin embargo, no hay efecto de PROCAMPO estadísticamente significativo en la superficie sembrada de maíz, el volumen producido, y en el rendimiento de los estratos de transición y comercial.

Al analizar el impacto del PROCAMPO en la producción de frijol también se obtiene impactos positivos en la superficie y producción de frijol, sin embargo, se obtiene un impacto negativo y estadísticamente significativo en el rendimiento de frijol. Por otro lado, si hay un efecto positivo en la producción de los productores de autoconsumo (menos de 3 ha), pero no se encuentra un impacto estadísticamente significativo en la producción, manteniéndose el impacto negativo en

el rendimiento. En el estrato de transición no se encuentra un impacto de PROCAMPO estadísticamente significativo en la producción y el rendimiento, encontrándose un efecto negativo en la superficie sembrada de frijol en este estrato. Además, en el estrato comercial no se encuentra impacto de procampo en la producción, rendimiento y superficie sembrada.

Con respecto al sorgo, no se encuentra un impacto de PROCAMPO estadísticamente significativo en la producción ni en el rendimiento, sin embargo, se encuentra un efecto positivo y considerable en la superficie sembrada. En el estrato de autoconsumo no se encuentra impacto de PROCAMPO en el volumen producido, teniéndose un impacto positivo en la superficie sembrada, y por otro lado se tuvo un impacto negativo en el rendimiento de este estrato. Sin embargo, no se encuentra impacto de PROCAMPO en los estratos de transición y comercial en ninguna de las variables de interés.

A Pesar de que se tiene poca información de los productores de trigo, cebada y arroz, y de tener un soporte común desbalanceado, de acuerdo con Bryson et al., (2002) para aceptar la insegadez del estimador de ATT es suficiente asegurar la existencia de coincidencias potenciales en el grupo de control, lo cual se logró en todos los cultivos. Sin embargo, se determinó que no hubo impacto de procampo en estos cultivos en ninguna de las variables de interés.

A pesar que ha sido uno de los programas gubernamentales de mayor duración en México, se observa que PROCAMPO ha tenido un impacto relevante en el sector agrícola mexicano, si bien dado que su aplicación depende de la superficie del productor, se observa que el mayor impacto se obtiene en esta variable, sin embargo se descuida una variable muy importante que es el rendimiento, dado que cada día existe menos superficie disponible para la agricultura debido al crecimiento poblacional, mejorar el rendimiento de los cultivos debería ser el principal objetivo de los apoyos gubernamentales, sin embargo esto requiere más que apoyo en especie (efectivo), este debe ser acompañado de asesoría técnica, que permita mejorar la tecnología de producción de todo el sector agrícola en México.

Si bien en México han existido y existen diversos programas de capacitación técnica en el sector agropecuario (Cuevas et al., 2012), ninguno con el presupuesto y alcance que se le ha asignado a PROCAMPO, lo cual ha generado que estos programas tengan poco impacto en la producción agrícola en México. Dado lo anterior se recomienda acompañar PROCAMPO con asesoría técnica, que permita mejorar la tecnología de producción de los productores mexicanos.

## Anexos

A continuación, se presentan los resultados del estimador de impacto de PROCAMPO ATT, para cada cultivo, por estrato

### Maíz

Tabla 14 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, sin estratificar.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 21.899      | 12.103  | 9.796  | 1.7    |
| Nearest neighbor matching | 21.917      | 13.046  | 8.871  | 1.52   |
| Kernel matching           | 21.917      | 11.769  | 10.148 | 1.76   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 4.933       | 4.101   | 0.831  | 5.0    |
| Nearest neighbor matching | 4.93        | 4.036   | 0.894  | 4.42   |
| Kernel matching           | 4.93        | 4.071   | 0.859  | 5.29   |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 3.236       | 1.81    | 1.426  | 1.01   |
| Nearest neighbor matching | 3.238       | 1.802   | 1.436  | 1.01   |
| Kernel matching           | 3.238       | 1.774   | 1.464  | 1.03   |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 15 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato I.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|-------|--------|
| Radio= 0.01               | 2.32        | 2.075   | 0.245 | 3.47   |
| Nearest neighbor matching | 2.32        | 2.06    | 0.261 | 3.06   |
| Kernel matching           | 2.32        | 2.061   | 0.26  | 3.79   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |
| Radio= 0.01               | 1.791       | 1.58    | 0.211 | 9.68   |
| Nearest neighbor matching | 1.791       | 1.576   | 0.216 | 7.95   |
| Kernel matching           | 1.791       | 1.583   | 0.208 | 9.83   |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |

|                           |       |       |        |       |
|---------------------------|-------|-------|--------|-------|
| Radio= 0.01               | 1.293 | 1.37  | -0.077 | -1.02 |
| Nearest neighbor matching | 1.294 | 1.368 | -0.074 | -0.64 |
| Kernel matching           | 1.294 | 1.358 | -0.064 | -0.88 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 16 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato 2.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 31.737      | 13.669  | 18.068 | 1.03   |
| Nearest neighbor matching | 31.934      | 12.819  | 19.115 | 1.07   |
| Kernel matching           | 31.934      | 13.493  | 18.442 | 1.03   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 5.87        | 5.835   | 0.035  | 0.4    |
| Nearest neighbor matching | 5.871       | 5.765   | 0.106  | 0.98   |
| Kernel matching           | 5.871       | 5.854   | 0.017  | 0.2    |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 6.607       | 2.203   | 4.405  | 1      |
| Nearest neighbor matching | 6.658       | 2.115   | 4.543  | 1.02   |
| Kernel matching           | 6.658       | 2.171   | 4.487  | 1.01   |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 17 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato comercial.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 144.613     | 109.117 | 35.495 | 1.53   |
| Nearest neighbor matching | 144.738     | 101.443 | 43.295 | 1.55   |
| Kernel matching           | 144.738     | 109.153 | 35.585 | 1.66   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 26.786      | 23.63   | 3.155  | 1.08   |
| Nearest neighbor matching | 26.828      | 22.055  | 4.773  | 1.5    |
| Kernel matching           | 26.828      | 24.406  | 2.422  | 0.89   |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |

|                           |       |       |       |      |
|---------------------------|-------|-------|-------|------|
| Radio= 0.01               | 4.676 | 4.262 | 0.414 | 0.99 |
| Nearest neighbor matching | 4.667 | 4.035 | 0.632 | 1.28 |
| Kernel matching           | 4.667 | 4.202 | 0.466 | 1.21 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

## Frijol

Tabla 18 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de frijol, sin estratificar.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 2.751       | 2.478   | 0.273  | 1.1    |
| Nearest neighbor matching | 2.604       | 2.471   | 0.134  | 0.44   |
| Kernel matching           | 2.604       | 2.163   | 0.441  | 2.02   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 4.297       | 2.978   | 1.320  | 5.14   |
| Nearest neighbor matching | 4.013       | 2.720   | 1.293  | 4.18   |
| Kernel matching           | 4.013       | 2.985   | 1.028  | 4.60   |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 0.551       | 0.632   | -0.081 | -3.06  |
| Nearest neighbor matching | 0.551       | 0.602   | -0.052 | -1.61  |
| Kernel matching           | 0.551       | 0.603   | -0.052 | -2.3   |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 19 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de frijol, Estrato autoconsumo.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 0.612       | 0.623   | -0.010 | -0.26  |
| Nearest neighbor matching | 0.61        | 0.591   | -0.019 | -0.38  |
| Kernel matching           | 0.61        | 0.628   | -0.019 | -0.50  |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 1.24        | 1.125   | 0.115  | 3.02   |
| Nearest neighbor matching | 1.242       | 1.118   | 0.123  | 2.63   |
| Kernel matching           | 1.242       | 1.122   | 0.120  | 3.37   |

| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 0.501       | 0.55    | -0.048 | -2.08  |
| Nearest neighbor matching | 0.5         | 0.527   | -0.027 | -0.94  |
| Kernel matching           | 0.5         | 0.553   | -0.053 | -2.46  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 20 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de frijol, estrato intermedio.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 4.471       | 5.947   | -1.476 | -1.77  |
| Nearest neighbor matching | 4.259       | 5.15    | -0.891 | -0.99  |
| Kernel matching           | 4.259       | 5.262   | -1.004 | -1.44  |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 6.117       | 6.864   | -0.748 | -2.37  |
| Nearest neighbor matching | 6.054       | 6.796   | -0.742 | -2.12  |
| Kernel matching           | 6.054       | 6.706   | -0.652 | -2.32  |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 0.699       | 0.796   | -0.097 | -0.96  |
| Nearest neighbor matching | 0.677       | 0.686   | -0.009 | -0.08  |
| Kernel matching           | 0.677       | 0.730   | -0.053 | -0.6   |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 21 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato 3.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 15.854      | 19.825  | -3.971 | -0.68  |
| Nearest neighbor matching | 16.277      | 19.474  | -3.198 | -0.75  |
| Kernel matching           | 16.079      | 18.882  | -2.803 | -0.73  |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 28.087      | 22.448  | 5.639  | 1.1    |
| Nearest neighbor matching | 28.484      | 24.081  | 4.403  | 1.13   |
| Kernel matching           | 28.484      | 26.562  | 1.922  | 0.55   |

| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 0.573       | 0.999   | -0.425 | -1.63  |
| Nearest neighbor matching | 0.609       | 1.017   | -0.408 | -1.55  |
| Kernel matching           | 0.609       | 0.915   | -0.306 | -1.43  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

## Sorgo

Tabla 22 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, sin estratificar.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 48.809      | 40.049  | 8.759  | 1.21   |
| Nearest neighbor matching | 49.100      | 40.150  | 8.950  | 1.03   |
| Kernel matching           | 49.100      | 40.063  | 9.038  | 1.33   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 14.570      | 12.008  | 2.562  | 1.17   |
| Nearest neighbor matching | 14.584      | 10.460  | 4.124  | 2.22   |
| Kernel matching           | 14.584      | 11.893  | 2.692  | 1.30   |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 3.94        | 4.211   | -0.271 | -1.38  |
| Nearest neighbor matching | 3.948       | 3.818   | -0.130 | -0.56  |
| Kernel matching           | 3.948       | 4.242   | -0.295 | -1.59  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 23 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, Estrato 1.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|-------|--------|
| Radio= 0.01               | 7.55        | 7.95    | -0.39 | -0.49  |
| Nearest neighbor matching | 7.49        | 6.90    | 0.59  | 0.61   |
| Kernel matching           | 7.49        | 8.00    | -0.51 | -0.67  |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |
| Radio= 0.01               | 1.975       | 1.749   | 0.226 | 1.71   |
| Nearest neighbor matching | 1.977       | 1.77    | 0.207 | 1.45   |

|                             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|-----------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Kernel matching             | 1.977       | 1.681   | 0.296  | 2.60   |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> |             |         |        |        |
| Radio= 0.01                 | 3.900       | 4.741   | -0.841 | -2.65  |
| Nearest neighbor matching   | 3.862       | 4.341   | -0.479 | -1.23  |
| Kernel matching             | 3.862       | 4.697   | -0.834 | -2.80  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 24 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, Estrato 2.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|--------|--------|
| Radio= 0.01               | 26.909      | 28.562  | -1.653 | -0.54  |
| Nearest neighbor matching | 26.978      | 30.616  | -3.638 | -0.97  |
| Kernel matching           | 26.978      | 28.457  | -1.479 | -0.53  |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 6.451       | 6.269   | 0.183  | 0.62   |
| Nearest neighbor matching | 6.427       | 6.363   | 0.063  | 0.18   |
| Kernel matching           | 6.427       | 6.226   | 0.201  | 0.74   |
| Rendimiento (ton/ha)      | Tratamiento | Control | ATT    | T-stat |
| Radio= 0.01               | 4.276       | 4.531   | -0.255 | -0.72  |
| Nearest neighbor matching | 4.287       | 4.964   | -0.677 | -1.58  |
| Kernel matching           | 4.287       | 4.527   | -0.240 | -0.73  |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 25 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, Estrato 3.

| Producción Ton            | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |
|---------------------------|-------------|---------|-------|--------|
| Radio= 0.01               | 122.20      | 105.35  | 16.85 | 0.57   |
| Nearest neighbor matching | 122.42      | 125.64  | -3.22 | -0.10  |
| Kernel matching           | 122.419     | 115.868 | 6.552 | 0.24   |
| Superficie Ha             | Tratamiento | Control | ATT   | T-stat |
| Radio= 0.01               | 38.449      | 34.635  | 3.813 | 0.44   |
| Nearest neighbor matching | 39.265      | 34.604  | 4.661 | 0.64   |

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| Kernel matching             | 39.265             | 35.871         | 3.394      | 0.43          |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 3.534              | 3.252          | 0.283      | 0.79          |
| Nearest neighbor matching   | 3.557              | 3.122          | 0.435      | 1.32          |
| Kernel matching             | 3.557              | 3.334          | 0.224      | 0.69          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

## Trigo

Tabla 26 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, sin estratificar.

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| <b>Producción Ton</b>       | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 151.11             | 119.01         | 32.10      | 1.16          |
| Nearest neighbor matching   | 152.66             | 137.56         | 15.10      | 0.47          |
| Kernel matching             | 152.66             | 120.51         | 32.15      | 1.29          |
| <b>Superficie Ha</b>        | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 26.99              | 19.51          | 7.49       | 1.82          |
| Nearest neighbor matching   | 26.96              | 17.59          | 9.38       | 1.87          |
| Kernel matching             | 26.96              | 21.25          | 5.72       | 1.55          |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 5.21               | 4.50           | 0.72       | 1.95          |
| Nearest neighbor matching   | 5.22               | 4.55           | 0.68       | 1.75          |
| Kernel matching             | 5.22               | 4.65           | 0.57       | 1.62          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 27 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, Estrato 1.

|                           |                    |                |            |               |
|---------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| <b>Producción Ton</b>     | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01               | 5.11               | 4.08           | 1.03       | 0.62          |
| Nearest neighbor matching | 5.25               | 4.07           | 1.18       | 1.04          |
| Kernel matching           | 5.25               | 4.25           | 1.00       | 0.70          |
| <b>Superficie Ha</b>      | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01               | 1.90               | 1.78           | 0.12       | 0.56          |

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| Nearest neighbor matching   | 1.86               | 1.90           | -0.04      | -0.16         |
| Kernel matching             | 1.86               | 1.89           | -0.02      | -0.11         |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 2.53               | 2.06           | 0.47       | 0.63          |
| Nearest neighbor matching   | 2.66               | 1.89           | 0.77       | 1.46          |
| Kernel matching             | 2.66               | 2.26           | 0.40       | 0.62          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 28 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, Estrato 2.

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| <b>Producción Ton</b>       | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 36.00              | 34.28          | 1.72       | 0.38          |
| Nearest neighbor matching   | 36.34              | 33.31          | 3.03       | 0.62          |
| Kernel matching             | 36.34              | 33.66          | 2.68       | 0.64          |
| <b>Superficie Ha</b>        | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 6.96               | 6.52           | 0.44       | 0.90          |
| Nearest neighbor matching   | 7.00               | 6.38           | 0.63       | 1.23          |
| Kernel matching             | 7.00               | 6.61           | 0.40       | 0.89          |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 5.06               | 4.83           | 0.23       | 0.46          |
| Nearest neighbor matching   | 5.02               | 4.75           | 0.27       | 0.49          |
| Kernel matching             | 5.02               | 4.85           | 0.17       | 0.39          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

Tabla 29 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, Estrato 3.

|                           |                    |                |            |               |
|---------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| <b>Producción Ton</b>     | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01               | 262.74             | 233.11         | 29.63      | 0.44          |
| Nearest neighbor matching | 263.59             | 228.27         | 35.33      | 0.48          |
| Kernel matching           | 263.59             | 251.04         | 12.55      | 0.22          |
| <b>Superficie Ha</b>      | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01               | 47.30              | 44.91          | 2.39       | 0.27          |

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| Nearest neighbor matching   | 46.93              | 51.04          | -4.12      | -0.38         |
| Kernel matching             | 46.93              | 42.19          | 4.73       | 0.58          |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 5.78               | 5.53           | 0.25       | 0.82          |
| Nearest neighbor matching   | 5.75               | 5.47           | 0.28       | 0.89          |
| Kernel matching             | 5.75               | 5.42           | 0.33       | 1.26          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

## Cebada

Tabla 30 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de cebada, sin estratificar.

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| <b>Producción Ton</b>       | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 22.05              | 14.51          | 7.54       | 0.97          |
| Nearest neighbor matching   | 21.81              | 15.62          | 6.19       | 1.14          |
| Kernel matching             | 21.81              | 13.84          | 7.97       | 1.15          |
| <b>Superficie Ha</b>        | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 8.44               | 6.01           | 2.43       | 1.51          |
| Nearest neighbor matching   | 8.63               | 5.97           | 2.66       | 1.52          |
| Kernel matching             | 8.63               | 5.75           | 2.87       | 1.88          |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 2.37               | 2.26           | 0.11       | 0.22          |
| Nearest neighbor matching   | 2.37               | 2.49           | -0.12      | -0.22         |
| Kernel matching             | 2.37               | 2.24           | 0.13       | 0.28          |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.

Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).

## Arroz

Tabla 31 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de arroz, sin estratificar.

|                           |                    |                |            |               |
|---------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| <b>Producción Ton</b>     | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01               | 14.4               | 10.15          | 4.25       | 0.51          |
| Nearest neighbor matching | 25.36              | 38.02          | -12.66     | -0.51         |

|                             |                    |                |            |               |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| Kernel matching             | 25.36              | 42.247         | -16.887    | -1.11         |
| <b>Superficie Ha</b>        | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 4.233              | 5.583          | -1.35      | -0.31         |
| Nearest neighbor matching   | 5.909              | 6.455          | -0.545     | -0.2          |
| Kernel matching             | 5.909              | 8.495          | -2.585     | -0.37         |
| <b>Rendimiento (ton/ha)</b> | <b>Tratamiento</b> | <b>Control</b> | <b>ATT</b> | <b>T-stat</b> |
| Radio= 0.01                 | 8.277              | 5.55           | 2.727      | 0.77          |
| Nearest neighbor matching   | 7.38               | 6.116          | 1.265      | 0.54          |
| Kernel matching             | 7.38               | 6.924          | 0.456      | 0.25          |

*Fuente: Elaboración propia con datos de la Línea Base 2008, SAGARPA-FAO.*

*Nota: El valor crítico t al 5% es 1.96 (\*\*significativo al 5%).*

## Bibliografía

- Abadie, A., & Imbens, G. W. (2006). Large Sample Properties of Matching Estimators for Average Treatment Effects. *Econometrica*, 74(1), 235–267. <http://www.jstor.org/stable/3598929>
- Arenas C., D. (2021). *Evaluación de programas públicos*. CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46795/1/S2100039\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46795/1/S2100039_es.pdf)
- Bryson, A., Dorsett, R., & Purdon, S. (2002). *The use of propensity score matching in the evaluation of active labour market policies* (LSE Research Online Documents on Economics). London School of Economics and Political Science, LSE Library. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ehl:lserod:4993>
- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). SOME PRACTICAL GUIDANCE FOR THE IMPLEMENTATION OF PROPENSITY SCORE MATCHING [Article]. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), 31–72. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2007.00527.x>
- CEPAL. (2021). *Acerca de Evaluación de políticas y programas públicos*. <https://www.cepal.org/es/temas/evaluacion-de-politicas-y-programas/acerca-evaluacion-politicas-programas-publicos>
- Corte, C. P. S., & Carrillo, H. M. M. (2018). Impactos del Programa PROCAMPO en la producción de maíz y frijol en México, 2000-2010. *EconoQuantum*, 15(2), 95–112. <https://doi.org/10.18381/EQ.V15I2.7130>
- Cuevas, R. V., Baca, del M. J., Cervantes, E. F., & Aguilar, Á. J. (2012). Asistencia técnica en el sector agropecuario en México: análisis del VIII censo agropecuario y forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(5), 943–957. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000500008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000500008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Delalande, L., & Hernández, N. (2018, April 25). *¿Quiénes son los pequeños productores en México? ¿Quiénes Son Los Pequeños Productores En México?* <https://www.mexicosocial.org/quienes-son-los-pequenos-productores-en-mexico/>
- FAO, & SAGARPA. (2012). *Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012* (1st ed.).

- Gaceta del Senado. (2018, November 27). *Gaceta del Senado*.  
[https://www.senado.gob.mx/65/gaceta\\_del\\_senado/documento/86600](https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/86600)
- Handouyahia, A., Haddad, T., & Eaton, F. (2013). Kernel Matching versus Inverse Probability Weighting: A Comparative Study. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering*, 7, 1218–1233.
- Huber, M., Lechner, M., & Steinmayr, A. (2015). Radius matching on the propensity score with bias adjustment: tuning parameters and finite sample behaviour. *Empirical Economics*, 49(1), 1–31. <https://doi.org/10.1007/s00181-014-0847-1>
- INEGI. (2023). Producto Interno Bruto. PIB. Trimestral. *Cuentas de Bienes y Servicios Del Sistema de Cuentas Nacionales de México. SCNM; Producto Interno Bruto. Trimestral* .
- Lee, M. (2005). *Micro-econometrics for policy, program, and treatment effects*. Oxford, England: New York, N.Y.: Oxford University, 2005.
- Piñera, B. A., Martínez, S. T., Jiménez, V. M. A., & García, C. J. L. (2016). Política pública para el campo: PROCAMPO en el centro del país. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 147–157.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000100147&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000100147&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70(1), 41–55.  
<https://doi.org/10.2307/2335942>
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1985). Constructing a Control Group Using Multivariate Matched Sampling Methods That Incorporate the Propensity Score. *The American Statistician*, 39(1), 33. <https://doi.org/10.2307/2683903>
- Rubin, D. B. (1973). Matching to Remove Bias in Observational Studies [Article]. *Biometrics*, 29(1), 159–183. <https://doi.org/10.2307/2529684>
- Sadoulet, E., Janvry, A. de, & Davis, B. (2001). Cash Transfer Programs with Income Multipliers: PROCAMPO in Mexico [Article]. *World Development*, 29(6), 1043–1056.  
[https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00018-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00018-3)

- SAGARPA. (2008). *Levantamiento de la Línea de Base para la Evaluación de los Programas de SAGARPA correspondiente al ejercicio 2008*.  
[https://aguascalientes.gob.mx/sedrae/see/info-estatales/Otrostrabajosrealizados/LevantamientoLineaBaseEdoAgs\\_Ago\\_2009.pdf](https://aguascalientes.gob.mx/sedrae/see/info-estatales/Otrostrabajosrealizados/LevantamientoLineaBaseEdoAgs_Ago_2009.pdf)
- SAGARPA. (2011, June). *valuación Estratégica al Programa de Apoyos Directos al Campo "PROCAMPO."*  
<https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/11/14/1529/14112018-evaluacion-estrategica-procampo.pdf>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2018, June 11). *PROCAMPO. PROCAMPO*.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2020). *ANÁLISIS DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL*.
- SENASICA. (2021, March 19). *Pequeños productores, sostén de nuestra agricultura*.  
<https://www.gob.mx/senasica/articulos/pequenos-productores-sosten-de-nuestra-agricultura>
- Silva, V. Z. Y. (2021). *Evaluación de impacto del Programa de Apoyos Directos al Campo sobre la producción de frijol en México en el año 2008* [FLACSO].  
[https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1026/376/1/Silva\\_ZY.pdf](https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1026/376/1/Silva_ZY.pdf)
- Statista Research Department. (2022, June 12). *El sector agrícola en México – Datos estadísticos | Statista*. <https://es.statista.com/temas/7029/el-sector-agricola-en-mexico/#topicOverview>
- Wager, S., & Athey, S. (2018). Estimation and Inference of Heterogeneous Treatment Effects using Random Forests. *Journal of the American Statistical Association*, 113(523), 1228–1242. <https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1319839>
- Yúnez, N. A., Dyer Leal, G., Rivera, R. F., & Stabridis, O. (2017). Evaluación del impacto conjunto de programas de transferencia condicionadas y de apoyo a la producción agrícola sobre la pobreza y la producción de alimentos: el caso de PROSPERA y PROCAMPO en México. *Sobre México. Revista de Economía*, 3(1), 14–33.  
<https://EconPapers.repec.org/RePEc:smx:journl:03:1:14>



## Índice de cuadros.

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Encuestados que reportaron realizar actividades agrícolas. ....   | 15 |
| Tabla 2. Encuestados que reportaron cultivar maíz blanco o amarillo. ....  | 15 |
| Tabla 3 Promedio de producción, superficie y rendimiento de maíz por estrato. ....                                 | 16 |
| Tabla 4 Encuestados que reportaron cultivar frijol. ....   | 16 |
| Tabla 5 Promedio de producción, superficie y rendimiento de frijol por estrato. ....                               | 17 |
| Tabla 6 Encuestados que reportaron cultivar sorgo. ....  | 17 |
| Tabla 7 Promedio de producción, superficie y rendimiento de sorgo por estrato. ....                                | 18 |
| Tabla 8 Encuestados que reportaron cultivar trigo. ....  | 18 |
| Tabla 9 Promedio de producción, superficie y rendimiento de trigo por estrato. ....                                | 19 |
| Tabla 10 Encuestados que reportaron cultivar cebada. ....  | 19 |
| Tabla 11 Promedio de producción, superficie y rendimiento de cebada por estrato. ....                              | 20 |
| Tabla 12 Encuestados que reportaron cultivar arroz. ....   | 21 |
| Tabla 13 Promedio de producción, superficie y rendimiento de arroz por estrato. ....                               | 21 |
| Tabla 14 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, sin estratificar. ....      | 47 |
| Tabla 15 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato 1. ....             | 47 |
| Tabla 16 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato 2. ....             | 48 |
| Tabla 17 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato comercial. ....     | 48 |
| Tabla 18 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de frijol, sin estratificar. ....    | 49 |
| Tabla 19 Impacto de PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de frijol, Estrato autoconsumo. .... | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 20 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de frijol, estrato intermedio. .... | 50 |
| Tabla 21 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de maíz, Estrato 3.....             | 50 |
| Tabla 22 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, sin estratificar. ....    | 51 |
| Tabla 23 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, Estrato 1.....            | 51 |
| Tabla 24 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, Estrato 2.....            | 52 |
| Tabla 25 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de sorgo, Estrato 3.....            | 52 |
| Tabla 26 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, sin estratificar. ....    | 53 |
| Tabla 27 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, Estrato 1.....            | 53 |
| Tabla 28 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, Estrato 2.....            | 54 |
| Tabla 29 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de trigo, Estrato 3.....            | 54 |
| Tabla 30 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de cebada, sin estratificar. ....   | 55 |
| Tabla 31 Impacto del PROCAMPO sobre la producción, superficie y el rendimiento de arroz, sin estratificar. ....    | 55 |

## **Índice de gráficas.**

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1. Participación de las actividades primarias con respecto al PIB Nacional. .... | 10 |
| Ilustración 2. PIB de Actividades Primarias a precios de 2013.....                           | 10 |
| Ilustración 3 Soporte común, modelo de PSM en maíz por estratos.....                         | 33 |
| Ilustración 4. Soporte común, modelo de PSM en frijol por estratos.....                      | 37 |
| Ilustración 5. Soporte común, modelo de PSM en sorgo por estratos.....                       | 40 |
| Ilustración 6. Soporte común, modelo de PSM en trigo por estratos. ....                      | 42 |
| Ilustración 7. Soporte común, modelo de PSM en cebada por estratos.....                      | 43 |
| Ilustración 8. Soporte común, modelo de PSM en arroz. ....                                   | 44 |