



Alliance



Marzo 19 de 2021



Evaluación de impacto

INFORME FINAL RESULTADOS Y RECOMENDACIONES



Autores:

Jorge GALLEGO – Director del Proyecto

Daniel WIESNER – Especialista en Evaluación Cualitativa

Kevin JEREZ – Analista de datos evaluación Ex ante

Andrés BETANCOURTH – Especialista en Innovación en Sistemas Agrícolas y Gestión de Recursos Naturales

Johan ORTEGA – Asistente de investigación, Evaluación Ex-post Cuantitativo

Andres BATEMAN – Asistente de investigación, Evaluación Ex-post Cualitativo

Colaboradoras:

Adriana ALVAREZ – Directora Técnica Inсуco Colombia

Nathalia CUBILLOS – Coordinadora Técnica Inсуco Colombia

Revisores Técnicos:

Carolina GONZALEZ – Revisora técnica de la Alianza Bioversity-CIAT

Robert ANDRADE – Revisor técnico de la Alianza Bioversity-CIAT

Lina IBARRA – Revisora técnica de la Alianza Bioversity-CIAT

Contenido

Resumen ejecutivo	8
1. Introducción.....	12
1.1 Convenio de Cooperación Técnica Científica en Colombia	13
1.2 Evaluación de Impacto	14
2. Evaluación de Impacto Ex-Post: Componente Cuantitativo	16
2.1 Metodología	16
2.2 Datos	17
2.3 Resultados	18
2.3.1 Encuesta a productores de arroz.....	18
2.3.2 Encuesta a productores de maíz.....	36
3. Evaluación de Impacto Ex-Post: Componente Cualitativo.....	49
3.1. Descripción general del convenio.....	49
3.2. Interacción CIAT-Gremios	50
3.2.1. Experimentación y generación de conocimiento	50
3.2.2. Desarrollo y adopción de plataformas por parte de los gremios.....	52
3.3. Interacción Gremios-Productores	55
3.3.1. Estrategia para la transferencia de conocimientos a los productores.....	55
3.3.2. Adopción de conocimiento por parte de los productores	57
3.3.2.1. Perfil de los productores y adopción de los conocimientos.....	57
3.3.2.2. Productores como replicadores de la información	58
3.4. Recomendaciones	59
3.4.1. Comercialización de nuevas variedades	59
3.4.2. Adaptabilidad del diseño frente a la capacidad gremial y al perfil de los productores	60
3.4.3. Estrategias de seguimiento y acompañamiento a los productores	60
4 Evaluación de impacto Ex-Ante.....	62
4.1 Metodología.....	62
4.2 Parametrización y levantamiento de información	63
4.2.1 Parámetros económicos de la modelación	63
4.2.2 Efectos tecnológicos y curvas de adopción	64
4.2.3 Flujos de inversión.....	64
4.3 Resultados	65
4.3.1 Resultados generales	65
4.3.2 Ganadería bovina	67
4.3.3 Cultivo de papa.....	74
4.3.4 Cultivo de caña panelera.....	78
4.3.5 Cultivo de caña de azúcar.....	82
4.3.6 Cultivo de arroz	86

4.3.7	Cultivo de maíz	90
4.3.8	Cultivo de café	94
4.3.9	Cultivo de banano de exportación	97
4.3.10	Conclusión evaluación ex ante	101
5.	Conclusiones y recomendaciones	102
6.	Referencias	104
7.	Apéndice	105

Tablas

Tabla 2.1	Estadísticas descriptivas del rendimiento	20
Tabla 2.2	Estadísticas descriptivas de las características usadas para emparejar	22
Tabla 2.3	Calidad del balance para emparejamiento genético – Rendimiento	23
Tabla 2.4	Efecto del tratamiento sobre rendimiento	25
Tabla 2.5	Calidad del balance para emparejamiento genético – Huella hídrica	26
Tabla 2.6	Efecto del tratamiento sobre reducción de huella hídrica	28
Tabla 2.7	Calidad del balance bajo emparejamiento genético – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Variedades evaluadas	29
Tabla 2.8	Efecto del tratamiento sobre resultados intermedios	31
Tabla 2.9	Regresión IPW – vecino más cercano	33
Tabla 2.10	Regresión IPW – método kernel	34
Tabla 2.11	Regresión IPW – Pérdida de Cosecha - Rendimiento	35
Tabla 2.12	Estadísticas descriptivas del rendimiento	37
Tabla 2.13	Estadísticas descriptivas de las características del Matching	39
Tabla 2.14	Calidad del balance bajo emparejamiento genético – Rendimiento	40
Tabla 2.15	Efecto del tratamiento en rendimiento	42
Tabla 2.16	Calidad del balance bajo emparejamiento genético – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Variedades Evaluadas	43
Tabla 2.17	Efecto del tratamiento en resultados intermedios	45
Tabla 2.18	Regresión IPW – vecino más cercano	46
Tabla 2.19	Regresión IPW – kernel	47
Tabla 2.20	IPW – Pérdida de Cosecha - Rendimiento	48
Tabla 4.1	Parámetros de elasticidades, precios y cantidades anuales para cada cultivo utilizadas en la modelación	64
Tabla 4.2	Indicadores económicos de la evaluación económica de los componentes del programa LECRA bajo el escenario de adopción mínima	66
Tabla 4.3	Indicadores económicos de la evaluación económica de los componentes del programa LECRA bajo el escenario de adopción máxima	66
Tabla 4.4	Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para ganadería de carne	67
Tabla 4.5	Indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería bovina de carne	69



Tabla 4.6 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en ganadería bovina de carne 69

Tabla 4.7 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en ganadería bovina de carne 70

Tabla 4.8 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para ganadería de leche 70

Tabla 4.9 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería bovina de leche 72

Tabla 4.10 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en ganadería bovina de leche 72

Tabla 4.11 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en ganadería bovina de leche 73

Tabla 4.12 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el cultivo de papa 74

Tabla 4.13 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de papa 76

Tabla 4.14 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de papa 76

Tabla 4.15 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de papa 77

Tabla 4.16 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa LECRA para el cultivo de caña panelera 78

Tabla 4.17 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña panelera 80

Tabla 4.18 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de caña panelera 80

Tabla 4.19 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña panelera 81

Tabla 4.20 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa LECRA para el Cultivo de caña de azúcar 82

Tabla 4.21 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña de azúcar 84

Tabla 4.22 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de caña de azúcar 84

Tabla 4.23 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña de azúcar 85

Tabla 4.24 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el Cultivo de Arroz 86

Tabla 4.25 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de arroz 88

Tabla 4.26 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de arroz 88

Tabla 4.27 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de arroz 89

Tabla 4.28 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el Cultivo de maíz 90





Tabla 4.29 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de maíz amarillo 92

Tabla 4.30 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de maíz amarillo 92

Tabla 4.31 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de maíz amarillo 93

Tabla 4.32 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa LECRA para el cultivo de café 94

Tabla 4.33 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de café 96

Tabla 4.34 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de café 96

Tabla 4.35 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el Cultivo de banano para exportación 97

Tabla 4.36 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de banano 99

Tabla 4.37 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de banano 99

Tabla 4.38 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de banano 100

Figuras

Figura 2.1 Rendimiento del cultivo de arroz 19

Figura 2.2 Porcentaje productores con pérdida de cosecha a causa del cambio climático 20

Figura 2.3 Porcentaje de productores que afirmaron reducir huella hídrica 21

Figura 2.4 Porcentaje de adopción de variedades del convenio 21

Figura 2.5 Porcentaje de agricultores que tuvieron en cuenta pronósticos agroclimáticos para la toma de decisiones de producción 22

Figura 2.6 Distribución de Propensity Scores 24

Figura 2.7 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano 24

Figura 2.8 Calidad del emparejamiento bajo kernel de Epanechnikov 25

Figura 2.9 Distribución de Propensity Scores 26

Figura 2.10 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano 27

Figura 2.11 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov 27

Figura 2.12 Distribución de los Propensity Scores 29

Figura 2.13 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano 30

Figura 2.14 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov 30

Figura 2.15 Porcentaje de agricultores según la variedad de semilla utilizada 36

Figura 2.16 Rendimiento del cultivo de maíz 37

Figura 2.17 Porcentaje de agricultores que perdieron cosecha a causa del cambio climático 38

Figura 2.18 Porcentaje de agricultores que hicieron uso de al menos uno de los genotipos evaluados por el convenio según grupo de tratamiento 38



Figura 2.19 Porcentaje de agricultores que hicieron uso de los pronósticos agroclimáticos para tomar al menos una decisión de cosecha según grupo de tratamiento	39
Figura 2.20 Distribución de los Propensity Scores	41
Figura 2.21 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano	41
Figura 2.22 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov	42
Figura 2.23 Distribución de los Propensity Scores	43
Figura 2.24 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano	44
Figura 2.25 Calidad del emparejamiento bajo Kernel Epanechnikov	44
Figura 4.1 Representación del modelo de excedentes económicos para un sistema de economía cerrada (sin comercio internacional).....	62
Figura 4.2 Ejemplo de flujos de costos asociados al programa LECRA vs curvas de adopción. Caso cultivo de papa, componente Uso de agua y emisiones, escenario adopción mínima esperada	65
Figura 4.3 Beneficio total del programa LECRA por cultivo en millones de pesos colombianos en valor presente neto (VPN \$MCOP) bajo el escenario conservador de adopción (adopción mínima esperada)	65
Figura 4.4 Beneficio total del programa LECRA por componente en millones de pesos colombianos en valor presente neto (VPN \$MCOP) bajo el escenario conservador de adopción (adopción mínima esperada)	66

Cuadro

Cuadro 4.1 Excedentes económicos proyectados en ganadería de carne programa LECRA.....	68
Cuadro 4.2 Excedentes económicos proyectados en ganadería de leche programa LECRA	71
Cuadro 4.3 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de papa para el programa LECRA	75
Cuadro 4.4 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de caña panelera para el programa LECRA.	79
Cuadro 4.5 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de caña de azúcar para el programa LECRA.	83
Cuadro 4.6 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de arroz para el programa LECRA.....	87
Cuadro 4.7 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de maíz para el programa LECRA.....	91
Cuadro 4.8 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de maíz para el programa LECRA.....	95
Cuadro 4.9 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de banano para el programa LECRA	98

Resumen ejecutivo

Por sus características geográficas, Colombia es un país particularmente vulnerable al cambio climático. El sector agrícola en el país es, al mismo tiempo, tanto un receptor de externalidades negativas a causa de los fenómenos que se derivan del cambio climático, como un generador de este tipo de situaciones. En este contexto, con el objetivo de hacer frente a estos desafíos multidimensionales del sector agrícola, la Alianza de Bioversity International y CIAT, conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MARD), desarrollaron y empezaron a implementar desde 2013-2015, un convenio de Cooperación Técnica y Científica. El convenio descansó sobre cuatro pilares básicos para mitigar los efectos del cambio climático sobre los agricultores colombianos, a saber: 1) Elaboración de pronósticos climáticos y su validación en varias áreas del sector agrícola colombiano, para una gestión optimizada de los cultivos. 2) Identificación de los factores que limitan el desarrollo agrícola, recolectando información a nivel de explotaciones agrícolas, para proponer soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades de los productores. 3) Identificación de innovaciones agrícolas y mejores prácticas de gestión agrícola, que contribuyan a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y que ofrezcan a los productores alternativas de adaptación al cambio climático. 4) Identificación de sistemas de producción sostenibles, adaptadas al contexto colombiano y la capacitación de las partes interesadas en el uso de nuevas herramientas y tecnologías.

Teniendo en cuenta esta experiencia previa, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, junto con la Alianza Bioversity - CIAT y CAF-banco de Desarrollo de América Latina, iniciaron la formulación de la iniciativa denominada “Agricultura baja en emisiones y resiliente a la variabilidad y cambio climático en Colombia (LECRA)” atendiendo la convocatoria del Departamento Nacional de Planeación (DNP). A efectos de avanzar en la formulación de la iniciativa se desarrolló una evaluación de impacto de los resultados del convenio de cooperación del 2013 y de las estrategias previstas para la iniciativa LECRA a futuro. En este documento, se presentan los principales resultados de dicha evaluación de impacto. El estudio fue llevado a cabo por la unión temporal entre la firma consultora INSUCO y la Universidad del Rosario, con el apoyo de la Alianza Bioversity – CIAT.

La evaluación consta de dos grandes componentes. En primer lugar, una evaluación de impacto *ex post*, a través de la cual se buscan cuantificar y entender los efectos de las actividades realizadas en el marco del convenio desde 2013. Estas actividades se centraron, fundamentalmente, en los cultivos de arroz y maíz, mediante el trabajo mancomunado con los gremios de FEDEARROZ y FENALCE y en determinadas zonas del país. En segundo lugar, una evaluación económica *ex ante*, por medio de la cual se buscan simular los efectos potenciales de la implementación de la iniciativa LECRA en Colombia. Para los dos componentes, la evaluación sigue un enfoque de métodos mixtos, mediante el cual se utilizan técnicas cuantitativas y cualitativas que permiten aproximarse a los efectos de interés.

En la Sección 2 de este informe se presentan los resultados de la evaluación de impacto *ex post*, en su componente cuantitativo. El análisis se basa, fundamentalmente, en información primaria recolectada en campo a través de encuestas presenciales hechas a productores de los dos cultivos de interés durante el segundo semestre de 2020. En total, para el caso de la producción de arroz, se llevaron a cabo 616 encuestas en 39 municipios de 6 departamentos del país (Córdoba, Meta, Sucre, Tolima, Casanare y Valle del Cauca). Para el caso del maíz, se adelantaron 406 encuestas en 41 municipios de 6 departamentos (Córdoba, Meta, Tolima, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca). La encuesta utilizada en ambos casos permite describir a los productores en diferentes dimensiones, incluyendo: composición del hogar, toma de decisiones de producción, caracterización de la unidad de producción, producción de otros cultivos, caracterización del cultivo de interés, manejo agronómico, información y asistencia técnica, exposición a eventos climáticos adversos, adopción de prácticas resilientes, condiciones de vida, entre otras.

Si bien por la naturaleza del programa no es posible identificar de manera granular a los productores que estuvieron directamente expuestos a las actividades del convenio adelantado desde 2013, la encuesta permite aproximarse a una definición de tratamiento útil para los propósitos de la evaluación. En particular, es factible identificar a los productores que reportan haber estado expuestos a actividades de asistencia técnica y provisión de conocimiento del tipo de las que se proponen para la iniciativa LECRA. Por tanto, se evalúa el impacto de este tipo de actividades sobre diferentes resultados de interés para los productores, como el rendimiento, la reducción de la huella hídrica (o uso eficiente del agua), la pérdida de cosechas a causa del cambio climático, el uso de pronósticos agroclimáticos en las decisiones de producción, la adopción de variedades de semillas estudiadas en el marco del convenio, entre otros. Adicionalmente, en el apéndice del informe, se realiza el análisis utilizando una definición alternativa del tratamiento, según la cual es productor es intervenido si habitaba en alguno de los municipios que formaba parte del convenio. Esta definición, de naturaleza más macro, permite capturar efectos potenciales de desborde (o bola de nieve) entre productores.

El principal desafío de una evaluación de impacto *ex post* es poder encontrar un contrafactual válido, que permita inferir qué hubiese ocurrido con las unidades tratadas en caso de que la intervención no hubiese ocurrido. Para enfrentar dicho desafío, en esta evaluación se utilizan técnicas de emparejamiento, que en esencia consisten en seleccionar las unidades

del grupo de control que se asemejan más a las del tratamiento en las características observables que fue posible medir. En particular, se utilizan dos tipos de algoritmos para este propósito: modelos de emparejamiento genético (*genetic matching*) y de emparejamiento por probabilidad de participación (*propensity score matching* - PSM). En cada caso, tras procesar los datos y emparejar a los productores tratados con las unidades del control más adecuadas, se procede a calcular el impacto de la intervención sobre los resultados de interés. Esto se hace por medio de pruebas de diferencia de medias en el caso del emparejamiento genético, y de regresiones múltiples ponderando cada observación por el inverso de su probabilidad de participación en el caso de PSM (regresión por Inverse Probability Weighting – IPW).

Los resultados de la evaluación de impacto ex post muestran que existen efectos heterogéneos por tipo de cultivo. En el caso del arroz, el programa tiene un impacto positivo, y significativo, sobre el rendimiento de los cultivos. Un productor que haya participado en actividades de asistencia técnica, presenta un rendimiento esperado 0.6 ton/ha (equivalente al 12%) mayor que uno que no lo haya hecho. Adicionalmente, las actividades del convenio tuvieron un impacto grande, positivo y significativo, sobre el uso de pronósticos agroclimáticos para la toma de decisiones de producción. El efecto es sustancial: un productor tratado exhibe una probabilidad 23 puntos porcentuales mayor de usar este tipo de pronósticos. El mecanismo a través del cual parecen materializarse los impactos sobre el rendimiento es la adopción de los pronósticos agroclimáticos por parte de los productores. En cambio, el impacto es nulo sobre otro tipo de variables de interés, como la reducción de la huella hídrica o la disminución de la pérdida de cosechas a causa del cambio climático. Finalmente, en el tema de las variedades relacionadas con el convenio (Fedearroz 67 y 68), no hay efecto atribuible a los mecanismos utilizados en el convenio sobre las tasas de adopción, sin embargo, se destaca que aproximadamente el 41% de los productores, tanto tratados como controles, cultivan en su parcela principal estas variedades. Seguramente, hubo otras intervenciones por parte del gremio que promocionaron su uso.

Sin embargo, los resultados también revelan que el efecto potencial de la reducción de la pérdida de cosechas sobre el rendimiento no se puede despreciar. La correlación entre ambas variables es negativa y significativa, pues los productores que reportan no haber perdido cosechas a causa del cambio climático tienen un rendimiento esperado superior en más de 0.8 ton/ha. Por tanto, lograr que la iniciativa reduzca la pérdida de cosechas a causa del cambio climático redundaría en importantes ganancias en rendimiento. Este resultado también es evidente en el caso del maíz. No obstante, para el resto de resultados la situación es diferente para este cultivo. La evidencia no muestra que el tratamiento tenga impactos sustanciales sobre alguna de las variables de interés, a diferencia de lo que ocurre para el caso del arroz. Esta discrepancia en los resultados probablemente es explicada por uno de los hallazgos fundamentales del análisis cualitativo: existen grandes diferencias institucionales entre los gremios de cada cultivo, las cuales repercuten en la relación entre estos y la Alianza Bioversity – CIAT y en la subsecuente disseminación de los conocimientos a los productores.

El análisis cualitativo de la evaluación ex post, reportado en la Sección 3 de este informe, también se concentró en los cultivos de arroz y maíz y en las actividades adelantadas en el marco del convenio. Parte por reconocer que dichas actividades tuvieron dos momentos centrales. En primer lugar, el correspondiente a la interacción entre la Alianza Bioversity – CIAT y los gremios (FEDEARROZ y FENALCE), que tuvo como propósito la generación de información asociada a las condiciones agroclimáticas, la identificación de las características de los suelos y la selección de variedades de semillas con mayor capacidad de adaptación a las particularidades geográficas de las regiones de interés. Además, esta interacción se enfocó en que los gremios incorporaran las técnicas y tecnologías desarrolladas en el marco del convenio en sus quehaceres de manera continua y sostenible. Una parte fundamental de la interacción Alianza-Gremios fue el diseño y desarrollo de plataformas para la sistematización de la información por parte de los gremios. Por su parte, el segundo momento de la intervención implicó la interacción entre los gremios y los productores. Esta etapa consistió en las actividades realizadas por los gremios para transmitir los conocimientos y mecanismos generados en el primer momento del convenio hacia los productores. El objetivo final de este conjunto de interacciones, y de la intervención como tal, fue lograr que los productores participantes del programa, haciendo uso de la información referente a los dos componentes –agroclimática y agricultura por sitio–, transformaran algunas de sus prácticas productivas y aumentararan su productividad.

Para este análisis cualitativo se llevaron a cabo un total de 18 entrevistas distribuidas de la siguiente manera: FEDEARROZ, 3 entrevistas; FENALCE 5 entrevistas; CIAT, 4 entrevistas; MADR, 2 entrevistas; y productores 4 entrevistas. Además de las entrevistas, una de las reuniones entre el equipo de INSUCO y una representante de FENALCE se transcribió y entró a hacer parte de la información cualitativa. El proceso de análisis de la información consistió en la transcripción de las entrevistas y su codificación haciendo uso de Atlas. Ti, software para el análisis cualitativo. Como tal, este análisis cumple dos propósitos centrales: en primer lugar, permite evaluar el impacto institucional de la iniciativa, algo difícil de lograr con el análisis cuantitativo. Segundo, el análisis cualitativo ayuda a dilucidar los mecanismos subyacentes asociados a los impactos, o la falta de los mismos, identificados en la evaluación cuantitativa.

En este orden de ideas, los principales resultados de la evaluación cualitativa ex post puede agruparse en cuatro grandes bloques. Primero, si bien el convenio piloto tenía un alto potencial para impactar positivamente sobre los productores, al contribuir a aumentar su productividad y ayudarlos a mitigar los efectos del cambio climático, existían cuellos de botella que debían sortearse para cumplir con dicho objetivo. En particular, aunque la interacción entre la Alianza Bioversity – CIAT y los gremios fue fluida y satisfactoria, la subsecuente transmisión de conocimiento hacia los productores no siempre fue la esperada. Las entrevistas ponen de manifiesto que el conocimiento y las buenas prácticas no llegaron en toda ocasión a los beneficiarios finales, quizás porque esta etapa del proyecto se ocupó más de las actividades de investigación y experimentación, que en las de disseminación. Esto explicaría, en alguna medida, por qué en el análisis cuantitativo no se encuentran aún impactos en algunos de los resultados de interés.

En segundo lugar, algunos de los actores no asociaron las actividades de las que fueron partícipes al convenio en cuestión. En ocasiones, incluso, las acciones adelantadas en el marco del convenio son confundidas con otros programas en las que también participan activamente los gremios. Esto explica, en gran medida, porque para la evaluación fue difícil identificar a los beneficiarios de las actividades adelantadas en el marco del convenio. Esto, sin duda, es un aspecto a tener en cuenta a la hora de escalar la nueva iniciativa. Tercero, una parte importante del trabajo entre la Alianza Bioversity – CIAT y los gremios y algunos productores consistió en investigar y experimentar en torno a las variedades de semilla, tanto en arroz como maíz, que rindieran los mayores frutos y alcanzaran los niveles óptimos de productividad. Sin embargo, una mayor productividad de los cultivos no necesariamente se traduce en una mayor rentabilidad o unas mayores utilidades para los productores. Es importante tener en cuenta otros factores, como la comercialización de las variedades promovidas, que en gran medida responde también a las preferencias de los consumidores en cada mercado. De poco sirve encontrar la semilla que alcanza los mayores niveles de rendimiento, si al final los compradores del producto en cuestión no se sienten a gusto con ciertas características de dicha variedad.

Finalmente, el cuarto hallazgo tiene que ver con la evidente heterogeneidad encontrada entre los dos gremios en cuestión y las consecuencias de dichas diferencias. Aunque la intervención cumplió con su labor de capacitar al personal de las entidades, el hecho de que existan impactos diferenciados según cultivo, evidentes en el componente cuantitativo de la evaluación, demuestra que la instalación de dichos conocimientos en los gremios dependió directamente de la capacidad de estos. La diferencia evidenciada en el grado de incorporación y continuidad en el uso de los conocimientos transferidos radica en la capacidad de los gremios y no exclusivamente en las actividades que realiza en el convenio. En otras palabras, las condiciones institucionales en las que se implemente la iniciativa serán cruciales al momento de entender sus impactos. En el caso particular de los cultivos de arroz y maíz, la evidencia cualitativa muestra que las capacidades en el caso de FEDEARROZ fueron mayores que en el de FENALCE. Sin embargo, esto no implica que la interacción con este último no fuera fluida ni fructífera. De hecho, las dinámicas fueron distintas y en muchos casos hubo muy buena disposición de parte del gremio. Simplemente significa que la interacción tuvo que ser diferente, entre otras cosas, porque la fuga de talento fue mayor para este gremio, dificultando la continuidad y consolidación de lo transmitido. Por tanto, la lección de este hallazgo es que la implementación de la iniciativa a futuro no puede ni debe ser homogénea, sino que debe adaptarse a las particularidades de cada sector.

La Sección 4 del informe se ocupa de la evaluación económica ex ante de la iniciativa LECRA en Colombia. El objetivo de dicho análisis es simular y proyectar los impactos potenciales de la implementación de la iniciativa en el país. Para ello, se utilizan metodologías típicas de la evaluación económica de proyectos. En particular, se recurre al método de los excedentes económicos, el cual consisten en calcular, para diferentes mercados y momentos en el tiempo, los cambios en los excedentes de los consumidores y los productores a causa de choque tecnológicos fruto de intervenciones asociadas a la iniciativa LECRA. El análisis se concentra en ocho productos clave para la agricultura colombiana, que tienen el potencial de ser impactados por la iniciativa, a saber: ganadería bovina, papa, caña panelera, arroz, caña de azúcar, maíz, café y banano. Los ejercicios de simulación dependen de supuestos establecidos sobre los mercados de interés y de parámetros relevantes, como las elasticidades precio de la oferta y la demanda, los precios promedio iniciales de los productos, la producción anual inicial, los efectos tecnológicos de la intervención sobre el rendimiento o los costos de producción, las curvas de adopción tecnológica, entre otros. Para la parametrización de los modelos se hizo uso de encuestas y entrevistas a expertos de la Alianza Bioversity – CIAT y de cada sector, así como de literatura especializada en la materia. Al final del ejercicio de simulación, es posible calcular indicadores clave para la evaluación económica, como la Tasa Interna de Retorno (TIR), la tasa interna de retorno modificada (TIRM), el Valor Presente Neto (VPN) y la Relación Beneficio-Costo (RBC).

Las simulaciones ponen de manifiesto que la consolidación del proyecto sería altamente rentable para todos los cultivos y productos analizados. Sin importar si se asume un escenario más o menos optimista en materia de curvas adopción y efectos tecnológicos, los cálculos muestran que los beneficios superarían con creces a los costos, lo cual es cierto para los componentes del programa de “manejo del riesgo agroclimático y agricultura digital”, “mejoramiento genético” y “uso de recursos de agua y emisiones”. Por tanto, la recomendación de política de este componente es bastante clara:

una ágil y oportuna implementación de la iniciativa sería altamente beneficiosa para el sector agrícola, beneficiando a consumidores y productores.

El informe concluye con 9 recomendaciones basadas en estos hallazgos, a saber:

1. La evidencia cualitativa, en el marco del convenio, mostró que la interacción entre CIAT y gremios fue buena, pero la diseminación vertical hacia los productores no siempre fue satisfactoria. Es clave incorporar espacios y estrategias que permitan involucrar de manera masiva a los agricultores.
2. Existen importantes heterogeneidades entre los gremios de producción, como lo muestra la evidencia cualitativa en el caso de FEDEARROZ y FENALCE. Estas diferencias de capacidad median en el impacto final que tienen este tipo de programas sobre los productores finales, como lo muestra la evaluación cuantitativa. Por tanto, el diseño de un programa más ambicioso y amplio, que abarque más sectores, deber tener en cuenta estas diferencias en las capacidades iniciales de las agremiaciones.
3. El estudio y la experimentación en variedades de semillas no solo debe buscar optimizar el rendimiento de las mismas. Para maximizar la rentabilidad de los productores, y por ende, para aumentar la tasa de adopción, es importante tener en cuenta otras dimensiones, como la comercialización y las preferencias de los consumidores finales de estos productores.
4. Cualitativamente es claro que la diseminación de las buenas prácticas es más expedita cuando se da de manera horizontal, entre agricultores en una misma región. Sin embargo, la evaluación de impacto cuantitativa muestra que no siempre fue posible generar este efecto de bola de nieve. Es fundamental trabajar en estrategias para generar este tipo de externalidades de red (*spillovers*), pues potenciarían enormemente los efectos de la intervención.
5. Es clave estructurar y consolidar los sistemas de información asociados a la nueva iniciativa. Para el equipo consultor no fue trivial identificar los lugares, momentos y beneficiarios de las diferentes actividades del convenio previo. Esto es clave para poder hacer monitoreo, seguimiento y evaluación a la intervención y para poder determinar su impacto en el futuro.
6. El convenio, en gran medida, dependía de la transmisión de conocimiento desde entidades con vocación científica, como la Alianza Bioversity – CIAT, hacia los gremios y productores. Sin embargo, la fuga de cerebros y la rotación de personal es un reto que amenaza la perdurabilidad de los efectos en el tiempo. Es clave implementar estrategias que garanticen que el conocimiento se conserve a pesar de la rotación de personal al interior de las organizaciones.
7. Como lo muestra la evaluación ex ante, considerando las curvas de adopción y el tiempo en el que se alcanzan los máximos desempeños para cada mercado, es importante iniciar en el menor tiempo posible las actividades de transferencia.
8. Es clave identificar, en terreno, los factores que pudieran restringir la adopción del conocimiento y las prácticas promovidas por la iniciativa LECRA, ya que los resultados (excedentes) dependen sustancialmente de dicha tasa de adopción.
9. En línea con la recomendación anterior, se sugiere utilizar herramientas científicas, basadas en la economía del comportamiento y la evaluación de impacto, que sirvan para incentivar al máximo la adopción de las prácticas y los conocimientos promovidos desde la iniciativa LECRA.

En suma, la iniciativa LECRA es clave para que el sector agrícola en el país se adapte cambio climático. Las actividades adelantadas hasta el momento han generado impactos considerables en algunas variables, y tienen el potencial de impactar otras tantas. Además, las simulaciones muestran que el escalamiento de la iniciativa sería altamente rentable, en diferentes dimensiones. Es importante acelerar el proceso.

1. Introducción

Según el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (ONU, 1992), se entiende por cambio climático al *“cambio de clima atribuido directamente o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparable”*. Es un reto global y uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo; afecta a todos los países en todos los continentes y océanos. Sus consecuencias dramáticas para los sistemas naturales y humanos son hoy en día bien conocidas y han sido observadas, analizadas y documentadas por varios expertos alrededor del mundo: los patrones climáticos están cambiando, los océanos se han calentado y, la temperatura atmosférica y del suelo han aumentado globalmente; los volúmenes de nieve y de hielo han disminuido, los niveles del mar están aumentando y los eventos climáticos (inundaciones, sequías, huracanes), son cada vez más frecuentes e intensos (Hardy, 2003).

Las actividades agrícolas son particularmente sensibles a las condiciones climáticas y, por eso, el sector de la agricultura es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático. De hecho, aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo han podido beneficiarse de un aumento de las temperaturas, en general se observan impactos negativos del cambio climático en la agricultura, la producción y la disponibilidad de alimentos, lo que provoca un detrimento de los medios de vida de los agricultores y amenaza la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones (Mendelson, 2008).

Pese a la copiosa información científica disponible, las dinámicas del Cambio Climático y los efectos a él atribuibles, siguen moviéndose en escenarios de incertidumbre para los sectores de la producción. Pocos proyectos logran tener acciones sostenidas en el tiempo en un entorno como el de Colombia, en el que las orientaciones institucionales están supeditadas a la alternancia de equipos de gestión por períodos administrativos, lo cual suma incertidumbres para los sectores de la producción. La Alianza de Biodiversity International y CIAT, conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MARD), desarrollaron y empezaron a implementar desde 2013 a 2015 un convenio de Cooperación Técnica y Científica; además del mérito científico y técnico de su concepción y composición, el convenio contó con la ventaja de permanecer con acciones sostenidas en terreno durante varios años, en una relación estrecha con los productores, las instancias que los agremian y la institucionalidad que trazó las políticas sectoriales.

Teniendo en cuenta esta experiencia previa, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, junto con la Alianza Biodiversity - CIAT y CAF-banco de Desarrollo de América Latina, iniciaron la formulación de la iniciativa denominada *“Agricultura baja en emisiones y resiliente a la variabilidad y cambio climático en Colombia (LECRA)”* atendiendo la convocatoria del Departamento Nacional de Planeación (DNP). A efectos de avanzar en la formulación de la iniciativa se desarrolló una evaluación de impacto de los resultados del convenio de cooperación del 2013 a 2015 y de las estrategias previstas para la iniciativa LECRA a futuro. En este documento, se presentan los principales resultados de dicha evaluación de impacto.

La evaluación consta de dos grandes componentes. En primer lugar, una evaluación de impacto ex post, a través de la cual se buscan cuantificar y entender los efectos de las actividades realizadas en el marco del convenio desde 2013. Estas actividades se centraron, fundamentalmente, en los cultivos de arroz y maíz, mediante el trabajo mancomunado con los gremios de FEDEARROZ y FENALCE y en determinadas zonas del país. Este análisis buscaba determinar los resultados en términos de modelación agroclimática, la identificación de factores limitantes para el desarrollo de los sistemas productivos, la caracterización de innovaciones y buenas prácticas, así como el diseño de sistemas que disminuyan los impactos contribuyendo a la sostenibilidad del sector agropecuario. Reconocer los avances y logros del convenio, y poder describir los factores que favorecieron su desarrollo, así como los que limitaron su acción, es clave para consolidar los impactos esperados en beneficio de los sectores agroalimentarios. Esta evaluación también es clave para que la institucionalidad que abarca el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural fortalezca el diseño de políticas sectoriales, a la luz de la información generada sobre los efectos institucionales, sociales, económicos y ambientales del accionar del convenio en Colombia, con la finalidad de disminuir las incertidumbres y fortalecer la capacidad adaptativa y la resiliencia de los sistemas productivos frente a la realidad incuestionable del cambio y la variabilidad climática.

Los cambios en la distribución, regularidad e intensidad de las lluvias tienen impactos sobre la producción, que se ve alterada y es fuente de grandes incertidumbres para los productores. En algunos casos, se producen situaciones extremas que también afectan considerablemente los cultivos: inundaciones, huracanes y penetraciones costeras o sequías persistentes. Otros impactos clave de carácter negativo, frente al cambio climático en la agricultura son los relacionados con las variaciones térmicas: las temperaturas más altas o más bajas, y los cambios más rápidos entre dos extremos, se traducen en una reducción o pérdida de cosechas, cambios en la distribución de las plagas, una disminución de fuentes de agua, etc. (Medina-Rey, 2018). En el caso de la región de Latinoamérica y el Caribe (ALC), el Programa de Investigación del CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

estimaron que, “desde 1990, los desastres climáticos e hidrometeorológicos costaron a la región más de \$ 72 mil millones de dólares, afectando la vida en promedio a 3 millones de personas anualmente” (FAO-CIAT-CCAFS, 2018). Además, las proyecciones del potencial impacto del cambio climático sobre cultivos tan fundamentales para la región ALC como el maíz, el arroz y el frijol indican que, entre 2020 y 2045, “los rendimientos proyectados bajo efecto del cambio de clima se traducirán en un crecimiento de 15.6%, a diferencia de la proyección bajo un escenario sin cambios en el clima que arrojan un 23% de crecimiento”. Otros impactos de la variabilidad climática y de los eventos extremos destacados en el informe de CCAFS, CIAT y FAO incluyen: una intensificación de la aridez de los suelos en algunas áreas, agravado por periodos prolongados de sequía, lo que reforzará, en consecuencia, la necesidad de sistemas de riego, ejerciendo presiones en la infraestructura existente para suministro de agua y aumentando los costos de producción; una disminución importante de las exportaciones agrícolas; la adaptación de zonas no agrícolas con el objetivo de producir alimentos, afectando a su vez, entre otros, el valor de la propiedad rural; y un incremento de los precios de los alimentos. Sin embargo, el sector agrícola no sólo es una de las víctimas del cambio climático, sino también contribuye a ello siendo, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), uno de los más grandes emisores de gases de efecto invernadero – como el dióxido de carbono (debido a prácticas agrícolas insostenibles como la deforestación), el óxido nitroso (por el uso de fertilizantes) y el metano (a través de la actividad ganadera) – y un factor importante de la pérdida de hábitats y biodiversidad (IPCC, 2014). La evaluación económica ex ante, buscará simular los efectos potenciales de la implementación de la iniciativa LECRA en Colombia. Para los dos componentes, la evaluación sigue un enfoque de métodos mixtos, mediante el cual se utilizan técnicas cuantitativas y cualitativas que permiten aproximarse a los efectos de interés.

En este contexto, aparece particularmente urgente adaptar nuestros sistemas agrícolas al cambio climático y fortalecer la contribución de este sector a su mitigación: son estos dos los desafíos que buscan enfrentar la Alianza Bioversity – CIAT (anteriormente CIAT) y sus aliados, a través del desarrollo de la iniciativa LECRA.

1.1 Convenio de Cooperación Técnica y Científica en Colombia

El sector agrícola es clave para la seguridad alimentaria, la economía y el desarrollo de Colombia. Según la FAO (2018), es importante resaltar que el 80% de los productos básicos de la canasta familiar en Colombia provienen de la agricultura familiar y de los pequeños productores. Lo anterior implica que “cambios en la productividad del sector agropecuario (es decir las actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca) representarían una gran amenaza para la seguridad alimentaria del país, además de importantes pérdidas económicas, principalmente de los pequeños productores, lo que afectaría directamente a los 2.7 millones de productores colombianos” (DANE, Tercer Censo Nacional Agropecuario, 2016). Adicionalmente, se vería amenazada la superación de la pobreza de la población rural que se ocupa en estas actividades de la economía.

En términos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), Colombia aporta solamente el 0,46% de las emisiones globales. Sin embargo, las principales emisiones de GEI de Colombia están relacionadas con su sector forestal, que aporta el 36% de sus emisiones de GEI totales (de las cuales 33% provienen de la deforestación), y su sector agropecuario, que aporta el 26% de sus emisiones de GEI totales. Adicionalmente, los cultivos permanentes del país (principalmente de café), participan también de manera significativa en las absorciones de GEI.

Colombia es un país que se considera altamente vulnerable al cambio climático, debido a sus condiciones geográficas. En sus tierras bajas, el riesgo de inundaciones es importante; en las regiones montañosas, en donde vive la mayor parte de la población, los riesgos son: erosión, deslizamientos de tierra, escasez de agua y aumento preocupante de las temperaturas.

Además, la Alianza Bioversity – CIAT identifica los siguientes impactos potenciales del cambio climático en la agricultura de Colombia:

- Pérdidas en el sector ganadero, tanto en número de animales como en productividad;
- Pérdidas en el rendimiento de los cultivos;
- Reducción de la resistencia de los cultivos;
- Disminución de la disponibilidad de agua y de la humedad del suelo superior;
- Aumento de la incidencia de plagas y enfermedades;
- Aumento en el número de incendios;
- Disminución de la seguridad alimentaria y nutricional.

Con el objetivo de hacer frente a estos desafíos multidimensionales del sector agrícola, la Alianza de Bioversity International y CIAT, conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR), desarrollaron y empezaron a implementar, desde 2013, un convenio de Cooperación Técnica y Científica. Este convenio

arrojó importantes resultados y evidenció la necesidad de ampliar el alcance y estrategias a otros cultivos para promover una agricultura baja en emisiones y resiliente a la variabilidad y cambio climático.

El convenio se basaba en 4 componentes principales, que se presentan a continuación:

- La elaboración de modelos de pronóstico climático y su validación en varias áreas del sector agrícola colombiano, para una gestión optimizada de los cultivos. En la primera fase del convenio las actividades implementadas en el marco de este componente se enfocaron en los cultivos de arroz y maíz, pero, en una segunda fase, se espera ampliar la cobertura a otros cultivos.
- La identificación de factores que limitan el desarrollo agrícola, recolectando información a nivel de las explotaciones agrícolas, con el fin de proponer soluciones tecnológicas verdaderamente adaptadas a las necesidades de cada productor. Por el momento, las actividades implementadas en el marco de este componente también se enfocaron en los cultivos de arroz y maíz.
- La identificación de innovaciones agrícolas y mejores prácticas de gestión que puedan contribuir a reducir las emisiones de GEI y que ofrezcan a los agricultores alternativas de adaptación eficaces para hacer frente al cambio climático. Hasta ahora, las actividades se centraron principalmente en la prueba de nuevas variedades de arroz y maíz que pudieran responder a los problemas de sequía e inundaciones.
- La identificación de sistemas de producción sostenibles, adaptados al contexto colombiano, y la capacitación de las partes interesadas en el uso de las nuevas herramientas y tecnologías. En el contexto de este componente, se ha medido la huella hídrica de diferentes sistemas de producción, así como la huella de carbono de diferentes usos de la tierra.

1.2 Evaluación de Impacto

Teniendo en cuenta la experiencia del convenio, el MADR junto con la Alianza Bioversity - CIAT y CAF iniciaron la formulación del convenio “Agricultura baja en emisiones y resiliente a la variabilidad y cambio climático en Colombia (LECRA)” atendiendo la convocatoria del Departamento Nacional de Planeación – DNP – en su rol de Autoridad Nacional Designada ante el GCF para definir proyectos alineados a las prioridades del país y los requerimientos del fondo. La iniciativa en referencia fue presentada al DNP en enero de 2017; como resultado – en junio del mismo año – fue confirmada la priorización e iniciaron las gestiones ante el GCF con el objeto de apalancar recursos de la Facilidad de Preparación del Proyectos – PPF – para formulación en detalle del proyecto. A efectos de avanzar en la formulación de la iniciativa se desarrolló una evaluación de impacto de los resultados del convenio de cooperación del 2013 a 2015 y de las estrategias previstas para la iniciativa LECRA.

La unión temporal entre Inсуco y el Tic Tank de la Universidad del Rosario, con el decidido apoyo de la Alianza Bioversity – CIAT, evaluó el impacto económico, social, ambiental e institucional de este programa. Para ello, se utilizaron métodos mixtos que combinaron herramientas tanto cuantitativas como cualitativas de análisis. La evaluación se divide en dos grandes bloques. En primer lugar, se adelantó una evaluación de impacto *ex post*, la cual busca determinar el efecto causal que han tenido sobre los productores las acciones adelantadas desde 2013 en el marco del convenio. En segundo lugar, se llevó a cabo una evaluación económica *ex ante*, cuyo propósito principal es simular los efectos potenciales que tendría la implementación de la iniciativa LECRA sobre un conjunto de cultivos estratégicos para el país.

En las secciones 2 y 3 del informe presentamos los principales hallazgos de la evaluación de impacto *ex post* de las acciones adelantadas en el marco del convenio desde 2013. Dichas acciones se concentraron en dos cultivos fundamentales: arroz y maíz. En la Sección 2 presentamos los principales hallazgos de la evaluación de impacto *ex post* en su componente cuantitativo. Para esto, se hizo uso de la información primaria recolectada a través de encuestas a 616 productores de arroz y 406 productores de maíz en diferentes municipios de Colombia. Si bien los registros administrativos del programa no permitieron determinar qué productores se vieron directamente beneficiados de las diferentes actividades asociadas al convenio, a través de la encuesta fue posible aproximarnos al tratamiento por medio de una definición amplia: evaluamos el impacto de actividades de asistencia técnica y disseminación de conocimiento e información del tipo del convenio, en lo que podríamos definir como la evaluación micro del programa. Este enfoque tiene la ventaja de que nos permite cuantificar, de manera granular, el impacto de este tipo de acciones, independientemente de si fueron llevadas a cabo bajo la institucionalidad del convenio o no.

Dada la naturaleza de la información, utilizamos técnicas de emparejamiento (modelos de Propensity Score Matching y Genetic Matching) para evaluar el impacto de la intervención sobre diferentes resultados de interés. En esencia, estas técnicas buscan encontrar, para cada unidad tratada (productor), la unidad en el grupo de no tratadas que más se asemeja en sus características observables. De esta manera, asumiendo que los grupos de tratamiento y control también son similares en características no observables, cualquier diferencia significativa en los resultados de interés

son directamente atribuibles al programa evaluado. Por la naturaleza del convenio, nos ocupamos de resultados (conceptualmente) intermedios y finales, como el uso de pronósticos agroclimáticos en las decisiones de producción, la adopción de las recomendaciones hechas en la asistencia técnica, la disminución de la pérdida de cosechas, la reducción de la huella hídrica y el rendimiento de los cultivos. Es importante resaltar que los resultados son heterogéneos según el cultivo, en línea con los hallazgos de la evaluación cualitativa. Los productores de arroz que estuvieron expuestos a actividades de asistencia técnica del convenio tienen una probabilidad mayor de usar pronósticos agroclimáticos en sus decisiones de producción y reportan mejoras significativas en el rendimiento de sus cultivos. Por su parte, para el caso de maíz, no se encuentran efectos importantes del tratamiento sobre los resultados de interés. En suma, estos resultados sugieren que el programa tiene la capacidad de impactar variables intermedias y finales importantes, como el rendimiento, pero también hay espacio para potenciar el impacto en otras dimensiones, especialmente en las ambientales y en la adopción de las variedades de semilla promovidas por el programa. Además, dadas las particularidades de cada sector, existen efectos disímiles para cada tipo de cultivo.

La Sección 3 se ocupa del análisis cualitativo. Para ello, el equipo de la unión temporal adelantó un importante número de entrevistas a actores clave de estos dos sectores, tanto en el campo institucional como a nivel de productores. Así, con el objetivo de identificar los múltiples elementos que componen cada una de las etapas o momentos de la intervención, la forma en que se articulan los actores y el grado de adopción de las nuevas técnicas y tecnologías por parte de los gremios y los productores, se llevaron a cabo un total de 18 entrevistas distribuidas de la siguiente manera: FEDEARROZ, 3 entrevistas; FENALCE, 5 entrevistas; CIAT, 4 entrevistas; MADR, 2 entrevistas; y productores, 4 entrevistas. Además de las entrevistas, una de las reuniones entre el equipo de INSUCO y una representante de FENALCE se transcribió y entró a hacer parte de la información cualitativa.

Los resultados del componente cualitativo ayudan a entender por qué un convenio de este tipo tiene el potencial para impactar a los agricultores, cuáles son los principales cuellos de botella para lograrlo y cómo podrían ser potenciados los efectos de la intervención a futuro. El análisis permite destacar los siguientes hallazgos fundamentales en este frente. En primer lugar, la interacción y la transferencia de conocimientos entre el CIAT y los gremios fueron relativamente exitosas, pero la diseminación del conocimiento desde los gremios hacia los productores tiene un espacio de mejora importante. En general, los productores no estuvieron totalmente involucrados, quizás porque en esta etapa inicial el proyecto se centró más en la investigación y la experimentación que en la diseminación. En segundo lugar, las investigaciones orientadas en la optimización de las variedades de semilla se centraron fundamentalmente en optimizar su productividad, omitiendo en algunos casos el grado de comercialización, y por ende la rentabilidad, que podría alcanzarse con cada una de estas. Por último, es importante mencionar que el impacto de la intervención depende notablemente de las capacidades iniciales de los gremios involucrados en el proceso, y que existen importantes heterogeneidades entre cultivos.

En la sección 4 de este documento describimos los métodos utilizados y los principales resultados de la evaluación económica ex ante. Para simular los impactos principales de un eventual escalamiento del convenio a partir de 2022, utilizamos el método de excedentes económicos, el cual consiste en estimar los cambios potenciales en los excedentes de los consumidores y productores, para cada mercado de interés y a través del tiempo, como consecuencia de la introducción de un cambio tecnológico asociado a la iniciativa LECRA. De esta manera, el ejercicio permite cuantificar los efectos de la intervención sobre indicadores típicos de una evaluación económica de proyectos, como la Tasa Interna de Retorno (TIR), la tasa interna de retorno modificada (TIRM), el Valor Presente Neto (VPN) y la Relación Beneficio-Costo (RBC). En el análisis nos concentramos en ocho productos clave para la agricultura colombiana, como son: ganadería bovina, papa, caña panelera, arroz, caña de azúcar, maíz, café y banano. Para la parametrización de los modelos se hizo uso de encuestas y entrevistas a expertos de la Alianza Bioversity – CIAT y de cada sector, así como de literatura especializada en la materia. Los resultados muestran que la consolidación del proyecto sería altamente rentable para todos los cultivos y productos sin excepción. En todos los casos, sin importar si se asume un escenario más o menos optimista, los cálculos indican que los beneficios superarían con creces a los costos, lo cual es cierto para los diferentes componentes del proyecto LECRA. Por tanto, la recomendación de política de este componente es bastante clara: una ágil y oportuna implementación del convenio sería altamente beneficiosa para el sector agrícola en Colombia, favoreciendo a consumidores y productores.

El documento se compone de cinco secciones, incluyendo esta introducción. En la Sección 2 presentamos los resultados de la evaluación de impacto ex-post en su componente cuantitativo. La sección 3 presenta los resultados del componente cualitativo de dicho análisis ex-post. En la Sección 4 presentamos la evaluación económica ex-ante. Finalmente, en la Sección 5 presentamos las principales conclusiones y recomendaciones de política derivadas de este estudio.

2. Evaluación de Impacto Ex-Post: Componente Cuantitativo

En esta sección presentamos los principales resultados de la evaluación de impacto cuantitativa de las actividades asociadas al convenio. Es importante recordar, como lo hemos mencionado en los informes previos, que dicho convenio se centró en dos cultivos en específico: arroz y maíz. Por tal motivo, bajo el liderazgo de la Alianza Bioversity-CIAT, en el segundo semestre de 2020 se llevaron a cabo encuestas en terreno a productores de estos dos cultivos, tanto en zonas intervenidas por el convenio como en zonas no intervenidas. Como lo resaltamos más abajo, para el caso del arroz se llevaron a cabo 616 encuestas en 39 municipios del país, con el objetivo de capturar características básicas de los productores, así como resultados intermedios y finales de interés para los propósitos de la evaluación. Para el caso de maíz, se adelantaron 406 encuestas en 41 municipios del país. En el apéndice que acompaña a este informe presentamos un análisis detallado de las principales estadísticas descriptivas asociadas a las variables más interesantes de la encuesta. En esta sección nos centramos en presentar los principales resultados de la evaluación de impacto, mediante la cual buscamos cuantificar los efectos de la intervención sobre diferentes resultados de interés.

Como lo hemos explicado previamente, dada la naturaleza y la temporalidad de los datos, utilizamos técnicas de emparejamiento (*matching*) para evaluar el impacto ex-post del convenio. Para ello, definimos como tratados, tanto para el cultivo de arroz como de maíz, a aquellos productores que en la encuesta reportan haber participado en actividades de asistencia técnica relacionadas con el convenio. Es decir, bajo esta definición los tratados son quienes efectivamente participaron en talleres, reuniones y demás eventos de disseminación asociados a la transmisión de conocimiento en pronósticos agroclimáticos, agricultura en sitio, variedades a sembrar, etc. De esta forma, este tratamiento constituye una aproximación micro a lo que podría ser la intervención, por cuanto permite cuantificar el impacto directo de las actividades asociadas al convenio sobre los productores. En el apéndice utilizamos una definición alternativa de índole macro, bajo la cual definimos como tratados a los productores que habitan en municipios en los que sucedió la intervención. Los resultados que presentamos en esta sección muestran que el tratamiento tuvo efectos disímiles según el tipo de cultivo. En el caso del arroz, se encuentran efectos importantes sobre el uso de pronósticos agroclimáticos en las decisiones de producción y sobre el rendimiento de los cultivos. Para el caso de maíz, en cambio, no se encuentran resultados importantes de la intervención. En línea con la evidencia cualitativa que presentamos en la siguiente sección, esta diferencia puede reflejar la heterogeneidad que existe entre los gremios de interés y la manera en qué las actividades del convenio fueron transmitidas a los productores.

2.1 Metodología

En concordancia con la naturaleza de los datos empleados, para llevar a cabo la evaluación de impacto utilizamos técnicas de emparejamiento (*matching*). A grandes rasgos, este método consiste en pre-procesar los datos en cuestión para trabajar con un grupo de control conformado por las unidades más parecidas, en promedio, al grupo de tratamiento. Es decir, a cada productor tratado (beneficiario de la intervención), se le asigna como contrafactual la unidad en el grupo de control que más se asemeja en materia de características observables. Para ello, en principio, utilizamos el método de *Propensity Score Matching* (PSM), que suele ser el estándar en la literatura. Este método calcula, para cada unidad (tratada o no) su denominado *propensity score*, que es la probabilidad de recibir tratamiento en función de sus características (covariables) observables.

Esta probabilidad es luego utilizada para emparejar las unidades del tratamiento con las del control. Usamos dos métodos para ello. En primer lugar, la técnica de vecino más cercano, que a cada unidad del grupo tratado le asigna la unidad en el grupo de control con el *propensity score* más cercano en magnitud. En segundo lugar, con el ánimo de mejorar la eficiencia de las estimaciones, usamos la técnica del kernel, que consiste en un método no paramétrico en el que, para cada unidad tratada, se construye un control que resulta de la ponderación de todas las unidades no tratadas, asignando más peso a las que se asemejan más a la unidad tratada. Tras emparejar, con un método o el otro, el efecto del tratamiento se puede obtener de dos formas: calculando el promedio de la diferencia entre las unidades tratadas y sus controles para la variable de resultado de interés; o estimando una regresión del resultado contra el indicador del tratamiento, controlando por las covariables utilizadas y ponderando cada observación por el inverso de su correspondiente *propensity score* (en adelante denominaremos a este método “regresión por *Inverse Probability Weighting*” – IPW). En esta sección, usamos el segundo método, ya que facilita la interpretación de los resultados al incluir los coeficientes de las covariables y mejora la eficiencia de las estimaciones. En el apéndice que acompaña a este documento, presentamos los resultados si se usase el primer método.

Una dificultad de los modelos de emparejamiento es que su validez interna descansa en el denominado supuesto de independencia condicional. Para que el efecto del tratamiento pueda tener una interpretación causal, es necesario asumir que los grupos de tratamiento y control están balanceados (son “iguales”) en características observables e inobservables. Esto se puede confirmar para las características observables, pero no para las inobservables. Sin embargo, un buen balance en lo primero hace más creíble la hipótesis de que también es bueno en lo segundo. Por esta razón, en años recientes han surgido nuevas técnicas de emparejamiento que buscan optimizar el balance al momento de determinar cuál es el grupo de control. En esta evaluación utilizamos una de estas técnicas, el denominado algoritmo de emparejamiento genético o *genetic matching* (Diamond y Sekhon, 2013). Este método utiliza un algoritmo de búsqueda evolutivo para determinar el peso que se le da a cada covariable utilizada, y con eso optimizar el balance entre el grupo de tratamiento y control. El algoritmo revisa y mejora de manera iterativa y automatizada el balance en las covariables de interés, por lo cual es investigador ya no tiene que hacerlo de manera manual. Además, el modelo generaliza los métodos de *propensity score* y distancia de Mahalanobis, comunes en aplicaciones básicas de emparejamiento. Por tanto, las estimaciones basadas en el emparejamiento genético son metodológicamente superiores a las de otros modelos.

Los resultados que presentamos en esta sección muestran que existen importantes heterogeneidades entre cultivos. Por un lado, para el caso del arroz, se encuentra que los productores expuestos a actividades de asistencia técnica exhiben aumentos en sus niveles de rendimiento y en el uso de pronósticos agroclimáticos en sus decisiones de producción. Por su parte, para el caso de maíz, no encontramos mayores impactos. En suma, estos resultados sugieren que, para algunos cultivos, el programa tiene la capacidad de impactar variables intermedias y finales importantes, como el rendimiento, pero también hay espacio para potenciar el impacto en otras dimensiones y otros productos. Además, las heterogeneidades entre cultivos han de ser el resultado de las diferencias latentes entre productores y gremios de cada sector, algo que tiene que tenerse en cuenta al momento de escalar el convenio.

2.2 Datos

En esta sección describimos algunos aspectos generales de la información primaria utilizada en esta evaluación. En el apéndice que acompaña a este informe, hacemos un análisis descriptivo profundo de la encuesta. Con respecto a la información del cultivo de arroz, el instrumento permitió consolidar un total de 616 encuestas distribuidas en 39 municipios de los departamentos de Córdoba, Meta, Sucre, Tolima, Casanare y Valle del Cauca.¹ El Tolima fue el departamento con mayor número de encuestas (216), seguido de Casanare y Sucre con un total de 155 y 107 encuestas, respectivamente. Para el caso de maíz, la información recolectada se compone de 406 encuestas realizadas en 41 municipios de los departamentos de Córdoba, Meta, Tolima, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca.² Córdoba fue el departamento con el mayor número de encuestas (120), mientras que en el Valle del Cauca tuvieron lugar 54, el número más bajo entre los departamentos encuestados.

Gracias a la información disponible en esta encuesta, se logró hacer una aproximación (imprecisa) a los hogares tratados y no tratados por el convenio, así como identificar algunas variables de resultado de interés, tanto intermedias como finales. Infortunadamente no se contó con un listado de beneficiarios individuales del convenio, por lo cual no fue posible identificarlos ex ante. Por tanto, es importante tener en cuenta que, dada la naturaleza de la intervención, la fecha en que esta ocurrió (entre los años 2013 y 2015) y las preguntas realizadas en la encuesta, no es posible determinar con exactitud cuáles fueron las unidades tratadas. Esto como consecuencia de: i) Los productores encuestados, así hayan sido tratados, pueden no recordar de qué se trató la intervención e incluso pueden no recordar haber tenido contacto con el convenio de alguna forma; ii) dado que algunos de los talleres realizados tuvieron lugar en Bogotá, no es completamente claro el mecanismo mediante el cual se difundió la información en las diferentes regiones del país. Algunos productores pueden haberse enterado de qué trataban los talleres por medio de noticias, vecinos o familiares, por lo cual es difícil saber a quiénes les llegó y a quiénes no la información; iii) dentro de cada gremio u

¹ Ayapel, Lorica, Montería y Tierralta en Córdoba; Acacias, Cabuyaro, Fuentedeoro, Granada, Puerto Gaitán, Puerto López, Villavicencio y Vista Hermosa en Meta; Guaranda, Majagual, San Benito y San Marcos en Sucre; Alvarado, Ambalema, Armero, Espinal, Flandes, Guamo, Ibagué, Lérica, Prado, Purificación, Saldaña, San Luis y Venadillo en Tolima; Aguazul, Maní, Nunchia, Paz de Ariporo, Pore, San Luis de Palenque, Tauramena, Trinidad y Yopal en Casanare; y Jamundí en el Valle del Cauca.

² Montería, Cereté, Chinú, Ciénaga de Oro, Cotorra, Lorica, Pueblo Nuevo, Sahagún, Sotavento, y San Pelayo en Córdoba; Fuente de Oro, Granada, Mapiripán, Lejanías, Puerto Gaitán, Puerto López, San Martín, Villavicencio, El Castillo y El Dorado en Meta; Armero, Espinal, Guamo, Piedras, San Luis y Valle de San Juan en Tolima; Génova, Montenegro y Quimbaya en Quindío; Pereira, Belén, Marsella, Mistrató y Pueblo Rico en Risaralda; y Bolívar, Bugalagrande, La Unión, Palmira, Roldanillo y Toro en el Valle.

organización existen distintos programas y/o actividades que pueden haber transmitido información similar a la contenida en el convenio. Por ejemplo, para el caso del arroz el proyecto insignia de Fedearroz, AMTEC, guarda elementos en común con el convenio³ Lo anterior, hace difícil separar el efecto de cada uno de los demás programas y el de la intervención realizada por CIAT.

Sin embargo, para solventar estas dificultades, en el análisis que sigue se definen como tratados aquellos productores que reportan haber recibido al menos una asistencia técnica relacionada con los pilares básicos del convenio (capacitación y asistencia técnica).⁴ Esta definición del tratamiento nos permite capturar, de manera granular, el impacto que tienen iniciativas semejantes al convenio, independientemente de si pertenecieron a dicha iniciativa o no. Es útil toda vez que, en materia de la escalabilidad de la intervención, nos interesa entender cuál es el impacto que tienen este tipo de actividades, independientemente de si se canalizaron a través del convenio o no. Para una definición alternativa del tratamiento y resultados adicionales, ver el apéndice que acompaña este informe.

Ahora bien, con respecto a esta manera de definir el tratamiento (capacitación y asistencia técnica) se debe tener en cuenta, como se mencionó anteriormente, que estas actividades pueden haber sido ofertadas por instituciones diferentes a los gremios (Fenalce y Fedearroz) y que, inclusive las asistencias técnicas impartidas por los gremios, no están necesariamente desarrolladas en el marco del convenio. De esta manera, y aunque dentro de la encuesta realizada a los productores es posible identificar quién o qué institución brindó esta capacitación, no es una estrategia viable para los fines de esta investigación tener en cuenta únicamente las asistencias proporcionadas por los gremios. Esto debido a que el número de tratados se reduciría considerablemente y ocasionaría un problema de eficiencia (poca varianza) en las estimaciones. Por ejemplo, para el caso de arroz, se contaría con un total de 73 agricultores tratados y 321 del grupo de control, lo que de por sí ya muestra un desbalance grande. Para el caso de Fenalce, la situación es más compleja, pues solo 19 productores afirmaron haber recibido capacitación de este gremio. Es por esta razón que nuestra definición de tratamiento es más amplia e implica la participación en cualquier tipo de actividad en el marco del convenio independientemente de quién la impartió. A continuación, presentamos los principales resultados de la evaluación.

2.3 Resultados

2.3.1 Encuesta a productores de arroz

En el caso de la encuesta a arroceros, contamos con variables de resultado de dos tipos: intermedias y finales. La distinción es netamente conceptual, y se refiere a la teoría del cambio que podría explicar cómo el tratamiento impacta resultados finales. Naturalmente, otras categorizaciones son válidas. Como variables finales tenemos el rendimiento de los cultivos, la pérdida de cosecha a causa del cambio climático y la disminución de la huella hídrica. Estas dos últimas son variables *dummy*, que toman un valor de 1 si el productor reporta haber perdido alguna cosecha a causa del cambio climático o si disminuyó su huella hídrica, respectivamente. El rendimiento es una medida de productividad que cuantifica la cantidad de toneladas de arroz que produce un hogar por cada hectárea cosechada. Buenas prácticas agroclimáticas, la consulta de pronósticos climáticos y recomendaciones de cultivo derivadas del convenio deberían ayudar a mejorar este indicador. Por otra parte, entre las variables de resultado intermedias incluimos, en primer lugar, la adopción de variedades de arroz recomendadas por el convenio. Esta variable toma el valor de 1 si el hogar reporta haber cultivado alguna de las variedades recomendadas por el convenio en la parcela principal. La segunda variable intermedia está construida de tal forma que toma el valor 1 si el productor tuvo en cuenta los pronósticos agroclimáticos para al menos una decisión relacionada con la producción de su cultivo.⁵ Finalmente, la tercera variable de resultado intermedia que utilizamos indica si el productor puso en práctica la información obtenida en capacitaciones técnicas en el cultivo de arroz. De esta manera, nos interesa saber si los productores tratados (bajo cualquiera de las dos definiciones que utilizamos) exhiben diferencias significativas respecto a los controles en estos resultados intermedios y finales.

Variables de interés

Recapitulando, recordemos que contamos con dos tipos de variables resultado: finales e intermedias. Como variables finales tenemos:

³ Adopción Masiva de Tecnología para un Sistema de Producción.

⁴ Ver sección H5 de la encuesta para más detalle. Para los pilares de la iniciativa, ver la introducción de este informe.

⁵ Fecha de siembra, elección de variedades, aplicación de fertilizantes y/o abonos, control de maleza, manejo de plagas y/o enfermedades, fechas de riego y fecha de cosecha.

- i. Rendimiento: medida de productividad que nos dice la cantidad de toneladas de arroz que produce un hogar por cada hectárea cosechada. Buenas prácticas agroclimáticas, la consulta de pronósticos climáticos y recomendaciones de cultivo derivadas del convenio deberían ayudar a mejorar este indicador.
- ii. Pérdida de cosecha: variable binaria que toma el valor de 1 si dentro del último ciclo de siembra se perdió cosecha en la parcela principal, y el valor de 0 si no.
- iii. Disminución de la huella hídrica (o mejor uso del agua): variable binaria que toma el valor de 1 si el productor considera que respecto a 5 años atrás la cantidad de agua destinada al cultivo de arroz ha disminuido, y 0 si no.

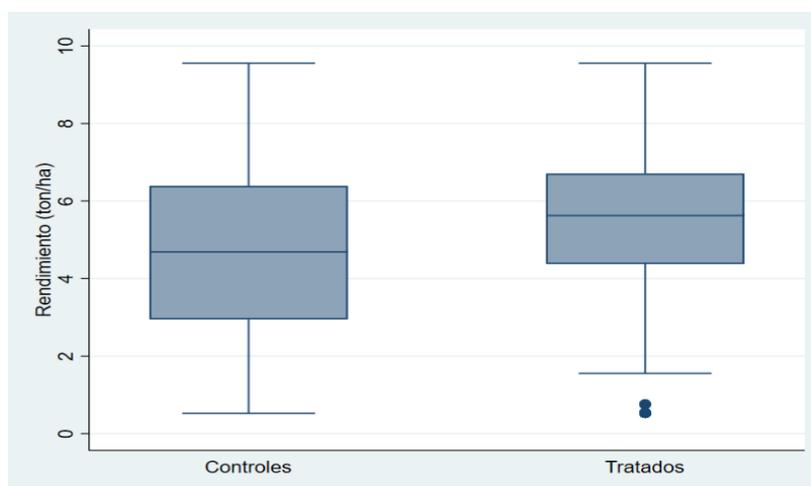
Por otra parte, en materia de variables de resultado intermedias contamos con:

- I. Adopción de variedades de arroz recomendadas por el convenio: variable binaria igual a 1 si la variedad usada en el cultivo corresponde a las variedades de arroz relacionadas con el convenio, como son Fedearroz 67 y Fedearroz 68, y 0 en caso contrario
- II. Adopción de pronósticos agroclimáticos: variable binaria que indica si el productor tuvo en cuenta los pronósticos agroclimáticos para al menos una decisión de producción.
- III. Práctica de recomendaciones derivadas de las asistencias técnicas: variable binaria que indica si el productor puso en práctica la información obtenida en capacitaciones técnicas para su cultivo.

A continuación, presentamos algunas estadísticas descriptivas asociadas a las variables de resultado definidas anteriormente y en función de la definición de tratamiento discutida en la sección anterior. Dicho indicador de tratamiento se construye a partir del auto-reporte del productor de haber estado expuesto a actividades de disseminación de información y asistencia técnica en los componentes del convenio. De esta manera, se lograron identificar 233 (38%) observaciones tratadas frente a 383 (62%) observaciones no tratadas.

La Figura 2.1 y la Tabla 2.1 muestran que el rendimiento promedio en el grupo de tratados es mayor que en el grupo de controles. Sin embargo, esta diferencia aún no representa el impacto del tratamiento, ya que todavía no hemos emparejado. Esto lo hacemos más adelante.

Figura 2.1 Rendimiento del cultivo de arroz



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

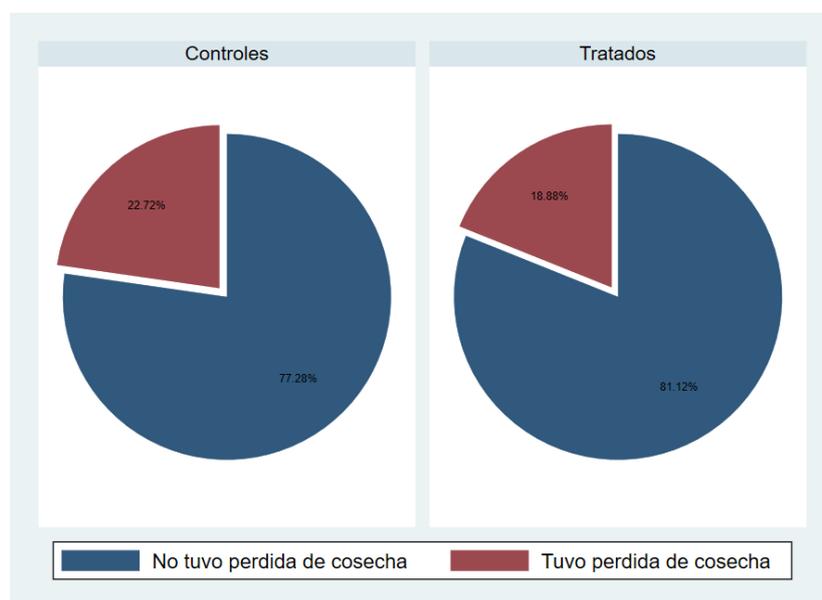
Tabla 2.1 Estadísticas descriptivas del rendimiento

	Tratados	Controles
Media	5.32	4.67
Desv.Est	2.12	2.33
Mínimo	0.44	0.44
Máximo	8.75	8.75
Obs	230	375

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por otro lado, para la segunda variable de resultado de interés, la Figura 2.2 muestra que un mayor porcentaje de agricultores pierde sus cosechas a causa del cambio climático en el grupo no tratado en comparación con el grupo tratado (22.7% versus 18.9%). En total, cerca del 79% de los agricultores afirman no haber perdido su cosecha a causa del cambio climático, por lo que este es un resultado en el que aún hay espacio de mejora.

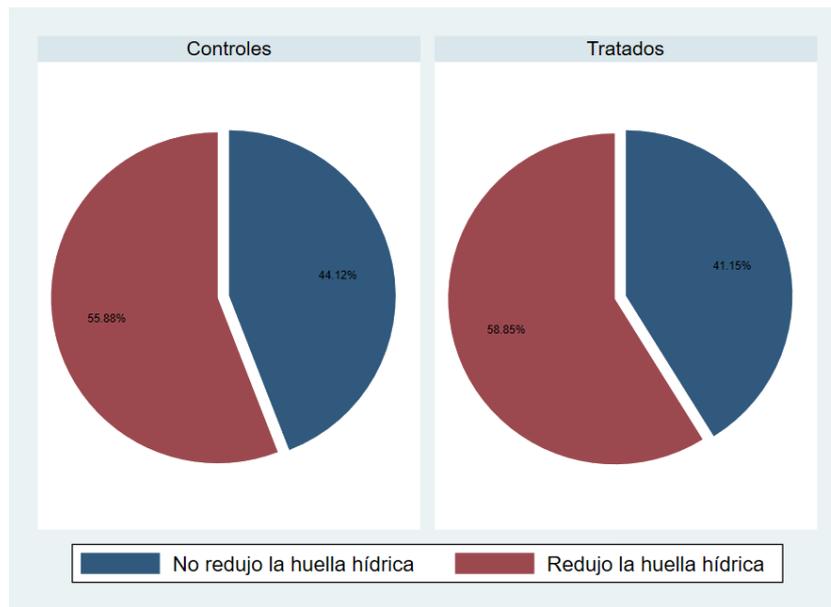
Figura 2.2 Porcentaje productores con pérdida de cosecha a causa del cambio climático



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En relación con el porcentaje de agricultores que afirmaron haber reducido su huella hídrica, del total de los agricultores, el 57% en promedio aseguró que la había disminuido con respecto a 5 años atrás. La proporción de personas que aseguran haberla disminuido es más grande que la que afirma no haberlo hecho en los dos grupos, siendo mayor en el grupo tratado, como lo muestra la Figura 2.3.

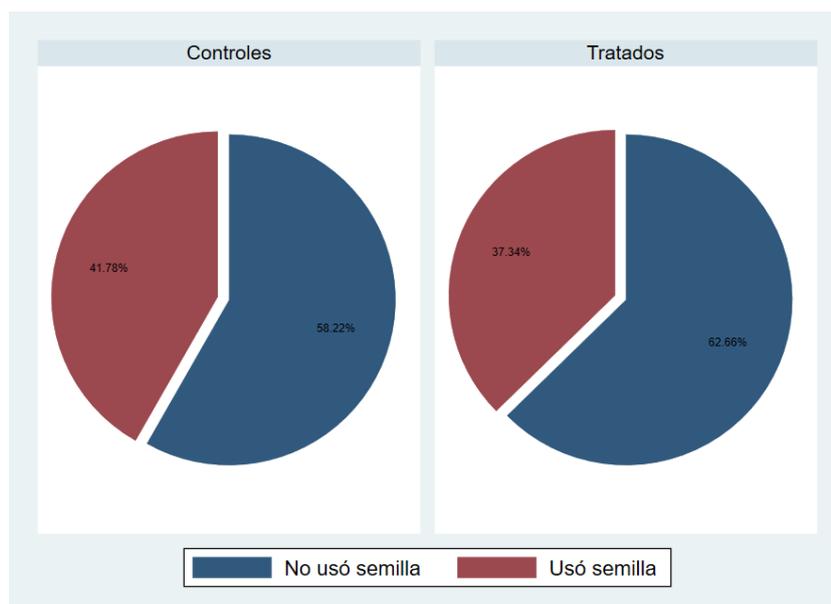
Figura 2.3 Porcentaje de productores que afirmaron reducir huella hídrica



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

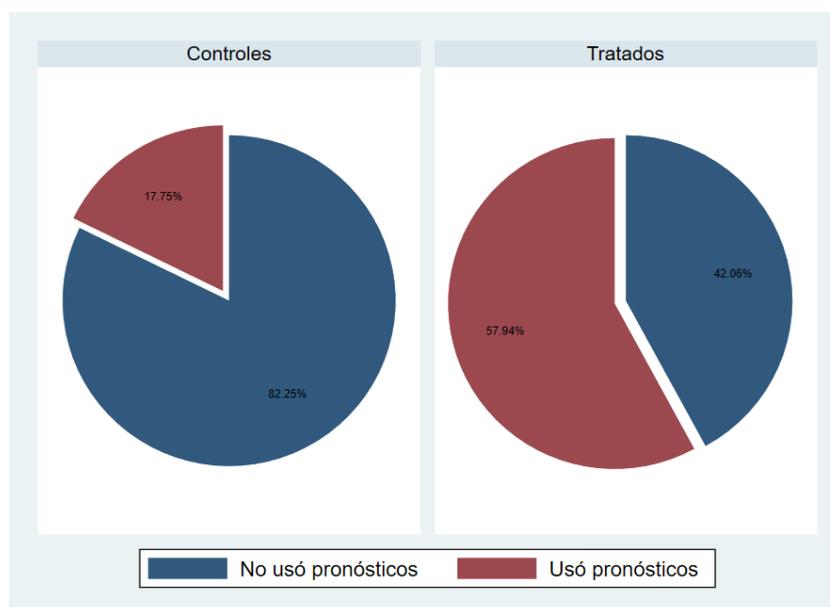
Respecto a la adopción de variedades de arroz relacionadas con el convenio, encontramos que, dentro de la muestra, 191 productores cultivan la variedad *Fedearroz 67* (31.01 %) y 56 productores la *Fedearroz 68* (9.09%). Esto es, un total de 247 hogares (40%) cultivan en su parcela principal variedades relacionadas con el programa. La Figura 2.4 muestra que la distribución de adopción de variedades comparando el grupo de control y tratamiento es muy similar. La proporción de variedades dentro del grupo de control (41.78%) es mayor a la proporción en el grupo de tratamiento (37.34%). Esto significa que hubo una adopción de estos materiales, orientada por mecanismo más allá del marco del convenio. Finalmente, la Figura 2.5 compara a los dos grupos en cuanto a la utilización de pronósticos agroclimáticos. En este caso la diferencia es grande: un porcentaje significativamente más alto de los tratados usa este tipo de pronósticos en relación con el control (57,94% vs17,75%).

Figura 2.4 Porcentaje de adopción de variedades del convenio



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.5 Porcentaje de agricultores que tuvieron en cuenta pronósticos agroclimáticos para la toma de decisiones de producción



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Finalmente, la Tabla 2.2 presenta las principales estadísticas descriptivas de las variables de la encuesta a arroceros que son utilizadas para los ejercicios de emparejamiento. El objetivo es lograr balance en estas características observables, pues podrían estar correlacionadas con los resultados y el tratamiento.

Tabla 2.2 Estadísticas descriptivas de las características usadas para emparejar

Característica	Media	Desv. Est	Min	Max
Personas en hogar	3.44	1.60	1	12
Género Jefe	.05	.23	0	1
Etnia Jefe	20.57	37.33	1	99
Educación Jefe	7.51	4.83	0	27
Actividad Jefe	6.78	21.45	1	99
Educación Hogar	8.70	3.85	0	21.5
Edad Hogar	43.98	11.67	13	83
Área Finca	87.13	178.4	1	700
Área Propia	9.37	22.32	0	87
Área Alquilada	19.75	35.66	0	130
Años de Experiencia	18.96	13.12	0	60
Sistema del Cultivo	1.59	.49	1	2
Sistema del Riego	.40	.49	0	1
Modo de Siembra	2.77	8.74	1	99
Maquinaria	2.03	.79	1	4
Número jornales en siembra	3.82	3.23	0	8.93
Número jornales en cosecha	5.10	4.65	0	11.89
Tipo Semilla	1.45	.49	1	2
Semestre	.11	.31	0	1
Preparación de Suelo	2.25	1.61	0	9
Otros Ingresos	1.70	.45	1	2
Total Ingresos	1186822	3748241	0	2.04e07
Solitud de Crédito	1.34	.47	1	2
Crédito para Arroz	1.75	.93	1	3
Desplazamiento Forzado	1.96	.17	1	2
Sin Alimentos	1.79	.40	1	2
Activo Familiar	4.84	1.79	0	9
Activo Productivo	2.79	2.44	0	10
Agua Potable	.60	.48	0	1
Electricidad	.88	.32	0	1
Internet	.25	.43	0	1

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

A continuación, se presentan los principales resultados de las estimaciones para cada una de las variables de interés haciendo uso de los modelos de *Propensity Score Matching* (vecino más cercano y kernel) y del algoritmo de emparejamiento genético. Dividimos el análisis en tres, en función del conjunto de observaciones disponibles para cada conjunto de variables. En primer lugar, se estudia el impacto del tratamiento sobre el rendimiento de los cultivos, seguido del análisis sobre la disminución de la huella hídrica, para después realizar el mismo análisis para la pérdida de cosecha a causa del cambio climático, las variedades de semilla, los pronósticos agroclimáticos y la adopción de asistencia técnica (cuando haya lugar). Esta diferenciación se realiza dado que, para el caso de rendimiento, algunas observaciones no reportan datos, lo cual afecta el cálculo de los puntajes de propensión y, por ende, los emparejamientos.

Con respecto al método de *Propensity Score Matching*, la probabilidad de participar (ser tratado), o *propensity score* ($P(D_i = 1 | X) = f(X)$), fue calculada por medio de un modelo *probit* incluyendo algunas características de los hogares reportadas en la encuesta realizada por CIAT. Como lo dijimos antes, tras emparejar, el efecto tratamiento se calcula por medio de regresiones en las que cada observación es ponderada por el inverso de su *propensity score* (*Inverse Probability Weighting* - IPW). El efecto del tratamiento es el coeficiente asociado al indicador de tratamiento en cada regresión. En cuanto al algoritmo emparejamiento genético se hizo uso de las mismas covariables para optimizar el balance. Tras emparejar bajo este método, el efecto del tratamiento corresponde a la diferencia de medias entre tratados y controles para cada variable de resultado. En el apéndice que acompaña a este informe se muestran algunas estadísticas descriptivas de las variables utilizadas para estimar estos modelos.

Rendimiento

Empezamos presentando los resultados del proceso de emparejamiento, lo cual es crucial para garantizar la comparabilidad entre los grupos y es un paso previo a la estimación de los efectos tratamiento. Para el caso del emparejamiento genético, la Tabla 2.3 muestra que tras utilizar este procedimiento el balance mejora considerablemente. Todo esto hace más plausible el cumplimiento de la hipótesis de independencia condicional, clave para poder interpretar causalmente los efectos que presentamos en esta sección.

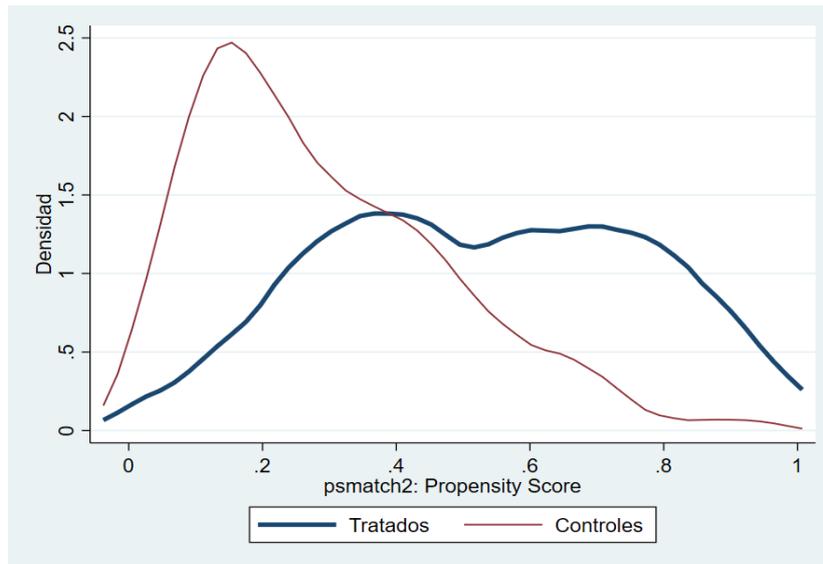
Tabla 2.3 Calidad del balance para emparejamiento genético – Rendimiento

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 360	227		227	227	
Personashogar (mean (SD))	3.58 (1.66)	3.28 (1.46)	0.027	3.27 (1.24)	3.28 (1.46)	0.945
Generojefe (mean (SD))	0.07 (0.25)	0.05 (0.22)	0.365	0.03 (0.16)	0.05 (0.22)	0.217
Grupojefe (mean (SD))	24.99 (40.57)	13.90 (30.68)	<0.001	14.37 (31.17)	13.90 (30.68)	0.872
Educacionjefe (mean (SD))	6.58 (4.48)	9.17 (4.99)	<0.001	8.20 (4.34)	9.17 (4.99)	0.028
Actividadjefe (mean (SD))	6.52 (21.29)	4.67 (15.64)	0.261	3.58 (12.88)	4.67 (15.64)	0.417
Educacionhogar (mean (SD))	7.97 (3.62)	9.80 (3.96)	<0.001	9.23 (3.74)	9.80 (3.96)	0.117
Edadhogar (mean (SD))	44.59 (11.34)	42.67 (11.28)	0.046	41.72 (9.99)	42.67 (11.28)	0.342
Areafinca (mean (SD))	59.18 (148.96)	129.69 (208.33)	<0.001	87.65 (174.72)	129.69 (208.33)	0.020
Areapropia (mean (SD))	7.86 (19.51)	11.08 (25.43)	0.084	8.77 (22.06)	11.08 (25.43)	0.302
Arcaalquilada (mean (SD))	13.84 (30.75)	28.82 (39.61)	<0.001	26.02 (40.43)	28.82 (39.61)	0.458
Experiencia (mean (SD))	20.19 (13.10)	16.63 (12.07)	0.001	16.48 (10.70)	16.63 (12.07)	0.886
Sistema cultivo (mean (SD))	1.58 (0.49)	1.62 (0.49)	0.350	1.61 (0.49)	1.62 (0.49)	0.923
Modosiembr (mean (SD))	2.75 (8.87)	2.49 (6.48)	0.709	2.43 (6.47)	2.49 (6.48)	0.919
Maquinaria (mean (SD))	2.13 (0.80)	1.89 (0.75)	<0.001	1.90 (0.60)	1.89 (0.75)	0.945
Tipomobra (mean (SD))	1.56 (0.88)	1.82 (0.85)	0.001	1.72 (0.73)	1.82 (0.85)	0.191
Jornallessiembr (mean (SD))	3.21 (2.99)	4.77 (3.33)	<0.001	4.36 (3.23)	4.77 (3.33)	0.180
Jornallescosecha (mean (SD))	4.29 (4.33)	6.43 (4.85)	<0.001	5.84 (4.77)	6.43 (4.85)	0.190
Tiposemilla (mean (SD))	1.50 (0.50)	1.37 (0.48)	0.001	1.34 (0.48)	1.37 (0.48)	0.625
Semestre (mean (SD))	0.11 (0.31)	0.12 (0.32)	0.693	0.10 (0.30)	0.12 (0.32)	0.451
Sistemariego (mean (SD))	0.42 (0.49)	0.38 (0.49)	0.350	0.39 (0.49)	0.38 (0.49)	0.923
Preparacionsuelo (mean (SD))	1.94 (1.49)	2.77 (1.70)	<0.001	2.26 (1.53)	2.77 (1.70)	0.001
Otrosingresos (mean (SD))	1.76 (0.43)	1.62 (0.49)	<0.001	1.73 (0.45)	1.62 (0.49)	0.012
Totalingresos (mean (SD))	641816.01 (2290785.52)	2165627.85 (5313360.40)	<0.001	1491851.60 (3834094.66)	2165627.85 (5313360.40)	0.122
Solicitudcredito (mean (SD))	1.45 (0.50)	1.19 (0.39)	<0.001	1.17 (0.37)	1.19 (0.39)	0.623
Creditoarroz (mean (SD))	1.99 (0.95)	1.41 (0.78)	<0.001	1.43 (0.76)	1.41 (0.78)	0.762
Desplazamiento (mean (SD))	1.97 (0.18)	1.98 (0.15)	0.427	1.98 (0.15)	1.98 (0.15)	1.000
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.72 (0.45)	1.90 (0.30)	<0.001	1.93 (0.25)	1.90 (0.30)	0.231
Activosfamiliares (mean (SD))	4.53 (1.81)	5.45 (1.59)	<0.001	5.33 (1.58)	5.45 (1.59)	0.425
Activosproductivos (mean (SD))	2.44 (2.13)	3.39 (2.78)	<0.001	3.16 (2.39)	3.39 (2.78)	0.347
Aguapotable (mean (SD))	0.54 (0.50)	0.74 (0.44)	<0.001	0.70 (0.46)	0.74 (0.44)	0.348
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.34)	0.91 (0.28)	0.116	0.96 (0.21)	0.91 (0.28)	0.059
Internet (mean (SD))	0.18 (0.39)	0.37 (0.48)	<0.001	0.33 (0.47)	0.37 (0.48)	0.433

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por su parte, en la Figura 2.6, se puede observar la distribución de los *propensity scores* estimados, los cuales son usados para los métodos de vecino más cercano y kernel. La media de los *propensities scores* para los tratados es mayor que para los controles, como era de esperarse. Además, las probabilidades predichas de participación para tratados y controles visualmente presentan un ajuste moderado, con lo cual se puede intuir que se cumple con el supuesto de soporte común, crucial para garantizar la validez externa en estos modelos.

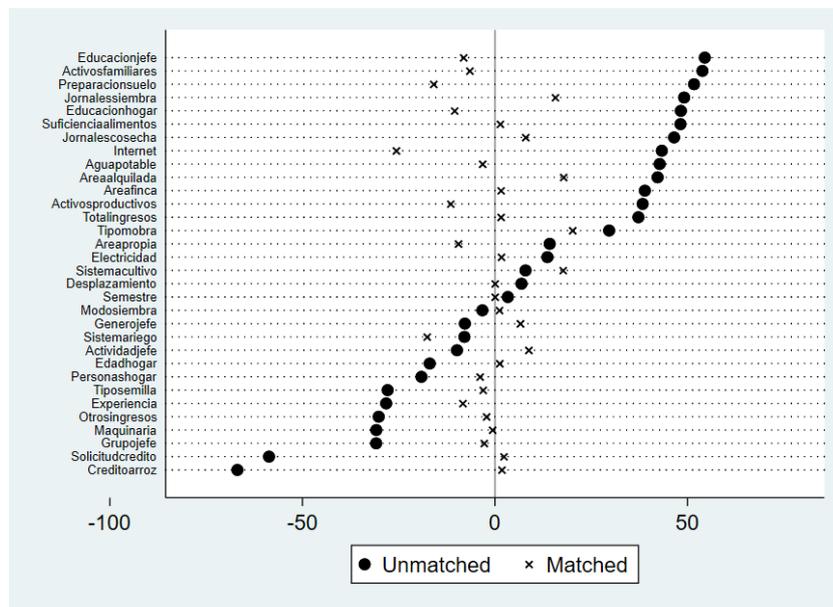
Figura 2.6 Distribución de Propensity Scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

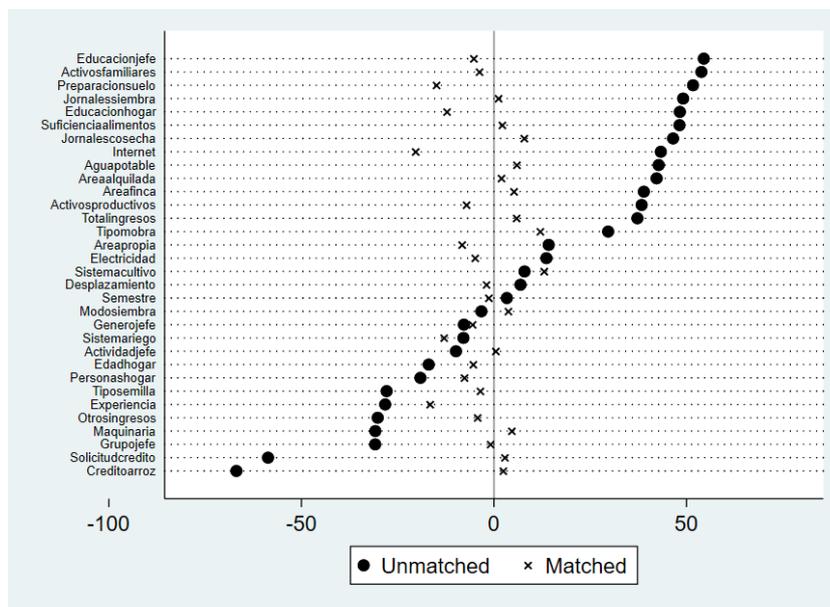
Adicionalmente, las Figuras 2.7 y 2.8 presentan la calidad del emparejamiento utilizando los métodos de vecino más cercano y kernel, respectivamente. Es notable la reducción del sesgo en ambos casos, con mejores resultados para el método kernel.

Figura 2.7 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.8 Calidad del emparejamiento bajo kernel de Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Así, los resultados del emparejamiento son satisfactorios y procedemos a calcular los efectos del tratamiento en cada caso. Para la especificación de emparejamiento genético, el pareo se hace con reemplazo y se utiliza el método de cálculo de errores estándar sugerido por Abadie e Imbens (2007).⁶ Adicional a esto, se estableció una restricción a la distancia máxima para la cual el algoritmo encuentra el control adecuado con el cual emparejar al individuo tratado. En este caso, esa distancia máxima no supera las 0.80 desviaciones estándar.

En la Tabla 2.4 reportamos el impacto del programa sobre el rendimiento de los cultivos bajo el modelo de emparejamiento genético. El efecto es positivo y significativo, con un impacto de 0.6 ton/ha. Esto es, estar expuesto a asistencia técnica relacionada con los pilares del convenio hace que en promedio los agricultores tengan un mayor rendimiento, en comparación con aquellos que no estuvieron expuestos a dicha asistencia técnica. Este resultado es importante.

Tabla 2.4 Efecto del tratamiento sobre rendimiento

Variable	ATT	Abadie e Imbens Std. Err	$p > z $
Rendimiento	0.592	0.319	0.063

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Modelo de Genetic Matching (s.e A&I).

Huella hídrica

La Tabla 2.5 reporta el balance en las características observables de interés, antes y después de emparejar bajo el método de emparejamiento genético para la variable de reducción de la huella hídrica. Nuevamente, el balance mejora considerablemente tras emparejar.

⁶ Ver: Gary King (2010). Genetic Matching. Harvard University. En Línea [https://r.iq.harvard.edu/docs/matchit/2.4-15/Genetic_Matching.html]

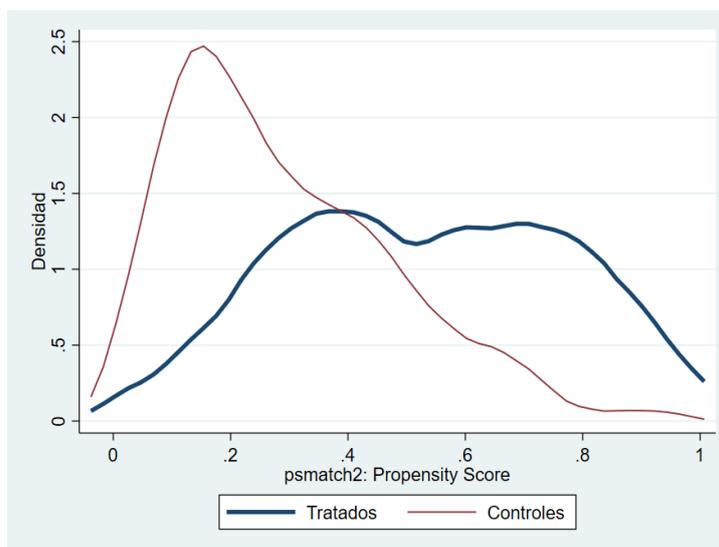
Tabla 2.5 Calidad del balance para emparejamiento genético – Huella hídrica

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	360	223		223	223	
Personashogar (mean (SD))	3.57 (1.63)	3.31 (1.45)	0.049	3.29 (1.25)	3.31 (1.45)	0.861
Generojefe (mean (SD))	0.07 (0.25)	0.04 (0.20)	0.182	0.02 (0.15)	0.04 (0.20)	0.278
Grupojefe (mean (SD))	24.45 (40.23)	14.52 (31.43)	0.002	14.13 (30.90)	14.52 (31.43)	0.896
Educaojefe (mean (SD))	6.61 (4.49)	9.08 (4.98)	<0.001	8.15 (4.33)	9.08 (4.98)	0.037
Actividadjefe (mean (SD))	6.80 (21.84)	5.16 (16.99)	0.339	4.06 (14.47)	5.16 (16.99)	0.465
Educaojhogar (mean (SD))	7.95 (3.63)	9.74 (3.96)	<0.001	9.17 (3.72)	9.74 (3.96)	0.116
Edadhogar (mean (SD))	44.51 (11.32)	42.89 (11.28)	0.092	41.93 (10.22)	42.89 (11.28)	0.349
Arcafinca (mean (SD))	57.09 (145.11)	129.01 (206.41)	<0.001	84.15 (167.19)	129.01 (206.41)	0.012
Arcapropia (mean (SD))	7.57 (19.02)	11.32 (25.60)	0.044	8.69 (21.73)	11.32 (25.60)	0.244
Arcaalquilada (mean (SD))	13.79 (30.73)	29.05 (40.53)	<0.001	26.60 (41.17)	29.05 (40.53)	0.528
Experiencia (mean (SD))	20.10 (13.21)	17.04 (12.04)	0.005	16.39 (10.57)	17.04 (12.04)	0.550
Sistemacultivo (mean (SD))	1.58 (0.49)	1.61 (0.49)	0.459	1.61 (0.49)	1.61 (0.49)	0.846
Modosiembra (mean (SD))	2.75 (8.86)	2.50 (6.53)	0.715	2.43 (6.53)	2.50 (6.53)	0.913
Maquinaria (mean (SD))	2.13 (0.80)	1.89 (0.76)	<0.001	1.89 (0.61)	1.89 (0.76)	0.945
Tipomobra (mean (SD))	1.58 (0.87)	1.81 (0.83)	0.001	1.73 (0.72)	1.81 (0.83)	0.250
Jornallessiembra (mean (SD))	3.23 (2.98)	4.71 (3.32)	<0.001	4.39 (3.24)	4.71 (3.32)	0.306
Jornallescosecha (mean (SD))	4.26 (4.29)	6.29 (4.83)	<0.001	5.70 (4.75)	6.29 (4.83)	0.194
Tiposcilla (mean (SD))	1.51 (0.50)	1.37 (0.48)	0.001	1.36 (0.48)	1.37 (0.48)	0.769
Semestre (mean (SD))	0.11 (0.31)	0.12 (0.33)	0.564	0.10 (0.30)	0.12 (0.33)	0.450
Sistemariego (mean (SD))	0.42 (0.49)	0.39 (0.49)	0.459	0.39 (0.49)	0.39 (0.49)	0.846
Preparacionsuelo (mean (SD))	1.94 (1.49)	2.74 (1.70)	<0.001	2.27 (1.59)	2.74 (1.70)	0.002
Otrosingrosos (mean (SD))	1.76 (0.43)	1.62 (0.49)	<0.001	1.73 (0.44)	1.62 (0.49)	0.011
Totalingrosos (mean (SD))	577093.79 (2038429.05)	2014342.15 (5146504.43)	<0.001	1497082.13 (3928184.07)	2014342.15 (5146504.43)	0.233
Solicitudcredito (mean (SD))	1.44 (0.50)	1.19 (0.40)	<0.001	1.17 (0.38)	1.19 (0.40)	0.626
Creditoarroz (mean (SD))	1.98 (0.95)	1.42 (0.80)	<0.001	1.43 (0.77)	1.42 (0.80)	0.856
Desplazamiento (mean (SD))	1.96 (0.19)	1.97 (0.16)	0.544	1.97 (0.16)	1.97 (0.16)	1.000
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.73 (0.45)	1.90 (0.30)	<0.001	1.94 (0.24)	1.90 (0.30)	0.165
Activosfamiliares (mean (SD))	4.53 (1.82)	5.46 (1.60)	<0.001	5.33 (1.61)	5.46 (1.60)	0.376
Activosproductivos (mean (SD))	2.44 (2.14)	3.44 (2.78)	<0.001	3.14 (2.41)	3.44 (2.78)	0.231
Aguapotable (mean (SD))	0.53 (0.50)	0.73 (0.45)	<0.001	0.69 (0.46)	0.73 (0.45)	0.406
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.34)	0.91 (0.29)	0.111	0.96 (0.21)	0.91 (0.29)	0.059
Internet (mean (SD))	0.18 (0.39)	0.37 (0.48)	<0.001	0.33 (0.47)	0.37 (0.48)	0.372

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por su parte, en la Figura 2.9 se puede observar la distribución de los propensity scores. Las probabilidades predichas de participación para tratados y controles, visualmente, presentan un ajuste moderado, con lo cual se puede intuir que se cumple con el supuesto de soporte común.

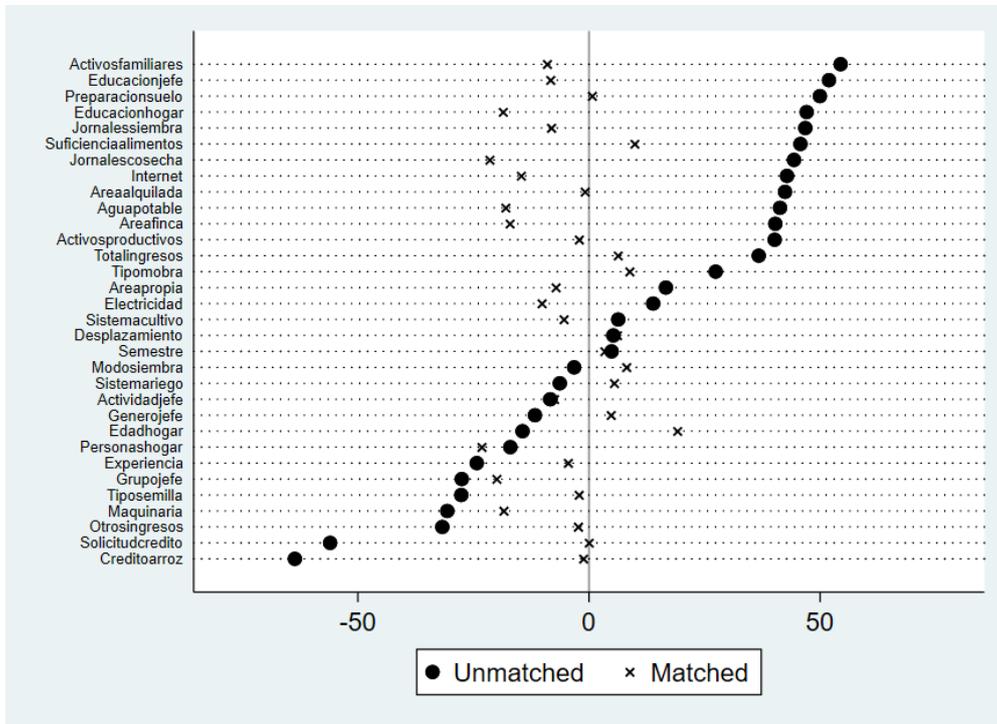
Figura 2.9 Distribución de Propensity Scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

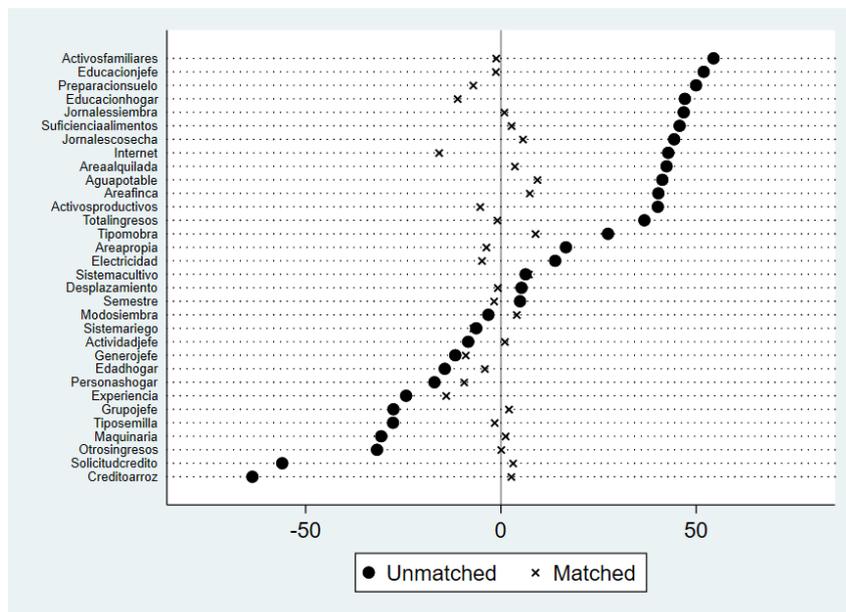
Finalmente, en las Figuras 2.10 y 2.11 se representa el balance en observables antes de emparejar bajo los métodos de vecino más cercano y kernel, respectivamente. De nuevo, el balance (y por tanto la comparabilidad), mejora notablemente tras emparejar, especialmente para el método de kernel.

Figura 2.10 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.11 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La Tabla 2.6 presenta la estimación del efecto del tratamiento sobre la reducción de la huella hídrica, para el modelo de emparejamiento genético. En este caso, el impacto es nulo. En conclusión, la evidencia sugiere que el tratamiento no impacta significativamente la reducción de la huella hídrica entre los arroceros, algo que debe ser revisado al momento de escalar el programa. El análisis cualitativo, en el que profundizaremos en la siguiente sección, sugiere que hay espacio de mejora en la transmisión de conocimiento de los gremios a los productores, lo cual será clave, como lo mostraremos en el análisis ex ante, para que el programa tenga mayores impactos a futuro.

Tabla 2.6 Efecto del tratamiento sobre reducción de huella hídrica

Variable	ATT	Abadie e Imbens Std. Err	$p > z $
Huella Hídrica	-0.013	0.064	0.835

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Pérdida de cosecha, pronósticos agroclimáticos y variedades

La Tabla 2.7 compara a los grupos de tratamiento y control, antes y después de emparejar bajo el método de emparejamiento genético, para los resultados de pérdida de cosecha, uso de pronósticos agroclimáticos y adopción de variedades evaluadas. Como en los casos anteriores, el balance mejora notablemente tras emparejar.

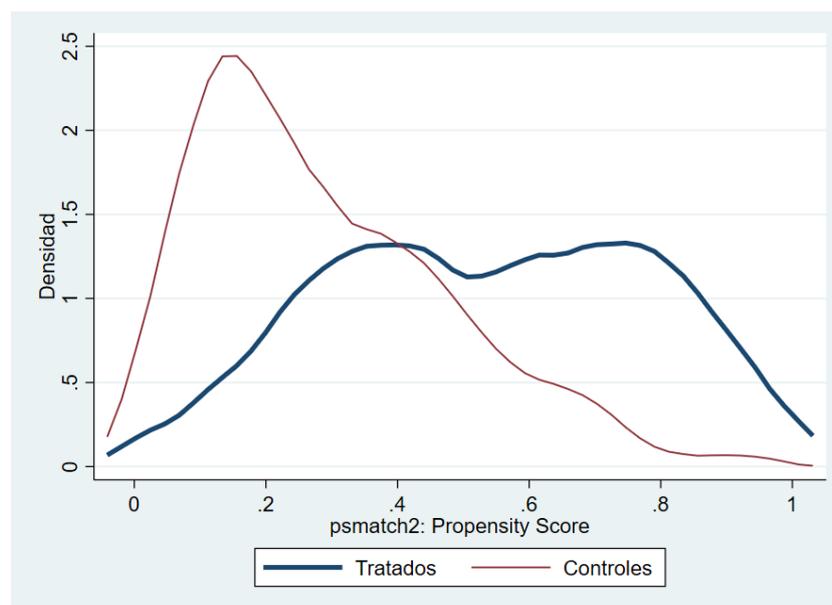
Tabla 2.7 Calidad del balance bajo emparejamiento genético – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Variedades evaluadas

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	368	230		230	230	
Personashogar (mean (SD))	3.58 (1.65)	3.28 (1.45)	0.023	3.27 (1.24)	3.28 (1.45)	0.918
Generojefe (mean (SD))	0.07 (0.25)	0.05 (0.21)	0.379	0.03 (0.16)	0.05 (0.21)	0.217
Grupojefe (mean (SD))	24.76 (40.43)	14.17 (31.01)	0.001	14.21 (30.99)	14.17 (31.01)	0.987
Educacionjefe (mean (SD))	6.57 (4.48)	9.13 (4.97)	<0.001	8.20 (4.33)	9.13 (4.97)	0.034
Actividadjefe (mean (SD))	7.20 (22.65)	5.07 (16.74)	0.218	4.00 (14.26)	5.07 (16.74)	0.461
Educacionhogar (mean (SD))	7.95 (3.61)	9.77 (3.94)	<0.001	9.23 (3.72)	9.77 (3.94)	0.131
Edadhogar (mean (SD))	44.46 (11.33)	42.70 (11.22)	0.064	41.70 (10.09)	42.70 (11.22)	0.314
Areafinca (mean (SD))	58.10 (147.51)	128.93 (207.32)	<0.001	87.56 (173.84)	128.93 (207.32)	0.021
Areapropia (mean (SD))	7.78 (19.33)	10.97 (25.29)	0.082	8.61 (21.95)	10.97 (25.29)	0.285
Areaalquilada (mean (SD))	13.64 (30.47)	29.04 (39.98)	<0.001	26.45 (40.74)	29.04 (39.98)	0.492
Experiencia (mean (SD))	20.09 (13.21)	16.70 (12.06)	0.002	16.39 (10.79)	16.70 (12.06)	0.772
Sistemacultivo (mean (SD))	1.59 (0.49)	1.62 (0.49)	0.399	1.62 (0.49)	1.62 (0.49)	1.000
Modosiembr (mean (SD))	2.72 (8.77)	2.49 (6.43)	0.727	2.42 (6.43)	2.49 (6.43)	0.908
Maquinaria (mean (SD))	2.14 (0.81)	1.89 (0.75)	<0.001	1.89 (0.60)	1.89 (0.75)	1.000
Tipomobra (mean (SD))	1.58 (0.88)	1.82 (0.84)	0.001	1.73 (0.72)	1.82 (0.84)	0.191
Jornalessimbra (mean (SD))	3.27 (3.01)	4.76 (3.33)	<0.001	4.39 (3.22)	4.76 (3.33)	0.228
Jornallescosecha (mean (SD))	4.32 (4.33)	6.40 (4.85)	<0.001	5.84 (4.74)	6.40 (4.85)	0.213
Tiposmilla (mean (SD))	1.51 (0.50)	1.37 (0.48)	0.001	1.36 (0.48)	1.37 (0.48)	0.847
Semestre (mean (SD))	0.11 (0.31)	0.12 (0.32)	0.743	0.10 (0.29)	0.12 (0.32)	0.451
Sistemariego (mean (SD))	0.41 (0.49)	0.38 (0.49)	0.399	0.38 (0.49)	0.38 (0.49)	1.000
Preparacionsuelo (mean (SD))	1.92 (1.48)	2.75 (1.70)	<0.001	2.24 (1.53)	2.75 (1.70)	0.001
Otrosingresos (mean (SD))	1.76 (0.43)	1.62 (0.49)	<0.001	1.73 (0.44)	1.62 (0.49)	0.010
Totalingresos (mean (SD))	627863.49 (2267617.96)	2137383.91 (5284181.51)	<0.001	1472392.67 (3812673.35)	2137383.91 (5284181.51)	0.122
Solicitudcredito (mean (SD))	1.45 (0.50)	1.19 (0.39)	<0.001	1.17 (0.38)	1.19 (0.39)	0.627
Creditoarroz (mean (SD))	1.98 (0.95)	1.41 (0.79)	<0.001	1.43 (0.77)	1.41 (0.79)	0.764
Desplazamiento (mean (SD))	1.96 (0.18)	1.97 (0.16)	0.532	1.97 (0.16)	1.97 (0.16)	1.000
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.72 (0.45)	1.90 (0.29)	<0.001	1.93 (0.25)	1.90 (0.29)	0.231
Activosfamiliares (mean (SD))	4.51 (1.81)	5.43 (1.59)	<0.001	5.30 (1.60)	5.43 (1.59)	0.381
Activosproductivos (mean (SD))	2.43 (2.13)	3.37 (2.77)	<0.001	3.16 (2.39)	3.37 (2.77)	0.368
Aguapotable (mean (SD))	0.53 (0.50)	0.73 (0.44)	<0.001	0.70 (0.46)	0.73 (0.44)	0.354
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.34)	0.91 (0.28)	0.086	0.96 (0.20)	0.91 (0.28)	0.059
Internet (mean (SD))	0.18 (0.38)	0.37 (0.48)	<0.001	0.33 (0.47)	0.37 (0.48)	0.495

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

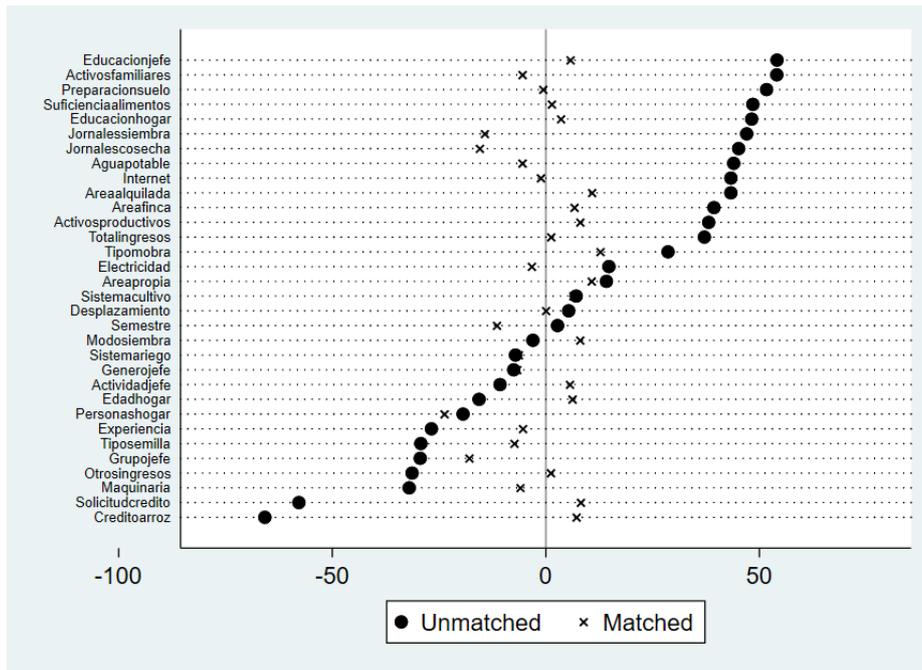
Por su parte, la distribución de los *propensity scores* es similar a la encontrada para el rendimiento y la reducción de la huella hídrica, como lo muestra la Figura 2.12. Es decir, las probabilidades predichas de participación, para tratados y controles, presentan un ajuste moderado. Finalmente, las Figuras 2.13 y 2.14 muestran que el balance también mejora notablemente tras emparejar por vecino más cercano y kernel, con mejores resultados para este último.

Figura 2.12 Distribución de los Propensity Scores



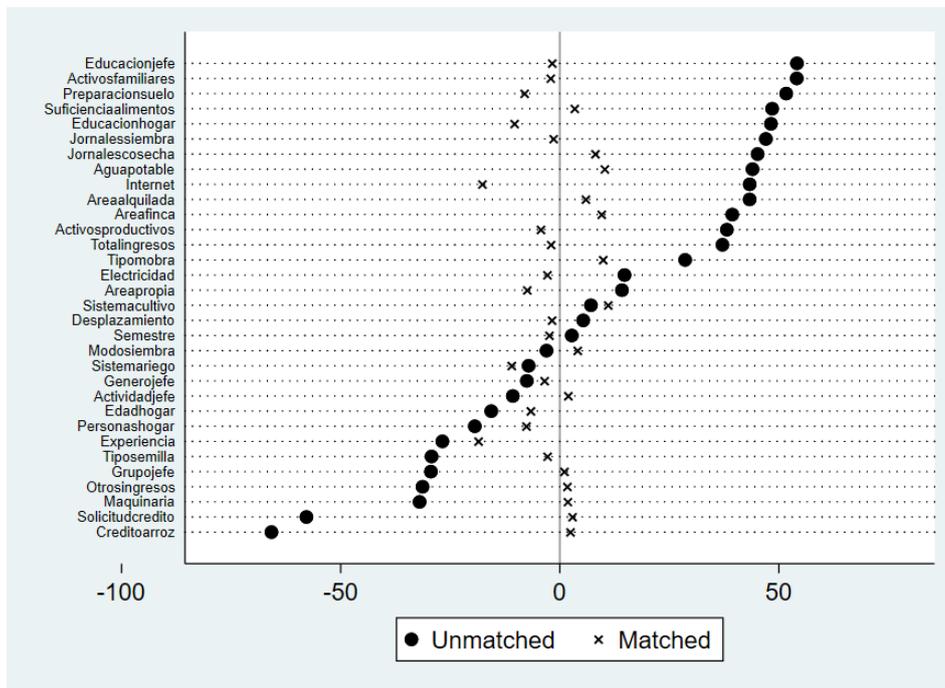
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.13 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.14 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La Tabla 2.8 presenta los resultados del modelo de emparejamiento genético para estas tres variables de resultado. En cuanto a la pérdida de cosecha, los efectos del tratamiento son nulos. El programa no impactó sobre estas variables. Sin embargo, existe un impacto positivo, y altamente significativo, sobre el indicador de uso de los pronósticos agroclimáticos. El impacto estimado sobre esta variable es de 23 puntos porcentuales, lo cual indica que los arroceros tratados tienen una mayor probabilidad de usar este tipo de pronósticos al momento de tomar sus decisiones de producción. Las Tablas 2.9 y 2.10 corroboran estos resultados (impactos positivos sobre el uso de pronósticos agroclimáticos y nulos sobre pérdida de cosecha) para los emparejamientos de vecino más cercano y kernel. De hecho,

la magnitud de los coeficientes encontrados, para el caso de uso de pronósticos agroclimáticos, es similar para los tres modelos, lo cual muestra que este resultado es robusto a la especificación utilizada

Tabla 2.8 Efecto del tratamiento sobre resultados intermedios

Variable	ATT	Abadie e Imbens Std. Err	$p > z $
Pérdida de Cosecha	-0.013	0.053	0.807
Pronósticos Agroclimáticos	0.230	0.059	0.000
Variedades evaluadas	-0.134	0.071	0.058

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Modelo de Genetic Matching (s.e A&I).

Por último, los resultados muestran que el impacto de los mecanismos que se utilizaron en el convenio para promover el uso de las variedades de semilla estudiadas es negativo. Sin embargo, estas dos variedades que hicieron parte del convenio, tuvieron una alta diseminación (aproximadamente el 40% de los productores de la muestra), se presume que fueron otros los mecanismos para promover su difusión por parte del gremio.

En conclusión, toda esta evidencia sugiere que, en materia de resultados intermedios, intervenciones en el marco del convenio impactan positivamente en el uso de pronósticos agroclimáticos al momento de tomar decisiones de producción. Hipotéticamente, este podría ser el canal a través del cual el programa impacta el rendimiento, como se vio anteriormente. Sin embargo, un desafío al escalar el programa es lograr que las intervenciones también impacten positivamente la pérdida de cosechas y la adopción de las variedades de semilla, analizadas, lo cual podría tener efectos aún mayores sobre el rendimiento y la reducción de la huella hídrica.

De hecho, la evidencia cualitativa que analizaremos en la siguiente sección, sustentada en entrevistas a productores y gremios, da algunas luces del porqué de estos resultados. Por ejemplo, uno de los productores de arroz manifestó:

“Sí claro, ellos en ese marco de ese proyecto hablaron mucho de la generación de los pronósticos del clima para las diferentes regiones o localidades que hay en Colombia cultivando arroz. Cada zona tiene su época de invierno y verano, cada zona tiene su clima. Hicieron mucho énfasis en donde están los centros de investigación, el del Huila, Villavicencio, el de Saldaña. Hicieron énfasis de esas épocas importantes para saber sembrar y así recoger en el momento más adecuado y obviamente eso va de la mano de la variedad, porque una variedad te va mejor en un semestre que en el otro. Entonces muy interesante porque recalcan y presentan sus investigaciones de por qué sembrar en esa época del año, cómo afecta el clima en cada año, donde es mejor y la variedad que debe aplicar para obtener mejores resultados.”

Entrevista a productor de arroz

Otra cita (que también reproducimos en la siguiente sección), en este caso de una productora, también es bastante ilustrativa:

“Por ejemplo, hay un agricultor que es muy cerrado y al principio no me creía nada. Él es un agricultor de mucha plata y yo al lado de él no soy nada, soy pequeña, pero tenía un lote al lado de el de él, y yo trataba de hacer las cosas cuando me decían que iba a llover por si las moscas, entonces él se comenzó a dar cuenta de que cada vez que yo hacía una labor pasaban las lluvias, y yo le decía: abonemos que va a llover. Y él no creía. Comenzaba a abonar haciendo sol y por tarde llovía en la noche, pero él esperaba a que comenzara a llover para abonar y como las lluvias fueron tan cortas este año, a veces abonaba y no llovía, o le caía un rayo de sol, entonces empezó a preguntarme porque siempre pasaba lo mismo, o me decía que yo era muy de buenas y yo le decía que me guiaba por la parte climática. Y como él perdía abonadas ya después me llamaba a preguntar y comenzó a creer más en eso.”

Entrevista a productora de arroz

Mediación: pérdida de cosecha por cambio climático y rendimiento

Una pregunta interesante que podemos responder con la información disponible es si existe una relación entre la pérdida de cosecha a causa del cambio climático y el rendimiento de los cultivos. Establecer esta correlación es clave, toda vez que se espera que, al escalar el programa, éste impacte en la pérdida de cultivos y a través de ese canal se impacte de otra forma el rendimiento. Para corroborar la hipótesis, estimamos regresiones del tratamiento sobre el rendimiento usando IPW, tras emparejar bajo los métodos de vecino más cercano y kernel, pero incluyendo esta vez el indicador de pérdida de cosecha que obtenemos de la encuesta. De estas regresiones nos interesa, en primer lugar, el signo y la significancia del coeficiente asociado a la pérdida de cosecha. En segundo lugar, el cambio en el coeficiente asociado al tratamiento, para determinar si la pérdida de cosecha es un mecanismo a través del cual el programa tendría un impacto sobre el rendimiento. Los resultados de este análisis los presentamos en la Tabla 2.11

Dicha tabla muestra que existe una correlación negativa, y altamente significativa, entre la pérdida de cosecha por cambio climático y el rendimiento. El mayor efecto se encuentra en la especificación de kernel. Así, el signo del efecto es el esperado ya que cuanto mayor sea la probabilidad de pérdida de cosecha para un productor, menor será el rendimiento esperado de un cultivo de arroz. En cuanto al posible rol mediador de la pérdida de cosecha sobre el efecto del tratamiento en el rendimiento, las dos columnas de la tabla muestran que el tratamiento sigue teniendo un efecto significativo sobre la variable de resultado, y en una magnitud similar, a pesar de controlar por la pérdida de cosecha. El resultado va en línea con el hecho de que el tratamiento no afecta a la variable mediadora, pero sí al rendimiento. Por lo tanto, se puede concluir que el impacto de las actividades del convenio sobre el rendimiento obedece principalmente a otros factores como, por ejemplo, el hecho de que los productores comienzan a usar los pronósticos agroclimáticos con mayor frecuencia. Esto no quiere decir, sin embargo, que no sea importante implementar un programa que reduzca la pérdida de cosecha a causa del cambio climático pues, como lo muestra la regresión, eso también lograría aumentar el rendimiento. Simplemente significa que ese no fue el mecanismo principal en el contexto de las actividades del convenio.

Tabla 2.9 Regresión IPW – vecino más cercano

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Rendimiento	Disminución Huella H.	Pérdida cosecha	Variedad legra	Adopción Pronósticos
ti	0.451* (0.237)	0.0827 (0.0595)	0.0111 (0.0434)	-0.0293 (0.0594)	0.201*** (0.0566)
Personahogar	0.110 (0.114)	-0.0540** (0.0225)	0.00971 (0.0179)	0.000740 (0.0220)	-0.0546*** (0.0190)
Generojefe	0.780** (0.370)	-0.0771 (0.162)	-0.0406 (0.0707)	-0.129 (0.113)	-0.00579 (0.112)
Grupojefe	-0.00325 (0.00453)	0.00116 (0.000974)	0.00264*** (0.000843)	0.00137 (0.00106)	-0.000170 (0.000857)
Educacionjefe	-0.0161 (0.0556)	-0.000507 (0.0135)	0.00500 (0.00988)	-0.000484 (0.0118)	0.00202 (0.0124)
Actividadjefe	0.00833** (0.00376)	0.00121 (0.00168)	0.0000603 (0.00147)	0.00138 (0.00157)	0.000483 (0.00160)
Educacionhogar	0.0333 (0.0692)	-0.00550 (0.0170)	-0.0162 (0.0139)	-0.00417 (0.0159)	-0.000190 (0.0175)
Edadhogar	0.0301* (0.0156)	-0.00277 (0.00411)	0.000587 (0.00260)	0.00200 (0.00362)	-0.00660* (0.00387)
Areafinca	0.00146 (0.000916)	-0.000598** (0.000231)	-0.000230 (0.000141)	0.000133 (0.000224)	-0.000530** (0.000241)
Areapropia	-0.0147** (0.00629)	0.00355* (0.00185)	-0.000277 (0.00121)	0.0000281 (0.00157)	0.00216 (0.00146)
Areanalquilada	-0.0122*** (0.00457)	0.00519*** (0.00128)	0.00218** (0.000888)	0.000199 (0.00126)	0.00248* (0.00132)
Experiencia	-0.0230* (0.0138)	-0.000682 (0.00313)	0.00195 (0.00248)	0.00414 (0.00300)	-0.000902 (0.00273)
Sistemacultivo	-0.637* (0.331)	-0.139 (0.0901)	0.0979 (0.0728)	0.173* (0.0901)	0.341*** (0.0798)
Modosiembra	0.0147*** (0.00472)	0.00216 (0.00207)	-0.00459*** (0.00170)	0.00480** (0.00198)	0.00664*** (0.00186)
Maquinaria	0.185 (0.185)	0.0198 (0.0446)	0.0165 (0.0391)	0.0556 (0.0430)	0.0710* (0.0414)
Tipomobra	0.0372 (0.181)	0.0749* (0.0453)	0.0491 (0.0329)	-0.0204 (0.0417)	-0.0368 (0.0381)
Jornalessiembra	-0.0394 (0.0724)	-0.0251 (0.0182)	-0.000440 (0.0114)	-0.0235 (0.0147)	0.0286* (0.0157)
Jornalescosecha	0.00693 (0.0420)	-0.00710 (0.0135)	-0.00644 (0.00724)	-0.0149 (0.0107)	-0.0214** (0.0100)
Tiposemilla	-0.463 (0.297)	0.0276 (0.0641)	-0.0732 (0.0490)	-0.248*** (0.0651)	-0.0352 (0.0613)
Semestre	0.151 (0.390)	0.167* (0.101)	0.0694 (0.0623)	0.229*** (0.0851)	0.0631 (0.0837)
Preparacionsuelo	0.108 (0.0769)	0.0279 (0.0218)	0.0324** (0.0151)	-0.00596 (0.0206)	0.0256 (0.0230)
Otrosingresos	0.206 (0.294)	0.0508 (0.0813)	-0.00940 (0.0579)	0.0893 (0.0866)	-0.0314 (0.0744)
Totalingresos	-6.94e-08** (3.50e-08)	6.67e-09 (9.46e-09)	1.08e-08 (7.91e-09)	1.27e-08 (9.36e-09)	-1.74e-09 (8.94e-09)
Solicitudcredito	0.592 (0.872)	-0.269 (0.240)	-0.0753 (0.217)	0.354* (0.194)	0.262 (0.235)
Creditoarroz	-0.582 (0.435)	0.148 (0.121)	0.0410 (0.107)	-0.142 (0.0955)	-0.229* (0.117)
Desplazamiento	-0.0288 (0.866)	-0.100 (0.160)	-0.355** (0.179)	-0.00104 (0.105)	-0.225 (0.190)
Suficienciaalimentos	0.456 (0.403)	-0.0777 (0.0973)	-0.310*** (0.0874)	0.0491 (0.111)	0.0498 (0.0855)
Activosfamiliares	0.0302 (0.0942)	0.0233 (0.0222)	-0.0539*** (0.0170)	0.0312 (0.0211)	-0.000930 (0.0179)
Activosproductivos	0.0307 (0.0567)	0.0178 (0.0149)	0.0162 (0.0108)	-0.00716 (0.0142)	0.00365 (0.0131)
Aguapotable	0.141 (0.298)	-0.0486 (0.0836)	-0.0397 (0.0673)	-0.118 (0.0842)	0.130* (0.0746)
Electricidad	0.778 (0.548)	-0.133 (0.131)	0.137 (0.101)	0.0284 (0.128)	-0.160 (0.110)
Internet	0.160 (0.294)	-0.0346 (0.0721)	-0.0106 (0.0600)	0.000743 (0.0745)	0.236*** (0.0725)
zcons	2.706 (2.429)	0.990* (0.532)	1.376** (0.552)	-0.157 (0.517)	0.501 (0.591)
N	309	299	298	298	298
R ²	0.258	0.207	0.309	0.235	0.391

Standard errors in parentheses

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 2.10 Regresión IPW – método kernel

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Rendimiento	Disminución Huella H.	Pérdida cosecha	Variedad legra	Adopción Pronósticos
t1	0.671*** (0.207)	0.0187 (0.0484)	0.00158 (0.0340)	-0.0168 (0.0489)	0.274*** (0.0501)
Personashogar	0.0691 (0.0962)	-0.0199 (0.0188)	0.00437 (0.0136)	-0.0112 (0.0187)	-0.0529*** (0.0167)
Generojefe	0.183 (0.379)	-0.0188 (0.118)	-0.0186 (0.0618)	-0.0550 (0.111)	0.0352 (0.108)
Grupojefe	0.00329 (0.00352)	0.00114 (0.000805)	0.00115 (0.000706)	0.000320 (0.000856)	-0.000380 (0.000800)
Educacionjefe	-0.0373 (0.0391)	0.0137 (0.0103)	-0.00926 (0.00798)	-0.0117 (0.00990)	-0.00207 (0.0103)
Actividadjefe	0.00522* (0.00316)	0.000177 (0.00152)	-0.000456 (0.00108)	0.000952 (0.00126)	0.000374 (0.00137)
Educacionhogar	0.0802* (0.0457)	-0.0152 (0.0125)	-0.000884 (0.0103)	0.0132 (0.0131)	0.00753 (0.0146)
Edadhogar	0.0255* (0.0130)	-0.0000998 (0.00293)	0.00285 (0.00207)	0.000636 (0.00294)	-0.00418 (0.00272)
Areafinca	0.00104 (0.000684)	-0.000183 (0.000184)	-0.0000894 (0.000121)	0.0000643 (0.000177)	-0.000430* (0.000227)
Areapropia	-0.00367 (0.00522)	0.00285* (0.00151)	0.00139 (0.00109)	0.00178 (0.00155)	0.00326** (0.00127)
Areaalquilada	-0.00557* (0.00325)	0.00447*** (0.000913)	0.00189*** (0.000667)	0.000161 (0.000930)	0.00235* (0.00121)
Experiencia	-0.0301** (0.0122)	-0.000670 (0.00251)	-0.000323 (0.00193)	0.00392* (0.00237)	-0.00178 (0.00211)
Sistemacultivo	-0.829*** (0.301)	0.124* (0.0734)	0.0344 (0.0533)	0.172** (0.0747)	0.278*** (0.0727)
Modosiembra	0.00833 (0.0101)	-0.000522 (0.00149)	-0.00387*** (0.00111)	0.00213 (0.00322)	0.00551*** (0.00180)
Maquinaria	0.0199 (0.160)	0.00329 (0.0364)	0.0114 (0.0254)	0.0500 (0.0362)	0.00264 (0.0317)
Tipomobra	0.157 (0.142)	0.111*** (0.0364)	0.0317 (0.0253)	-0.0348 (0.0357)	-0.00596 (0.0377)
Jornalesiembra	-0.168*** (0.0646)	-0.0396*** (0.0137)	0.00233 (0.00821)	-0.0203 (0.0124)	0.0172 (0.0149)
Jornalescosecha	0.0372 (0.0410)	-0.00469 (0.00946)	-0.00189 (0.00556)	-0.0105 (0.00815)	-0.0194** (0.00917)
Tiposemilla	-0.444* (0.249)	0.0230 (0.0532)	-0.00760 (0.0395)	-0.187*** (0.0539)	-0.0148 (0.0659)
Semestre	0.192 (0.371)	0.227*** (0.0794)	0.0576 (0.0524)	0.139* (0.0785)	0.00411 (0.0680)
Preparacionsuelo	0.0821 (0.0612)	0.0216 (0.0165)	0.0178 (0.0129)	-0.0134 (0.0170)	0.0210 (0.0228)
Otrosingresos	0.234 (0.276)	0.0817 (0.0658)	0.00114 (0.0450)	0.0611 (0.0704)	-0.0503 (0.0628)
Totalingresos	-5.35e-08* (2.88e-08)	-2.15e-09 (7.41e-09)	6.47e-09 (5.91e-09)	1.33e-08* (7.47e-09)	-2.70e-09 (7.47e-09)
Solicitudcredito	0.134 (0.655)	-0.137 (0.200)	-0.291 (0.196)	0.133 (0.198)	0.135 (0.227)
Creditoarroz	-0.341 (0.342)	0.0462 (0.101)	0.147 (0.0991)	-0.0540 (0.101)	-0.151 (0.115)
Desplazamiento	-0.142 (0.645)	0.0363 (0.141)	-0.353*** (0.136)	0.163* (0.0855)	-0.106 (0.153)
Suficienciaalimentos	0.530 (0.324)	-0.0371 (0.0730)	-0.327*** (0.0717)	0.101 (0.0773)	0.0177 (0.0713)
Activosfamiliares	0.0982 (0.0816)	0.0209 (0.0190)	-0.0512*** (0.0166)	0.0154 (0.0221)	0.00996 (0.0165)
Activosproductivos	-0.0277 (0.0453)	-0.0000894 (0.0117)	0.0152 (0.00954)	-0.00747 (0.0128)	-0.000361 (0.0108)
Aguapotable	0.0161 (0.235)	0.00183 (0.0647)	0.0293 (0.0462)	-0.211*** (0.0690)	0.146** (0.0738)
Electricidad	0.678 (0.420)	-0.0530 (0.0934)	0.0828 (0.0610)	0.0655 (0.0958)	-0.0947 (0.0937)
Internet	0.102 (0.248)	-0.0343 (0.0612)	-0.0287 (0.0487)	0.0571 (0.0658)	0.136** (0.0623)
zonas	3.541* (1.953)	0.125 (0.472)	1.485*** (0.386)	-0.307 (0.412)	0.325 (0.516)
N	581	580	592	592	592
R ²	0.272	0.192	0.267	0.180	0.349

Standard errors in parentheses

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 2.11 Regresión IPW – Pérdida de Cosecha - Rendimiento

Tratamiento	Tratamiento asistencia técnica		Tratamiento municipios	
	Vecino más cercano	Kernel Epanechnikov	Vecino más cercano	Kernel Epanechnikov
	0.539** (0.240)	0.625*** (0.207)	-0.148 (0.282)	-0.213 (0.212)
Pérdida_cosecha	-0.710* (0.385)	-0.848*** (0.283)	-0.304 (0.391)	-0.448 (0.309)
Personashogar	0.0463 (0.0991)	0.0496 (0.0957)	-0.00422 (0.108)	0.0258 (0.0808)
Generojefe	0.308 (0.466)	0.162 (0.358)	0.151 (0.432)	-0.134 (0.338)
Grupojefe	0.00511 (0.00439)	0.00386 (0.00352)	-0.0000423 (0.00439)	0.00322 (0.00366)
Educacionjefe	-0.0418 (0.0678)	-0.0440 (0.0404)	-0.00555 (0.0504)	-0.0553 (0.0374)
Actividadjefe	0.00704** (0.00354)	0.00489* (0.00296)	-0.00321 (0.00642)	0.00143 (0.00446)
Educacionhogar	0.0989 (0.0778)	0.0879* (0.0467)	0.0229 (0.0806)	0.0914* (0.0474)
Edadhogar	0.0277* (0.0155)	0.0252** (0.0126)	0.0269 (0.0165)	0.0220* (0.0129)
Areafinca	0.000918 (0.000705)	0.000849 (0.000676)	0.00308** (0.00137)	0.00147 (0.00129)
Areapropia	-0.00361 (0.00570)	-0.00339 (0.00511)	-0.0125 (0.00808)	-0.00485 (0.00647)
Areanquilada	-0.00492 (0.00400)	-0.00291 (0.00322)	-0.000280 (0.00874)	0.00225 (0.00630)
Experiencia	-0.0145 (0.0135)	-0.0266** (0.0119)	0.00225 (0.0142)	-0.000467 (0.0106)
Sistema cultivo	-0.767** (0.348)	-0.853*** (0.292)	-0.606 (0.524)	-0.824** (0.365)
Modosiembra	0.0150** (0.00689)	0.00524 (0.00939)	-0.0164 (0.0239)	-0.0184 (0.0194)
Maquinaria	-0.0132 (0.184)	0.00481 (0.157)	-0.160 (0.184)	-0.259 (0.161)
Tiponobra	0.222 (0.178)	0.164 (0.138)	-0.131 (0.185)	0.0207 (0.144)
Jornalesiembra	-0.139** (0.0609)	-0.149** (0.0672)	-0.0553 (0.0801)	-0.0999 (0.0672)
Jornalescosecha	0.0235 (0.0381)	0.0325 (0.0424)	-0.0139 (0.0537)	-0.0557 (0.0367)
Tiposemilla	-0.233 (0.269)	-0.363 (0.238)	-0.949*** (0.347)	-0.476* (0.272)
Semestre	0.410 (0.437)	0.241 (0.376)	0.0760 (0.460)	0.00524 (0.354)
Preparacion suelo	0.164** (0.0832)	0.0977 (0.0600)	0.0525 (0.113)	0.0710 (0.0851)
Otros ingresos	-0.156 (0.285)	0.231 (0.274)	0.00205 (0.393)	0.232 (0.302)
Total ingresos	-6.71e-08** (3.20e-08)	-4.44e-08 (2.76e-08)	-9.22e-08** (4.22e-08)	-1.57e-08 (2.86e-08)
Solicitud credito	0.886 (1.229)	-0.0729 (0.640)	-1.015 (0.888)	-0.00677 (0.766)
Credito arroz	-0.918 (0.624)	-0.235 (0.335)	0.111 (0.480)	-0.277 (0.408)
Desplazamiento	-0.489 (0.781)	-0.416 (0.577)	-0.682 (0.648)	-0.614 (0.516)
Suficiencia alimentos	-0.0000907 (0.394)	0.260 (0.318)	0.722* (0.395)	0.533* (0.312)
Activos familiares	0.150 (0.0924)	0.0491 (0.0841)	0.0238 (0.106)	0.0302 (0.0825)
Activos productivos	0.0142 (0.0572)	-0.00698 (0.0450)	-0.0186 (0.0964)	-0.0450 (0.0723)
Aguapotable	-0.276 (0.322)	0.0199 (0.245)	-0.278 (0.302)	-0.280 (0.229)
Electricidad	1.287** (0.581)	0.680* (0.405)	0.488 (0.546)	0.641 (0.391)
Internet	-0.230 (0.300)	0.122 (0.248)	0.297 (0.414)	0.319 (0.321)
cons	4.170* (2.361)	4.855*** (1.874)	7.786*** (2.304)	6.472*** (1.884)
N	314	584	270	584
R ²	0.299	0.273	0.397	0.351

Standard errors in parentheses

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

2.3.2 Encuesta a productores de maíz

En esta sección presentamos los resultados de la evaluación de impacto para el cultivo de maíz. Recordemos que en este caso se adelantaron 406 encuestas en 41 municipios del país. Como en el caso del arroz, estimamos tres tipos de modelos de emparejamiento para el conjunto de variables de resultado, tanto intermedias como finales y calculamos los efectos del tratamiento usando diferencia de medias para el emparejamiento genético, y regresión IPW para vecino más cercano y kernel. Empezamos describiendo dichas variables, en función de nuestra definición de tratamiento. En el apéndice describimos a profundidad un importante conjunto de variables de esta encuesta.

Variables de interés

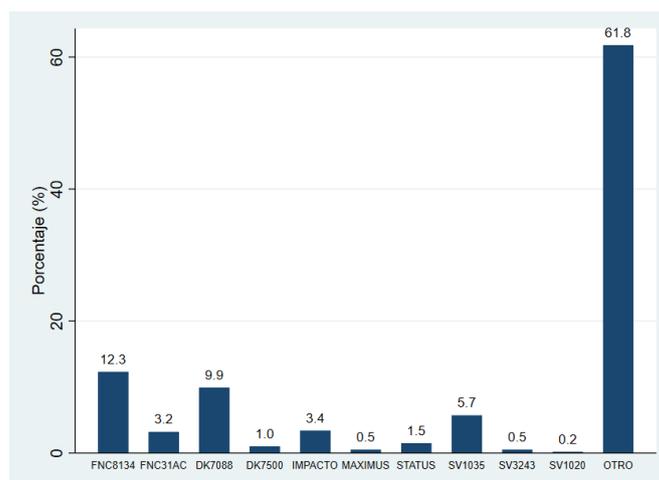
Teniendo en cuenta que la intervención realizada por CIAT mediante el convenio presumiblemente impactó el rendimiento de los cultivos, se decidió utilizar esta medida como un resultado final, como lo vimos en el caso del arroz. Como antes, se entenderá por rendimiento el número de toneladas cosechadas por hectárea sembrada. También se identificó como variable de interés final la pérdida de cosecha causada por el cambio climático autoreportada en el último ciclo. Respecto a esto, se construyó una variable *dummy* que toma el valor de 1 si el agricultor tuvo pérdidas y 0 en caso contrario.

Por otro lado, se dispone de los siguientes resultados intermedios:

- i. Indicador de pronósticos agroclimáticos: Esta variable toma el valor 1 si el productor tuvo en cuenta los pronósticos agroclimáticos⁷ para al menos una decisión con respecto a la producción de su cultivo⁸ y 0 en caso contrario.
- ii. Genotipos evaluados: Esta variable toma el valor de 1 si el productor hizo uso de al menos uno de los genotipos evaluados por el convenio según el informe final "*Fortalecimiento de las capacidades de adaptación del sector agropecuario a la variabilidad y al cambio climático y mejorar la eficiencia del uso de los recursos en los sistemas productivos*" presentado por CIAT, y toma el valor de 0 en caso contrario.

Con respecto a esta variable, se sabe que, dentro de los genotipos evaluados en el marco del convenio, se encuentra el DK7088 el cual, según los datos recolectados por la encuesta tuvo una adopción del 9.9%. De igual forma, el 61.8% de los agricultores utiliza otra semilla diferente a la planteada en la encuesta. Dentro de este 61.8%, el 4.26% utiliza PIONEER30F35, el 3.49% DK234 y el 0.78% PIONEER30K73. Todas estas son semillas evaluadas por el convenio. Lo anterior sugiere que solo el 15.27% de los encuestados ha utilizado al menos una de las semillas evaluadas, lo cual sugiere que esta es una dimensión en la que existe espacio para avanzar.

Figura 2.15 Porcentaje de agricultores según la variedad de semilla utilizada



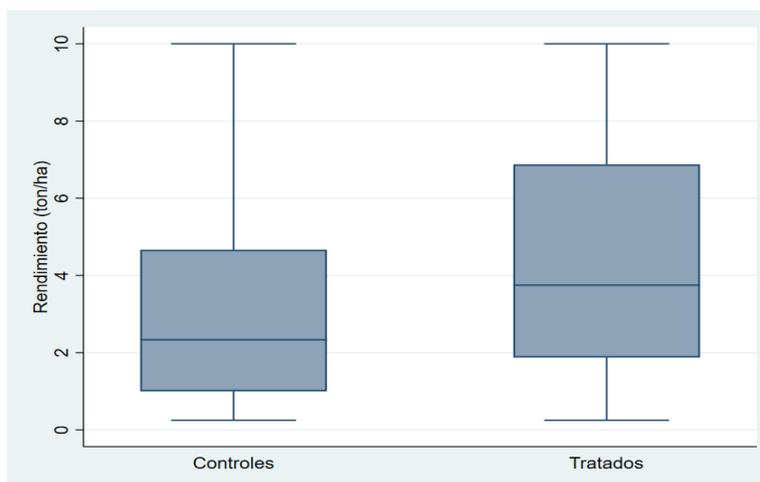
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

⁷ Son pronósticos agroclimáticos que el productor consultó en algún momento, no necesariamente son los pronósticos elaborados por el CIAT o Fenalce.

⁸ Fecha de siembra, elección de variedades, aplicación de fertilizantes y/o abonos, control de maleza, manejo de plagas y/o enfermedades, fechas de riego, fecha de cosecha.

A continuación, se presentan algunas estadísticas descriptivas para las variables de resultado de interés y las covariables utilizadas en los ejercicios de emparejamiento. De acuerdo con nuestra definición de tratamiento (exposición a actividades del convenio), se lograron identificar 73 (19%) observaciones dentro de los tratados frente a 321 (79%) observaciones del conjunto de no tratados. Con esta información, se encontró que el grupo de tratamiento tiene en promedio 1.11 ton/ha más de rendimiento frente al grupo de control. Sin embargo, tanto tratados como no tratados tienen un mínimo de rendimiento de 0.24 ton/ha y un máximo de 10 ton/ha, como se muestra en la Tabla 2.12.

Figura 2.16 Rendimiento del cultivo de maíz



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 2.12 Estadísticas descriptivas del rendimiento

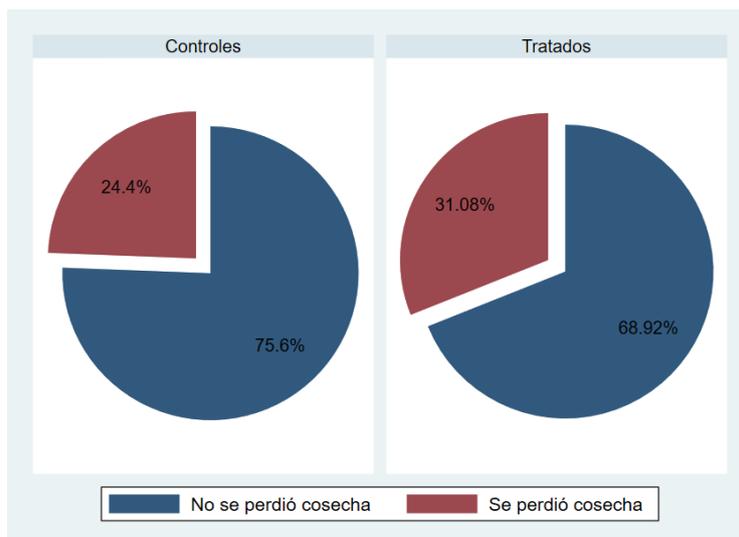
	Tratados	Controles
Media	4.27	3.16
Desv. Est	2.84	2.74
Mínimo	0.25	0.25
Máximo	10	10
Obs	73	321

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por otro lado, en nuestra segunda variable de resultado final, se encontró un mayor porcentaje de agricultores que pierden sus cosechas en el grupo de tratados, 31.1% frente al 24.4% de los agricultores en el grupo de no tratados. En total, cerca del 68% de los agricultores afirman no haber perdido su cosecha.

Dado que este tratamiento selecciona como tratados a aquellos agricultores que tuvieron algún tipo de capacitación o asistencia técnica en los temas relacionados con el convenio, estas estadísticas podrían sugerir que la información obtenida no se logra poner en práctica de forma idónea, con lo cual habría que explorar en más detalle qué sucede una vez los agricultores reciben la información.

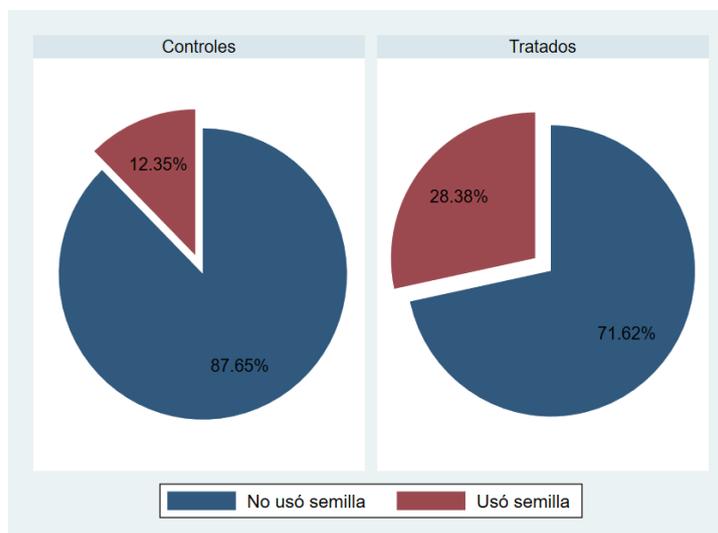
Figura 2.17 Porcentaje de agricultores que perdieron cosecha a causa del cambio climático



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En cuanto a los agricultores que utilizan al menos uno de los genotipos evaluados por el convenio, el grupo de tratamiento lidera con un 28.4% frente al grupo de tratado con apenas un 12.4% de los agricultores. Las nuevas variedades parecen tener una buena aceptación por parte de los agricultores, lo cual respalda la información contenida en el apéndice, donde se observa que cerca del 82% de los agricultores usan los pronósticos agroclimáticos para revisar las variedades de semilla que favorecen a sus cultivos.

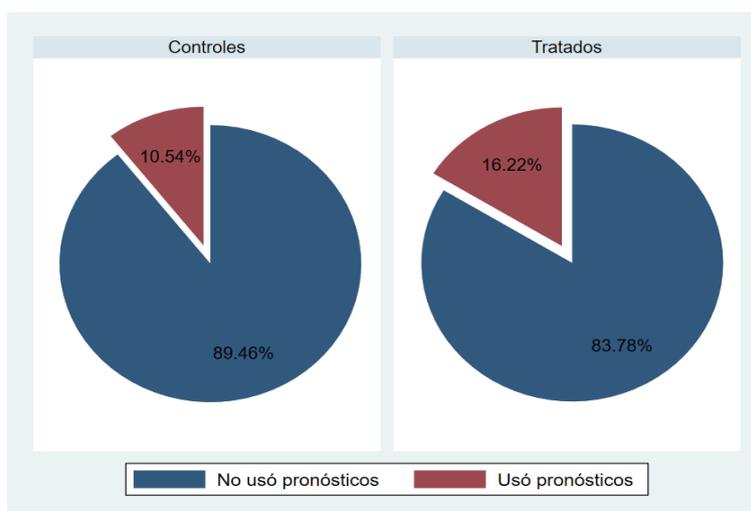
Figura 2.18 Porcentaje de agricultores que hicieron uso de al menos uno de los genotipos evaluados por el convenio según grupo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En relación con la información expuesta anteriormente, como lo muestra la Figura 2.19, el 16.2% de los tratados afirma que hicieron uso de los pronósticos agroclimáticos para tomar al menos una decisión sobre la cosecha frente al 10.5% de los agricultores en el grupo de no tratados. No obstante, esta estadística no sorprende del todo, si se tiene en cuenta que el tratamiento que se está poniendo a consideración en este ítem tiene en cuenta a los agricultores que tuvieron capacitación en pronósticos agroclimáticos.

Figura 2.19 Porcentaje de agricultores que hicieron uso de los pronósticos agroclimáticos para tomar al menos una decisión de cosecha según grupo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por último, la Tabla 2.13 presenta las principales estadísticas descriptivas de las variables de la encuesta a productores de maíz que son utilizadas para los ejercicios de emparejamiento. El objetivo es lograr balance en estas características observables, pues podrían estar correlacionadas con los resultados y el tratamiento.

Tabla 2.13 Estadísticas descriptivas de las características del Matching

Característica	Media	Desv. Est	Min	Max
Educación Jefe	6.63	4.35	0	19
Menores	.80	1.06	0	6
Jóvenes	2.51	1.04	1	7
Tercera Edad	.28	.64	0	3
Género Jefe	.08	.27	0	1
Edad Jefe	52.59	13.25	18	91
Activo Familiar	4.54	1.71	1	9
Activo Productivo	2.40	1.85	0	11
Otros Ingresos	1.66	.47	1	2
Sin Alimentos	1.72	.44	1	2
Área Finca	7.25	10.97	.5	44.5
Años Experiencia	17.94	14.61	1	65
Asocio	.08	.27	0	1
Semilla por Metro	7.25	3.81	.02	30
Distancia Surco (cm)	78.94	25.68	1	200
Tipo de Riego	67.18	45.64	1	99
Agua de Riego	17.03	31.97	1	99
Otros Cultivos	1.65	.47	1	2
Modo de Cosecha	1.70	.90	1	3
Modo de Siembra	.47	.50	0	1
Maquinaria	2.68	1.15	1	4
Mano de Obra	1.53	.82	0	1
Desplazamiento Forzado	1.95	.21	1	2
Agua Potable	.55	.49	0	1
Electricidad	.86	.33	0	1
Internet	.12	.33	0	1
Migrar Ciudad	1.89	.31	1	2
Área Propia	4.06	11.60	0	130
Área Alquilada	3.63	16.61	0	280

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Características basadas en 406 observaciones.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados para cada una de las variables de interés haciendo uso del modelo *Propensity Score Matching* (con las dos variaciones) y del algoritmo emparejamiento genético (*Genetic Matching*). El análisis de los resultados dentro de cada tratamiento se presenta en dos partes. En un primer momento se estudia el impacto de cada tratamiento en el rendimiento para después realizar el mismo análisis en la pérdida de cosecha, pronósticos agroclimáticos y genotipos evaluados. Esta diferenciación se realiza dado que para el caso de rendimiento algunas observaciones no reportan datos, lo cual afecta el cálculo del *propensity score* y por consiguiente el emparejamiento.

Con respecto al método de *Propensity Score Matching*, la probabilidad de participar o *score* ($P(D_i = 1 | X) = f(X)$), para los dos tratamientos, fue calculada por medio de un modelo *probit* incluyendo algunas características de los hogares reportadas por la encuesta realizada por CIAT que no están siendo determinadas por el tratamiento. Tras emparejar según cada método (vecino más cercano y kernel), el efecto del tratamiento se calcula por medio de regresiones en las que cada observación es ponderada usando el inverso de su *propensity score* (*Inverse Probability Weighting* – IPW). En cuanto al algoritmo de emparejamiento genético, se hizo uso de las mismas covariables de antes, excluyendo el cultivo en asocio, dado que esta variable es excluida por el balance. Tras emparejar, el efecto del tratamiento lo calculamos por medio de pruebas de diferencias de medias para cada resultado de interés.

Rendimiento

La Tabla 2.14 compara a los grupos de tratamiento y control antes y después de emparejar usando el método de emparejamiento genético. Como lo muestra la tabla, la comparabilidad aumenta considerablemente tras emparejar, lo cual se refleja en la alta calidad del balance tras el procedimiento. Esto es clave para poder interpretar causalmente los efectos tratamiento encontrados.

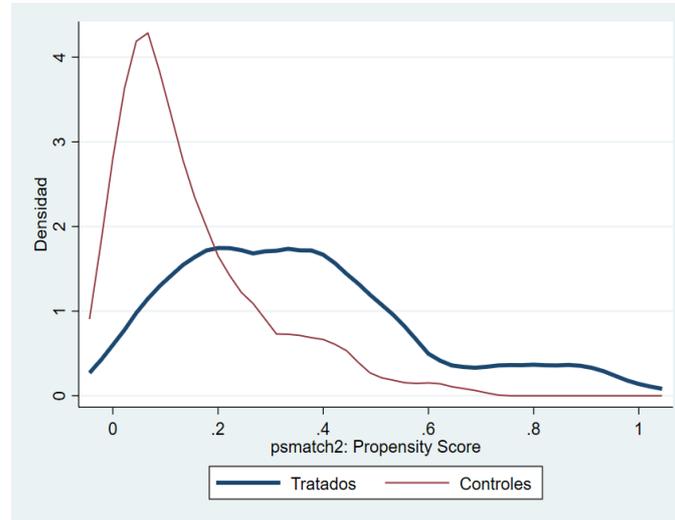
Tabla 2.14 Calidad del balance bajo emparejamiento genético – Rendimiento

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 319	72		72	72	
SemillaMetro (mean (SD))	7.25 (3.78)	7.44 (4.12)	0.691	7.03 (3.04)	7.44 (4.12)	0.498
DistanciaSurcos (mean (SD))	79.41 (26.14)	78.83 (22.07)	0.861	82.01 (19.24)	78.83 (22.07)	0.358
EducaciónJefe (mean (SD))	6.26 (4.31)	8.36 (4.17)	0.001	7.49 (3.81)	8.36 (4.17)	0.191
Menores (mean (SD))	0.80 (1.08)	0.83 (0.98)	0.824	0.72 (0.92)	0.83 (0.98)	0.484
Jóvenes (mean (SD))	2.54 (1.07)	2.44 (0.89)	0.472	2.36 (0.88)	2.44 (0.89)	0.572
TerceraEdad (mean (SD))	0.26 (0.62)	0.32 (0.69)	0.497	0.22 (0.54)	0.32 (0.69)	0.346
EdadJefe (mean (SD))	53.43 (13.00)	48.61 (12.86)	0.005	50.90 (9.55)	48.61 (12.86)	0.227
GéneroJefe (mean (SD))	0.08 (0.26)	0.11 (0.32)	0.317	0.07 (0.26)	0.11 (0.32)	0.387
ActivoFamiliar (mean (SD))	4.47 (1.67)	5.08 (1.77)	0.006	4.76 (1.62)	5.08 (1.77)	0.260
ActivoProductivo (mean (SD))	2.23 (1.69)	3.22 (2.30)	0.001	2.85 (1.99)	3.22 (2.30)	0.297
OtrosIngresos (mean (SD))	1.64 (0.48)	1.83 (0.38)	0.001	1.81 (0.40)	1.83 (0.38)	0.667
SinAlimentos (mean (SD))	1.71 (0.46)	1.81 (0.40)	0.096	1.85 (0.36)	1.81 (0.40)	0.513
ÁreaFInca (mean (SD))	6.66 (10.06)	9.32 (13.40)	0.058	8.60 (11.57)	9.32 (13.40)	0.729
AñosExperiencia (mean (SD))	18.20 (14.79)	16.46 (14.01)	0.362	12.40 (11.94)	16.46 (14.01)	0.064
TipoRiego (mean (SD))	68.24 (45.26)	61.24 (47.67)	0.241	59.81 (48.06)	61.24 (47.67)	0.858
AguaRiego (mean (SD))	17.05 (32.00)	13.71 (28.23)	0.414	14.69 (30.06)	13.71 (28.23)	0.839
ActividadJefe (mean (SD))	2.40 (9.50)	1.36 (1.07)	0.356	1.39 (0.86)	1.36 (1.07)	0.864
OtrosCultivos (mean (SD))	1.65 (0.48)	1.65 (0.48)	0.951	1.76 (0.43)	1.65 (0.48)	0.144
ModoCosecha (mean (SD))	1.62 (0.87)	2.07 (0.95)	0.001	2.10 (0.94)	2.07 (0.95)	0.860
ModoSiembra (mean (SD))	0.43 (0.50)	0.68 (0.47)	0.001	0.65 (0.48)	0.68 (0.47)	0.726
Maquinaria (mean (SD))	2.79 (1.16)	2.24 (1.03)	0.001	2.24 (1.03)	2.24 (1.03)	1.000
ManoObra (mean (SD))	1.49 (0.83)	1.71 (0.78)	0.039	1.51 (0.75)	1.71 (0.78)	0.129
DesplazamientoForzoso (mean (SD))	1.97 (0.17)	1.88 (0.33)	0.001	1.88 (0.33)	1.88 (0.33)	1.000
AguaPotable (mean (SD))	0.55 (0.50)	0.58 (0.50)	0.627	0.57 (0.50)	0.58 (0.50)	0.867
Electricidad (mean (SD))	0.88 (0.32)	0.85 (0.36)	0.392	0.86 (0.35)	0.85 (0.36)	0.815
Internet (mean (SD))	0.10 (0.31)	0.22 (0.42)	0.006	0.19 (0.40)	0.22 (0.42)	0.684
MigrarCiudad (mean (SD))	1.91 (0.28)	1.79 (0.41)	0.003	1.81 (0.40)	1.79 (0.41)	0.837
ÁreaPorpia (mean (SD))	3.70 (10.54)	3.82 (10.44)	0.930	2.88 (8.06)	3.82 (10.44)	0.546
ÁreaAlquilada (mean (SD))	2.53 (7.65)	9.17 (35.69)	0.003	3.99 (10.32)	9.17 (35.69)	0.239

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

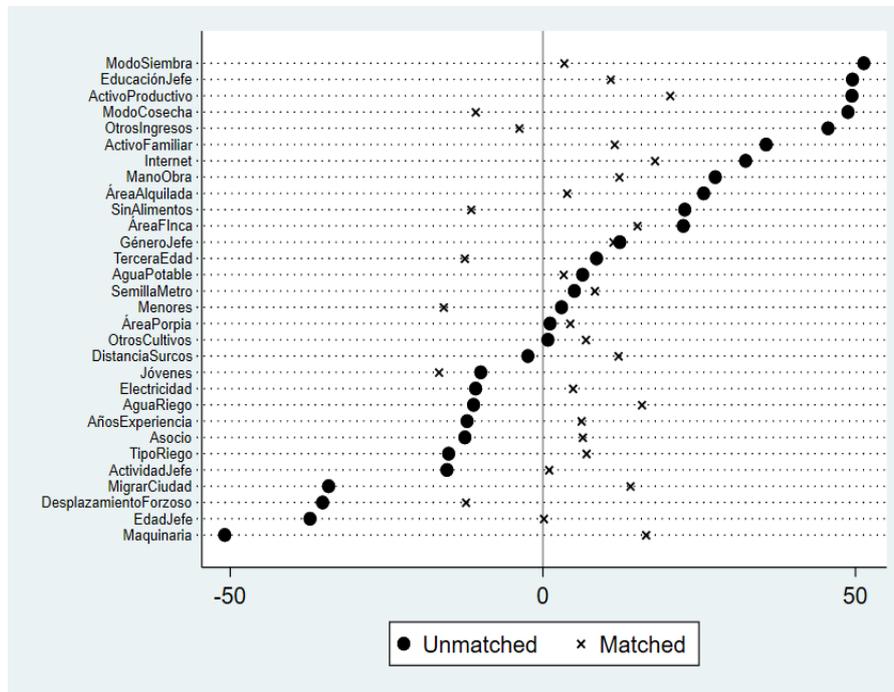
En la Figura 2.20 se puede observar la distribución de los *propensity scores* para cada grupo, evidenciando que las probabilidades predichas de participación para tratados y controles presentan un ajuste moderado, con lo cual se puede intuir que se cumple con el supuesto de soporte común. Por su parte, las Figuras 2.21 y 2.22 comparan a los grupos de tratamiento y control antes y después de emparejar bajo los métodos de vecino más cercano y kernel. Como antes, la comparabilidad (balance) aumenta considerablemente tras emparejar, especialmente bajo el método kernel.

Figura 2.20 Distribución de los Propensity Scores



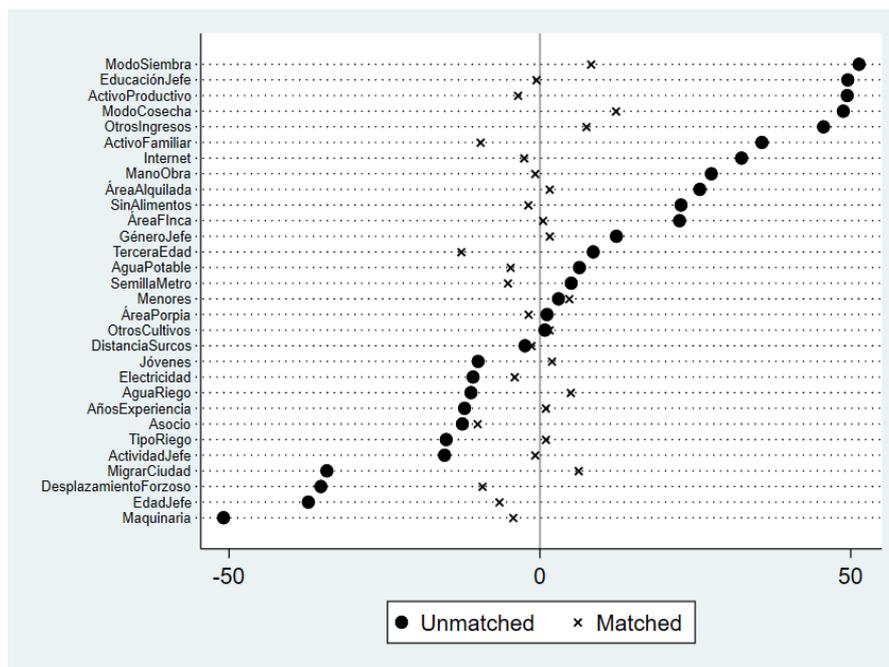
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.21 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.22 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

El método de emparejamiento genético se realizó con reemplazo y se calcularon los errores estándar usando el método sugerido por Abadie e Imbens (2007).⁹ El efecto del tratamiento sobre el rendimiento bajo este procedimiento se presenta en la Tabla 2.15. En todos los casos, el efecto del tratamiento sobre el rendimiento es no significativo. Esta discrepancia de resultados entre los cultivos de arroz y de maíz va en línea con los hallazgos cualitativos que presentamos en la siguiente sección, que muestran que existen heterogeneidades importantes entre los gremios de cada cultivo. Dichas diferencias explicarían por qué en un caso las intervenciones sí impactaron el rendimiento de los cultivos, mientras que en el otro no.

Tabla 2.15 Efecto del tratamiento en rendimiento

Variable	ATT	Abadie e Imbens Std. Err	$p > z $
Rendimiento	-0.320	0.566	0.571

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Modelo de Genetic Matching (s.e A&I).

Pérdida de cosecha, pronósticos agroclimáticos y genotipos evaluados

Para las denominadas variables intermedias, la Tabla 2.16 compara a los grupos de tratamiento y control, antes y después de emparejar por medio del método de emparejamiento genético. Claramente, como en casos anteriores, la calidad del balance mejora notablemente tras emparejar.

⁹ Gary King (2010). Genetic Matching. Harvard University. En línea [https://r.iq.harvard.edu/docs/matchit/2.4-15/Genetic_Matching.html]

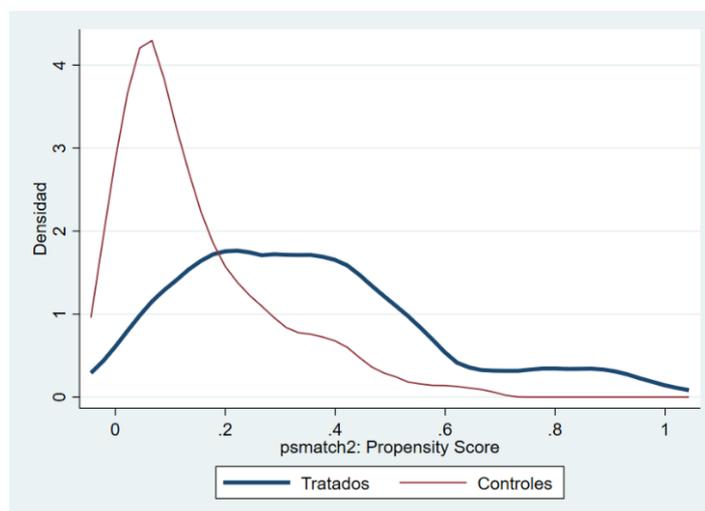
Tabla 2.16 Calidad del balance bajo emparejamiento genético – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Variedades Evaluadas

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 327	73		73	73	
SemillaMetro (mean (SD))	7.23 (3.75)	7.45 (4.09)	0.653	7.05 (3.02)	7.45 (4.09)	0.498
DistanciaSurcos (mean (SD))	79.06 (26.31)	78.85 (21.91)	0.949	81.99 (19.11)	78.85 (21.91)	0.358
Educación.Jefe (mean (SD))	6.24 (4.31)	8.40 (4.15)	0.001	7.58 (3.85)	8.40 (4.15)	0.217
Menores (mean (SD))	0.80 (1.09)	0.82 (0.98)	0.899	0.71 (0.92)	0.82 (0.98)	0.486
Jóvenes (mean (SD))	2.53 (1.07)	2.44 (0.88)	0.500	2.36 (0.87)	2.44 (0.88)	0.572
TerceraEdad (mean (SD))	0.27 (0.62)	0.34 (0.71)	0.356	0.23 (0.54)	0.34 (0.71)	0.296
Edad.Jefe (mean (SD))	53.47 (13.20)	48.70 (12.79)	0.005	51.04 (9.56)	48.70 (12.79)	0.212
Género.Jefe (mean (SD))	0.08 (0.27)	0.11 (0.31)	0.353	0.07 (0.25)	0.11 (0.31)	0.387
ActivoFamiliar (mean (SD))	4.45 (1.66)	5.07 (1.76)	0.005	4.75 (1.61)	5.07 (1.76)	0.261
ActivoProductivo (mean (SD))	2.25 (1.70)	3.19 (2.30)	0.001	2.82 (1.99)	3.19 (2.30)	0.300
OtrosIngresos (mean (SD))	1.63 (0.48)	1.84 (0.37)	0.001	1.81 (0.40)	1.84 (0.37)	0.668
SinAlimentos (mean (SD))	1.71 (0.46)	1.81 (0.40)	0.079	1.85 (0.36)	1.81 (0.40)	0.513
ÁreaFIInca (mean (SD))	6.85 (10.38)	9.22 (13.33)	0.095	8.63 (11.49)	9.22 (13.33)	0.775
AñosExperiencia (mean (SD))	18.23 (14.78)	16.64 (14.00)	0.404	12.37 (11.86)	16.64 (14.00)	0.049
TipoRiego (mean (SD))	68.70 (45.08)	60.41 (47.86)	0.161	59.01 (48.20)	60.41 (47.86)	0.861
AguaRiego (mean (SD))	17.64 (32.59)	13.58 (28.06)	0.325	14.53 (29.88)	13.58 (28.06)	0.842
Actividad.Jefe (mean (SD))	2.38 (9.39)	1.36 (1.06)	0.355	1.40 (0.86)	1.36 (1.06)	0.797
OtrosCultivos (mean (SD))	1.65 (0.48)	1.66 (0.48)	0.882	1.77 (0.43)	1.66 (0.48)	0.146
ModoCosecha (mean (SD))	1.62 (0.87)	2.08 (0.95)	0.001	2.11 (0.94)	2.08 (0.95)	0.861
ModoSiembra (mean (SD))	0.43 (0.50)	0.68 (0.47)	0.001	0.66 (0.48)	0.68 (0.47)	0.727
Maquinaria (mean (SD))	2.78 (1.16)	2.23 (1.02)	0.001	2.23 (1.02)	2.23 (1.02)	1.000
ManoObra (mean (SD))	1.49 (0.83)	1.71 (0.77)	0.039	1.52 (0.75)	1.71 (0.77)	0.130
DesplazamientoForzoso (mean (SD))	1.97 (0.18)	1.88 (0.33)	0.001	1.88 (0.33)	1.88 (0.33)	1.000
AguaPotable (mean (SD))	0.55 (0.50)	0.59 (0.50)	0.550	0.56 (0.50)	0.59 (0.50)	0.740
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.33)	0.85 (0.36)	0.562	0.86 (0.35)	0.85 (0.36)	0.815
Internet (mean (SD))	0.10 (0.31)	0.22 (0.42)	0.007	0.19 (0.40)	0.22 (0.42)	0.685
MigrarCiudad (mean (SD))	1.91 (0.28)	1.79 (0.41)	0.004	1.81 (0.40)	1.79 (0.41)	0.837
ÁreaPorpia (mean (SD))	4.12 (11.92)	3.80 (10.37)	0.829	2.84 (8.01)	3.80 (10.37)	0.534
ÁreaAlquilada (mean (SD))	2.48 (7.57)	9.05 (35.46)	0.002	4.09 (10.28)	9.05 (35.46)	0.253

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

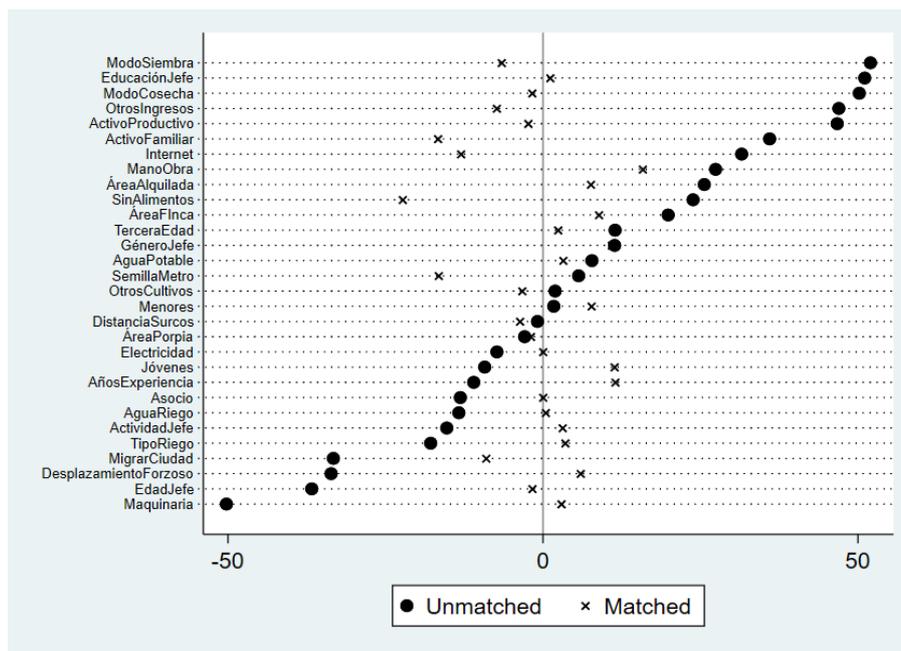
Para los modelos de emparejamiento por vecino más cercano y kernel, la Figura 2.23 presenta la distribución de los *propensity scores*, que es similar a la encontrada en el caso del rendimiento. Es decir, las probabilidades predichas de participación para tratados y controles presentan un ajuste moderado, sugiriendo que se cumple con el supuesto de soporte común. Por su parte, las Figuras 2.24 y 2.25 muestran que el balance entre tratados y controles mejora notablemente, especialmente bajo el método kernel, tras emparejar.

Figura 2.23 Distribución de los Propensity Scores



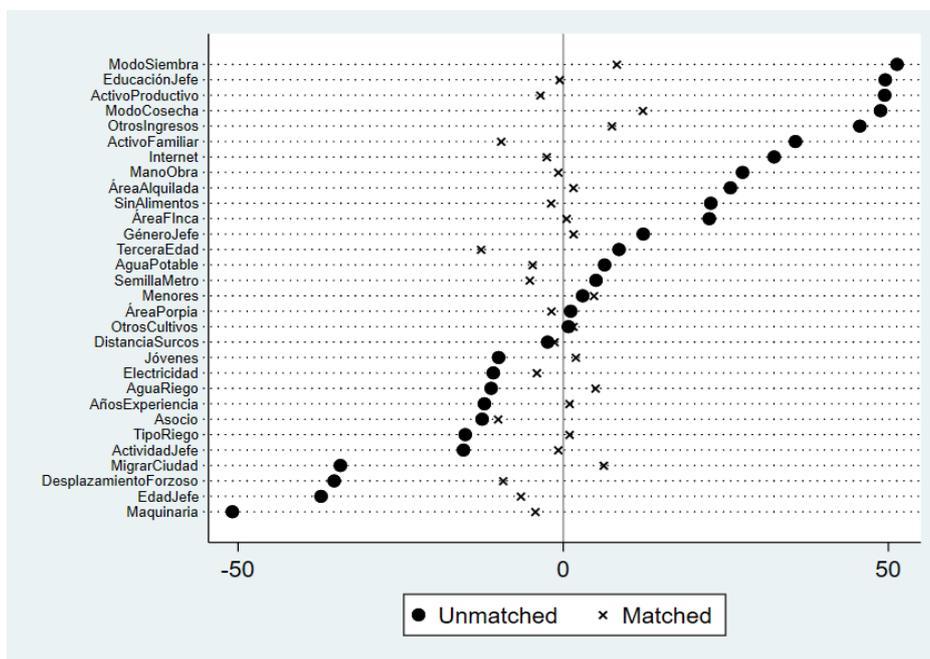
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Figura 2.24 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 2.25 Calidad del emparejamiento bajo Kernel Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La Tabla 2.17 reporta los efectos del tratamiento, para las tres variables intermedias de resultado de interés, bajo el método de emparejamiento genético. En el caso de pérdida de cosecha a causa del cambio climático, el impacto es negativo y significativo. En el caso de los productores de maíz, haber sido tratado implica un aumento de 14 puntos porcentuales en la probabilidad de reportar haber perdido una cosecha a causa del cambio climático. Este resultado, como lo muestran las columnas 2 de las Tablas 2.18 y 2.19, es robusto a emparejar por vecino más cercano o kernel. Para las variables de uso de pronósticos agroclimáticos y adopción de alguna de las variedades evaluadas, el emparejamiento genético arroja resultados nulos. Hay evidencia de un efecto positivo y significativo sobre la adopción de los genotipos evaluados para el emparejamiento por vecino más cercano, pero este resultado no es robusto a las diferentes especificaciones.

En suma, la evidencia presentada sugiere que, a diferencia de lo que ocurre en el caso del cultivo del arroz, para el cultivo de maíz no se encuentran efectos claros del convenio. Como se manifestó antes, en línea con la evidencia cualitativa encontrada, esto puede ser el resultado de importantes diferencias entre gremios y productores para cada cultivo. Por tanto, es importante tomar en consideración estas diferencias al momento de escalar la iniciativa, para así adaptar el programa a la particularidades y diferencias de cada sector y potenciar los efectos de las intervenciones

Tabla 2.17 Efecto del tratamiento en resultados intermedios

Variable	ATT	Abadie e Imbens Std. Err	$p > z $
Pérdida de Cosecha	0.136	0.072	0.058
Pronósticos Agroclimáticos	0.054	0.063	0.389
Genotipos evaluados	0.082	0.058	0.163

Fuente: Modelo de Genetic Matching (s.e A&I).

En conclusión, la evidencia presentada en esta sección muestra que, para el caso de maíz, a diferencia de arroz, no se encuentran impactos importantes de las actividades adelantadas en el marco del convenio con los productores. Como lo mostraremos en la siguiente sección del informe, la evidencia cualitativa es acorde a este resultado. Las diferencias en capacidad entre los gremios, Fedearroz y Fenalce, probablemente están detrás de esto. En particular, las entrevistas muestran que el trabajo con los gremios fue importante y satisfactorio, pero no en todos los casos eso llegó hasta los productores finales. La siguiente cita, resultado de la reunión con Fenalce, ilustra bien la situación:

“Fue muy poco lo que se transfirió a productores. En el caso de huella hídrica no hubo transferencia de tecnología. Serían uno o dos productores los que llegaron a tener conocimiento de eso, y era porque se desarrollaba en sus fincas, entonces eran curiosos y siempre estaban pendientes de lo que se estaba haciendo y de los que significaba. Pero transferencia en ese componente no hubo.”

Reunión con Fenalce

De esta manera, es claro que el programa tiene el gran potencial de impactar sobre los resultados de interés (como lo veremos en la evaluación ex ante), pero para esto es clave un trabajo articulado entre los implementadores de la intervención, los gremios y los productores.

Mediación: pérdida de cosecha por cambio climático y rendimiento

Por último, analizamos la relación entre pérdida de cosecha por cambio climático, tratamiento y rendimiento. Vimos que, para el caso del cultivo de maíz, el tratamiento no impacta el rendimiento. Esto puede ser una consecuencia de que dicho tratamiento, en este caso, tampoco reduce la pérdida de cosecha. Resta determinar si existe una correlación negativa entre la pérdida de cosecha y el rendimiento. Para ello, estimamos modelos de regresión IPW, para los métodos de emparejamiento por vecino más cercano y kernel, en los que incluimos, además del tratamiento y las covariables usadas para emparejar, el indicado de pérdida de cosecha. En estas especificaciones, naturalmente, nos interesa el coeficiente asociado a esta última variable.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 2.20, la pérdida de cosecha asociada al cambio climático tiene una correlación negativa y significativa con el rendimiento para los dos tratamientos evaluados en este estudio. Para el método de kernel, por ejemplo, la pérdida de cosecha por cambio climático está asociada a un rendimiento 2.27 ton/ha más bajo. Esta evidencia sugiere que es clave escalar la intervención de tal suerte que logre reducir la pérdida de cosecha, todo lo cual tendrá efectos positivos sobre el rendimiento.

Tabla 2.18 Regresión IPW – vecino más cercano

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Rendimiento	Pérd. Cos.	Agroclima	Genotipo
t1	0.215 (0.446)	0.128* (0.0735)	0.0196 (0.0717)	0.246*** (0.0648)
EducaciónJefe	0.166** (0.0735)	-0.00581 (0.00894)	0.0399*** (0.0100)	-0.00730 (0.00881)
Menores	-0.267 (0.235)	0.113** (0.0436)	-0.0284 (0.0301)	0.0391 (0.0394)
Jóvenes	0.00778 (0.345)	-0.0569 (0.0496)	0.0249 (0.0497)	-0.0393 (0.0442)
TerceraEdad	-0.0240 (0.411)	-0.0819 (0.0609)	-0.0961* (0.0543)	-0.0158 (0.0448)
EdadJefe	0.00667 (0.0256)	0.0138*** (0.00378)	0.0148*** (0.00398)	-0.00178 (0.00388)
GéneroJefe	1.234 (1.685)	0.0126 (0.152)	0.265** (0.127)	0.147 (0.113)
ActivoFamiliar	0.162 (0.203)	-0.0388 (0.0333)	-0.00338 (0.0338)	0.0564** (0.0279)
ActivoProductivo	-0.116 (0.221)	0.0116 (0.0337)	0.0205 (0.0318)	-0.0245 (0.0318)
OtrosIngresos	1.423 (0.880)	-0.00929 (0.112)	-0.0548 (0.0920)	-0.166* (0.0850)
SinAlimentos	-1.554 (0.977)	-0.245* (0.127)	0.0933 (0.0881)	-0.173** (0.0806)
ÁreaFInca	0.125*** (0.0454)	-0.0101 (0.00641)	0.00392 (0.00571)	-0.00406 (0.00800)
AñosExperiencia	0.0545 (0.0343)	-0.00570 (0.00510)	-0.00912* (0.00475)	-0.00348 (0.00475)
Asocio	-1.923 (1.289)	0.125 (0.226)	0.115 (0.164)	-0.203 (0.193)
SemillaMetro	-0.0323 (0.0864)	-0.0145* (0.00801)	-0.00233 (0.00775)	0.00301 (0.00565)
DistanciaSurcos	-0.00130 (0.0163)	0.0000785 (0.00139)	0.000612 (0.00125)	0.00113 (0.00143)
TipoRiego	-0.00140 (0.00898)	0.000535 (0.00126)	-0.000243 (0.00113)	0.00339*** (0.00115)
AguaRiego	-0.00889 (0.0161)	-0.00470** (0.00198)	0.00220 (0.00221)	0.00223 (0.00182)
ActividadJefe	-0.0383 (0.319)	-0.0287 (0.0499)	-0.101*** (0.0379)	0.0524 (0.0464)
OtrosCultivos	-0.0788 (0.701)	-0.00267 (0.124)	-0.129 (0.101)	-0.0392 (0.102)
ModoCosecha	1.137** (0.545)	-0.322*** (0.0870)	-0.0404 (0.0705)	0.0651 (0.0720)
ModoSiembra	-0.169 (1.117)	0.640*** (0.179)	-0.0385 (0.148)	-0.242 (0.150)
Maquinaria	-0.127 (0.334)	0.0220 (0.0547)	0.0669 (0.0518)	-0.0650 (0.0539)
ManoObra	0.410 (0.347)	-0.00379 (0.0593)	-0.0743 (0.0553)	0.0179 (0.0503)
DesplazamientoForzoso	0.822 (1.567)	0.555*** (0.190)	-0.0892 (0.0975)	-0.385*** (0.108)
AguaPotable	0.131 (0.646)	-0.227** (0.113)	-0.0517 (0.0800)	-0.142 (0.0947)
Electricidad	-1.342 (1.109)	0.198 (0.132)	0.143 (0.126)	-0.0938 (0.103)
Internet	-0.106 (0.740)	0.105 (0.0936)	0.00582 (0.101)	-0.0139 (0.0838)
MigrarCiudad	-0.0491 (0.775)	-0.0595 (0.124)	0.116 (0.0727)	0.0411 (0.115)
ÁreaPorpia	-0.188*** (0.0412)	0.00928 (0.00560)	0.000349 (0.00603)	-0.00243 (0.00532)
ÁreaAlquilada	-0.0826* (0.0421)	0.0179** (0.00759)	-0.000475 (0.00701)	0.00652 (0.00720)
_cons	0.183 (3.671)	0.302 (0.408)	-0.955** (0.422)	0.0456 (0.440)
N	109	114	114	114
R ²	0.506	0.532	0.471	0.474

Standard errors in parentheses

* p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Tabla 2.19 Regresión IPW – kernel

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Rendimiento	Pérd. Cos.	Agroclima	genotipo
UI	0.159 (0.363)	0.140** (0.0542)	-0.00770 (0.0473)	0.0769 (0.0536)
EducaciónJefe	0.0287 (0.0525)	-0.00353 (0.00747)	0.0299*** (0.00705)	-0.00391 (0.00646)
Menores	-0.0246 (0.186)	0.0738** (0.0294)	-0.0347 (0.0212)	0.0221 (0.0276)
Jóvenes	0.230 (0.222)	-0.0517 (0.0331)	0.0170 (0.0299)	0.0112 (0.0274)
TerceraEdad	-0.0632 (0.249)	-0.00253 (0.0511)	-0.0947*** (0.0359)	-0.0208 (0.0339)
EdadJefe	0.00460 (0.0209)	0.00690** (0.00308)	0.00769*** (0.00284)	-0.00111 (0.00284)
GéneroJefe	0.395 (1.001)	0.0609 (0.0997)	0.164 (0.105)	0.0144 (0.0925)
ActivoFamiliar	0.0534 (0.139)	-0.0172 (0.0207)	0.0106 (0.0204)	0.0507** (0.0208)
ActivoProductivo	-0.0117 (0.135)	-0.0185 (0.0189)	0.0137 (0.0178)	-0.0181 (0.0203)
OtrosIngresos	-0.0940 (0.542)	0.0905 (0.0797)	0.0579 (0.0614)	-0.0882 (0.0569)
SinAlimentos	-0.575 (0.522)	-0.102 (0.0844)	0.0311 (0.0623)	-0.147*** (0.0553)
ÁreaFinea	0.0979** (0.0381)	-0.00395 (0.00409)	0.00143 (0.00457)	-0.00222 (0.00662)
AñosExperiencia	0.0209 (0.0199)	-0.000589 (0.00299)	-0.00180 (0.00271)	-0.00271 (0.00252)
Asocio	-1.213* (0.715)	-0.0163 (0.147)	0.0990 (0.113)	-0.169* (0.0955)
SemillaMetro	0.0339 (0.0424)	-0.00901 (0.00669)	-0.00711 (0.00536)	-0.00601 (0.00444)
DistanciaSurcos	0.000674 (0.00779)	0.000214 (0.000911)	0.000348 (0.000895)	0.00186** (0.000856)
TipoRiego	0.00536 (0.00587)	0.000238 (0.000843)	-0.000677 (0.000773)	-0.00382*** (0.000910)
AguaRiego	-0.00797 (0.0133)	-0.00472*** (0.00138)	0.000679 (0.00126)	0.000513 (0.00169)
ActividadJefe	0.00707 (0.0425)	0.00145 (0.00717)	-0.0137 (0.00860)	0.00233 (0.00585)
OtrosCultivos	-0.197 (0.450)	0.0116 (0.0849)	-0.148*** (0.0561)	-0.0391 (0.0709)
ModoCosecha	0.510 (0.353)	-0.198*** (0.0536)	-0.0848** (0.0410)	0.0669 (0.0496)
ModoSiembra	1.302* (0.680)	0.361*** (0.115)	0.107 (0.0853)	-0.179* (0.0985)
Maquinaria	0.109 (0.282)	-0.00336 (0.0391)	0.0357 (0.0352)	-0.100** (0.0408)
ManoObra	0.0821 (0.222)	-0.0100 (0.0441)	-0.0341 (0.0359)	-0.0171 (0.0434)
DesplazamientoForzoso	-0.174 (1.205)	0.221 (0.141)	-0.0456 (0.0666)	-0.310*** (0.0966)
AguaPotable	-0.222 (0.447)	-0.188** (0.0764)	-0.0845 (0.0572)	-0.0818 (0.0709)
Electricidad	-0.336 (0.984)	-0.00657 (0.101)	0.0996 (0.0715)	-0.178 (0.117)
Internet	0.0670 (0.525)	0.0121 (0.0763)	0.134 (0.0847)	0.0337 (0.0779)
MigrarCiudad	0.360 (0.507)	0.0153 (0.0980)	0.128*** (0.0406)	0.0284 (0.0688)
ÁreaPropia	-0.0994*** (0.0329)	0.00318 (0.00375)	0.00313 (0.00380)	0.00229 (0.00513)
ÁreaAlquilada	-0.0537* (0.0317)	0.00831* (0.00486)	0.00102 (0.00544)	0.00187 (0.00541)
_cons	-0.590 (2.302)	0.430 (0.323)	-0.646* (0.329)	0.227 (0.321)
N	383	392	392	392
R ²	0.282	0.307	0.367	0.361

Standard errors in parentheses

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Tabla 2.20 IPW – Pérdida de Cosecha - Rendimiento

	Tratamiento asistencia técnica		Tratamiento municipios	
	Vecino más cercano	Kernel Epanechnikov	Vecino más cercano	Kernel Epanechnikov
Tratamiento	0.0193 (0.496)	0.452 (0.346)	0.0303 (0.434)	0.483 (0.346)
EducaciónJefe	-0.0609 (0.0717)	0.0213 (0.0498)	-0.0399 (0.0775)	0.0240 (0.0585)
Menores	0.132 (0.277)	0.0866 (0.181)	-0.0686 (0.245)	-0.198 (0.176)
Jóvenes	0.222 (0.354)	0.0528 (0.202)	0.253 (0.204)	0.184 (0.166)
TerceraEdad	0.276 (0.341)	-0.00413 (0.238)	0.0388 (0.291)	0.0858 (0.234)
EdadJefe	0.0108 (0.0226)	0.0176 (0.0198)	0.00485 (0.0311)	0.000928 (0.0252)
GéneroJefe	2.225 (1.709)	0.903 (0.904)	0.0317 (1.084)	0.702 (0.713)
ActivoFamiliar	0.196 (0.274)	-0.0576 (0.135)	0.101 (0.154)	0.0527 (0.135)
ActivoProductivo	-0.101 (0.214)	-0.0249 (0.126)	0.0943 (0.149)	0.170 (0.118)
OtrosIngresos	0.430 (0.838)	0.167 (0.547)	-2.323*** (0.796)	-1.724*** (0.512)
SinAlimentos	-1.008 (0.823)	-0.707 (0.462)	-0.336 (0.758)	-0.436 (0.478)
ÁreaPInca	0.0769 (0.0496)	0.0713** (0.0314)	-0.0510 (0.0883)	-0.0146 (0.0391)
AñosExperiencia	0.0214 (0.0257)	0.0218 (0.0181)	0.0204 (0.0235)	0.0264 (0.0203)
Asocio	-1.459 (1.251)	-1.123 (0.750)	0 (.)	0 (.)
SemillaMetro	0.0124 (0.0576)	0.0147 (0.0361)	0.107 (0.0851)	0.0250 (0.0515)
DistanciaSurcos	0.0108 (0.0111)	-0.000661 (0.00776)	0.0129 (0.0178)	0.0120 (0.00933)
TipoRiego	0.0151** (0.00728)	0.00642 (0.00552)	0.00503 (0.00912)	0.00893 (0.00605)
AguaRiego	-0.0345 (0.0237)	-0.0142 (0.0120)	0.00468 (0.0184)	-0.0154** (0.00776)
ActividadJefe	0.304 (0.299)	-0.00489 (0.0333)	0.103 (0.189)	-0.00173 (0.0317)
OtrosCultivos	-0.614 (0.798)	0.0403 (0.459)	0.246 (0.552)	0.408 (0.431)
ModoCosecha	0.702 (0.611)	0.270 (0.326)	0.400 (0.420)	0.273 (0.337)
ModoSiembra	1.489 (1.238)	1.572** (0.612)	1.003 (0.731)	1.142** (0.550)
Maquinaria	-0.0531 (0.342)	0.0865 (0.265)	0.741** (0.345)	0.728*** (0.268)
ManoObra	0.455 (0.368)	0.0611 (0.229)	0.0832 (0.331)	-0.0531 (0.227)
DesplazamientoForzoso	-0.840 (1.277)	0.452 (0.875)	2.502 (2.286)	1.194 (1.699)
AguaPotable	-0.986 (0.626)	-0.788** (0.367)	0.319 (0.572)	-0.104 (0.414)
Electricidad	-1.019 (1.308)	-0.0579 (0.934)	0.668 (1.871)	-0.745 (0.760)
Internet	0.387 (0.623)	0.176 (0.492)	0.524 (0.605)	0.171 (0.519)
MigrarCiudad	-0.394 (0.725)	0.422 (0.438)	0.865 (0.785)	0.659 (0.576)
ÁreaPropia	-0.0689 (0.0448)	-0.0770*** (0.0282)	0.0454 (0.0837)	0.00158 (0.0363)
ÁreaAlquilada	-0.0458 (0.0458)	-0.0267 (0.0272)	0.0797 (0.0833)	0.0166 (0.0260)
PérdidaCosecha	-2.034*** (0.658)	-2.273*** (0.404)	-1.124** (0.526)	-0.826** (0.383)
_cons	0.337 (3.181)	0.680 (2.132)	-5.145 (3.766)	-2.300 (2.271)
N	106	385	126	354
R ²	0.522	0.389	0.327	0.269

Standard errors in parentheses

* p < 0,10, ** p < 0,05, *** p < 0,01

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

3. Evaluación de Impacto Ex-Post: Componente Cualitativo

3.1. Descripción general del convenio

A grosso modo, el convenio consistió en el desarrollo de conocimientos agroclimáticos y de agricultura específica por sitio para mejorar la productividad de ciertos cultivos a través de los servicios de extensión agropecuaria de los gremios de productores. En concreto, el convenio contó con tres propósitos. Primero, la implementación de sistemas de agricultura digital y servicios climáticos para mejorar los servicios de extensión agropecuaria. Segundo, el desarrollo, validación y escalamiento de tecnologías con el fin de aumentar la resiliencia y un desarrollo agropecuario bajo en carbono. Tercero, fortalecer las capacidades de productores, técnicos e instituciones para la adopción e implementación de la tecnología. Esto con el fin de proponer nuevos modelos de negocio a partir de la adopción masiva de tecnologías bajo consideraciones ambientales, sociales y de género. En últimas, el propósito final del proyecto fue que tras la incorporación de los conocimientos aportados por el convenio, los productores aumentarán el rendimiento de sus cultivos y mejorarán sus ingresos, aumentarán su resiliencia e incorporarán prácticas agropecuarias bajas en carbono.

Más allá de las particularidades de cada uno de los componentes de la intervención, la operación del convenio se dividió en dos momentos subsecuentes. El primero componente consistió en las interacciones entre CIAT y los gremios. Estas interacciones tuvieron como fin la generación de información asociada a las condiciones agroclimáticas, a la identificación de las características de los suelos y la selección de variedades de semillas con mayor capacidad de adaptación a las particularidades geográficas de las regiones de incidencia.

Adicionalmente, el propósito de la articulación entre la Alianza Bioversity-CIAT y los gremios se enfocó en que estos últimos incorporaran las técnicas y tecnologías desarrolladas por esta interacción en sus quehaceres de manera continua y sostenible. Una parte fundamental de la interacción Alianza-Gremios fue el diseño y desarrollo de plataformas para la sistematización de la información por parte de los gremios. Por último, si bien en este cuerpo de interacciones y actividades participaron otros actores como el MADR o el IDEAM, son principalmente los gremios y CIAT quienes protagonizaron esta etapa del programa.

El segundo momento de la intervención se materializó a través de la interacción entre los gremios y los productores. Esta parte de la intervención consistió en las actividades realizadas por los gremios para la transmisión de los conocimientos y mecanismos generados en el primer momento del convenio por parte de los productores. El propósito final de este cuerpo de interacciones, y de la intervención como tal, procuró que los productores objeto del programa, haciendo uso de la información referente a los dos componentes –agroclimática y agricultura por sitio–, transformaran algunas de sus prácticas productivas y aumentaran su productividad.

Con esto en mente, el componente cualitativo se organiza en función de cada uno de estos momentos de la intervención. La sección correspondiente a las interacciones Alianza-Gremios buscará reflejar las experiencias de las entidades en cuanto a la articulación institucional, el desarrollo conjunto de conocimiento y el uso de nuevas herramientas técnicas y tecnologías por parte de los gremios y la incorporación y continuidad de la aplicación de estos conocimientos tras el cierre del convenio. Por su parte, la sección correspondiente a las interacciones Gremios-Productores analiza las estrategias y mecanismos que utilizaron los gremios para transmitir la información y conocimientos a los productores. Adicionalmente, esta sección se focaliza en el grado de difusión y alcance de estos conocimientos entre los productores.

Con el fin de identificar los efectos diferenciados de cada uno de estos momentos de la intervención, la forma en que los actores se articulan y la adopción de conocimientos y técnicas por parte de los gremios y de los productores, el análisis cualitativo cuenta con una sección para cada uno de los momentos del convenio. Por último, también se incluye una sección en donde se señala una serie de recomendaciones que surgieron tras el análisis de la información. Estas recomendaciones se concentran en la forma en que los participantes del trabajo de campo consideran que la intervención puede mejorar en su diseño, ejecución e impacto que podrán mejorar el impacto del convenio.

En este orden de ideas, con el propósito de identificar los múltiples elementos que componen cada una de las etapas o momentos de la intervención, la forma en que se articulan los actores y el grado de adopción de las nuevas técnicas y tecnologías por parte de los gremios y los productores, el análisis cualitativo realizó un total de 18 entrevistas distribuidas de la siguiente manera: FEDEARROZ, 3 entrevistas, FENALCE 5 entrevistas, CIAT, 4 entrevistas, MADR 2 entrevistas y productores 4 entrevistas. Además de las entrevistas, una de las reuniones entre el equipo de INSUCO y una representante de FENALCE se transcribió y entró a hacer parte de la información cualitativa. El proceso de análisis de la información consistió en la transcripción de las entrevistas y su codificación haciendo uso de Atlas. Ti, software para el análisis cualitativo.

3.2. Interacción CIAT-Gremios

La interacción CIAT-Gremios se basa en las distintas actividades y encuentros que tuvieron las dos entidades para la generación de conocimiento y para el desarrollo de plataformas de sistematización de la información de los dos componentes de la intervención. Vale la pena mencionar que en este momento del convenio también participaron otros actores del nivel nacional como el MADR y el IDEAM (ver sección Experimentación y generación de conocimiento). Adicional a la generación de conocimiento, uno de los propósitos fundamentales de la interacción CIAT-Gremios fue la adopción de las herramientas técnicas y tecnológicas para la sistematización de la información por parte de los gremios. La intención de la incorporación de estos mecanismos y prácticas en el quehacer de los gremios, tiene como objetivo instalar en las agremiaciones las capacidades para tomar decisiones informadas sobre las condiciones climáticas regionales, sobre las nuevas variedades de semillas y sobre las características de los suelos.

Con esto en mente, la sección correspondiente a la Interacción CIAT-Gremios se divide en dos. Por un lado, en el apartado de *Experimentación y generación de conocimiento* se analizan las estrategias que el convenio, por medio de una articulación institucional fluida, puso en marcha para producir la información agroclimática y de agricultura por sitio. Por otro lado, la sección *Desarrollo y adopción de plataformas por parte de los gremios* se enfoca en entender el proceso de desarrollo y apropiación de las plataformas por parte de los gremios. A su vez, entender este proceso implica identificar las diferencias que se presentaron entre los gremios y los obstáculos a los que se enfrentaron todas las entidades.

3.2.1. Experimentación y generación de conocimiento

La generación de conocimiento en el marco del convenio se llevó a cabo en dos espacios diferentes. Por un lado, los ejercicios de investigación tuvieron lugar en terrenos y centros de experimentación de cada uno de los gremios. Por el otro, el ejercicio científico se llevó a cabo en parcelas o terrenos de productores vinculados al gremio. Aunque las particularidades de cada uno de estos lugares de experimentación no presentan diferencias en los resultados como tal, sí hay efectos diferenciados en lo referente a la transferencia del conocimiento a los productores. Si bien estas diferencias se verán en detalle en la sección correspondiente a la Interacción Gremios-Productores, por el momento vale la pena mencionar que cuando el quehacer científico tiene lugar en fincas de particulares hay un efecto bola de nieve en la divulgación de la información entre productores.

“Eso se hace en los centros experimentales de FEDEARROZ o de FENALCE, o se hace en las fincas de productores. Eso también ayuda mucho a reducir costos y a ser más eficientes” (MADR).

En lo referente a la generación y transferencia de conocimiento como tal, el proceso consiste en una articulación constante entre CIAT y los gremios con el fin de compartir y analizar la información que surgía de la experimentación en campo. Tras las pruebas de campo, el gremio tenía la responsabilidad de compartir sus hallazgos con CIAT, para que el personal científico del centro de investigación hiciera el análisis y entregaran los resultados a los gremios.

“Al principio del proyecto se envió mucha información de parte de FEDEARROZ a CIAT, y ellos hicieron algunos análisis, desarrollaron unos algoritmos y un proceso de depuración de datos, en función de las bases de datos que habíamos pasado. Pero los talleres eran: “traigan sus datos y los analizamos”. Entonces uno llevaba datos de campo que nosotros teníamos en la zona y básicamente allá se hacían los análisis, y era bastante interesante desde el punto de vista que no trabajábamos con datos de prueba, sino con los datos de uno, datos reales (FEDEARROZ).

Con la información aportada por los gremios, posteriormente analizada y sistematizada por CIAT, se buscaba realizar simulaciones en donde todos los aspectos que se debían tener en cuenta - desde la variedad de semillas hasta la variabilidad climática - fueran tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones frente al cultivo del producto.

“Entonces, con esa información de esos escenarios climáticos es que uno puede simular. Inicialmente teníamos pocas estaciones meteorológicas, a raíz de eso se dio la importancia, y hoy en día FEDEARROZ tiene su sede de estaciones meteorológicas en las diferentes partes de Colombia, precisamente porque es una herramienta fundamental para seguir alimentando la información que tenemos y poder predecir el comportamiento a futuro de estos nuevos materiales” (FEDEARROZ).

Tal y como se plantea en la cita anterior, el desarrollo científico que se realizó entre los gremios y CIAT buscaba que los gremios tuvieran a su disposición e incorporaran el conocimiento y las herramientas tecnológicas necesarias para definir qué variedad de semillas, bajo qué condiciones climáticas y en qué épocas de año se aumenta la productividad, se aumenta la resiliencia y se aporta a la sostenibilidad de las prácticas agrícolas.

“(...) nosotros por nuestra experiencia la sembrábamos en los diferentes ambientes, manejábamos con buenas prácticas y definíamos cuales eran los mejores materiales y cuál era su comportamiento a los elementos de clima más importante. Por ejemplo, se determinaban cuales materiales eran tolerables a sequía, cuales eran tolerantes a enfermedades, cuales eran tolerantes a altas temperaturas, a encharcamientos y eso nos permitía ubicar aquellos para recomendarlos según los pronósticos de clima” (FENALCE).

Por su parte, la generación y posterior adopción y réplica de los conocimientos generados en el marco del convenio varía según la capacidad de los gremios. El trabajo de campo evidenció que las estrategias propias de cada uno de los gremios sobre sus cultivos y la riqueza de esta información determinó la manera en que se desarrolló la interacción CIAT-Gremios. A modo de ejemplo, uno de los funcionarios de CIAT plantea que FEDEARROZ, previo al convenio ya contaba con bases de datos con respecto a la variedad climática de sus zonas de influencia, los rendimientos de los cultivos según el tipo de semilla y otros aspectos que el convenio entró a fortalecer. Por el contrario, asegura el funcionario, con FENALCE fue necesario formar al gremio en lo referente a la recolección y análisis de la información. No obstante, la inexperiencia de FENALCE en este tipo de prácticas se reconoció desde CIAT como un elemento que ayudó a generar fluidez en la interacción entre las entidades, pues el gremio estaba ampliamente receptivo a los aportes realizados por el centro de investigación. Esto no implica que con FEDEARROZ la experiencia hubiera sido negativa, sino que en tanto este gremio ya contaba con ciertos conocimientos y técnicas, que tienen inercia en la institución, los espacios para aportar por parte de CIAT en ocasiones se veían reducidos.

“FEDEARROZ ya tenía mucha información acerca del rendimiento de los cultivos por sitio, cuáles eran las fechas de siembra, las fechas de cosecha. Con FENALCE tuvimos que construir eso, entonces fue un trabajo más desde el principio mismo de cómo coleccionar la información, cómo analizarla, ellos estaban apenas tratando de montar su sistema de transferencia de tecnología, entonces nos escuchaban y les decíamos: “bueno, esto ha funcionado en estos contextos, puede ser que a ustedes también les funcione”. Con ellos ha sido diferente, no es que hayan sido más receptivos, sino que ha habido más oportunidades para poder sugerirles que es lo que nosotros creemos que puede funcionar” (CIAT)

En aras de ilustrar las diferencias en las capacidades de los gremios, desde FEDEARROZ se plantea que, tras el Fenómeno de la Niña, la entidad reconoció la importancia de entender las particularidades geográficas y climáticas de sus zonas de incidencia con el fin de mitigar los impactos productivos de la variabilidad climática. Adicionalmente, se reconoce que el convenio con CIAT permitió ampliar las bases de datos, mejorar la calidad de la información y realizar análisis más acertados frente las variedades de semillas y la variabilidad climática.

“Desde que tuvimos los problemas de productividad en el año 2010 con este fuerte fenómeno de la niña que se presentó y después de varios análisis, determinamos que el clima había sido un factor determinante, más que otros factores que pudieron estar relacionados, decidimos abordar esa línea de investigación en detalle. Empezamos por poner una serie de estaciones meteorológicas, empezar a hacer unos exámenes preliminares de cómo el clima afectaba el cultivo, pero entonces se dio la opción de ese proyecto. Entonces con CIAT, elaboramos un proyecto que tenía diferentes componentes, cuyo objetivo general era mejorar la capacidad del sector, mejorar su resiliencia, su capacidad adaptativa a esas condiciones de cambio y variabilidad climática que nos estaban afectando” (FEDEARROZ).

“Inicialmente teníamos pocas estaciones meteorológicas, a raíz de eso se dio la importancia, y hoy en día FEDEARROZ tiene su sede de estaciones meteorológicas en las diferentes partes de Colombia, precisamente porque es una herramienta fundamental para seguir alimentando la información que tenemos y poder predecir el comportamiento a futuro de estos nuevos materiales” (FEDEARROZ).

Teniendo en cuenta las diferencias en la capacidad de los gremios con los que se trabajó, es necesario mencionar que el alcance y dimensión de los efectos de la intervención también varían. Esto implica que, si bien el convenio contó con objetivos específicos en lo referente a la generación de conocimiento para su posterior adopción por parte de los gremios, el alcance varía según las capacidades de las organizaciones de productores. El impacto del convenio en los gremios no se puede medir exclusivamente por el tipo de actividades asociadas a la intervención que los gremios están poniendo en marcha en la actualidad, es también necesario identificar el punto de partida.

Este hecho se hace evidente en tanto FEDEARROZ, más allá de incorporar nuevas tecnologías y herramientas en su quehacer, amplió su alcance y afinó sus ya existentes estrategias de generación de conocimiento. Por su parte, para FENALCE la intervención representó un cambio determinante, pues con el convenio se buscó la incorporación de una serie de mecanismos y prácticas que transformaron sus labores. Por tanto, también mejoró la capacidad del gremio para asesorar a los productores. Con esto no se pretende aseverar que los efectos en alguno de los gremios son más determinantes y transformadores que en el otro. Por el contrario, se busca hacer énfasis en la heterogeneidad de los efectos del convenio según el tipo de gremio y su capacidad.

Con esto en mente, resta decir que es fundamental que este tipo de intervenciones cuenten con un diseño relativamente flexible y que se logró adaptar a las necesidades de cada uno de los gremios. Tal y como se explicitará en la sección de Recomendaciones, previo a iniciar las labores propias de una intervención de esta naturaleza, es necesario contar con un diagnóstico puntal sobre las necesidades de los gremios sobre el cual definir el propósito y alcance de la intervención.

3.2.2. Desarrollo y adopción de plataformas por parte de los gremios

Aunque el primer momento de la intervención del convenio tenía como principales protagonistas a los gremios y a CIAT, en la operación del programa también participaron otras instituciones del nivel nacional que fueron claves para el desarrollo de la información del componente agroclimático. De manera particular, el IDEAM y el MADR tuvieron roles determinantes en el desarrollo de la información de este componente del convenio.

Como primera medida, el rol que tuvo el IDEAM en el desarrollo de la intervención consistió en la provisión de información, bases de datos y series de tiempo climáticas para que el convenio realizara los pronósticos agroclimáticos específicos por sitio. Si bien el IDEAM no realiza pronósticos climáticos enfocados en la producción agrícola, los funcionarios de CIAT con los que se realizó el trabajo de campo destacan que la información que el IDEAM les compartió fue el punto de partida para el desarrollo del componente agroclimático del convenio.

“El IDEAM no hacía pronósticos para la agricultura, lo que hizo el CIAT fue hacer unos pronósticos agroclimáticos, la contextualización a la agricultura. Los pronósticos desde el IDEAM no se veían así, no creo que sea mandato del IDEAM la agricultura. Mi equipo lo que hacía era utilizar, a veces los pronósticos, o a veces no, simplemente utilizaba la información histórica del IDEAM (...) Entonces íbamos al IDEAM, tomábamos la información y esas series de tiempo se las pegábamos nosotros, entonces podíamos decir: “en este sitio se sembró esta variedad de este momento a este otro momento y el clima bajo el que estuvo esa variedad, fue este”, y ahí empezábamos a utilizar estos modelos de minerías de datos, para mirar que tanto influía el clima en la variación de rendimiento” (CIAT).

Si bien se reconoce que la articulación entre el IDEAM y el convenio por lo general fue fluida y permitió el desarrollo de las técnicas y tecnologías para el pronóstico agroclimático, en ocasiones se presentaron contradicciones entre la información proporcionada por el IDEAM y aquella desarrollada en el marco del convenio. Tal y como se plantea desde FENALCE, la información desarrollada por el convenio probó ser más precisa que la del IDEAM, hecho que despertó el interés de la institución por las herramientas y metodologías de pronóstico. Con este hecho se refleja la importancia de una articulación institucional fuerte y fluida, y permite dimensionar la potencialidad de los esfuerzos del convenio no sólo en los gremios y productores, sino también en otras instituciones del país.

“Exacto, tiene más resolución y llega al punto en que nosotros logramos obtener buenos resultados, y de ahí el IDEAM se interesa en entender, conocer, y manejar esta herramienta para empezar a tratar de implementarla en sus diferentes modelos y salidas. El IDEAM cuenta con otras herramientas para el desarrollo de esta generación de información, ellos utilizan modelos conceptuales, modelos dinámicos, y en este caso modelos estadísticos que sus bases son en el CHIRPS, (...) El tema empieza a salir a la luz porque las diferentes predicciones climáticas que se estaban emitiendo desde el IDEAM, en algunas ocasiones podríamos decir que iban en contravía a lo que nosotros estábamos indicando y presentando, entonces empieza un rifirrafe de la información, pero la única forma de saber quién está bien o mal es al final del mes. Y en ese tema de errores y aciertos, empezábamos a observar que el ejercicio que nosotros desarrollamos cuenta con un mayor grado de sensibilidad permitiendo ver esas áreas y zonas donde se puede esperar mayor o menor cantidad de lluvia, y la probabilidad frente a esas predicciones. Entonces cuando se tiene una menor incertidumbre frente a la información, las decisiones agronómicas terminan siendo mucho más acertadas en los diferentes aspectos que se estén manejando en ese tema” (FENALCE).

Este tipo de estrategias para la generación de conocimientos es lo que CIAT, en su artículo *Diseño de intervenciones de gestión de conocimiento en la investigación agrícola para el desarrollo: Metodología, experiencias y lecciones aprendidas*, llama aprender haciendo. Esta aproximación metodológica, de cierta forma desarrollada en la Interacción CIAT-Gremios, consiste en “conferir importancia al conocimiento tácito y experimental, y dando a todos los actores involucrados mayor acceso a la co-creación de contenidos” (Staiger-Rivas et al., 2014, 36). Aunque es necesario mencionar que los aportes que realizaron los gremios en la generación de conocimiento no se limitaron a lo que CIAT llama conocimiento tácito y experimental, pues se estaría desconociendo los aportes científicos de las agremiaciones, particularmente de FEDEARROZ, vale la pena resaltar el esfuerzo del convenio en la generación de contenido de manera conjunta y articulada.

En lo referente al rol de MADR en el convenio, son dos elementos fundamentales que definieron su participación. Como primera medida, y de manera general a toda la intervención, el MADR se encargó de la financiación de la intervención. Segundo, y de mayor relevancia para el análisis, fue su participación en -y coordinación de- las mesas agroclimáticas. El propósito de estos espacios de encuentro entre los distintos actores es compartir la información relevante que produce cada una de las entidades. La importancia de estas mesas reside en que, tras la retroalimentación de todos los actores, cada uno de ellos cuenta con más y mejores herramientas teóricas y técnicas para desempeñar sus funciones.

“En las mesas agroclimáticas participan los gremios de la producción y es en doble vía. Los gremios aportan información para que todo el mundo conozca cuales son las alternativas de toma de decisión que tienen y reciben la información que suministra a través de las mesa (...) Sí, en las mesas agroclimáticas es donde uno se puede dar cuenta si ellos han tenido en cuenta todas esas herramientas que se han dado, y sí, FENALCE, es uno de los gremios que más aporta en las mesas agroclimáticas, con conocimientos técnicos basados en las plataformas, y CENICAFE también maneja sus plataformas perfectamente, sabiendo que hace mucho tiempo el ministerio de agricultura y el CIAT fueron los que contribuyeron a que se establecieran estas plataformas” (MADR).

Tal y como se menciona en la cita anterior, de la interacción entre los distintos actores surgen unas plataformas con las que cuentan los gremios y que tienen dos objetivos principalmente. Por un lado, reunir toda la información relevante de cada uno de los dos componentes que el convenio desarrolla en el marco de la intervención. Esta información se nutre con las experiencias aprendidas por los gremios y por CIAT en lo referente a la agricultura específica por sitio y a los pronósticos agroclimáticos. Por otro lado, el segundo objetivo de estas plataformas es hacer de ellas uno de los mecanismos de transferencia de tecnología a los productores; propósito que no siempre se ha logrado cumplir (ver Interacción Gremios-Productores).

“Lo de SIRIA, [Sistema de Recolección de Información Agrícola] iba a permitir un proceso de almacenamiento de información y al mismo tiempo se aspiraba a que esa misma plataforma sirviera como una herramienta de transferencia de tecnología” (FENALCE).

El desarrollo, magnitud y alcance de estas plataformas por parte de la interacción CIAT-Gremios depende de la capacidad de los gremios objeto del presente estudio. Para el caso de FENALCE, el convenio fue la oportunidad que encontró el gremio para desarrollar una plataforma de esta naturaleza, sistematizar la información agroclimática y aquella referente a la agricultura por sitio.

“De esta manera se desarrollaron algunas capacitaciones, especialmente en el CIAT (...) en donde lo primero es generar esa capacidad al interior del gremio, y con base en eso, se desarrolló una herramienta donde lo que genera son predicciones climáticas, a partir de modelación estadística, el comportamiento más probable en temperaturas y precipitación, y con base en esa información, algunos ingenieros de CIAT implementaron la modelación agronómica en tema específico de maíz” (FENALCE).

Por el contrario, para FEDEARROZ el desarrollo y fortalecimiento de este tipo de herramientas tecnológicas no dependió de los recursos del convenio, pues el gremio cuenta con experiencias previas y con otras fuentes de financiación que le ha permitido robustecer las plataformas ya existentes y darles un mayor alcance. Tal y como se establece desde FEDEARROZ, junto con los esfuerzos realizados por el gremio, son varias las iniciativas internacionales y nacionales que han permitido el desarrollo y fortalecimiento de las estrategias de sistematización de la información agroclimática y de agricultura por sitio.

“FEDEARROZ tiene sus recursos del fondo nacional del arroz, y digamos que presentan sus proyectos, los enfocan y eso, pero digamos que tanto FEDEARROZ como CIAT, se han mantenido en la búsqueda de nuevos recursos, entonces qué pasa, en el tema de la simulación agroclimática, y la modelación de cultivos, se consiguieron nuevos recursos de USAID, y lo que se hizo fue construir una plataforma para que ahí se pusiera ese conocimiento, se sistematizara y quedara como una herramienta de consulta. Entonces ya por ejemplo alguien a través de la página de FEDEARROZ puede acceder a lo que llamamos el servicio agroclimático, y ahí están las opciones para llegar a su localidad a que le muestre el pronóstico del clima, y cuál es la simulación de rendimiento y la recomendación de época de siembra” (FEDEARROZ)

Aunque la transmisión de la información de las plataformas hacia los productores no siempre ha llegado a feliz término, los dos gremios han logrado incorporar y darle continuidad a la sistematización de la información agroclimática y de agricultura por sitio. Esto implica que, si bien el propósito de las plataformas no ha sido alcanzado en su totalidad, uno de los efectos más importantes del convenio es que los gremios hoy en día cuentan con las herramientas, el conocimiento y la capacidad de nutrir sus bases de datos con el fin de entender las particularidades de los cultivos propias de cada una de las regiones de incidencia.

“El objetivo de ese componente de agricultura específica era que FENALCE quedara con una plataforma, hoy en día, esa plataforma se llama SIRIA, para que, una vez terminado el convenio, yo pudiera seguir haciendo análisis de esa información” (FENALCE).

Como es de esperarse, la incorporación de las técnicas y tecnologías asociadas al desarrollo y contenido de las plataformas varía según la capacidad de los gremios, de su posibilidad de poner personal a disposición de la plataforma y de la permanencia de dicho personal en la institución. Para el caso de FEDEARROZ, tras identificar la importancia y potencial de la herramienta, la entidad conformó un equipo específico dedicado al manejo y alimentación de la plataforma.

“(…) y era un poco el pensamiento inicial que había en el proyecto, prácticamente yo era la persona que iba a recibir todo ese conocimiento, cuando yo empecé a ver la situación como era realmente, y la gran cantidad de procesos y procedimientos dije: esto no es trabajo para una persona, es trabajo para un equipo, hay que formar un equipo con ciertas particularidades. Unos van a estar más en lo de clima, otros más en lo de big data, otros más en lo de calibración de cultivos, entonces propuse internamente en FEDEARROZ, que necesitábamos más personas que reciban estas capacitaciones porque la verdad hay que buscar ciertos perfiles en particular, por ejemplo en ese tema de big data, inmediatamente pensé en la persona de FEDEARROZ y afortunadamente no me equivoque, que fue Francisco Hernández, y fue quién asimilo el programa perfectamente, se acopló rapidísimo, sí me quedé con él en el tema de modelación de cultivos, porque si veía que por mi experiencia podía asimilar eso mucho mejor, otras personas fueron a lo de la parte hídrica, los mejoradores en la parte de evaluación de materiales, entonces eso es lo clave (FEDEARROZ).

Adicionalmente, el equipo capacitado en el marco del convenio para el manejo de la plataforma continúa desempeñando estas funciones. En este sentido, la capacidad de FEDEARROZ previa a la intervención del convenio determinó el grado y la dimensión del impacto de la intervención. En pocas palabras, a mayor capacidad del gremio, mayor el impacto de la intervención.

“(…) realmente en el caso de las técnicas de big data, las personas de FEDEARROZ que adquirieron el conocimiento, que incluso lo han transferido y capacitado más personas ya internamente, manejan esas herramientas y las hemos podido seguir utilizando, como les digo, como FEDEARROZ genera información permanentemente, pues permanentemente se han seguido haciendo esos tipos de análisis. Incluso ya tenemos personas que están en la capacidad de seguir programando porque muchas de esas cosas se hacen en “R”, entonces ya son personas que son capaces de seguir trabajando el “R”, y de meterle aún más cosas, no solamente lo que en su momento se recibió de CIAT, sino seguir modificando los scripts, y seguir metiéndole más funciones, de acuerdo a los objetivos particulares que tengamos en otros proyectos” (FEDEARROZ).

Por otra parte, el caso de FENALCE contrasta con el de FEDEARROZ. Este gremio, con menor capacidad institucional, no contó con los medios para formar un equipo que incorporara los conocimientos adquiridos en el marco del convenio y darles continuidad. Si bien la plataforma sigue operando dentro de FENALCE, y es nutrida de manera parcial por su personal, el gremio no ha logrado institucionalizar los conocimientos propios del aplicativo. Esto quiere decir que, aunque la entidad utiliza y nutre con información agroclimática y de agricultura por sitio a la plataforma, no cuenta con el personal para aprovechar todo su potencial y general el impacto deseado en el gremio mismo y en los productores. Tal y como se planteó durante el trabajo de campo, el convenio capacitó a funcionarios de FENALCE, pero el gremio no logró transmitir esa información de manera interna y, tras una fuga de cerebros, actualmente la entidad no cuenta con los conocimientos o el personal requeridos para hacer uso de la plataforma.

“La parte de estadística básica, sí la sabemos hacer, pero hubo dos personas que recibieron una capacitación en análisis neuronal, análisis de datos de redes, pero esta persona se fue para Australia a estudiar, entonces básicamente perdimos todo el tiempo y los conocimientos que él había adquirido” (FENALCE).

“Y en FENALCE se hizo un grupo de personas para no estar yo solo, sino que otras personas pudieran involucrarse, pero desafortunadamente esas personas ya no están en FENALCE, solo quedo yo” (FENALCE).

Como se hace evidente en los impactos diferenciados según gremio, aunque la intervención cumplió con su labor de capacitar al personal de las entidades, la instalación de dichos conocimientos en los gremios depende directamente de la capacidad de estos. La diferencia evidenciada en el grado de incorporación y continuidad en el uso de los conocimientos transferidos radica en la capacidad de los gremios y no exclusivamente en las actividades que realiza en el convenio. Con esto en mente, como parte de las recomendaciones se plantea que el diseño de cualquier intervención de la iniciativa deberá tener en cuenta la heterogeneidad de los gremios y sus capacidades.

3.3. Interacción Gremios-Productores

En la Interacción Gremios-Productores se concentran aquellas actividades que realizaron los gremios y CIAT para la transferencia y adopción de conocimientos por parte de los productores. Estas actividades se pueden agrupar en dos partes. Por un lado, aquellas estrategias y mecanismos que se implementaron para socializar el conocimiento generado en la Interacción CIAT-Gremios en lo referente a los dos componentes de la intervención. Por el otro lado, el segundo cuerpo de información se refiere a las dificultades y retos a los que se enfrentaron el convenio y los productores a la hora de transformar las prácticas productivas e incorporar los conocimientos aportados por la intervención.

3.3.1. Estrategia para la transferencia de conocimientos a los productores

Las estrategias que se llevaron a cabo en el marco del convenio entre CIAT y los gremios para la incorporación de información agroclimática y de agricultura por sitio por parte de los agricultores constaron de una serie de ejercicios de socialización como talleres, capacitaciones y jornadas de instrucción en campo. Tal y como se plantea desde FEDEARROZ, el proceso de socialización y capacitación de los productores contó con varias fases que buscaban abarcar desde la transferencia directa de la información hasta la demostración experimental de los hallazgos.

“Tuvimos varias fases, hicimos una fase de mostrarles el taller para que haya entendimiento de lo que buscaba el proyecto, el objetivo. A un agricultor hay que mostrarle las cosas más con talleres. Posteriormente pasábamos a campo para mostrarles lo que hacíamos en el laboratorio, las mediciones y cada uno de los componentes fisiológicos, entonces nosotros buscábamos una época que nos fuera dando los indicios y ahí uno los citaba para que vieran que pasaba con el comportamiento de esos materiales en esos meses. Ellos fueron participando por grupos de diferentes zonas y se les mostraba el avance de la investigación” (FEDEARROZ).

Con respecto a los ejercicios de socialización y a las capacitaciones, estos ejercicios consistían en compartir con los agricultores la naturaleza del convenio, sus objetivos y sus potenciales efectos en la productividad de sus cultivos. A su vez, las capacitaciones que el convenio realizó a los productores, consistían en sesiones de trabajo en donde los gremios les compartían a sus miembros los distintos hallazgos agroclimáticos y el comportamiento de las semillas por región. Según se evidenció en el trabajo de campo, este tipo de actividades presentaron una serie de limitaciones en las ocasiones en que CIAT realizó estos talleres. Si bien no fue común que el centro de investigación realizara los ejercicios de socialización y capacitación, desde FEDEARROZ se plantea que en los casos en que esto ocurrió, el diseño de los talleres, su estructura y el lenguaje que se utilizó no era el más adecuado para el público con el que se estaba trabajando. Asimismo, se plantea que también se presentaron problemas con el contenido mismo de la información, pues CIAT, debido a que su área de experticia es otra, no tuvo en cuenta las realidades propias de los agricultores.

“Inicialmente estaba muy en la parte técnica, con un par de ensayos asignados y unas labores puntuales, no estaba tan involucrado como en el diseño y la planificación de las actividades de transferencia y cómo se iba a hacer la transmisión de saberes. Realmente no sé cómo fue que sucedió. El caso es que en algunas zonas se hicieron una especie de capacitaciones por parte de CIAT, directamente hacia los productores y hubo una serie de dificultades grandes porque los resultados iniciales que se estaban socializando a los productores, no reflejaban la realidad que los agricultores viven. Entonces estaban un poco desconectados los resultados estadísticos con la realidad del campo. (...) A los que estaban socializando los resultados de CIAT, les faltó aterrizar los resultados a la realidad de cada una de las zonas, estaban trabajando con datos históricos, o sea, tenían un set de datos de datos de 6 -8 años, señales muy fuertes, efectivamente, pero fue 2 o 3 años atrás o de un evento que ya había pasado que ya no representa la actualidad que el agricultor estaba viviendo, algo así como: “los resultados indican que la variedad X, no deberían sembrarla”, entonces alguien se paró y dijo: “eso ya lo sabemos hace 2 años, hace 2 años dejamos de sembrarla”, eran resultados reales, pero que ya no se ajustaban a la realidad que los agricultores estaban viviendo.” (FEDEARROZ).

A pesar de esta situación, cuando los gremios se apropiaron de las actividades de capacitación, la estrategia de socialización cambió y pasó de ser una información extremadamente técnica para los productores a un tipo de información más contextualizada y útil para los agremiados. Tanto en el caso de FEDEARROZ como de FENALCE se plantea que es fundamental que la transferencia de este tipo de conocimientos con los productores cuente con un diseño que responda las características propias del público que recibe la información. Esto implica cierto grado de experiencia, de conocimiento de los contextos locales, y cierto grado de sensibilidad sobre las realidades propias de la actividad agrícola que dista de la misión de CIAT, pero que los gremios sí conocen. A modo de ejemplo, una cita de cada uno de los gremios puede ayudar a ilustrar el argumento.

Por parte de FEDEARROZ, se plantea que:

“Un trabajo más como de traducción de la información o de los resultados que se están obteniendo, al contexto, a la realidad de cada una de las zonas arroceras. Y eso dinamizó mucho el acopio o la percepción, abrió a los agricultores a que pudieran adquirir información y que les hablaran desde su realidad, porque ellos sentían que eran por allá de la NASA, que les estaban hablando de otro planeta, de otra zona que no era la de ellos, y es una de las cosas que aprendimos en el proyecto todos y nos dimos cuenta la importancia que tiene la traducción de resultados, porque se pueden tener resultados muy buenos, pero si no se traducen o no se contextualizan de la manera adecuada, los productores se pierden mucho del impacto que podría llegar a tener esto” (FEDEARROZ).

Por su parte, FENALCE argumenta:

“Que esa información nos permitiera mostrar, agrupar o presentar a los mismos productores cómo era el comportamiento de los grupos de agricultores por departamento, por región o a nivel nacional. Con unas salidas claras, mediante gráficas, que saliera en el display [sic] unos resultados y que la gente pudiera verlos, no mostrar una sábana de datos, sino datos ya transformados y presentados de una manera clara, contundente, visual” (FENALCE).

Teniendo en cuenta que parte de los ejercicios de la experimentación y generación de conocimiento tuvieron lugar en fincas de algunos agremiados (ver sección Experimentación y generación de conocimiento), algunos productores, además de las capacitaciones generales, recibieron asistencia técnica. Al respecto, y si bien la labor de extensionismo agrícola no tuvo lugar de manera generalizada en el marco del convenio, es necesario mencionar la importancia de esta labor dentro del quehacer gremial. Aunque es difícil identificar si el contenido que se incluye en las labores de extensionismo está enfocado exclusivamente en los componentes de la intervención o si es más general, es importante reconocer las labores de los gremios en este frente. Esta estrategia es ampliamente reconocida por CIAT, por los gremios y por los productores como uno de los mecanismos más importantes para transferir conocimientos a los agricultores.

“No sé en qué más porque FEDEARROZ nos apoya hasta con asistente técnico, la única desventaja es que son solo 3 años y ya, nos quitan el asistente técnico. (...) Sí muy rápido, pero FEDARROZ ha sido realmente el apoyo, lo que necesite lo tengo en ellos. (...) Es gratis, se evita uno pagar el asistente técnico” (Productor de arroz).

Más allá de las capacitaciones y el extensionismo, el convenio contempló una serie de mecanismos para la divulgación de la información desarrollada. Particularmente, la información correspondiente al componente agroclimático fue objeto de múltiples estrategias de divulgación como mensajes de WhatsApp, comunicados en redes sociales, mensajes de texto o divulgación por medios de comunicación tradicionales.

“Una de las estrategias fue hacer una comunidad de práctica de comunicadores sociales. Se convocaron a todos los comunicadores de los gremios participantes en este convenio, y se les hizo una especie de capacitaciones, actualizaciones en temas técnicos para que conocieran todos los términos, expresiones y empezara a ayudar a hacer difusiones de estos contenidos. Entonces se formó una comunidad de práctica de comunicadores sociales a través de los gremios, y con ellos se desarrolló una estrategia que se llamó “estrategia de 360 grados de comunicación”, que cubría desde medios tradicionales, redes sociales, medios escritos y virtuales (CIAT).

Además de las capacitaciones y la asistencia técnica, la tercera y tal vez más importante estrategia de transferencia de información hacia los productores es la divulgación de las experiencias entre agricultores. Aunque en la sección correspondiente a la Adopción de conocimientos por parte de los productores, se profundiza en el hecho de que los productores son más propensos a incorporar nuevas prácticas productivas en la medida en que sus conocidos tienen éxito con dichas prácticas, por el momento vale la pena mencionar que el efecto bolo de nieve entre los productores es determinante a la hora de expandir y difundir el conocimiento generado por la interacción CIAT-Gremios. En este sentido, más allá de la relevancia de las estrategias de comunicación de los hallazgos en el convenio, es importante resaltar que el mecanismo con mayor eficiencia en la transferencia y adopción de conocimientos, es la materialización de la información a través de la incorporación de nuevas prácticas agropecuarias en los productores más cercanos a los gremios.

“Por ejemplo, hay un agricultor que es muy cerrado y al principio no me creía nada. Él es un agricultor de mucha plata y yo al lado de él no soy nada, soy pequeña, pero tenía un lote al lado del de él, y yo trataba de hacer las cosas cuando me decían que iba a llover por si las moscas. Entonces él se comenzó a dar cuenta de que cada vez que yo hacía una labor pasaban las lluvias, y yo le decía: abonemos que va a llover. Y él no creía. Comenzaba a abonar haciendo sol y por tarde llovía en la noche, pero él esperaba a que comenzara a llover para abonar y como las lluvias fueron tan cortas este año, a veces abonaba y no llovía, o le caía un rayo de sol, entonces empezó a preguntarme porque siempre pasaba lo mismo, o me decía que yo era muy de buenas y yo le decía que me guiaba por la parte climática. Y como el perdía abonadas ya después me llamaba a preguntar y comenzó a creer más en eso” (Productora de arroz).

Debido a las características de la intervención, la responsabilidad de socializar los resultados de las investigaciones era de los gremios, pues tal y como se plantea desde CIAT, *“el proyecto se enfocó mucho a fortalecer el gremio, y en algunas cosas las llegamos a hablar con los productores, para validar, para probar, pero no era el objetivo final llegar al productor con los gremios”* (CIAT). Esta desconexión de CIAT con los productores dificulta comprender el alcance que ha tenido el convenio de la intervención en los productores. Aunque este tema se tratará en detalle en la sección Adopción de conocimientos por parte de los productores, por el momento vale la pena mencionar que el diseño del convenio no contempló unas estrategias concretas para hacerle seguimiento al nivel de adopción de las técnicas y tecnologías que surgieron en el marco del convenio.

Tal es la falta de seguimiento a la transferencia de conocimiento hacia los productores, que desde uno de los gremios se plantea que sólo aquellos productores que pusieron sus fincas a disposición del convenio para las labores de experimentación, han recibido algún tipo de transmisión de la información.

“Fue muy poco lo que se transfirió a productores, en el caso de huella hídrica, no hubo transferencia de tecnología, serían 1 o 2 productores los que llegaron a tener conocimiento de eso, y era porque se desarrollaba en sus fincas. Entonces eran curiosos y siempre estaban pendientes de lo que se estaba haciendo y de lo que significaba, pero transferencia en ese componente no hubo.” (FENALCE).

De manera similar, la desconexión entre CIAT y los productores se hace evidente en el hecho de que funcionarios del centro de investigación reconocen que no tienen certeza sobre el grado de adopción de la información por parte de los agricultores. Al respecto, se profundizará en la siguiente sección. Por ahora, una aseveración desde CIAT puede servir de ilustración.

“Yo alcancé a ir a Yopal a hablar con los técnicos y agricultores, y escuchar la emoción de ellos ver que algunas variedades bajo el clima que se venía, eran las recomendadas, era súper emocionante y todo, pero vos me preguntas [sic] ahorita cuantos agricultores sembraban esa variedad que ustedes recomendaban con la ciencia que hacen y cuanto incrementó la productividad, ni FEDEARROZ ni nosotros podemos contestarte” (CIAT).

3.3.2. Adopción de conocimiento por parte de los productores

Antes de dar inicio a la sección, es necesario hacer énfasis en el hecho de que el convenio no contempló una estrategia de seguimiento al grado de incorporación de las nuevas prácticas productivas por parte de los agricultores. La atención de CIAT se concentró en la Interacción CIAT-Gremios, pero desconoció que su objetivo final eran los productores. Este hecho implica que, si bien se realizaron esfuerzos por desarrollar y transmitir una serie de conocimientos a los gremios, el centro de investigación no le prestó suficiente atención a la transferencia de la información de los gremios a los productores, y mucho menos al grado de adopción de dichos conocimientos. Aunque en la sección dedicada a las recomendaciones se hará referencia a este hecho, por ahora vale la pena presentar una cita para ilustrar el argumento.

“Entonces: ¿Cuál es el indicador de que esto funcionó?, pues el indicador es que el ministerio está contento, nosotros estamos contentos, el gremio está contento y el gremio dice que los productores están contentos, entonces es el único indicador que tenemos y por eso es tan importante” (CIAT).

La información sobre el grado de adopción de los conocimientos generados en la Interacción Gremios-Productores es bastante limitada, pero hay una serie de aspectos que vale la pena tener en cuenta con el fin de aportarle a elementos para mejorar su acceso a los productores y ampliar su impacto, en el marco del convenio. Con esto en mente, la presente sección se concentrará en dos aspectos fundamentalmente. i.) Perfil de los productores y adopción de los conocimientos. ii.) Productores como replicadores de la información.

3.3.2.1. Perfil de los productores y adopción de los conocimientos

En lo referente al perfil de los productores y la adopción de los conocimientos es necesario diferenciar entre quienes pusieron sus fincas como centros de experimentación en el marco del convenio y el resto de los productores. Como es de esperarse, para el primer grupo los efectos son favorables. Los efectos positivos de la intervención en estos casos responden a una serie de factores como el constante y juicioso acompañamiento por parte de los gremios y de CIAT al proceso productivo. En tanto estas fincas eran los espacios de experimentación, las dos entidades tenían especial interés en que los productores siguieran al pie de la letra las recomendaciones, pues de ello dependían los hallazgos científicos.

“Sí señor, esa parcelita la hicimos pequeñita por lo que la cantidad era poquita, y se le hizo el tratamiento de todo, siembra, fungicidas y de ahí la mirábamos los que estábamos en el programa, especialmente mi hermano y yo, y vimos que era muy buena y la seguimos trabajando, ha sido excelente en todo” (Productor de maíz).

Otro de los aspectos que explica el éxito del convenio en las fincas que hicieron las veces de centros de experimentación, es que los gremios escogieron productores de unos perfiles particulares. Aunque esto no represente un problema, pues se requería de agricultores cercanos a los gremios para realizar el desarrollo científico, es difícil generalizar la experiencia de estos productores y asumir que el resto de la población cuenta con la disposición y los recursos para poner en práctica las recomendaciones del convenio.

“Lo que se ha buscado desde FENALCE es que estos agricultores líderes sean los que estén en mayor contacto con nosotros, que es donde se puedan montar las parcelas demostrativas, donde se hagan las reuniones en las casas de ellos y en las que nosotros hacemos, ellos sean los que pongan los temas que se van a tratar” (FENALCE).

En este sentido, los efectos del convenio para el grupo de productores en general responden a una serie de aspectos relacionados al perfil de los productores, sus capacidades económicas y su nivel educativo. Los productores con quienes se realizó el trabajo de campo contaban con experiencia en el sector, con estudios universitarios y con cierta capacidad económica que les permite invertir en sus terrenos. Sin embargo, desde FEDEARROZ se plantea que los productores con los que trabaja el gremio suelen ser de otros perfiles. Al respecto, describir los contextos socioeconómicos de dos productores con los que se realizó el trabajo de campo, puede ser ilustrativo para evitar cualquier tipo de generalización del perfil de los agricultores agremiados.

“Con el arroz relativamente soy nueva, llevo sembrando 5, 6 años. (...) Yo antes trabajé en FEDEARROZ, hace unos 10 años, y entré a trabajar con un agricultor grande en la parte contable, ahí comencé a meterme en el cuento, primero a aprender la parte contable y como se manejaba eso, porque yo sabía de insumos y eso, pero la parte de arroz no. (...) Entonces me fui a trabajar con ellos y me comenzó a gustar y les dije que quería trabajar en la parte de campo, entonces me pusieron de administradora en la parte de campo, comencé a ver el manejo y me comenzó a gustar, entonces les dije que quería sembrar arroz también y ellos me comenzaron a llevar de a poco. Ya cuando me sentía capaz de sembrar una cantidad sola les dije que quería trabajar sola, y ya me comenzaron a soltar y después me hice socia de un agricultor con el que trabaja y después arranqué sola” (Productora de arroz).

“(...) soy administrador de empresas, bogotano, muy vinculado toda mi vida al Tolima porque mis abuelos maternos y paternos eran muy dedicados a la zona del Tolima y a la zona de Cundinamarca en otros cultivos, pero la fuerte ha sido el arroz. Me dedico a esta actividad hace unos 17 años. (...) Ahí vamos varios que nos metimos este cuento en la cabeza. Yo me certifiqué en todo, tengo 100% del área en piscinas, tocó invertir. En una visita a Brasil, hablando con un brasilero me dijo “hermano, si usted no le invierte al negocio, pues nadie le va a invertir, como todo”. (Productor de arroz).

En este orden de ideas, los gremios reconocen que no todos sus agremiados tienen experiencia profesional en el sector, estudios asociados al manejo agropecuario o administrativo de la producción o recursos para invertir en el desarrollo y mejoramiento de sus prácticas productivas. Esta heterogeneidad en los perfiles de los productores, entre otras cosas, puede ayudar a entender el grado de adopción de los conocimientos generados por el convenio y la importancia de contextualizar los mensajes y las estrategias de comunicación.

“Otro problema en el tema de la extensión, es que en los agricultores hay una enorme variabilidad, sobre todo en el nivel cultural, económico, socioeconómico, no es lo mismo hablarle a un agricultor que es profesional, a un agricultor de media hectárea que en algunos casos no saben leer, o tienen tercero de primaria, el mensaje tiene que ser distinto” (FEDEARROZ).

La diversidad en los perfiles socioeconómicos de los productores representa una serie de retos para las intervenciones del convenio, pues la incorporación de nuevas prácticas y tecnologías no siempre es posible. De manera particular, se pueden presentar ocasiones en que los productores entiendan el contenido de las capacitaciones y la importancia de adoptar las recomendaciones realizadas por los gremios, pero su capacidad económica no se los permite.

“No es solo que tenga la disponibilidad sino también ciertos recursos, por ejemplo, que, si uno le va a recomendar la aplicación de cierto fertilizante, pues tenga con que adquirirlo” (FENALCE).

3.3.2.2. Productores como replicadores de la información

Tal y como se mencionó en la sección de Estrategias para la transferencia de conocimientos a productores, los agremiados son más propensos a cambiar sus prácticas productivas en la medida en que ven los efectos en las fincas de sus pares en lo referente a los rendimientos de los cultivos, la disminución de las pérdidas de la producción y la reducción de los costos de producción. En los dos gremios esta estrategia parece surtir efectos y representar uno de los mecanismos más importantes no sólo para difundir la información, sino para que los productores adopten las prácticas

recomendadas. Tal y como se expresa en el trabajo de campo, el hecho de ver que algunos vecinos, tras incorporar las recomendaciones y la información aportada en el marco del convenio, mejoran el rendimiento de sus cultivos, representa un incentivo suficiente para modificar ciertas aproximaciones a la producción o incorporar nuevas variedades de semillas. En línea con esta idea, desde FENALCE se plantea que más allá de los esfuerzos que pueda realizar la entidad, son los productores quienes mejor cumplen la función de difundir la información y generalizar la adopción de la información desarrollada desde el convenio.

“Él [el productor] es el que va y habla con los intermediarios, convence de que lo comprenden, les muestra a los vecinos que con ese frijol tiene mayor rendimiento. Entonces hemos visto que la difusión de información de agricultor a agricultor, ha tenido un impacto mayor que las instituciones que estamos menos tiempo en contacto con ellos y no lo logramos tan rápido” (FENALCE).

De manera similar, uno de los productores plantea que en tanto su terreno fue puesto a disposición del convenio, recibió múltiples visitas de otros productores que tenían el interés de aprender las nuevas estrategias de producción. Una vez los productores reconocen los beneficios de los conocimientos y técnicas aportados por el convenio, han optado por modificar sus propias prácticas productivas.

“Muchos han ido adoptando esa semilla porque vienen a mirar el programa, y cuando se dan cuenta del rendimiento y lo comparan con el rendimiento del frijol rojo, prefieren quedarse con la semilla que nosotros sembramos porque es mayor el rendimiento. Entonces ya hemos convencido a varias personas” (Productor de maíz y frijol).

No obstante, la importancia de los productores como replicadores de conocimiento, esta estrategia presenta una serie de retos y dificultades. Por un lado, no hay control sobre los detalles de la información que se está transmitiendo y que se está recibiendo. Esto implica que la interacción entre productores sobre la adopción de nuevas prácticas y conocimientos puede venir acompañada de imprecisiones que tengan efectos adversos en los cultivos. En este orden de ideas, desde FEDEARROZ se plantea que, si bien contar con productores como multiplicadores de conocimiento es importante, también es fundamental que los gremios hagan el acompañamiento necesario para aportar la información sobre los detalles y la complejidad de las nuevas prácticas.

“Eso se da mucho, la comunicación entre ellos, como el simple hecho de estar observando lo que hace el vecino, y digamos que eso no está mal, hay algo que me preocupa mucho y es que el agricultor copia la cosa como tal, pero no entiende el fundamento del asunto, si no entiende el fundamento del asunto, en cualquier momento le cambian las circunstancias, y eso que está haciendo, ya no le va a funcionar” (FEDEARROZ).

3.4. Recomendaciones

Considerando los múltiples aspectos señalados a lo largo del análisis cualitativo del convenio CIAT-MARD y sus efectos, hay una serie de elementos que emergen como recomendaciones y que pueden aportar ciertas luces para mejorar la forma en que este tipo de intervenciones se ejecutan y logren un mayor impacto. Las recomendaciones giran en torno a los siguientes temas: i.) Comercialización de nuevas variedades; ii.) Adaptabilidad del diseño frente a la capacidad gremial y al perfil de los productores; iii.) Estrategias de seguimiento y acompañamiento a los productores.

3.4.1. Comercialización de nuevas variedades

Para que el convenio cumpla su último objetivo de mejorar los ingresos y calidad de vida de los productores por medio del aumento de la rentabilidad de la producción y la incorporación de prácticas ambientalmente sostenibles, es necesario que las intervenciones de este tipo contextualicen las recomendaciones que se les da a los agricultores. De manera particular, se presenta el caso de la introducción de una variedad de frijol en la región de Santander, que, si bien demostró sus beneficios aumentando la productividad de los cultivos, tuvo problemas en la comercialización. Tal y como se hizo evidente en el trabajo de campo, la desconexión entre el convenio y los productores también se reflejó en las dificultades para sacar al mercado el producto sugerido por el programa. La ausencia de un análisis de mercado previo a la incorporación de nuevas prácticas agrícolas hizo que los productores tuvieran dificultades a la hora de vender el frijol de la variedad recomendada.

En este sentido, se considera fundamental realizar una serie de estudios de mercado que precedan a la incorporación de nuevas semillas por parte de los productores. Así como en otras situaciones presentadas a lo largo del análisis cualitativo, es necesario ampliar las interacciones entre CIAT, los gremios y los productores. Esto con el fin de que la producción científica de conocimiento cuente con herramientas contextuales que les permitan a los tres actores tomar las mejores decisiones en aras del aumento de los ingresos de los agricultores.

“Es más productivo, sí, pero casi que ni se comercializa. Nosotros hicimos la evaluación en los campos, les llevábamos los resultados, porque nosotros llevábamos a los agricultores al campo para que vieran las parcelas de los cultivos, y se les mostraban los manuales de producción y sanidad de los cultivos, a ellos les gustaba mucho esa parte, pero cuando veían el tamaño del grano, ellos mismos expresaban la dificultad que había para comercializarlo. (...) Mucha gente lo llevaba para cultivarlo en casa para cultivo propio, pero no de forma comercial” (Productor frijol).

3.4.2. Adaptabilidad del diseño frente a la capacidad gremial y al perfil de los productores

Tal y como se mencionó en las secciones de Experimentación y generación de conocimiento, de Desarrollo y adopción de plataformas por parte de los gremios, y de Perfil de los productores y adopción de los conocimientos, es necesario que desde el diseño de la iniciativa LECRA se contemplen las posibles heterogeneidades de los gremios y de los productores. Como primera medida, desde la formulación de la intervención, es fundamental que las capacidades particulares de cada uno de los gremios con los que se esté trabajando sean tenidas en cuenta, pues de esto dependerá la naturaleza de la intervención y sus efectos.

En concreto, las experiencias previas de FEDEARROZ en iniciativas similares, así como la posibilidad de poner a disposición del convenio el personal especializado, contrastan con la fuga de cerebros y la reducida continuidad del convenio en el caso de FENALCE. Por estas razones, se considera que el diseño de la intervención debe ser flexible y contar con cierto nivel de adaptabilidad según las necesidades particulares de los gremios. La única manera de darle un mayor alcance y continuidad a los esfuerzos realizados por el convenio dentro de los gremios es que la intervención LECRA logre identificar las necesidades y cuellos de botella propios de cada una de las organizaciones de productores.

De manera similar, a la hora de comunicar y poner en práctica los conocimientos desarrollados en el contexto de LECRA, así como de otros programas de naturaleza similar, se debería tener en cuenta la diversidad de los perfiles de los productores. Esta recomendación reposa sobre los distintos contextos educativos y socioeconómicos de los agricultores, así como sobre las diferencias en el acceso a tecnologías y herramientas de trabajo. En este sentido, este tipo de intervenciones deben ir más allá de la producción de conocimiento y considerar las posibilidades de acceso por parte de los usuarios finales. En otras palabras, no basta con desarrollar información sobre las condiciones agroclimáticas de las distintas regiones, o con desarrollar nuevas variedades de semillas más resilientes y adaptables al cambio climático. Es necesario establecer los mecanismos para que los productores, en toda su diversidad, logren acceder y hacer uso de estos conocimientos.

“Son barreras un poco amplias que tienen los productores que tienen que ver desde la cobertura, la alfabetización digital, temas culturales a no querer tener acceso o tenerles temor a los temas de los computadores y tecnologías digitales. Por ejemplo, planes costosos o no acceso a teléfonos inteligentes. Eso ha venido cambiando en los últimos años, pero en su momento, 2012-2014, eran barreras muy claras, en este momento pueden decir: “¿cómo así, si todo el mundo tiene acceso a un teléfono inteligente?”, pero no, los productores rurales si tienen, tienen el teléfono flecha de botoncitos, pero todavía no hay mucho acceso, y si lo tienen, tienen acceso al CMS, IBR, o a cualquier otra tecnología, pero no tienen internet en las fincas, entonces hay limitantes que impiden que esto sea masivo” (CIAT).

3.4.3. Estrategias de seguimiento y acompañamiento a los productores

“Esa es nuestra pregunta y por eso creo que ustedes están ahorita ayudándonos a hacer ese estudio, porque realmente no sabemos si esos cambios permearon a ese nivel” (CIAT).

La última de las recomendaciones hace referencia a la importancia de incorporar mejores estrategias de seguimiento a los productores por parte del convenio y para la nueva iniciativa LECRA. Como se ha puesto en evidencia a lo largo del análisis cualitativo, gran parte de los esfuerzos institucionales se concentraron en la Interacción CIAT-Gremios, pero los distintos actores no tienen información sobre los efectos de la intervención en los productores, y desconocen el grado de adopción de los conocimientos por parte de estos.

Aunque tal y como se plantea desde FENALCE, “en ese convenio no hubo trabajo con agricultores, fue una manera de fortalecer las capacidades del gremio, pero no con los agricultores directamente” (FENALCE), se considera de vital importancia ampliar el espectro de seguimiento a los productores. De otra forma, se hace imposible conocer de primera mano las fortalezas y debilidades de la comunicación, la utilidad de los conocimientos producidos y los efectos que los distintos esfuerzos tienen sobre los productores.

En este orden de ideas, independientemente de la relevancia de evaluar el impacto de las intervenciones tal y como lo hace el presente estudio, es necesario que un componente de la intervención se concentre en monitorear y facilitar la



transferencia de conocimiento a los beneficiarios finales y no sólo a los gremios. Los esfuerzos que se realicen en torno al seguimiento aportarán los elementos necesarios para modificar la intervención y adaptarla según se considere conveniente. En concreto, la iniciativa LECRA debe contar con la capacidad de flexibilizarse frente a la diversidad de contextos, frente las diferencias en la capacidad de los gremios y frente las múltiples condiciones socioeconómicas y educativas de los productores.



4 Evaluación de impacto Ex-Ante

En esta sección se presenta la evaluación de impacto económico prospectiva (ex ante), en la que se examinó el posible impacto económico de las iniciativas del programa LECRA en diferentes sistemas productivos agropecuarios en escenarios prospectivos de al menos 20 años. Para este ejercicio se consideraron los siguientes sistemas productivos: ganadería (leche, carne bovina), caña panelera, caña de azúcar, café, banano, maíz, arroz y papa. Adicionalmente, se evaluaron separadamente los impactos de los tres componentes de la iniciativa: 1. Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital, 2. Mejoramiento genético y tecnologías, 3. Uso de Recursos agua y emisiones; dentro de cada cultivo. Finalmente, se contrastaron dos escenarios opuestos: un escenario conservador, en el que se asume una tasa de adopción mínima de las tecnologías del programa, y un escenario optimista en el que se asume una adopción superior. La construcción de estos elementos se describe a continuación como parte de la metodología.

4.1 Metodología

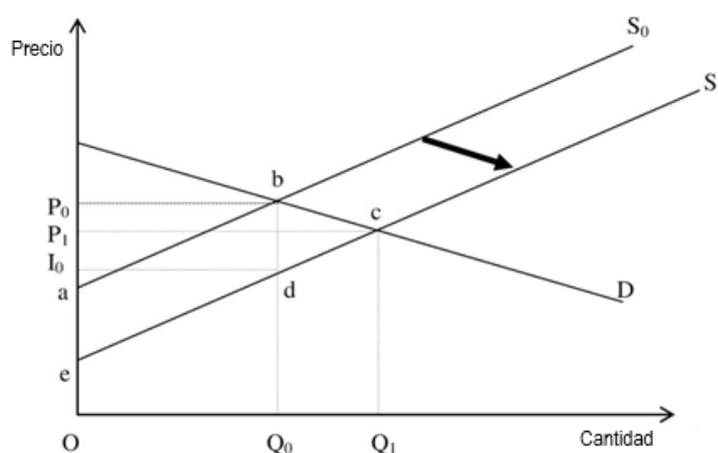
Para la evaluación de impacto ex ante de la iniciativa LECRA usamos el modelo de excedentes económicos en mercados abiertos pequeños o cerrados según el cultivo analizado. El modelo de excedentes económicos está basado en las teorías Marshallianas de excedentes económicos que describen los desplazamientos de las curvas de oferta y demanda a través del tiempo (Alston et al. 1995). Con base en los excedentes calculados se estimó el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), la tasa interna de retorno modificada (TIRM) y la relación beneficio-costos (RBC), asociados a los beneficios en términos de productividad e incremento en los ingresos que se derivarían de la adopción de las innovaciones propuestas por un programa tecnológico o de investigación agropecuaria.

En el contexto de este estudio el VPN corresponde a la suma actualizada al presente de todos los beneficios, costos e inversiones asociadas al programa evaluado en el futuro. La tasa de descuento usada para el cálculo del VPN fue del 10%, considerando lo propuesto por Suárez et al. (2016)¹⁰. A su vez la TIR se define como la tasa de descuento que hace el valor presente de los beneficios del programa se igualen al valor presente de sus costos. Adicionalmente, se estimó la tasa interna de retorno modificada (TIRM), considerando una rentabilidad del 12% y una tasa de interés real del 3.5% (Marín-Salazar, et al. 2019). La RBC es la relación entre el valor presente de los beneficios del programa y el valor presente de los costos del programa.

Los beneficios económicos fueron agregados y estimados a través del desplazamiento de la curva de oferta, usando una simulación de equilibrio parcial. Se entiende, entonces, que el cambio tecnológico debido a la investigación (adopción de tecnología) resulta en alguna de las siguientes condiciones:

- Incremento del rendimiento de la producción.
- Reducción de las pérdidas.

Figura 4.1 Representación del modelo de excedentes económicos para un sistema de economía cerrada (sin comercio internacional).



El equilibrio **original** del mercado (b) se traslada por efecto del cambio tecnológico (c).

La demanda del producto es representada por la recta D, mientras que la oferta antes y después de la introducción tecnológica es representada por S0 y S1.

El equilibrio entre precio (P) y cantidad (Q) inicial es representado por la intersección (P0, Q0) y el posterior por (P1, Q1).

(Alene et al., 2018; Alston et al., 1995).

¹⁰ Suárez, F., A. Duque, M. Pava, S. Estupiñán, S. Calderón, G. Romero, D. A. Ordóñez, A. Álvarez, I. Sánchez-Aragón y C. E. Ludeña. 2016. Impactos económicos del cambio climático en Colombia: Análisis Costo-Beneficio de Medidas de Adaptación. Banco Interamericano de Desarrollo, Monografía No. 261, Washington D.C. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Impactos-economicos-del-cambio-climatico-en-Colombia-Analisis-costo-beneficio-de-medidas-de-adaptacion.pdf>

Así, cuando una nueva tecnología resulta en un incremento del rendimiento productivo, el productor a su vez tendría más producto para ofrecer al mercado y si la demanda tiene pendiente negativa esto resultara en una reducción del precio. La adopción de tecnología reduce el costo-unitario y por lo tanto resulta en el desplazamiento de la curva de oferta hacia abajo (si el efecto es en rendimiento) y hacia la derecha (si el efecto es en costos). Finalmente, en el caso de que un producto del mercado sea perfectamente competitivo, esto llevaría a un incremento en la cantidad intercambiada (de Q_0 a Q_1 , ver figura 4.1). Como resultado de estas interacciones, los consumidores se benefician con la reducción en el precio y los productores podrían beneficiarse vendiendo más producto (Alene et al., 2018; Alston et al., 1995).

Para economías de mercados cerradas las fórmulas para calcular los excedentes económicos son aquellas definidas por Alston et al. (1995):

$$\begin{aligned} (1) \text{ Cambio en el excedente económico: } & \Delta ES = P_0 Q_0 K_t (1 + 0.5 Z_t \eta) \\ (2) \text{ Excedente del consumidor } & \Delta CS = P_0 Q_0 Z_t (1 + 0.5 Z_t \eta) \\ (3) \text{ Excedente del productor } & \Delta PS = K_t P_0 Q_0 (1 + 0.5 Z_t \eta) \end{aligned}$$

En donde K_t es el desplazamiento en la curva de oferta, el cual representa la reducción en el costo de producción por tonelada de producto como una proporción entre el precio del producto y, la adopción tecnológica a través del tiempo (A_t); P_0 es el precio previo a la implementación tecnológica (\$/ton); Q_0 es el nivel producción previo a la implementación tecnológica (ton); η es la elasticidad del precio de la demanda; y Z_t es la reducción relativa en el precio en el tiempo, que se calcula como $Z_t = K_t \varepsilon / (\varepsilon + \eta)$, donde ε es la elasticidad del precio de la oferta.

El parámetro K se define a través de la información asociada a la producción, de tal forma que puede ser derivado como:

$$K_t = \left[\frac{((\Delta Y/Y)/\varepsilon - (\Delta C/C))}{(1 + (\Delta Y/Y))} \right]$$

En donde $(\Delta Y/Y)$ es el promedio del incremento proporcional en el rendimiento por hectárea; $(\Delta C/C)$ es el promedio del cambio en los costos variables por hectárea requeridos para alcanzar el cambio en el rendimiento por hectárea. Este parámetro a su vez interactúa con la tasa de adopción A_t a través del tiempo para determinar el número total de productores que han adoptado la tecnología y la probabilidad de éxito PE_t que hace referencia a si se logrará desarrollar la innovación, es decir si se espera que una nueva variedad que mejore el rendimiento en 10%, cual es la probabilidad de que realmente logre desarrollar esa nueva variedad ($K_t \times A_t \times PE_t$).

Para economías abiertas pequeñas que no influyen en los precios internacionales, como fue el caso específico de los cultivos de café, banano, azúcar y maíz amarillo, se omite el excedente económico de los consumidores, ya que no existe en este tipo particular. Para los demás cultivos se definió una economía pequeña y cerrada acorde a las características de cada rubro agropecuario.

4.2 Parametrización y levantamiento de información

4.2.1 Parámetros económicos de la modelación

Los parámetros del modelo incluyeron:

- Elasticidad precio de la oferta.
- Elasticidad precio de la demanda.
- Precio promedio anual inicial.
- Producción anual inicial.
- Efecto tecnológico sobre el rendimiento o los costos de producción.
- Curva de adopción tecnológica.

La tabla 4.1 presenta los parámetros iniciales de las modelaciones para cada cultivo. Estos parámetros son estáticos representan el estado inicial de la del cultivo y son equivalentes en todos los escenarios simulados. La información en elasticidades de los cultivos fue recopilada de información secundaria. Los valores de precios y cantidades representan el más reciente anuario estadístico reportado por el gremios o entidades oficiales (año 2019). Las fuentes de información consultadas están detalladas en el Apéndice 3. Las cantidades de producción anual fueron convertidas de la presentación original reportada (v. g., litros de leche, sacos de café, cajas de banano, etc.) a toneladas por año (Ton/Año) y los precios fueron expresados en millones de pesos colombianos por tonelada (\$MCOP/Ton).

Tabla 4.1 Parámetros de elasticidades, precios y cantidades anuales para cada cultivo utilizadas en la modelación

Cultivo	Elasticidad de la oferta	Elasticidad de la demanda	Precio inicial (\$MCOPI/Ton)	Cantidad inicial (Ton/Año)
Ganadería bovina de carne	1,40	-0,52	4,844	932.813
Ganadería bovina de leche	0,70	-0,90	0,795	6.870.850
Cultivo de papa	1,00	-0,60	0,833	2.701.062
Cultivo de caña panelera	0,23	-1,03	2,150	1.098.206
Cultivo de arroz	0,94	-0,21	1,076	2.536.911
Cultivo de caña de azúcar	2,83	-	0,088	31.490.498
Cultivo de maíz amarillo	0,51	-	0,800	1.540.681
Cultivo de café	0,30	-	8,385	885.120
Cultivo de banano para exportación	0,46	-	1,113	2.249.851

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Efectos tecnológicos y curvas de adopción

Adicionalmente, para la estimación de los efectos esperados de la tecnología y la construcción de las curvas de adopción tecnológica se realizó una consulta a expertos en transferencia tecnológica de la Alianza Bioversity-CIAT y expertos representantes de los gremios de cada cultivo. Se realizó un total de 26 encuestas (6 en arroz, 2 en caña de azúcar, 4 en banano, 4 en café, 3 en ganadería de carne, 2 en ganadería de leche, 3 en maíz, 2 en panela y 2 en papa), de las cuales fueron recopiladas las observaciones de expertos, y luego ponderadas por cultivo y componente del programa LECRA, para converger en un conjunto de parámetros que fue usado para generación de las simulaciones. Estos parámetros son presentados en la sección de resultados según corresponda. Además, se complementaron los parámetros utilizando los resultados de la evaluación cuantitativa ex-post.

El efecto tecnológico fue establecido en términos porcentuales y definido como efecto sobre rendimiento productivo (o reducción de pérdidas) o costos de producción de la implementación de cada componente del programa LECRA (1. Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital, 2. Mejoramiento genético y tecnologías, 3. Uso de Recursos agua y emisiones) según corresponda.

Finalmente, a los encuestados se les pidió definir dos posibles escenarios de adopción opuestos; un escenario *conservador* de adopción tecnológica (adopción mínima esperada) y un escenario *optimista* o superior de adopción tecnológica (adopción máxima esperada) y subsecuentemente describir la evolución que tendría la adopción del programa; tiempo necesario para diseminar las innovaciones del programa, tiempo esperado para alcanzar el nivel de adopción esperado, tiempo esperado hasta la obsolescencia de la innovación.

4.2.3 Flujos de inversión

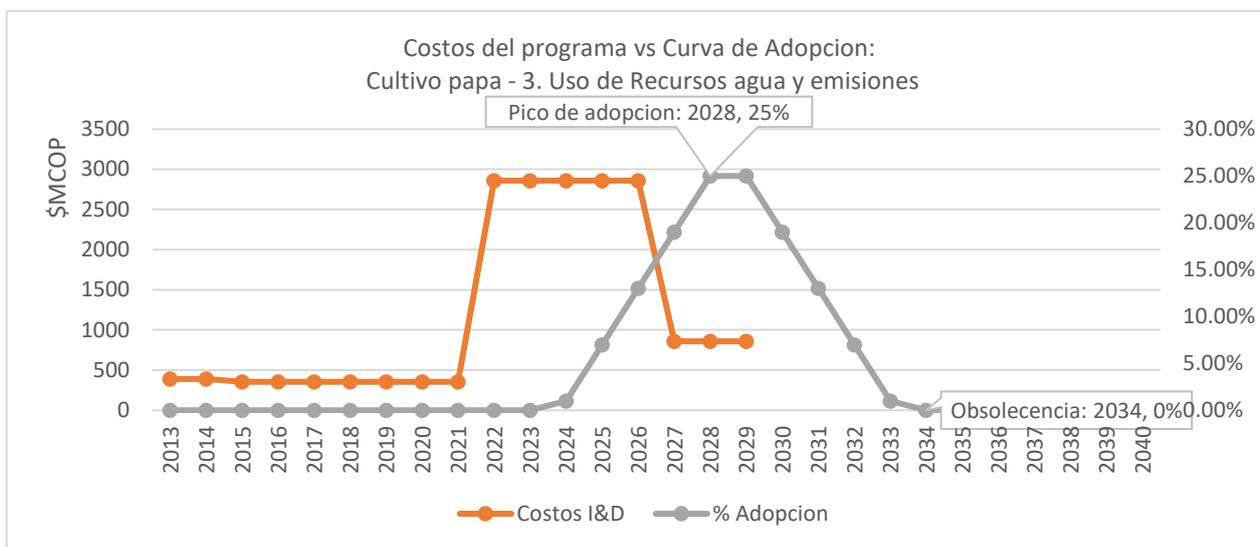
Los flujos de inversión o costos asociados a investigación y desarrollo de las tecnologías fueron considerados en forma de inversión por parte del programa CIAT-LECRA y contrapartidas necesarias del gremio u organización aliada para cada cultivo. Se consideró la inversión realizada durante la fase piloto del programa¹¹ (2013-2019) como parte de los costos asociados al programa dado que estos representan inversión para el desarrollo y evaluación de las metodologías propuestas para la fase de expansión del programa (2020-2025). Cada cultivo y componente LECRA considero su propia línea de tiempo acorde a los parámetros descritos en la sección anterior, de tal manera que los excedentes económicos y costos de inversión varían acorde a esta construcción en cada caso.

Dado que diferentes tecnologías pueden llegar a tener una evolución distinta en el tiempo de adopción y obsolescencia, los flujos fueron ajustados según correspondiera, particularmente considerando el parámetro asociado al tiempo necesario para alcanzar la tasa adopción esperada para la tecnología. Para los casos en los que este periodo fuera superior a los 5 años de ejecución de la expansión propuesta al programa LECRA, se consideraron contrapartidas gremiales (30% de la inversión anual 2020-2025) para los años posteriores hasta alcanzar la tasa de adopción esperada en los escenarios definidos. En la Figura 4.2 se muestra el caso del cultivo de papa en el que la curva de adopción construida para el escenario de adopción mínima (25%) en el componente 3 del programa LECRA es alcanzado 8 años después del comienzo de labores de ejecución, este periodo incluye una fase en el que la tecnología es desarrollada (3

¹¹ Convenio CIAT-MADR (2013-2019), descrito en sección de evaluación Ex Post en secciones anteriores de este documento.

años) y el tiempo en que tarda en ser diseminada hasta alcanzar pico (5 años), seguidos por el periodo hasta alcanzar obsolescencia estimado como un decrecimiento lineal para los 10 años posteriores al pico para este caso particular.

Figura 4.2 Ejemplo de flujos de costos asociados al programa LECRA vs curvas de adopción. Caso cultivo de papa, componente Uso de agua y emisiones, escenario adopción mínima esperada



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

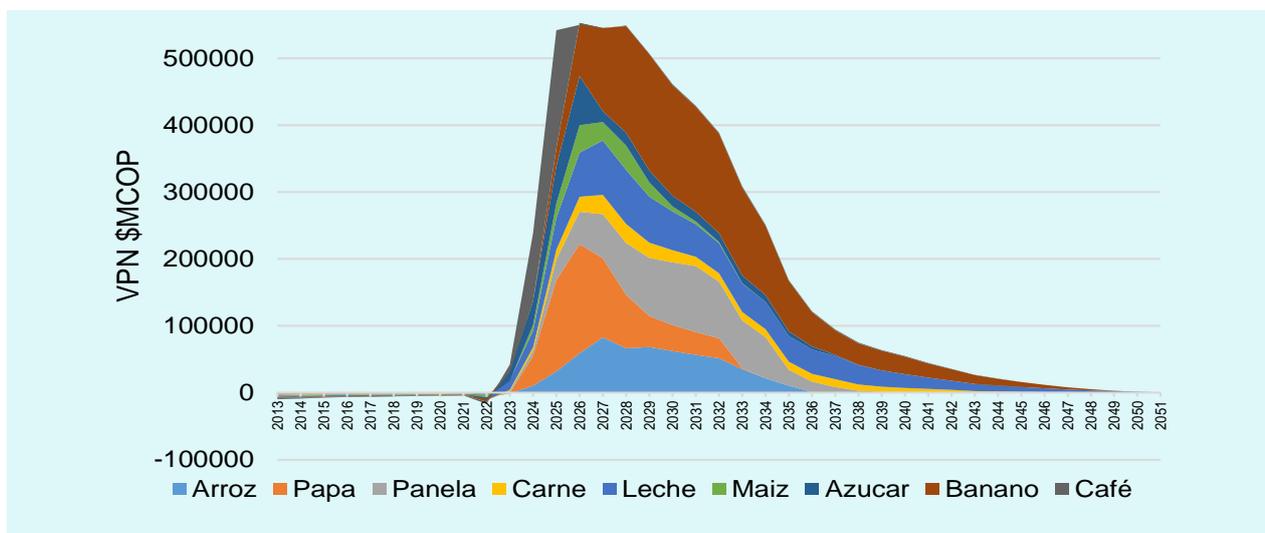
4.3 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación económica ex-ante de la expansión del programa LECRA para los cultivos de ganadería (leche, carne bovina), caña panelera, caña de azúcar, café, banano, maíz, arroz y papa.

4.3.1 Resultados generales

La figura 4.3 presenta el beneficio (diferencia entre los excedentes económicos y los costos de inversión del programa) total del programa LECRA por cultivo considerando como referencia el escenario de mínima adopción (escenario conservador de adopción). Los valores representan millones de pesos colombianos (\$MCOP) en valor presente neto (VPN).

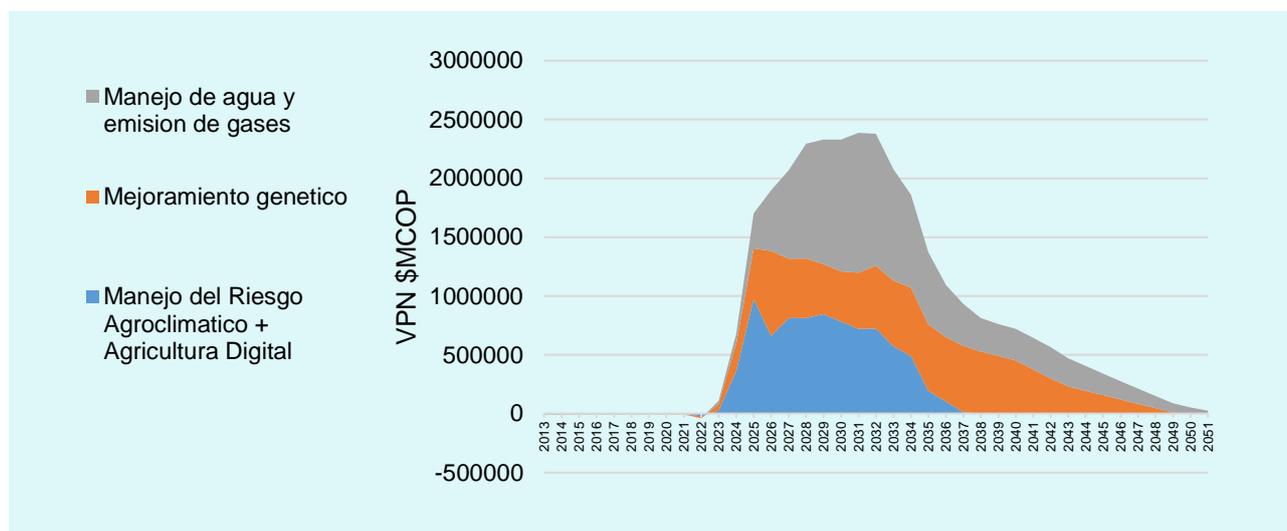
Figura 4.3 Beneficio total del programa LECRA por cultivo en millones de pesos colombianos en valor presente neto (VPN \$MCOP) bajo el escenario conservador de adopción (adopción mínima esperada)



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

Se puede observar que en general los beneficios económicos esperados exceden considerablemente los costos de investigación. Tener en cuenta que este cultivo de exportación, por lo tanto, su valor agregado es superior.

Figura 4.4 Beneficio total del programa LECRA por componente en millones de pesos colombianos en valor presente neto (VPN \$MCOP) bajo el escenario conservador de adopción (adopción mínima esperada)



Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Biodiversity-CIAT

La figura 4.4 presenta el beneficio total del programa LECRA discriminado por componente considerando como referencia el escenario de mínima adopción (escenario conservador de adopción). Los valores representan millones de pesos colombianos en valor presente neto (VPN \$MCOP). De acuerdo con esta proyección el componente de manejo de agua y emisión de gases generaría los mayores beneficios económicos, adicionalmente estos beneficios serían los más duraderos en el tiempo. En la tabla 4.2 y 4.3 se presentan el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR), la tasa interna de retorno modificada (TIRM) y la relación beneficio-costos (RBC) de cada componente del programa LECRA considerando un escenario de adopción mínima y otro de adopción máxima de la(s) tecnologías asociadas al componente. Para la estimación de estos indicadores económicos se agregaron los beneficios y costos simulados para cada cultivo en cada componente, los mismos indicadores son discriminados en secciones posteriores por cultivo.

Tabla 4.2 Indicadores económicos de la evaluación económica de los componentes del programa LECRA bajo el escenario de adopción mínima

	Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital	Mejoramiento genético	Uso de recursos agua y emisiones
VPN (MCOP)	\$3.293.195,84	\$2.340.093,60	\$5.489.073,30
RBC	49,66	41,38	76,19
TIR	72%	65%	68%
TIRM	25%	24%	28%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Biodiversity-CIAT

Tabla 4.3 Indicadores económicos de la evaluación económica de los componentes del programa LECRA bajo el escenario de adopción máxima

	Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital	Mejoramiento genético	Uso de recursos agua y emisiones
VPN (MCOP)	\$1.791.592,15	\$1.592.453,21	\$2.112.203,97
RBC	27,47	28,48	29,93
TIR	62%	59%	56%
TIRM	23%	23%	25%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Biodiversity-CIAT¹²

¹² Hurley et al. (2016) realizaron un estudio que recogió información de las diferentes tasas generadas en la evaluación de proyectos, algunos resultados presentan que la mediana de las TIRs para LAC es de 39.3% y a nivel global de 30.3%. La RCB es 12 (global) y la mediana de las TIRMs es de 9.8% (global).



4.3.2 Ganadería bovina

En Colombia, cerca de 80% del área disponible para uso agropecuario es destinada a la ganadería. El sector carne genera cerca de 810 mil empleos directos, es responsable del 1,4% del PIB nacional y 21,8% del PIB agropecuario (MADR, 2019).

Para los sistemas de ganadería el programa LECRA plantea la implementación de tecnologías que encajan dentro de los componentes de: (1) Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital y (3) Uso de Recursos agua y emisiones, dentro de los que se incluye la implementación de sistemas silvopastoriles. A continuación, se presentan los resultados de las simulaciones prospectivas usando el modelo de excedentes económicos.

- **Ganadería de carne:** El sistema de ganadería de carne se simuló como una economía cerrada dado que las exportaciones no representan un porcentaje significativo (3% de la producción nacional anual). Quiere decir que la mayoría de la producción de carne nacional se destina para consumo interno. Además, las importaciones representan aproximadamente el 1% consumo interno (Fedegan, 2019).

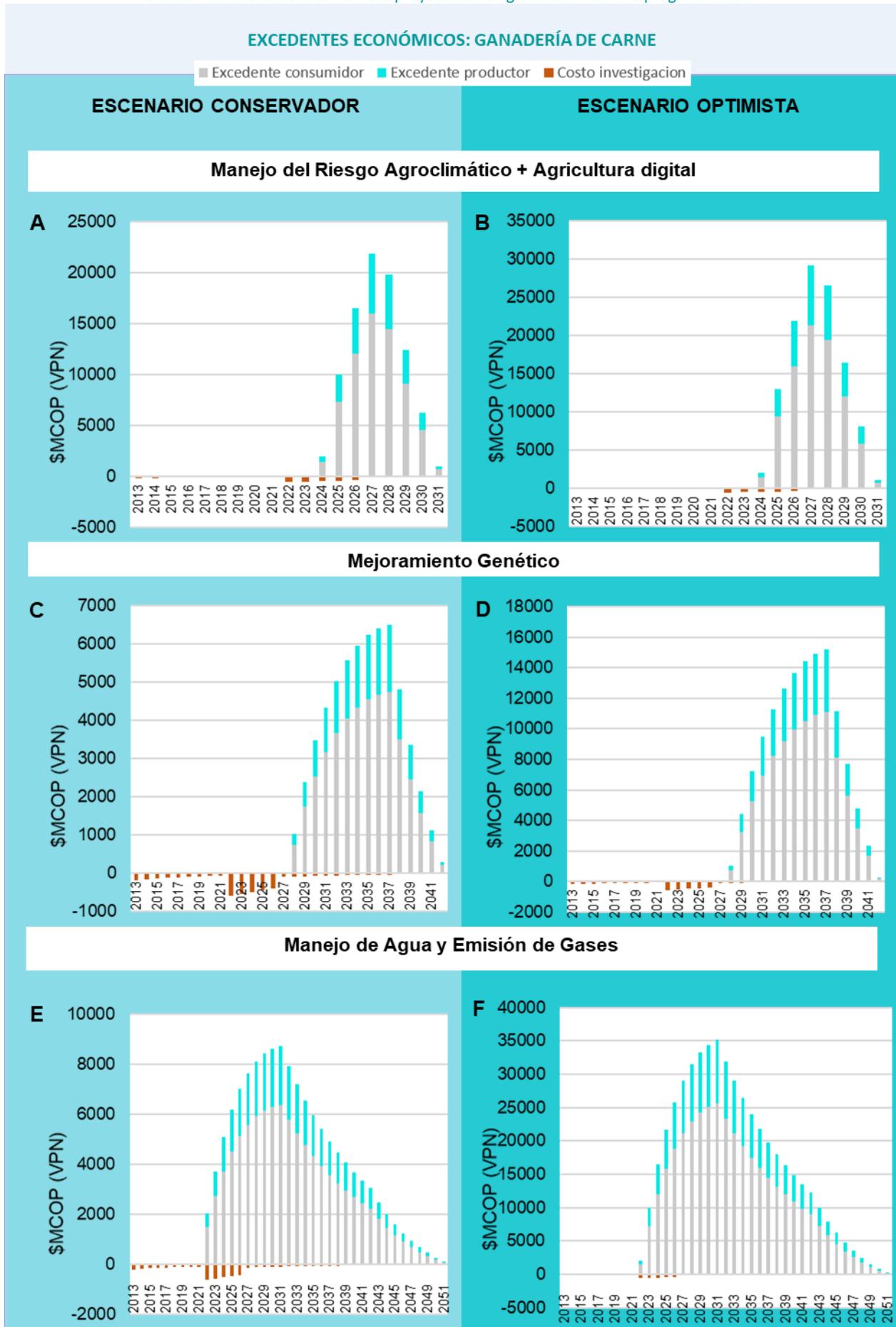
Dentro de los escenarios planteados para los sistemas de ganadería bovina de carne, se estableció que la implementación del programa de uso de recurso agua y emisiones generaría un incremento en el rendimiento estimado en 15%. Además, los otros componentes ofrecerían un efecto tecnológico favorable, reflejado en un aumento entre 12% y 17% en el rendimiento productivo por hectárea con la implementación en los otros componentes analizados. Esto significaría, por ejemplo, aumentar la carga animal a 0,672 UGG/ha (el promedio nacional actual es de 0.6 UGG/ha). Adicionalmente, se plantean niveles de adopción máximos entre 20% y 40%, con probabilidad de éxito de 80% y 100% en la implementación (Tabla 4.4).

Tabla 4.4 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para ganadería de carne

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	12%	17%	15%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-8%	0%	0%
Nivel de adopción Optimista	20%	35%	40%
Nivel de adopción Conservador	15%	15%	10%
% Probabilidad de éxito	80%	80%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Biodiversity-CIAT

Cuadro 4.1 Excedentes económicos proyectados en ganadería de carne programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 4 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 8 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.1; A-B). Como se puede observar en el Cuadro 4.1 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.1; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a la ganadería de carne superiores a los 85 mil millones de pesos como VPN. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.1; B) este valor se acerca a los 114 mil millones de pesos teniendo en cuenta su escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.5 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería bovina de carne para un periodo prospectivo que va hasta el año 2031, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.5 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería bovina de carne

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$114.100,97	30,27	62,50%	34,16%
Nivel de adopción mínima	\$85.966,32	23,05	58,75%	32,11%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético para ganadería de carne, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 7 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 15 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.1; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.1 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.1; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a la ganadería de carne superiores a los 54 mil millones de pesos en total. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.1; D) este valor se acerca a los 125 mil millones de pesos en su escenario de más alta adopción.

En la tabla 4.6 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en ganadería bovina de carne para un periodo prospectivo que va hasta el año 2042, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.6 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en ganadería bovina de carne

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$125.996,97	29,06	40,68%	22,46%
Nivel de adopción mínima	\$54.145,73	13,06	33,82%	19,11%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones para ganadería de carne, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación inmediato en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 30 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.1; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.1 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.1; E), el componente de uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a la ganadería de carne superiores a los 127 mil millones de pesos en total. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.1; F) este valor se acerca a los 499 mil millones de pesos en el escenario de adopción más alto.

En la tabla 4.7 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en ganadería bovina de carne para un periodo prospectivo que va hasta el año 2051, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.7 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en ganadería bovina de carne

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$499.764,17	108,37	76,28%	29,47%
Nivel de adopción mínimo	\$127.583,37	28,41	58,49%	24,94%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

● **Ganadería de leche:**

El sistema de ganadería de leche se simuló como una economía cerrada dado que las exportaciones, aunque han venido aumentando en los últimos años, no representan un porcentaje significativo (menos de 1% de la producción anual). La mayoría de la leche producida en el país se destina entonces para abastecer el consumo local. El sector lácteo tiene una participación de 36,7% en el PIB pecuario (el sector pecuario representa el 1,6% del PIB nacional). Se estima que el este sector cuenta con 400 mil productores a nivel nacional y genera alrededor de 736 mil empleos (MADR, 2019).

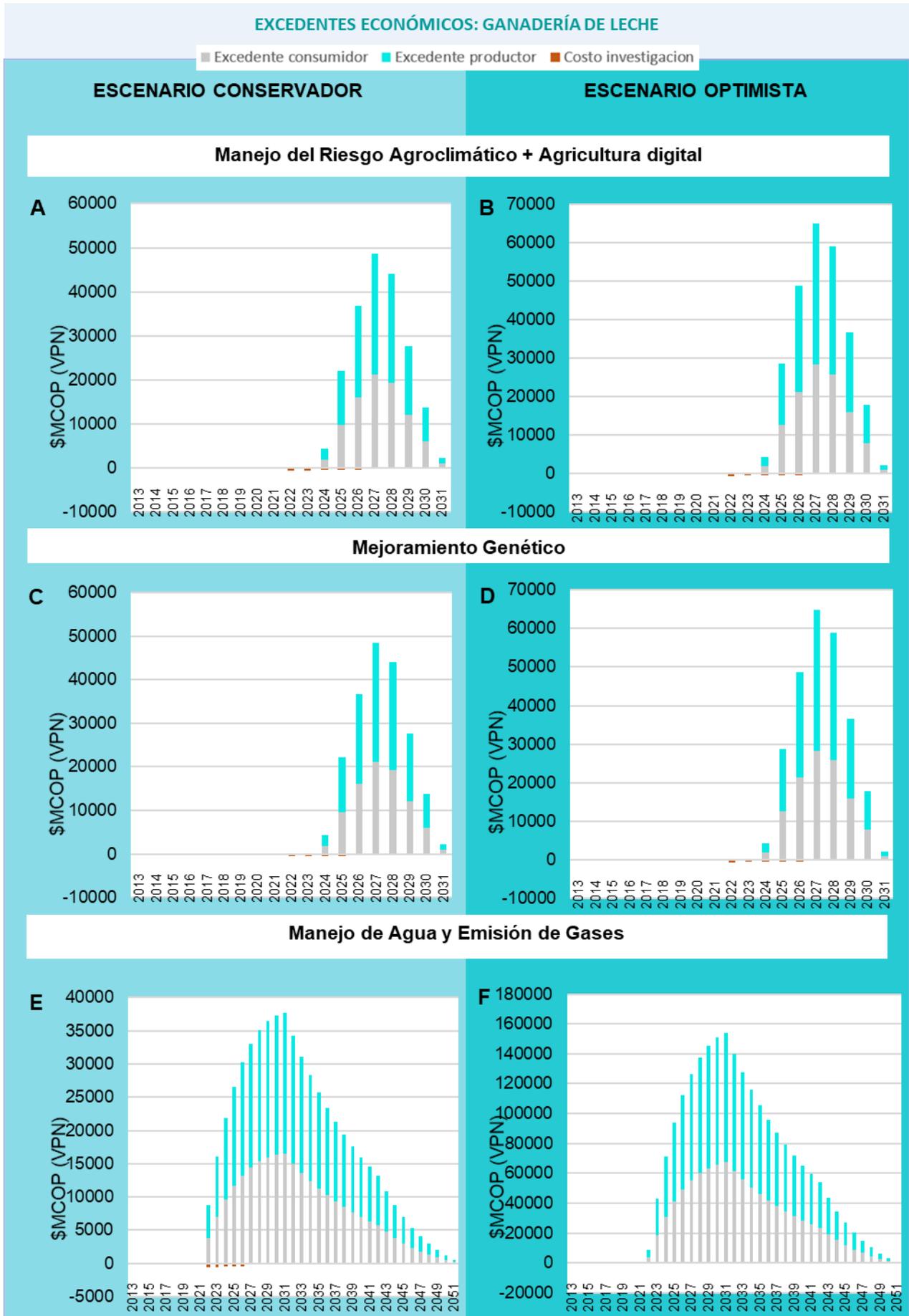
Para el ejemplo específico de ganadería de leche la opinión de expertos sugiere efectos tecnológicos de 100% para el incremento del rendimiento de producción de leche por la implementación de los componentes Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital y Uso de recursos agua y emisiones. Sin embargo, se decidió simular los escenarios con efectos más modestos, esto debido a la magnitud que representa el sector lechero en la agricultura nacional y a al alcance probable del programa. Si bien hay heterogeneidad en el comportamiento de los sistemas de lechería en el país, se tomó como referencia la investigación reciente en una de las zonas referentes para la agroindustria¹³. Adicionalmente se plantean niveles de adopción máximos de 10 y 15%, con probabilidad de éxito de 80 y 100% en la implementación (Tabla 4.8).

Tabla 4.8 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para ganadería de leche

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico- aumento rendimiento	15%	14%	50%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-7,5%	-	50%
Nivel de adopción Optimista	20%	35%	40%
Nivel de adopción Conservador	15%	15%	10%
% Probabilidad de éxito	80%	80%	100%

¹³ Barrios D, Restrepo-Escobar F J y Cerón-Muñoz M 2019 Adopción tecnológica en agronegocios lecheros. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 31, Article #116. Retrieved February 3, 2021, from <http://www.lrrd.org/lrrd31/8/cero31116.html>

Cuadro 4.2 Excedentes económicos proyectados en ganadería de leche programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Similar a los escenarios en ganadería de carne, para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería de leche se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 4 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 8 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.2; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.2 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.2; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a la ganadería de leche cercanos a los 195 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.2; B) este valor superior a los 195 mil millones de pesos en el escenario de más alta adopción.

En la tabla 4.9 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería bovina de leche para un periodo prospectivo que va hasta el año 2031, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.9 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en ganadería bovina de leche

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$258.065,24	67,20	74,14%	40,30%
Nivel de adopción mínima	\$195.445,72	51,13	70,30%	38,17%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Similar a los escenarios en ganadería de carne, para el componente de mejoramiento genético para ganadería de leche, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 7 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 15 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.2; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.2 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.2; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a la ganadería de leche superiores a los 115 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.2; D) este valor se acerca a los 264 mil millones de pesos en el escenario de más alta adopción.

En la tabla 4.10 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en ganadería bovina de leche para un periodo prospectivo que va hasta el año 2042, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.10 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en ganadería bovina de leche

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$264.005,79	59,80	47,29%	25,56%
Nivel de adopción mínima	\$115.952,08	26,83	40,44%	22,13%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Similar a los escenarios en ganadería de carne, para el componente de uso de recurso agua y emisiones para ganadería de leche, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación inmediato en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 30 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.2; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.2 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.2; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a la ganadería de carne superiores a los 566 mil millones de pesos total. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.2; F) este valor se acerca a los 2 billones de pesos en el escenario de más alta adopción.

En la tabla 4.11 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en ganadería bovina de leche para un periodo prospectivo que va hasta el año 2051, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología. En general, los beneficios del sector lechero son altos dada la elasticidad del producto y la duración de los efectos tecnológicos.

Tabla 4.11 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en ganadería bovina de leche

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$2.201.471,53	473,96	102,38%	34,62%
Nivel de adopción mínimo	\$566.203,99	122,64	83,43%	29,92%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

4.3.3 Cultivo de papa



La producción de papa contribuye en un 3.3% al PIB agropecuario (MADR, 2019). Se estima que 130 mil hectáreas se encuentran en producción, con la participación principalmente de pequeños productores organizados en minifundios, en su gran mayoría menores a una hectárea. La mayoría de la producción de papa se destina para abastecer el mercado nacional y es consumido en estado fresco. Las exportaciones anuales representan menos del 1% de la producción total. Aunque las importaciones han venido aumentando, principalmente desde países de la Unión Europea en forma de papa precocida congelada, estas representan cerca del 2% comparado con la producción nacional. Por estas razones, este cultivo fue simulado como un mercado cerrado.

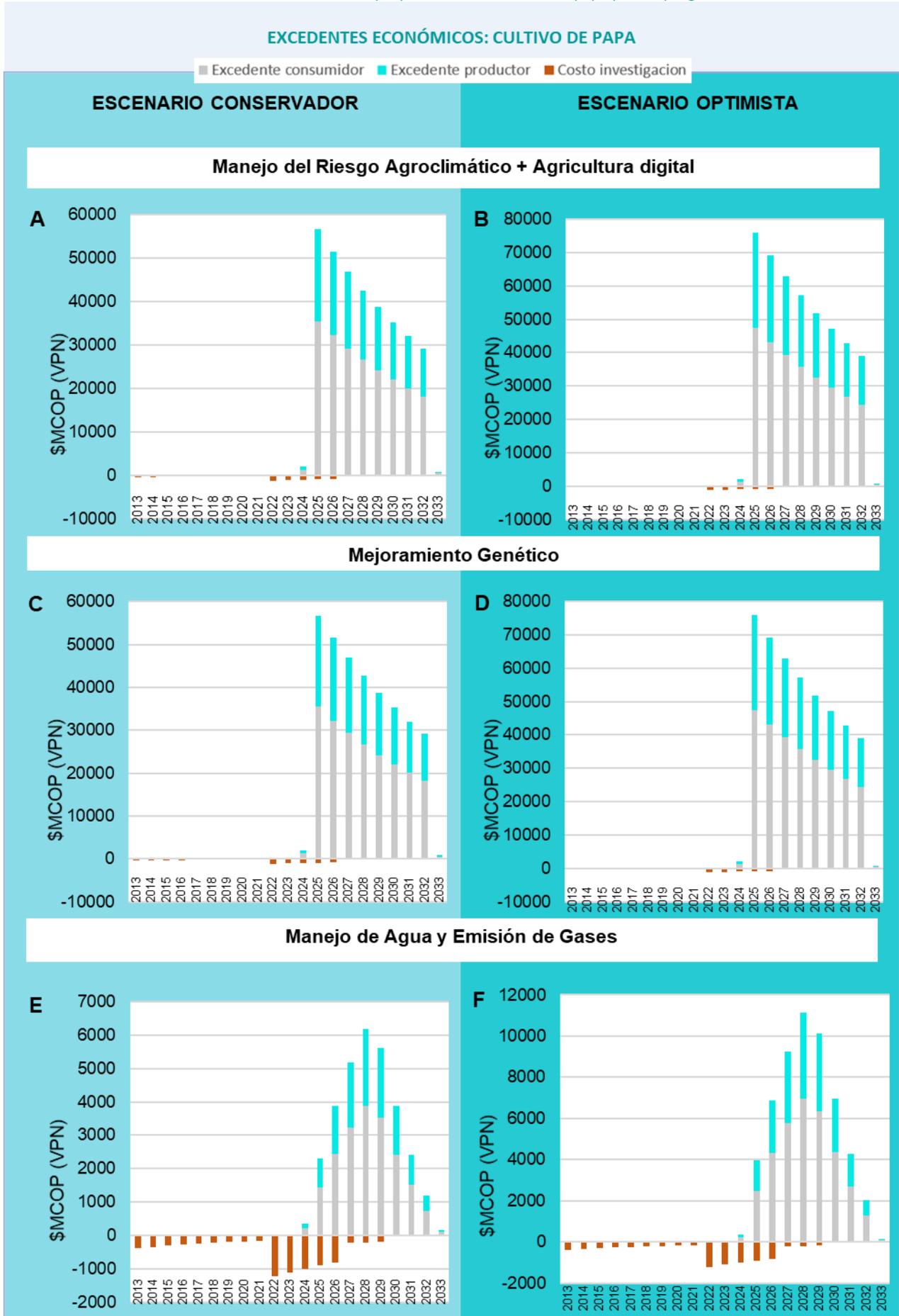
Los escenarios planteados para el cultivo de papa contemplan un efecto tecnológico reflejado en un aumento del 18, 20 y 16% para los componentes (1) Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital, (2) Mejoramiento genético, (3) Uso de recursos agua y emisiones, respectivamente. Además, se considera una reducción de los costos de producción del 10% para el primer componente y un aumento del 14% para la implementación del tercer componente. El efecto tecnológico se vería reflejado en un aumento sobre el rendimiento nacional estimado en 21.1 ton/ha o en el costo de producción promedio que se estima a nivel nacional en \$837.430/ha (MADR-FEDEPAPA, 2019). Se plantean niveles de adopción máximos de 40, 60 y 45%, con probabilidad de éxito de 100% para los dos primeros componentes y de 93% para el tercero (Tabla 4.12).

Tabla 4.12 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el cultivo de papa

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	18%	20%	14%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-10%	-25%	10%
Nivel de adopción Optimista	40%	60%	45%
Nivel de adopción Conservador	30%	40%	25%
% Probabilidad de éxito	100%	100%	93%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

Cuadro 4.3 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de papa para el programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de papa se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 2 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 10 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.3; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.3 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.3; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de papa cercanos a los 327 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.3; B) este valor superior a los 440 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.13 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de papa para un periodo prospectivo que va hasta el año 2033, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.13 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de papa

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$440.736,93	53,17	70,50%	36,02%
Nivel de adopción mínima	\$327.570,31	39,78	66,27%	34,04%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético en el cultivo de papa, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 2 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 4 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 7 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.3; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.2 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.3; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de papa superiores a los 331 mil millones de pesos en total. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.3; D) este valor se acerca a los 501 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.14 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en el cultivo de papa para un periodo prospectivo que va hasta el año 2029, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.14 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de papa

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$501.335,15	69,06	83,23%	47,38%
Nivel de adopción mínima	\$331.923,90	46,06	76,59%	43,66%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de papa, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 10 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.3; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.2 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.3; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de papa superiores a los 23 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.3; F) este valor se acerca a los 47 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.15 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de papa para un periodo prospectivo que va hasta el año 2033, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.15 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de papa

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$47.212,55	6,91	39,29%	21,19%
Nivel de adopción mínimo	\$23.197,95	3,91	31,43%	17,53%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

4.3.4 Cultivo de caña panelera



Para el año 2019, el país alcanzó un total de 200.469 hectáreas sembradas de caña panelera, un área cosechada de 176.837 hectáreas, un promedio de rendimiento de 6.21 toneladas de panela por hectárea y una producción total de 1.098.206 toneladas de panela, en 29 departamentos del país y cubriendo 565 municipios. La producción se centró en los departamentos de Santander, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá, Nariño y Cauca, los cuales representan un 71% de la producción nacional. Es de anotar que solo 4 departamentos, Santander, Cundinamarca, Antioquia y Boyacá, tienen el 57% de la producción del país.

La producción de panela abastece principalmente al mercado interno, reportando exportaciones marginales menores al 1% de la producción total. Igualmente, las importaciones son marginales. Por lo tanto, este cultivo se modeló como una economía cerrada y se consideran todos los componentes del programa LECRA.

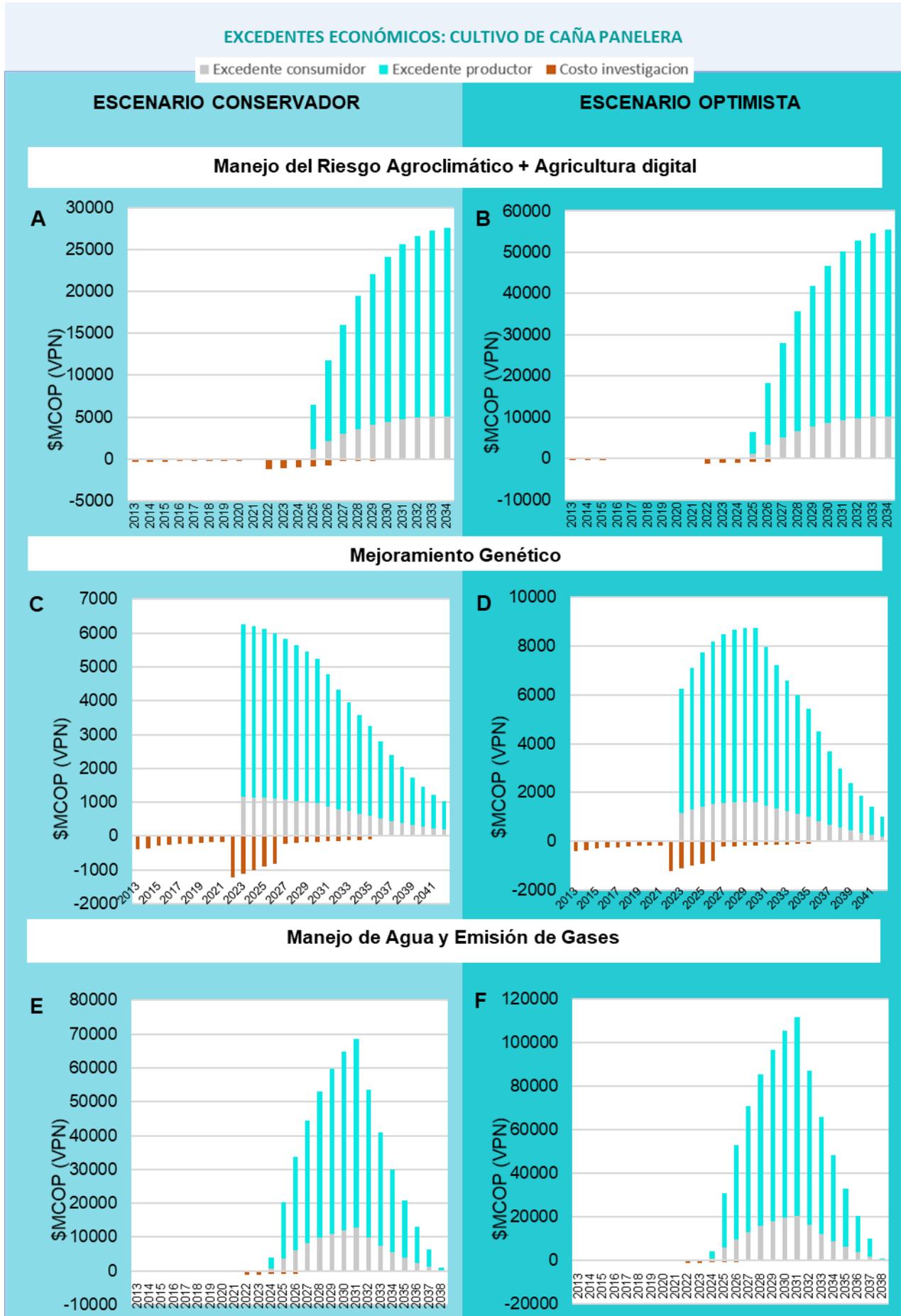
Los parámetros utilizados para elaborar los escenarios se presentan a continuación:

Tabla 4.16 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa LECRA para el cultivo de caña panelera

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	45%	20%	15%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-30%	0%	-12,5%
Nivel de adopción Optimista	20%	3%	53%
Nivel de adopción Conservador	10%	2%	33%
% Probabilidad de éxito	40%	80%	78% y 53%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

Cuadro 4.4 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de caña panelera para el programa LECRA.



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña panelera se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 4 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 10 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.4; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.4 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.4; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de caña panelera cercanos a los 198 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.4; B) este valor superior a los 381 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.17 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña panelera para un periodo prospectivo que va hasta el año 2034, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.17 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña panelera

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$381.631,86	44,91	56,60%	32,01%
Nivel de adopción mínima	\$198.296,42	23,82	50,06%	28,06%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético en el cultivo de caña panelera, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 2 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 8 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 20 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.4; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.4 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.4; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de caña panelera superiores a los 70 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.4; D) este valor se acerca a los 106 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.18 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en el cultivo de caña panelera para un periodo prospectivo que va hasta el año 2042, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.18 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de caña panelera

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$106.199,86	13,07	49,25%	23,30%
Nivel de adopción mínima	\$70.546,56	9,02	45,63%	21,66%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña panelera, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 8 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 15 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.4; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.4 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.4; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de caña panelera cercanos a los 506 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.4; F) este valor se acerca a los 816 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.19 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña panelera para un periodo prospectivo que va hasta el año 2038, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.19 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña panelera

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$816.537,16	99,29	69,24%	33,86%
Nivel de adopción mínimo	\$506.457,15	61,96	63,32%	31,35%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

4.3.5 Cultivo de caña de azúcar



La producción de caña de azúcar en Colombia se concentra mayoritariamente en las regiones occidentales del país, particularmente el departamento de Valle del Cauca concentra cerca del 80% de la producción nacional. El cultivo de caña de azúcar en el país cuenta con procesos de tecnificación altamente desarrollados lo que se evidencia en el alto rendimiento (15.7 Ton/ha), superior al de países líderes en producción como Australia con y Brasil (11.7 y 11.5 Ton/ha, respectivamente).

El cultivo de azúcar en Colombia está ligado a procesos agroindustriales que generan productos como azúcar refinado y etanol. El 25% corresponde a tierras propias de los ingenios y el restante 75% a más de 2.750 cultivadores de caña. El tamaño promedio de las explotaciones es de 60 hectáreas.

La producción de azúcar a nivel nacional se destina en un 66% al mercado interno y un 35% al externo. El consumo aparente nacional en el 2014 estuvo satisfecho en un 94% por producción interna y en un 6% por importaciones.

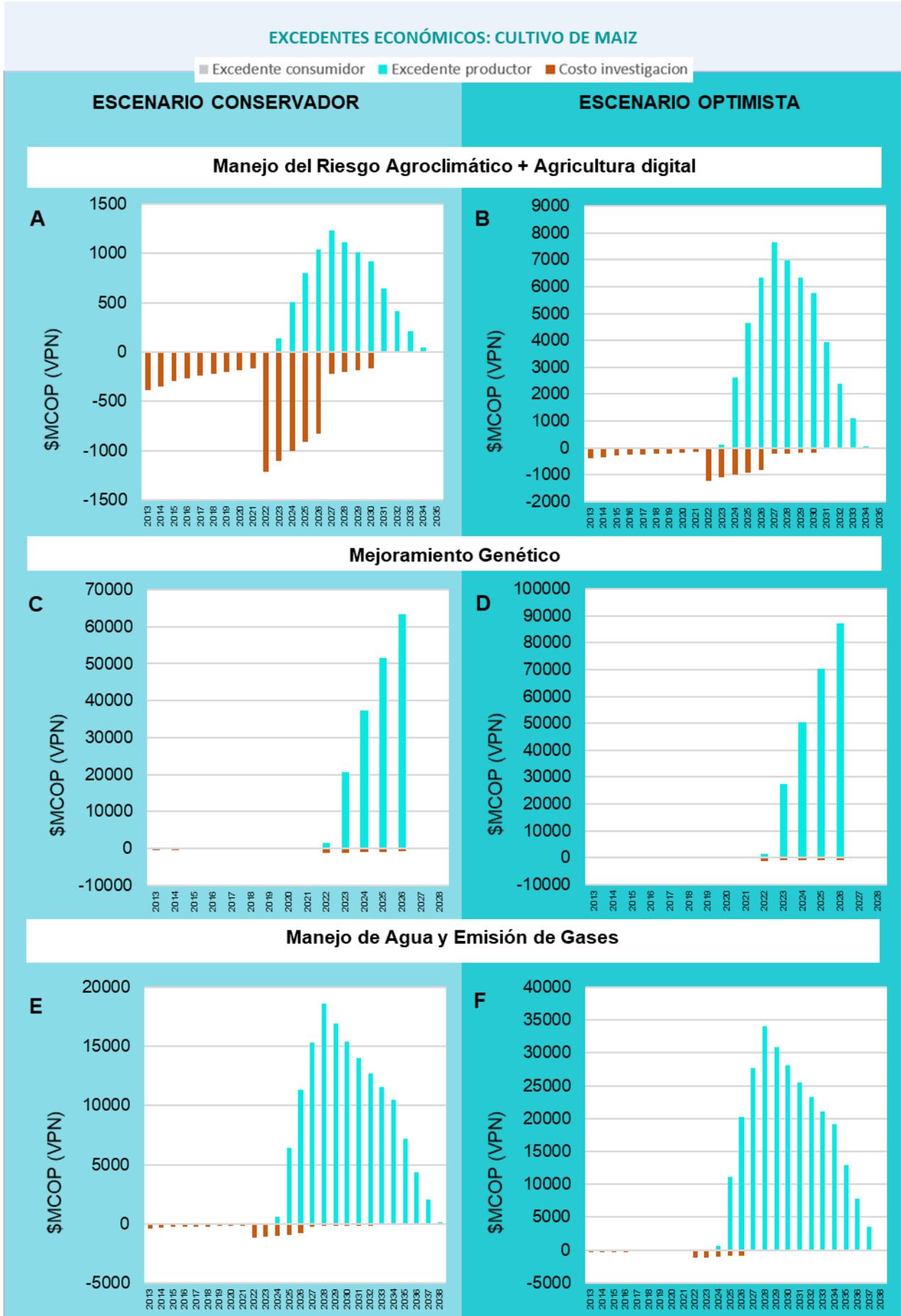
Colombia tiene una baja participación en el mercado mundial de azúcar (1,3% de la producción mundial y 1,1% del comercio mundial), lo que lo convierte en un país tomador de precios, por lo que el precio interno se ve afectado por el precio internacional. Por lo tanto, para este cultivo se asumió una economía pequeña abierta, es decir que no influye sobre los precios internacionales.

Tabla 4.20 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa LECRA para el Cultivo de caña de azúcar

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	10%	10%	13%
Efecto tecnológico – reducción de costos	2%	-12%	-4%
Nivel de adopción Optimista	80%	80%	80%
Nivel de adopción Conservador	13%	60%	45%
% Probabilidad de éxito	65% y 85%	85% y 80%	75%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Cuadro 4.5 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de caña de azúcar para el programa LECRA.



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Dado que este cultivo fue asumido como participe de una economía abierta que no influye sobre el precio internacional el excedente del consumidor es nulo. Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña de azúcar se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 2 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 12 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.5; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.5 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.5; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de caña de azúcar inferiores a los 71 millones de pesos en total. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.5; B) este valor superior a los 39 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.21 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña de azúcar para un periodo prospectivo que va hasta el año 2034, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.21 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de caña de azúcar

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$39.734,59	5,87	38,50%	20,92%
Nivel de adopción mínima	\$(71,29)	0,99	9,83%	8,09%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético en el cultivo de caña de azúcar, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de un año en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 5 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.5; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.5 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.5; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de caña de azúcar superiores a los 166 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.5; D) este valor se acerca a los 229 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.22 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en el cultivo de caña de azúcar para un periodo prospectivo que va hasta el año 2026, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.22 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de caña de azúcar

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$229.180,21	32,11	77,71%	54,47%
Nivel de adopción mínima	\$166.951,16	23,67	72,41%	50,80%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña de azúcar, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 15 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.5; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.5 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.5; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de caña de azúcar cercanos a los 138 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.5; F) este valor se acerca a los 257 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.23 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña de azúcar para un periodo prospectivo que va hasta el año 2038, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.23 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de caña de azúcar

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$257.662,25	30,29	55,24%	27,34%
Nivel de adopción mínimo	\$138.249,17	16,72	47,77%	24,29%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

4.3.6 Cultivo de arroz



La siembra de arroz se localiza en los departamentos de Casanare con 139.397 hectáreas (39,5%), Meta con 61.185 hectáreas (17,3%), Tolima con 47.276 hectáreas (13,4%), Huila con 14.843 hectáreas (4,2%), y el resto de los departamentos con 90.150 hectáreas (25,5%).

El arroz en Colombia se ha caracterizado por ser una economía cerrada al mercado internacional, los flujos de comercio son bajos, las importaciones (5% del consumo aparente) son pocas, aunque crecientes.

Las exportaciones de arroz han sido esporádicas y mínimas, tanto de semilla como de arroz blanco.

El promedio nacional de rendimiento es de 6 toneladas por hectárea, mientras que los costos de producción promedio son \$6,335,618 por ha en sistema de riego y \$4,354,384 en sistema seco.

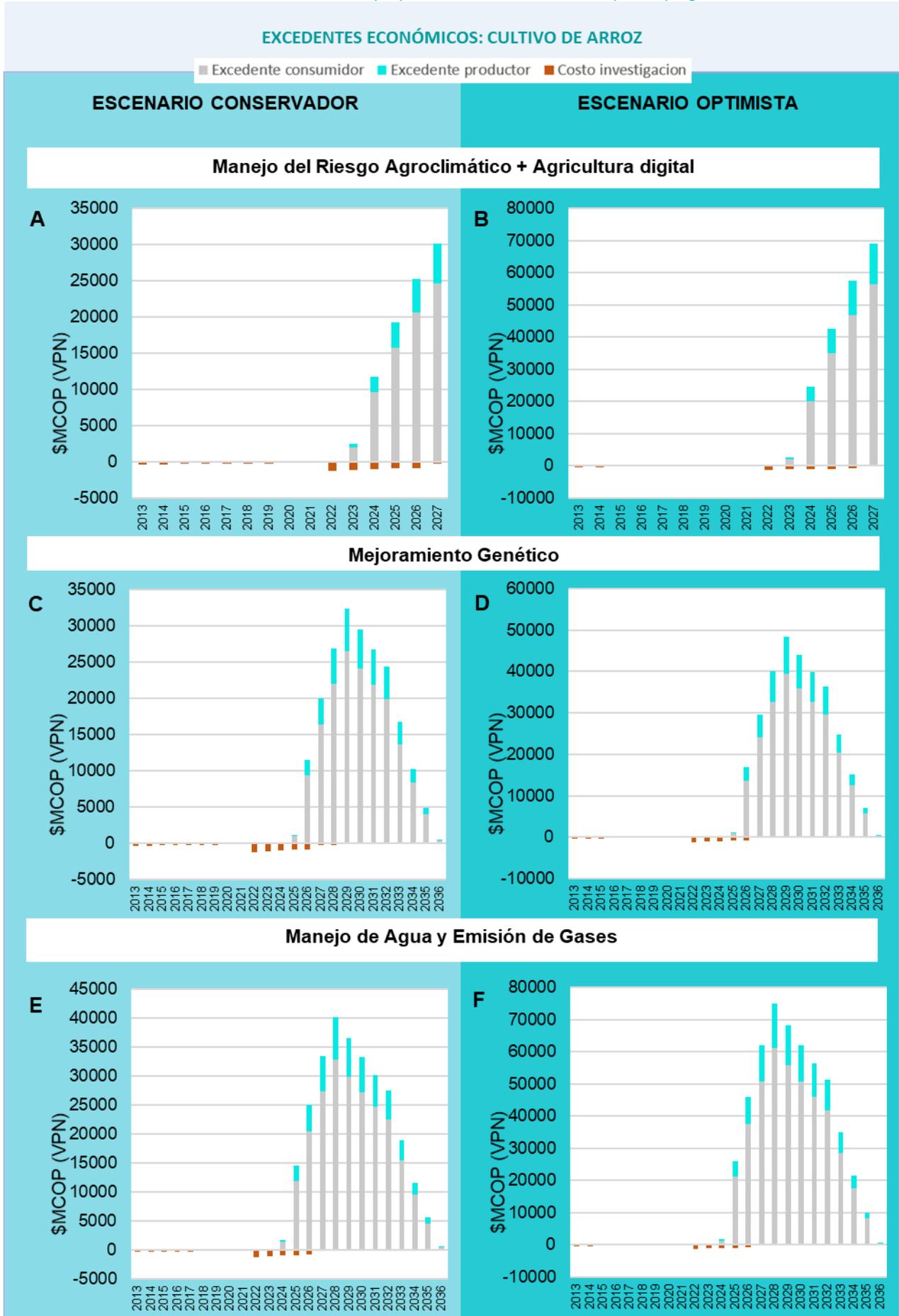
El costo de una tonelada de arroz es de \$858,000 pesos, dejando un margen promedio al productor del 8.5% (MADR, 2019).

Tabla 4.24 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el Cultivo de Arroz

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	20%	11%	13%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-15%	-5%	-8%
Nivel de adopción Optimista	40%	61%	65%
Nivel de adopción Conservador	18%	41%	35%
% Probabilidad de éxito	73% y 68%	80%	90% y 85%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Cuadro 4.6 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de arroz para el programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de arroz se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 2 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 5 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.6; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.6 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.6; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de arroz cercanos a los 81 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.6; B) este valor cercano a los 188 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.25 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de arroz para un periodo prospectivo que va hasta el año 2027, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.25 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de arroz

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$188.774,34	25,87	67,45%	43,06%
Nivel de adopción mínima	\$81.265,71	11,70	55,37%	34,94%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético en el cultivo de arroz, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 4 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 12 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.6; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.6 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.6; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de arroz superiores a los 196 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.6; D) este valor se acerca a los 295 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.26 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en el cultivo de arroz para un periodo prospectivo que va hasta el año 2036, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.26 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de arroz

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$295.359,82	35,96	55,18%	28,78%
Nivel de adopción mínima	\$196.607,77	24,27	50,51%	26,57%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de arroz, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 13 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.6; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.6 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.6; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de arroz cercanos a los 270 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.6; F) este valor se supera los 506 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.27 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de arroz para un periodo prospectivo que va hasta el año 2036, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.27 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de arroz

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$506.411,14	60,05	65,77%	33,27%
Nivel de adopción mínimo	\$270.142,58	32,50	57,78%	29,72%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

4.3.7 Cultivo de maíz



Los departamentos con mayor área sembrada de maíz amarillo tecnificado en 2018 son Meta (31,25%), Tolima (12,27%), Córdoba (8,68%) y Huila (6,76%). El maíz amarillo, que es principalmente usado para alimentación animal, compite de manera abierta en el mercado internacional. De esta manera, el 74% de la demanda interna es cubierta con importaciones, convirtiendo a Colombia en el principal importador de maíz en Suramérica. Con un rendimiento de 7,5 ton/ha, el costo por tonelada producida es de \$600.000.

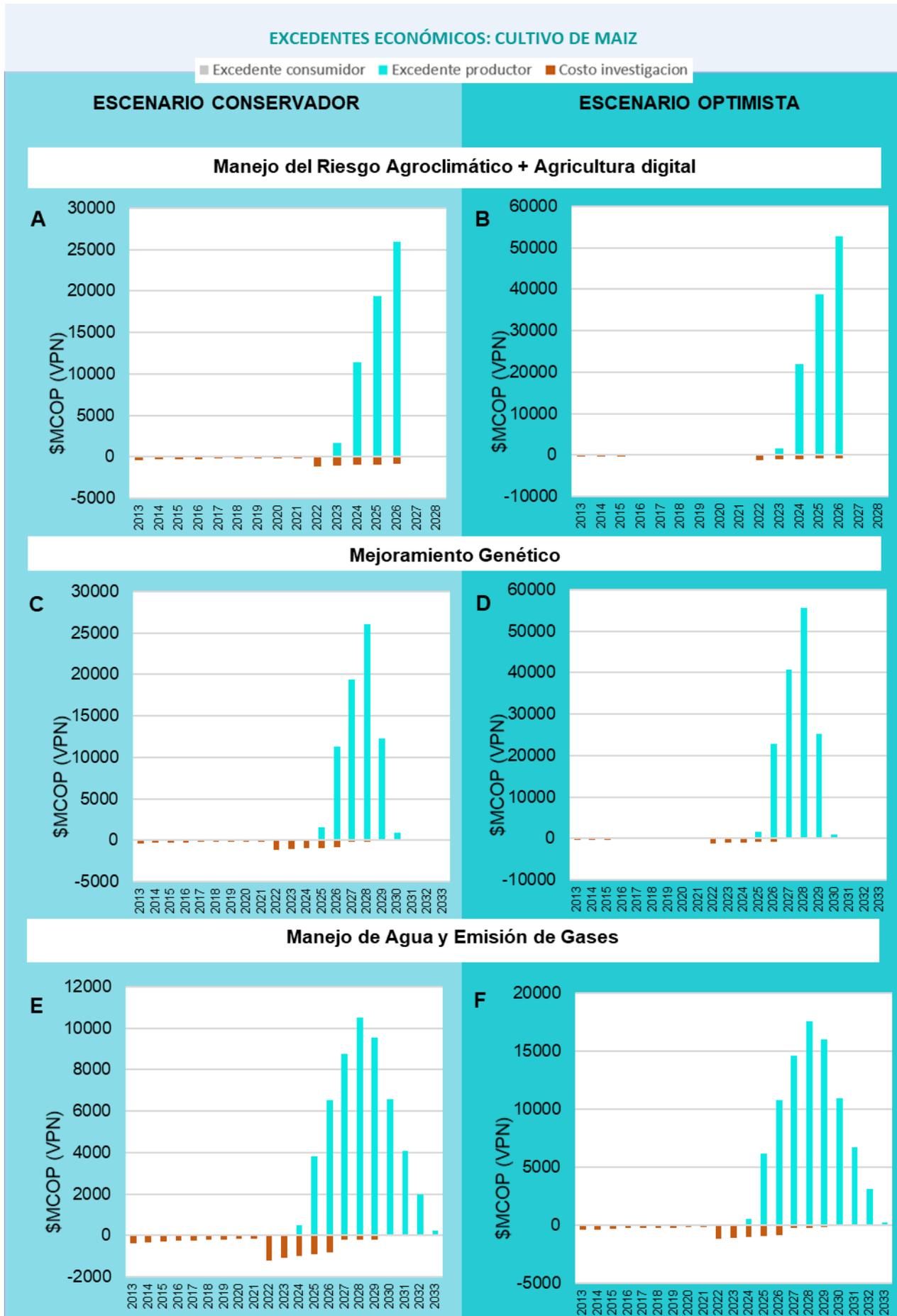
Este cultivo fue simulado también como participe de una economía abierta que no influye sobre el precio internacional.

Tabla 4.28 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el Cultivo de maíz

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	25%	25%	10%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-10%	0%	0%
Nivel de adopción Optimista	40%	46%	50%
Nivel de adopción Conservador	20%	22%	30%
% Probabilidad de éxito	65% y 60%	80%	60%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioersity-CIAT

Cuadro 4.7 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de maíz para el programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Dado que este cultivo fue asumido como participe de una economía abierta que no influye sobre el precio internacional el excedente del consumidor es nulo. Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de maíz amarillo se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 2 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 4 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 4 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.7; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.7 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.7; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de maíz amarillo cercanos a los 50 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.7; B) este valor superior a los 107 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.29 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de maíz amarillo para un periodo prospectivo que va hasta el año 2026, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.29 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de maíz amarillo

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$107.615,65	15,61	62,01%	39,88%
Nivel de adopción mínima	\$50.968,37	7,92	51,15%	32,42%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético en el cultivo de maíz amarillo, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 4 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 4 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 6 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.7; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.7 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.7; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de maíz amarillo superiores a los 63 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.7; D) este valor supera los 139 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.30 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en el cultivo de maíz amarillo para un periodo prospectivo que va hasta el año 2030, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.30 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de maíz amarillo

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$139.118,22	18,84	53,53%	29,91%
Nivel de adopción mínima	\$63.623,19	9,16	44,01%	24,39%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de maíz amarillo, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 10 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.7; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.7 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.7; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de maíz amarillo cercanos a los 44 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.7; F) este valor supera los 78 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.23 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de maíz amarillo para un periodo prospectivo que va hasta el año 2033, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.31 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de maíz amarillo

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$78.697,31	10,86	45,37%	24,28%
Nivel de adopción mínimo	\$44.701,85	6,57	38,66%	21,06%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

4.3.8 Cultivo de café



El café se cultiva, preferentemente, en terrenos entre 1.300 y 2.000m de altitud. Actualmente, el café de Colombia se produce en todas las cordilleras y zonas montañosas del país, generando ingresos a más de 500.000 familias productoras del grano. Huila (18%), Antioquia (16%), Tolima (14%), Cauca (10%) y resto del país (43%), representan la distribución de la producción.

El rendimiento promedio nacional es de 1.3 toneladas por hectárea. En los últimos 4 años se ha incrementado el rendimiento en un 25,8%, apalancado en el programa de renovación de cafetales, mejorando la edad promedio de los cafetales, su densidad y la resistencia a la roya. El costo de producción por carga de 25 kilos se estima en \$780,000 pesos.

La producción nacional de café abastece principalmente mercados externos ya que más del 90% de la producción es exportada. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ofrece a todos los cafeteros la garantía de compra, mediante la publicación de un precio base de mercado que se calcula de acuerdo con la cotización de cierre en la Bolsa de Nueva York del día, la tasa de cambio del día y el diferencial o prima de referencia para el café colombiano.

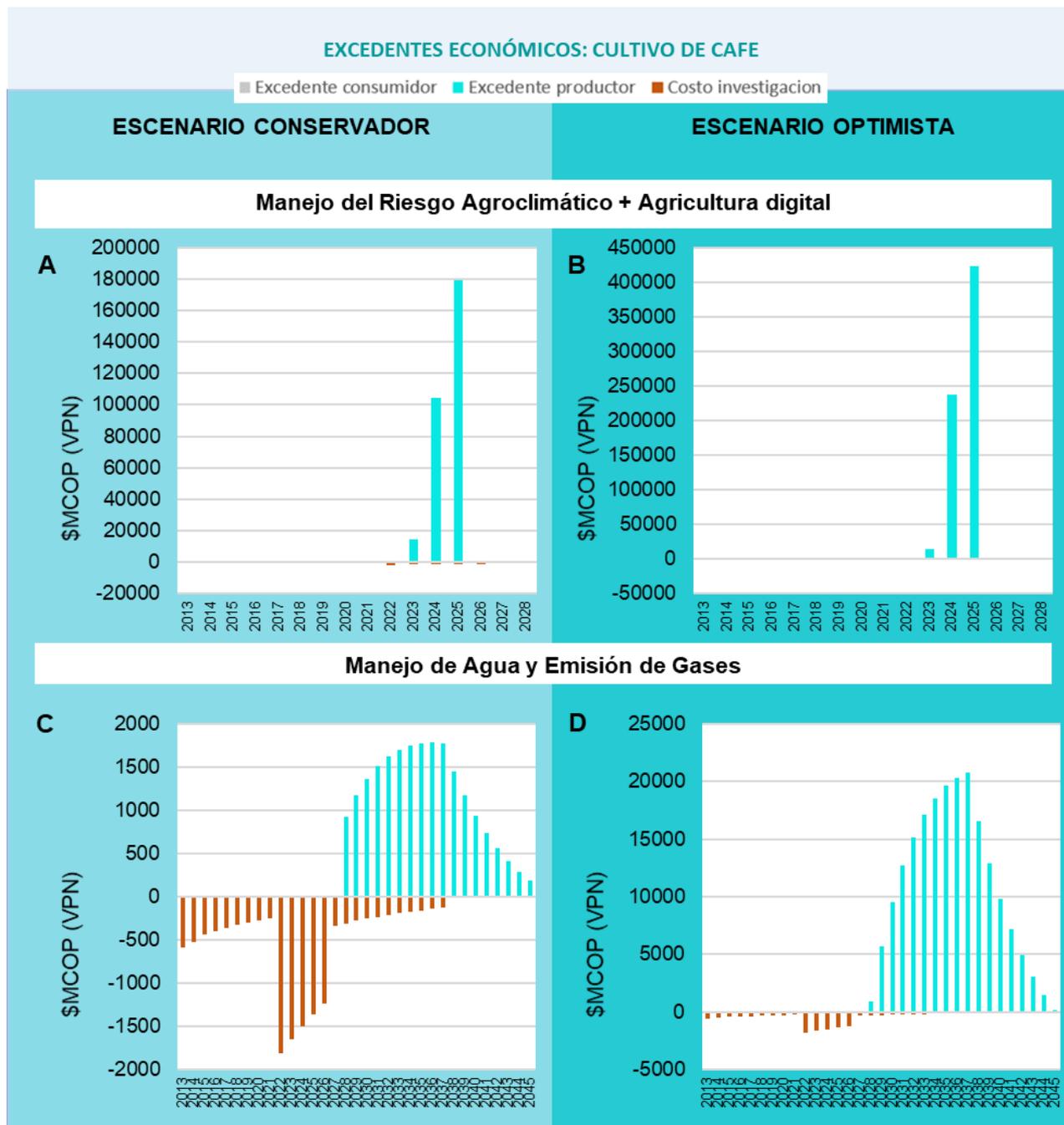
Se asumió, por lo tanto, una economía abierta para la simulación de los escenarios del cultivo de café.

Tabla 4.32 Parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa LECRA para el cultivo de café

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	25%	-	4%
Efecto tecnológico – reducción de costos	16%	-	9%
Nivel de adopción Optimista	35%	-	53%
Nivel de adopción Conservador	15%	-	5%
% Probabilidad de éxito	70%	-	93% y 90%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Cuadro 4.8 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de café para el programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de café se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 2 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 3 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 3 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.8; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.8 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.8; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de café cercanos a los 287 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.8; B) este valor supera los 664 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.33 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de café para un periodo prospectivo que va hasta el año 2026, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.33 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de café

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$664.562,26	61,15	90,25%	52,12%
Nivel de adopción mínima	\$287.000,67	26,98	75,97%	42,75%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

El componente de mejoramiento genético no fue evaluado para el cultivo de café debido a que, según las respuestas a las encuestas por parte del gremio cafetero, este no sería un componente de la iniciativa en este cultivo.

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de café, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 6 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 18 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.8; C, D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.8 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.8; C), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de café cercanos a los 7.6 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.8; D) este valor se supera los 183 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.27 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de café para un periodo prospectivo que va hasta el año 2045, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.34 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de café

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$183.313,42	14,61	33,63%	18,79%
Nivel de adopción mínimo	\$7.683,63	1,57	14,22%	10,49%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

4.3.9 Cultivo de banano de exportación



El cultivo de banano para exportación tiene un comportamiento diferente del banano criollo, destinado para consumo interno.

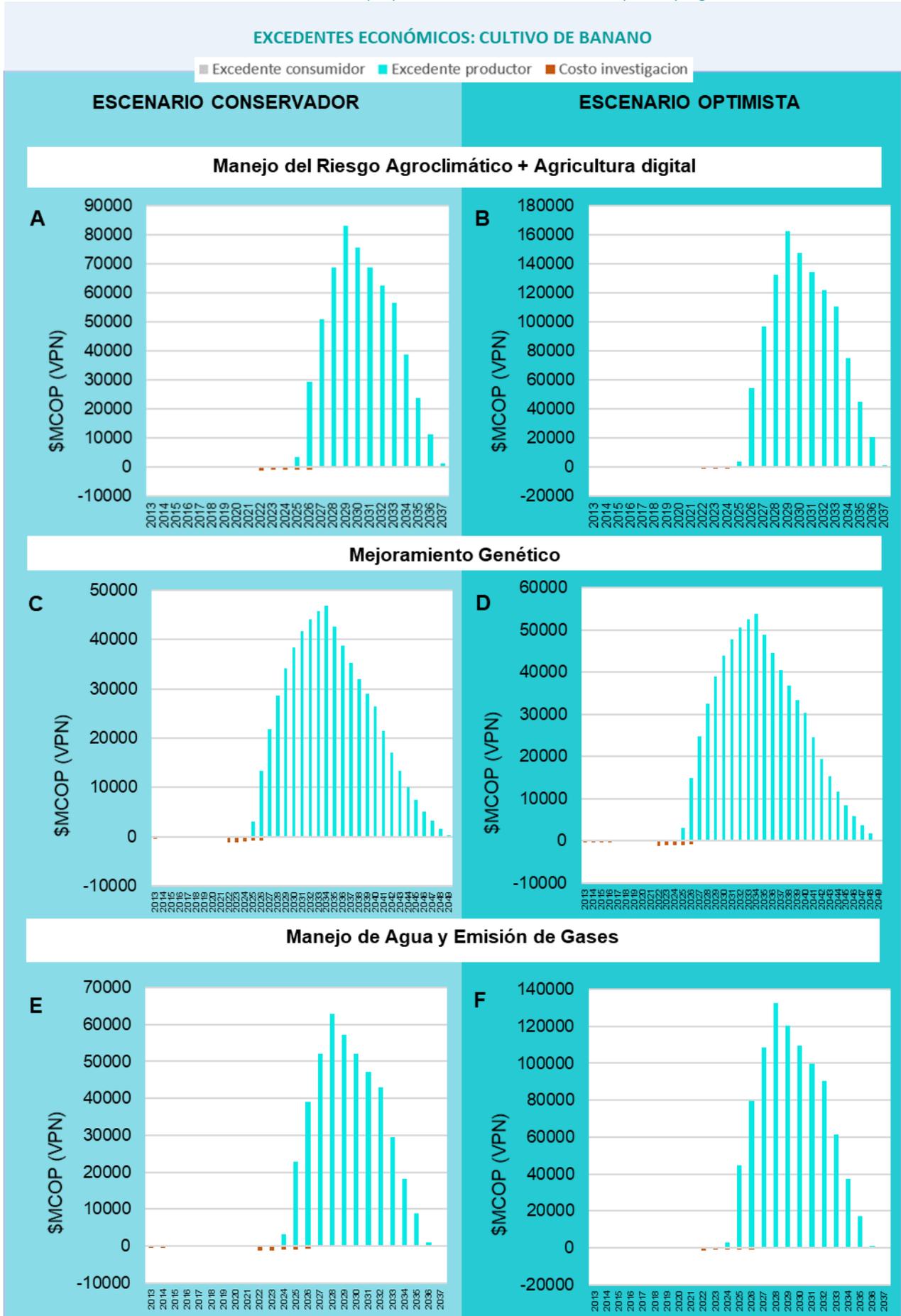
El sistema productivo de banano para exportación se concentra en la región del Urabá y en los departamentos de Magdalena, Cesar y Guajira. Las áreas destinadas a cultivo en estos departamentos siguen creciendo, de acuerdo con las proyecciones de zonas potenciales construidas entre el Ministerio de Agricultura y las asociaciones de productores, que ya alcanzan exportaciones anuales de más de 100 millones de cajas, correspondientes a 1,8 millones de toneladas de producto, del total de 2,1 millones que se producen en estas zonas. Las restantes 300 mil toneladas se destinan al mercado interno.

Tabla 4.35 parámetros tecnológicos usados en la evaluación de los componentes del programa para el Cultivo de banano para exportación

	Riesgo agroclimático + Agricultura Digital	Mejoramiento genético	Manejo de agua y emisión de gases
Efecto tecnológico-aumento rendimiento	23%	30%	22%
Efecto tecnológico – reducción de costos	-18%	-15%	-8%
Nivel de adopción Optimista	63%	40%	58%
Nivel de adopción Conservador	33%	35%	28%
% Probabilidad de éxito	72% y 68%	50%	73% y 63%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Cuadro 4.9 Excedentes económicos proyectados en el cultivo de banano para el programa LECRA



○ **Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital:**

Para el componente de Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de banano se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 4 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 13 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.9; A-B).

Como se puede observar en el Cuadro 4.9 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.9; A), el componente de manejo de riesgo agroclimático + agricultura digital genera excedentes económicos asociados a el cultivo de banano cercanos a los 565 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.9; B) este valor cercano al billón de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.36 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de banano para un periodo prospectivo que va hasta el año 2037, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.36 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Manejo del Riesgo Agroclimático + Agricultura digital en el cultivo de banano

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$1.097.974,00	129,04	70,17%	35,12%
Nivel de adopción mínima	\$565.149,92	66,90	62,20%	31,46%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Mejoramiento genético**

Para el componente de mejoramiento genético en el cultivo de banano, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 4 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 10 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 25 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.9; C-D).

Como se puede observar en el Cuadro 4.9 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.9; C), el componente de mejoramiento genético genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de banano superiores a los 592 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.9; D) este valor se superior a los 678 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.37 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente mejoramiento genético en el cultivo de banano para un periodo prospectivo que va hasta el año 2049, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.37 indicadores económicos de la evaluación económica del componente Mejoramiento genético en el cultivo de banano

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máxima	\$678.897,59	74,83	55,63%	25,00%
Nivel de adopción mínima	\$592.702,82	65,45	54,22%	24,53%

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas con gremios y expertos Alianza Bioversity-CIAT

○ **Uso de recurso agua y emisiones:**

Para el componente de uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de banano, se estableció una curva de adopción con un periodo de gestación de 3 años en los que el nivel esperado de adopción se alcanzaría en el año 5 de ejecución. Adicionalmente, se contempla que la tecnología tenga una duración total de 13 años antes de volverse obsoleta (Cuadro 4.9; E-F).

Como se puede observar en el Cuadro 4.9 en su momento más alto de adopción bajo el escenario conservador (Cuadro 4.9; E), el componente uso de recurso agua y emisiones genera excedentes económicos asociados a en el cultivo de banano cercanos a los 428 mil millones de pesos. Por otro lado, en el escenario optimista (Cuadro 4.9; F) este valor se supera los 898 mil millones de pesos en el escenario más alto de adopción.

En la tabla 4.38 se presentan los indicadores económicos de la evaluación económica del componente uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de banano para un periodo prospectivo que va hasta el año 2036, considerando el año 2021 como el año en el que comienza la implementación del programa. Sin embargo, también se consideran las inversiones hechas en desarrollos previos generadores de conocimiento durante el programa convenio MADR-CIAT que se evaluaron en el componente ex post (ver Capítulo 2). Adicionalmente, se consideran contrapartidas de los gremios que van hasta alcanzar el pico de adopción de la tecnología.

Tabla 4.38 Indicadores económicos de la evaluación económica del uso de recurso agua y emisiones en el cultivo de banano

	VPN (MCOP)	TIR	RBC	TIRM
Nivel de adopción máximo	\$898.003,77	105,72	73,53%	36,61%
Nivel de adopción mínimo	\$428.184,28	50,93	63,87%	32,31%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

4.3.10 Conclusión evaluación ex ante

Puede decirse, a manera de conclusión, que los modelos utilizados sugieren escenarios muy positivos en términos de reducción de pérdidas y costos de producción e incrementos en los rendimientos, como respuesta probable a la aplicación de las recomendaciones de LECRA, de acuerdo con las estimaciones ofrecidas por el personal técnico de CIAT y de los gremios, con las que los modelos fueron alimentados. Ahora bien, los sistemas de producción ganaderos (carne y leche bovina), banano, y caña panelera muestran mejores desempeños económicos probables con la aplicación de las medidas del componente de Uso de Recurso Agua y Emisiones, frente a las de Manejo de Riesgo Agroclimático y Agricultura Digital, aunque estas también ofrecen resultados probables positivos. Tendencia similar presentan los sistemas de Arroz, Papa, y Café, en tanto los de Banano para exportación sugieren resultados similares frente a los dos componentes y los de Maíz estiman mejores resultados económicos en respuesta al paquete de Manejo de Riesgo Agroclimático y Agricultura Digital.

Por otro lado, considerando las curvas de adopción y el tiempo en el que se alcanzan los máximos desempeños probables, sería importante iniciar en el menor tiempo posible las actividades de transferencia e identificar los factores que pudieran restringir la adopción, para diseñar estrategias de control de los mismos. Es obvio que las estructuras y estrategias de gestión de gremios como el cafetero y el bananero suponen mayores facilidades para la transferencia y aplicación de medidas, mientras que gremios en los que los productores son más dispersos geográficamente y de menor cohesión organizacional, advierten limitaciones para la adopción, lo cual sugiere la necesidad de estrategias de divulgación y comunicación de resultados que favorezcan la rápida y efectiva apropiación por parte de los productores. También es importante anotar en el caso del sector bananero que es un producto de exportación, lo que le da un valor agregado y por ende sus beneficios son mayores. En el caso de la leche, la elasticidad del producto y la duración de los efectos tecnológicos resultan en mayores retornos.

5. Conclusiones y recomendaciones

En este informe final hemos presentado los resultados de la evaluación de impacto ex post del convenio de Cooperación Técnica y Científica entre la Alianza de Bioversity International y CIAT y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MARD) y ex ante de la iniciativa LECRA en Colombia. El estudio hizo uso de métodos mixtos de evaluación, combinando herramientas cuantitativas y cualitativas de análisis. La evaluación de impacto ex post se compone de dos grandes componentes componente cualitativo y el cuantitativo. En general, este análisis buscó evaluar el impacto de las acciones preliminares adelantadas en el marco convenio del 2013 a 2015, particularmente para los cultivos de arroz y maíz en algunos departamentos del país. El componente cualitativo se basó en 18 entrevistas a actores clave para estos dos mercados, incluyendo los gremios (FEDEARROZ y FENALCE), así como los productores. La evidencia cualitativa muestra como la interacción entre el CIAT y los gremios fue exitosa y llevó a buen término las actividades de investigación y experimentación. Sin embargo, existe un espacio importante de mejora respecto a la transmisión vertical hacia los productores. También es importante que la investigación en cuanto a las variedades de semilla óptima no solo tenga en cuenta criterios de rendimiento, sino que también considere las particularidades de la comercialización en las regiones de interés. Por último, es importante que desde el programa se tengan en cuenta las heterogeneidades entre gremios, pues en últimas las capacidades iniciales de estas organizaciones son clave al momento explicar el alcance del programa en cada mercado de interés.

La evaluación de impacto cuantitativa tuvo como objetivo determinar el efecto causal del convenio sobre diversas variables de resultado de interés, tanto intermedias como finales. Para ello, y ante la imposibilidad de identificar mediante registros administrativos a los productores de arroz y maíz directamente beneficiados por el convenio, se utilizaron dos aproximaciones al tratamiento. En primer lugar, agricultores partícipes de actividades de asistencia técnica en el marco del convenio. Y, en segundo lugar, productores que habitaban en municipios del convenio. La evaluación se hizo con información primaria, gracias a las encuestas en terreno que se hicieron a productores de arroz y maíz en el territorio nacional. Los resultados son mixtos y heterogéneos entre cultivos. No todas las variables de interés se vieron impactadas, mostrando que hay un espacio importante de mejora. Sin embargo, hay efectos interesantes que merecen ser resaltados. Por ejemplo, los productores de arroz que estuvieron expuestos a actividades de asistencia técnica relacionada a temas del convenio tienen una probabilidad mayor de usar pronósticos agroclimáticos en sus decisiones de producción y presentan mayores niveles de rendimiento. Por su parte, los productores de maíz expuestos a estas actividades tuvieron la capacidad de reducir la pérdida de cosechas, mientras que los que habitan en municipios del convenio experimentaron aumentos en sus niveles de rendimiento.

Finalmente, la evaluación económica ex ante, cuyo objetivo es simular y cuantificar los efectos económicos que tendría el escalamiento y la implementación del programa en ocho sectores estratégicos para la agricultura colombiana. Para ello, usamos el método de los excedentes económicos, por medio del cual logramos estimar indicadores clásicos de la evaluación económica de proyectos, como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y la Relación Costo-Beneficio (RCB), para diferentes componentes del proyecto y cada uno de los sectores evaluados. En general, los resultados muestran que la iniciativa sería altamente rentable en todos los frentes y para todos los cultivos, incluso en los escenarios menos optimistas. Naturalmente, existe heterogeneidad entre sectores, y los resultados dependen de la parametrización hecha, que en nuestro caso fue el resultado de la discusión con expertos de los diferentes sectores y el CIAT, así como de la evidencia empírica existente en la literatura nacional e internacional.

Para finalizar, quisiéramos enfatizar en algunas recomendaciones que se derivan de toda esta evidencia y que hemos destacado a lo largo del documento, a saber:

- 1) La evidencia cualitativa muestra que la interacción entre CIAT y gremios fue buena, pero la disseminación vertical hacia los productores no siempre fue satisfactoria. Es clave incorporar espacios y estrategias que permitan involucrar de manera masiva a los agricultores.
- 2) Existen importantes heterogeneidades entre los gremios de producción, como lo muestra la evidencia cualitativa en el caso de FEDEARROZ y FENALCE. Estas diferencias de capacidad median en el impacto final que tienen este tipo de iniciativas sobre los productores finales, como lo muestra la evaluación cuantitativa. Por tanto, el diseño de un programa más ambicioso y amplio, que abarque más sectores, deber tener en cuenta estas diferencias en las capacidades iniciales de las agremiaciones.
- 3) El estudio y la experimentación en variedades de semillas no solo debe buscar optimizar el rendimiento de las mismas. Para maximizar la rentabilidad de los productores, y por ende, para aumentar la tasa de adopción, es

importante tener en cuenta otras dimensiones, como la comercialización y las preferencias de los consumidores finales de estos productores.

- 4) Cualitativamente es claro que la diseminación de las buenas prácticas es más expedita cuando se da de manera horizontal, entre agricultores en una misma región. Sin embargo, la evaluación de impacto cuantitativa muestra que no siempre fue posible generar este efecto de bola de nieve. Es fundamental trabajar en estrategias para generar este tipo de externalidades de red (*spillovers*), pues potenciarían enormemente los efectos de la intervención.
- 5) Como lección aprendida, es clave estructurar y consolidar los sistemas de información que serán asociados a la iniciativa LECRA. Para el equipo consultor no fue trivial identificar los lugares, momentos y beneficiarios de las diferentes actividades del convenio. Esto es clave para poder hacer monitoreo, seguimiento y evaluación a la intervención y para poder determinar su impacto en el futuro.
- 6) El convenio en gran medida dependía de la transmisión de conocimiento desde entidades con vocación científica, como el CIAT, hacia los gremios y productores. Sin embargo, la fuga de cerebros y la rotación de personal es un reto que amenaza la perdurabilidad de los efectos en el tiempo. Es clave implementar estrategias que garanticen que el conocimiento se conserve a pesar de la rotación de personal al interior de las organizaciones.
- 7) Como lo muestra la evaluación ex ante, considerando las curvas de adopción y el tiempo en el que se alcanzan los máximos desempeños para cada mercado, es importante iniciar en el menor tiempo posible las actividades de transferencia.
- 8) Es clave identificar, en terreno, los factores que pudieran restringir la adopción del conocimiento y las prácticas promovidas por la iniciativa LECRA, ya que los resultados (excedentes) dependen sustancialmente de dicha tasa de adopción.
- 9) En línea con la recomendación anterior, se sugiere utilizar herramientas científicas, basadas en la economía del comportamiento y la evaluación de impacto, que sirvan para incentivar al máximo la adopción de las prácticas y los conocimientos promovidos desde la iniciativa LECRA.

Finalizamos con el mensaje central de la evaluación: la iniciativa LECRA es fundamental para que el sector agrícola en el país pueda adaptarse satisfactoriamente a las vicisitudes y retos que plantea el cambio climático. También es clave para que este sector, a su vez, contribuya a la mitigación de este fenómeno. Las actividades adelantadas hasta el momento han generado impactos considerables en variables clave, como el rendimiento de los agricultores. Además, los cálculos y las simulaciones muestran que el escalamiento de la iniciativa sería altamente rentable, en diferentes dimensiones. Es importante acelerar el proceso.

6. Referencias

- Alene, A.D., Abdoulaye, T., Rusike, J., Labarta, R., Creamer, B., Del Río, M., Ceballos, H., Becerra, L.A. 2018. Identifying crop research priorities based on potential economic and poverty reduction impacts: The case of cassava in Africa, Asia, and Latin America. *PLoS one*, **13**(8), e0201803-e0201803.
- Alston JM, Norton GW. Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting. Ithaca, NY: Cornell University Press; 1995.
- ASOCAÑA (Sector agroindustrial de la caña). Estadísticas sectoriales. <https://www.asocana.org/modules/documentos/3/194.aspx> (consultado octubre de 2020).
- CENICAÑA (Centro de investigación de la caña de azúcar en Colombia). Publicaciones. <https://www.cenicana.org/publicaciones-de-cenicana/> (consultado octubre de 2020).
- CIAT. 1992. *Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's Contributions*. CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2020. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/encuesta-nacional-agropecuaria-ena/encuesta-nacional-agropecuaria-por-departamentos. (consultado octubre de 2020).
- DNP (Departamento Nacional de Planeación) 2020. Análisis Cadenas Productivas. <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Paginas/analisis-cadenas-productivas.aspx> / (consultado octubre de 2020).
- FAO. 2018. Notas de política pública claves para el desarrollo del campo colombiano. Memorias del seminario internacional en Bogotá D.C. Julio 12 de 2018.
- FAO, CIAT, CCAFS. 2018. Retos del Cambio Climático para la Agricultura en América Latina y el Caribe. Documento técnico, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- FENALCE (Federación Nacional de Cereales y Leguminosas) 2020. Estadísticas. <https://www.fenalce.org/alfa/pg.php?pa=58> / (consultado octubre de 2020).
- FEDEARROZ (Federación Nacional de Arroceros). 2020. Área, producción y rendimiento. FEDEARROZ, COL. http://www.fedearroz.com.co/new/apr_public.php (consultado octubre de 2020).
- FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos). 2020. Estadísticas. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/estadisticas>. (consultado octubre de 2020).
- FEDEPANELA (Federación Colombiana de Paneleros). Sistema de Información Panelero-SIPA. <http://www.sipa.org.co/wp/> (consultado octubre de 2020).
- FEDEPAPA – Federación Colombiana de Productores de Papa. Estadísticas <https://fedepapa.com/historico-precios-de-la-papa/> (consultado octubre de 2020).
- Federación Nacional de Cafeteros. 2020. Estadísticas cafeteras. <https://federaciondecafeteros.org/wp/estadisticas-cafeteras/> (consultado octubre de 2020).
- Hardy, J. Climate Change: Causes, Effects, and Solutions. Wiley and Sons.
- Hurley, T.M., P.G. Pardey, X. Rao and R. Andrade. Returns to Food and Agricultural R&D Investments Worldwide, 1958-2015. InSTePP Brief. St. Paul, MN: International Science & Technology Practice & Policy center, August 2016.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014. Informe de síntesis. Documento técnico, Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático.
- MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). 2020. Cifras sectoriales. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Paginas/Dirección-de-Cadenas-Productivas.aspx> (consultado octubre de 2020).
- Marin-Salazar, Diego; Andrade, Robert; Labarta, Ricardo; Vásquez-Urriago, Ángela; Caicedo, Samuel (2019). Evaluación ex-ante del impacto del genotipo de arroz L23 en la Altillanura plana colombiana. *Agronomía Mesoamericana*. 30(3): 613-630 p.
- Medina-Rey, J.M.. 2018. Cultivando resiliencia frente al cambio climático: lecciones aprendidas para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en América Latina y el Caribe. Documento técnico, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Mendelsohn, R. The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries. *Journal of Natural Resources Policy Research*, vol. 1, no. 1, 5-19.
- ONU. 1991. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Documento técnico, Organización de las Naciones Unidas.
- Ramírez, M., H.J. Martínez, L.X. Ortiz, F.A. González, y C.A. Barrios. 2004. Respuestas de la oferta y la demanda agrícola en el marco de un TLC con Estados Unidos. IICA, Bogotá, COL.

7. Apéndice

A.1. Apéndice A: Arroz

En esta sección analizamos las variables de la encuesta realizada a arroceros.

A.1.1 Estadísticas descriptivas

Esta sección da cuenta de estadísticas descriptivas a nivel de hogar que permitan entender el marco muestral compuesto por 616 hogares, construir una narrativa alrededor del convenio y las variables de resultado utilizadas en la evaluación.

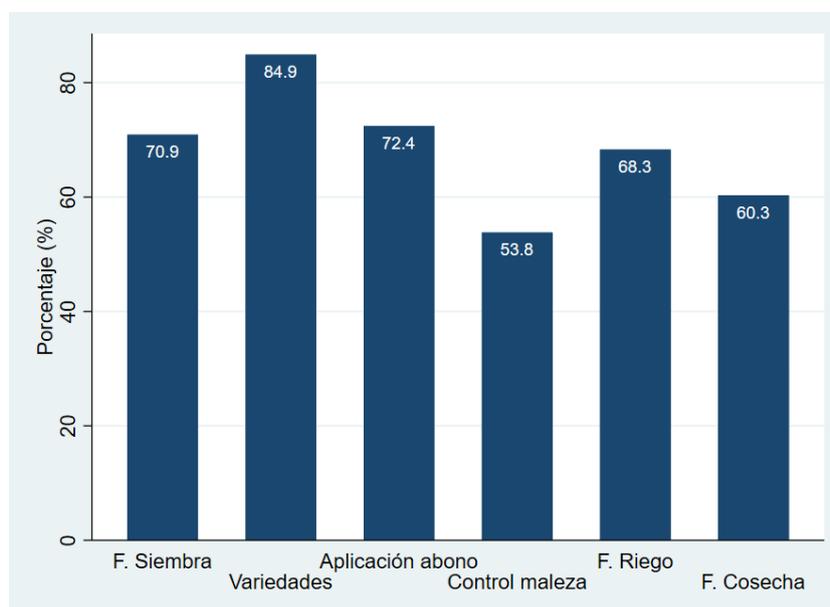
Tabla 7.1 Número de tratados y controles por definición de tratamiento

	Asistencia técnica	Municipios convenio
Tratados	233	198
Controles	383	418
Total	616	616

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En La Tabla 7.1 podemos encontrar el número de hogares identificados como tratados y controles según los diferentes criterios de definición de tratamiento. Cada definición tiene particularidades que dificultan la identificación y aislamiento del impacto del programa sobre los productores. Por otra parte, teniendo en cuenta los pronósticos agroclimáticos, se logró determinar que 199 productores (32.89%) del total tienen en cuenta estos pronósticos para determinar: fecha de siembra, elección de variedades, aplicación de fertilizantes (abonos), control de maleza, manejo de plagas y/o enfermedades, fechas de riego y/o las fechas de cosecha.

Figura 7.1 Porcentaje de agricultores que consultan pronósticos agroclimáticos para la toma de decisiones sobre el cultivo.



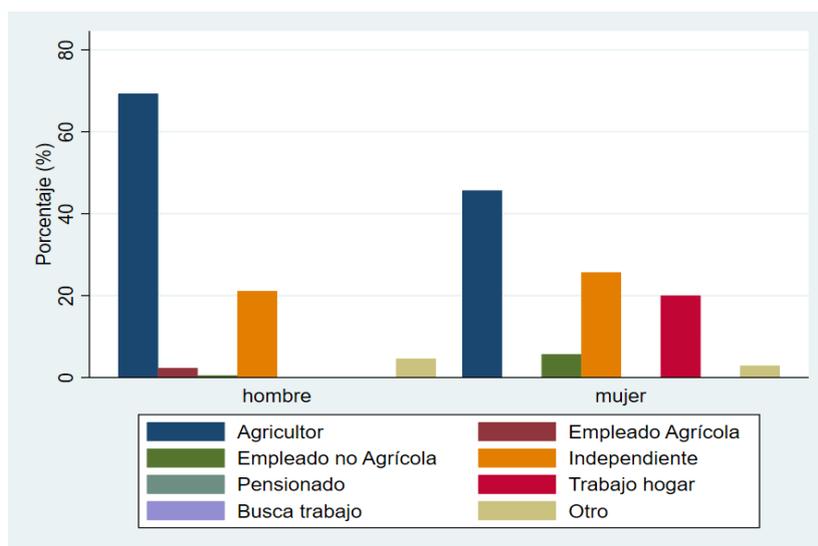
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que utiliza los pronósticos agroclimáticos para tomar más de una decisión respecto a su cultivo.

De acuerdo con La Figura 7.1, los hogares que consultan pronósticos agroclimáticos lo hacen principalmente para tomar decisiones respecto al tipo de variedad de arroz a usar en el cultivo, seguido de la aplicación de abono y fertilizantes y la fecha de siembra. Por el contrario, una decisión en la que los hogares no tienen en cuenta los pronósticos en la misma proporción es la de control de maleza, en la que el porcentaje se encuentra alrededor del 50%.

Referente a la caracterización de miembros del hogar y entendiendo que parte importante de este ejercicio descriptivo es poder caracterizar los hogares con enfoque de género y entender cuál es el papel que juegan las mujeres dentro del sistema productivo del arroz, generamos algunas estadísticas a continuación. La encuesta revela una cifra preocupante en términos de equidad de género, el 94.32% (581) de los jefes de hogar son hombres y apenas el 5.68% (35) son mujeres. Adicionalmente, de acuerdo con la Figura 7.2, la ocupación del jefe del hogar hombre se centra en tres actividades, agricultor (67.93%), independiente (21.32%), y empleado agrícola (2.15%). Por otra parte, cuando el jefe del hogar es mujer hay mayor diversidad de ocupación, y aunque se mantiene la dominancia de actividad u ocupación agrícola (43.6%), se evidencia una caída la participación en actividades remuneradas. De hecho, la Figura 7.2 nos deja ver que la actividad relacionada con trabajo de hogar solamente recae en un jefe de hogar cuando este es mujer.

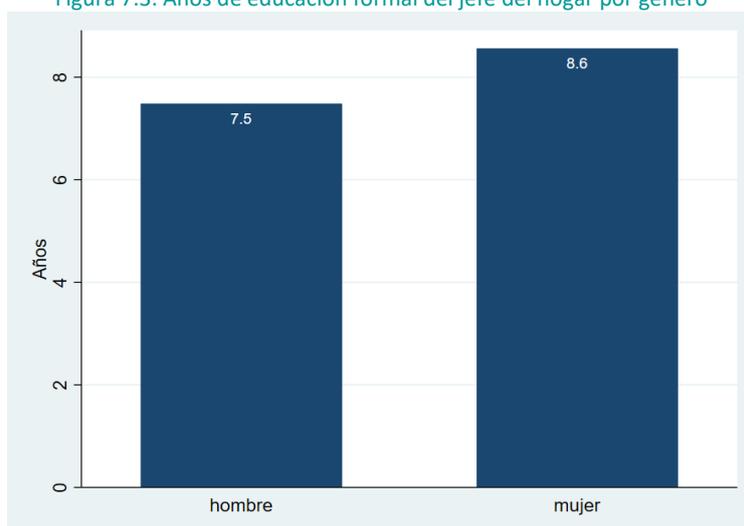
Figura 7.2 Ocupación del jefe del hogar según el género



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La Figura 7.3, nos muestra la media de educación formal para los jefes del hogar distinguiendo por género, la educación promedio de las mujeres (8.6 años) es mayor a la educación promedio de los hombres (7.5 años).

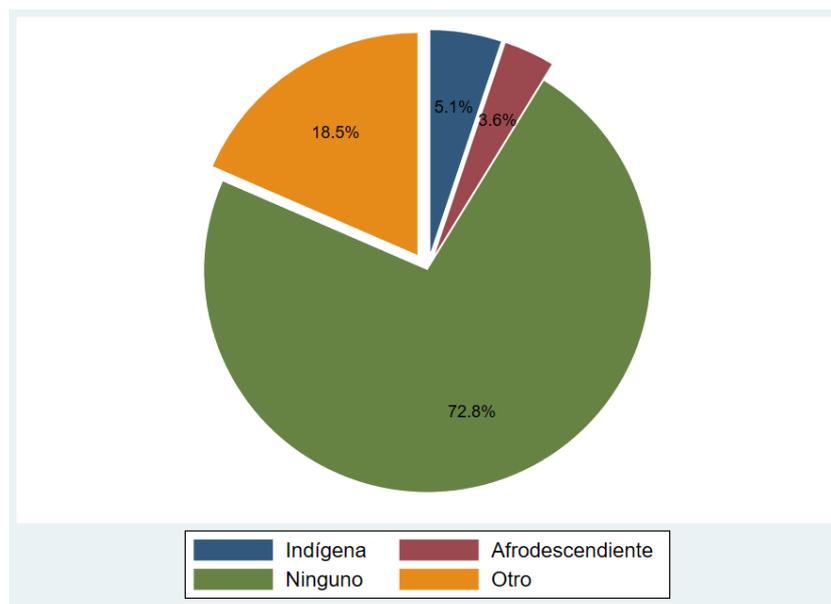
Figura 7.3. Años de educación formal del jefe del hogar por género



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por otra parte, según la Figura 7.4 el 72.8% de los jefes del hogar encuestados no se identifican dentro de ninguno de los grupos étnicos, mientras que el 18.5% afirmaron identificarse con otro grupo étnico en su mayoría blancos y mestizos. El 5.1% de los jefes de hogar afirmaron ser indígenas y el restante 3.6% afirmaron identificarse como afrodescendientes.

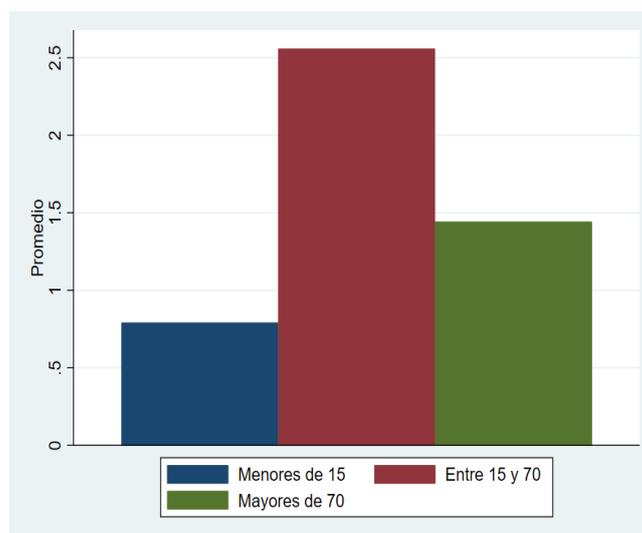
Figura 7.4 Grupo étnico jefe del hogar



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En tanto, la Figura 7.5, nos muestra que en promedio un hogar está compuesto por 3 personas en el grupo de edad entre los 15 y los 70 años, 1 persona menor de 15 años y 2 personas mayores de 70 años.

Figura 7.5 Promedio de personas en un hogar por grupo de edad



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Del mismo modo y en relación con la caracterización del cultivo de arroz encontramos que del total de los cultivos de arroz el 58.77% corresponde a sistema de cultivo seco y el 41.23% al sistema de cultivo de riego.

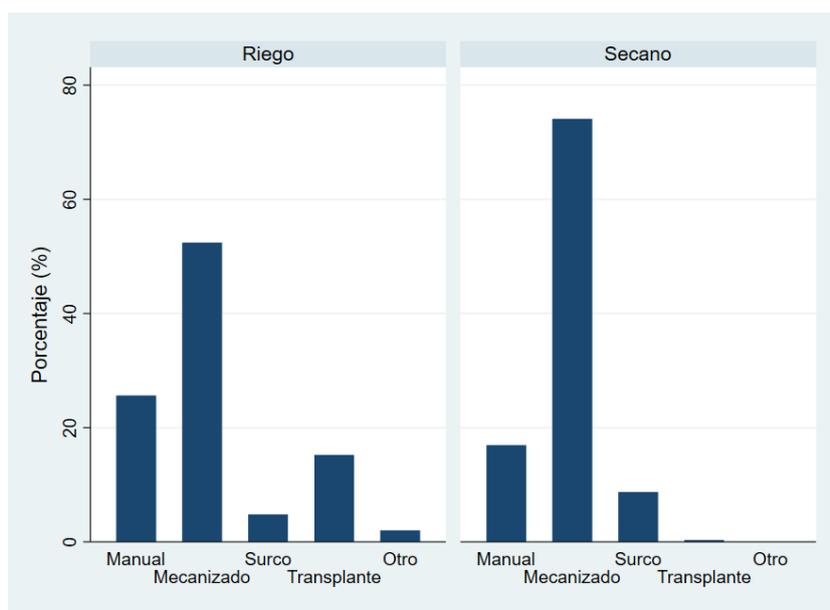
En relación con las semillas utilizadas por los agricultores en sus parcelas principales, la encuesta revela que 337 fincas (54.71%) usan semillas certificadas, en tanto 279 fincas (45.29%) usan semillas no certificadas. Además, se encontró que los hogares encuestados usan en promedio 175.12 Kg de semillas por hectárea de siembra. Este valor sin embargo tiene asociada una desviación estándar bastante grande (alrededor de 56Kg) que da cuenta de la importante dispersión de este indicador.

Figura , muestra el porcentaje de cultivos sembrados por voleo manual, voleo mecanizado, en surco, por trasplante u otro del total de cultivos en los dos sistemas de cultivo, de riego y seco. Para los dos sistemas el método de siembra predominante es el de voleo mecanizado, seguido por el voleo manual.

Asimismo, se identifica que las cosechas de los cultivos de arroz dentro de la encuesta están concentradas en el segundo semestre del año. Un total de 547 hogares con cosechas de sus cultivos en el segundo semestre del año, en tanto solo 69 hogares registraron cosecha en el primer semestre del año.

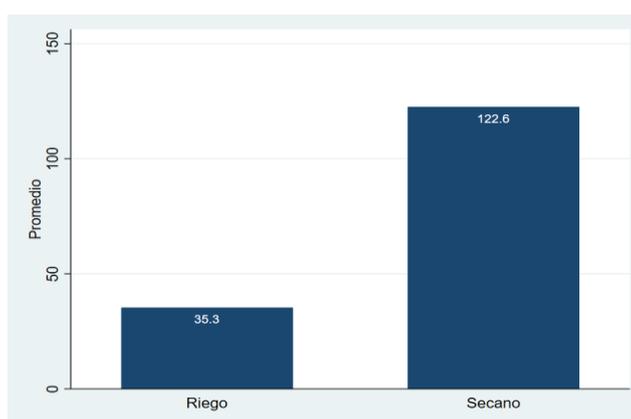
En relación con las semillas utilizadas por los agricultores en sus parcelas principales, la encuesta revela que 337 fincas (54.71%) usan semillas certificadas, en tanto 279 fincas (45.29%) usan semillas no certificadas. Además, se encontró que los hogares encuestados usan en promedio 175.12 Kg de semillas por hectárea de siembra. Este valor sin embargo tiene asociada una desviación estándar bastante grande (alrededor de 56Kg) que da cuenta de la importante dispersión de este indicador.

Figura 7.6 Método de siembra por sistema de cultivo



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.7 Área total de la finca en hectáreas



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

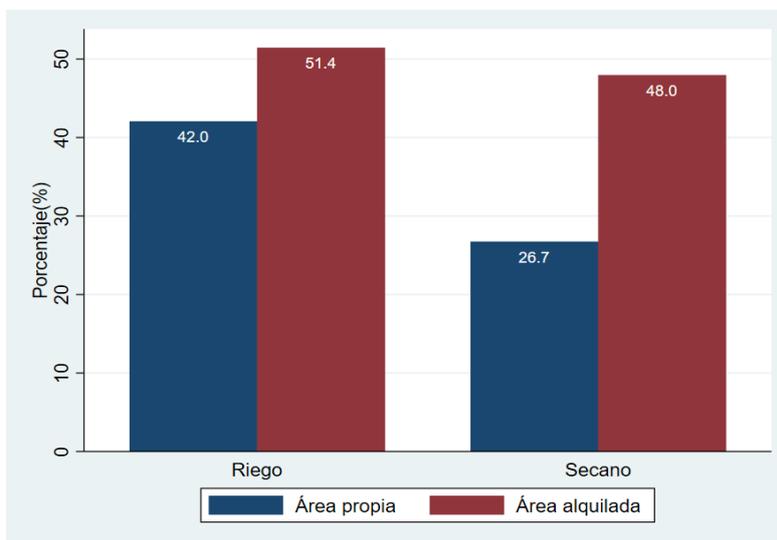
La Figura 7.7 muestra el tamaño en hectáreas de las fincas según sistema de cultivo (riego o secano). El área total promedio de las fincas con sistema de cultivo seco es de 122.6 hectáreas, mucho más alto que el promedio de área total para las fincas con sistema de cultivo de riego, que es de 35.2 hectáreas.

Por otra parte, la Figura 7.8 nos deja ver la proporción del área total de las fincas que los productores indicaron como propia y/o alquilada según sistema de cultivo. Para las fincas con sistema de cultivo de riego el porcentaje de área alquilada es de un 51.4% en tanto el porcentaje de área indicada como propia es del 42%. Respecto a las fincas con

sistema de cultivo seco el porcentaje de área alquilada asciende al 48%, mientras que el porcentaje de área indicada como propia es de apenas el 26.7%.

En relación con la siembra de otros cultivos diferentes de arroz dentro de la finca, sólo 70 de los 616 productores encuestados afirmaron haber tenido cultivos diferentes de arroz durante los últimos 12 meses en una parcela principal no destinada al cultivo de arroz. La distribución de estos cultivos puede verse en la Figura 7.9, los dos cultivos más frecuentes son el de maíz y plátano, con 44% y 21% respectivamente.

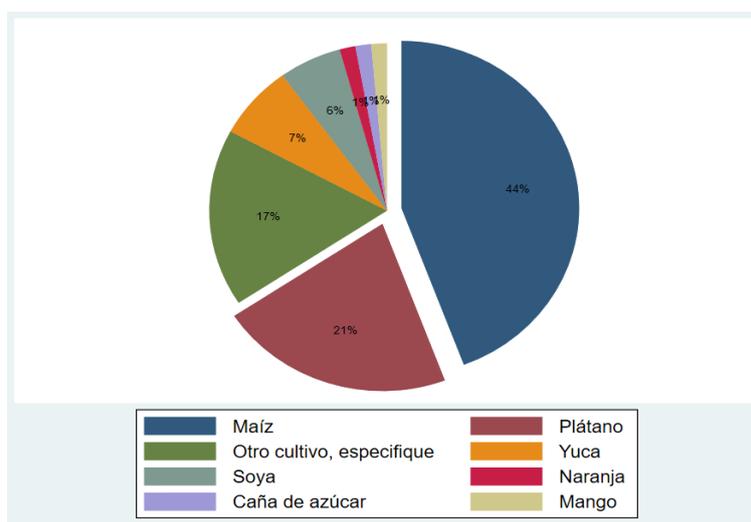
Figura 7.8 Porcentaje del área de la finca que es propia o alquilada por sistema de cultivo



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes no suman 100% en cada sistema de cultivo dado que el agricultor encuestado puede manifestar que es propietario y/o arrendatario de un área menor a la total de la finca.

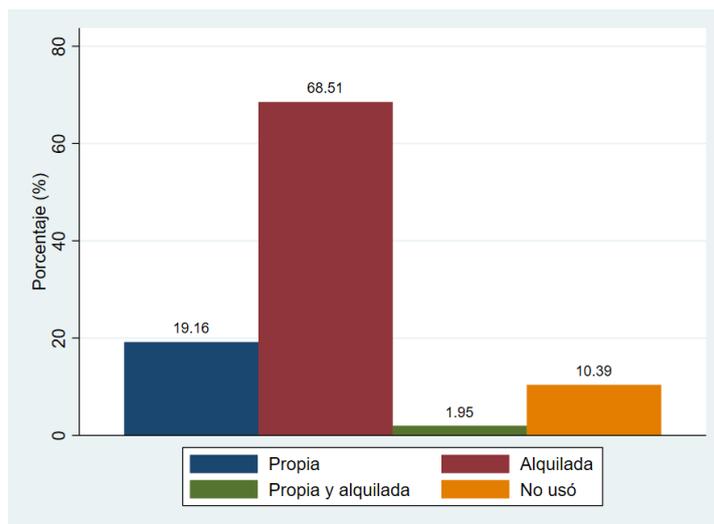
Figura 7.9 Distribución de otros cultivos en las fincas con presencia de estos



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

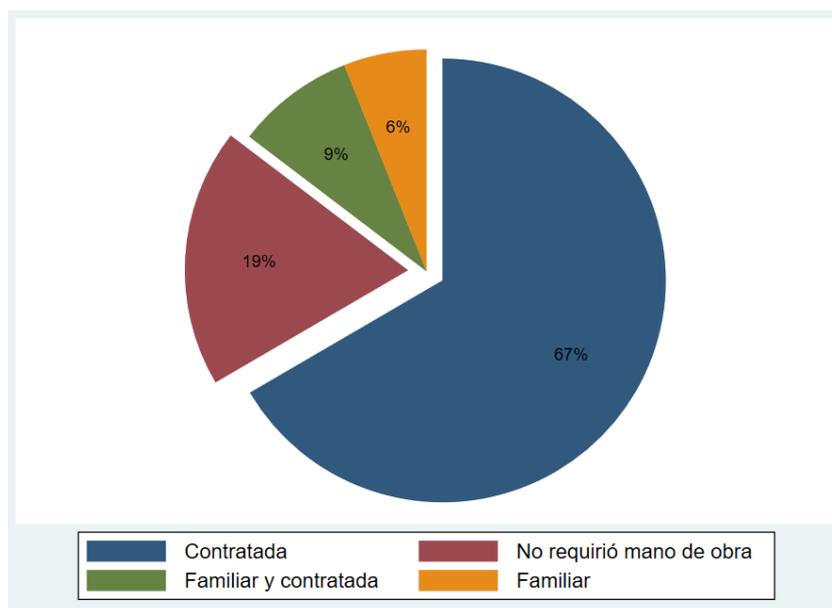
Por lo que se refiere al uso de maquinaria y mano de obra en el proceso de siembra de arroz en la Figura 7.10 es posible evidenciar que el 68.51% de las fincas alquilan la maquinaria en el proceso de siembra, en tanto solo el 19.16% son propietarios de esta. Por otra parte, la Figura muestra que la mayoría de las fincas (67%) contratan mano de obra para sus siembras, y alrededor del 19% no requirió mano de obra. El restante 15% corresponde a la mano de obra familiar en conjunto con familiar y contratada.

Figura 7.10 Porcentaje de fincas con maquinaria propia, alquilada, propia y alquilada, y sin maquinaria



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

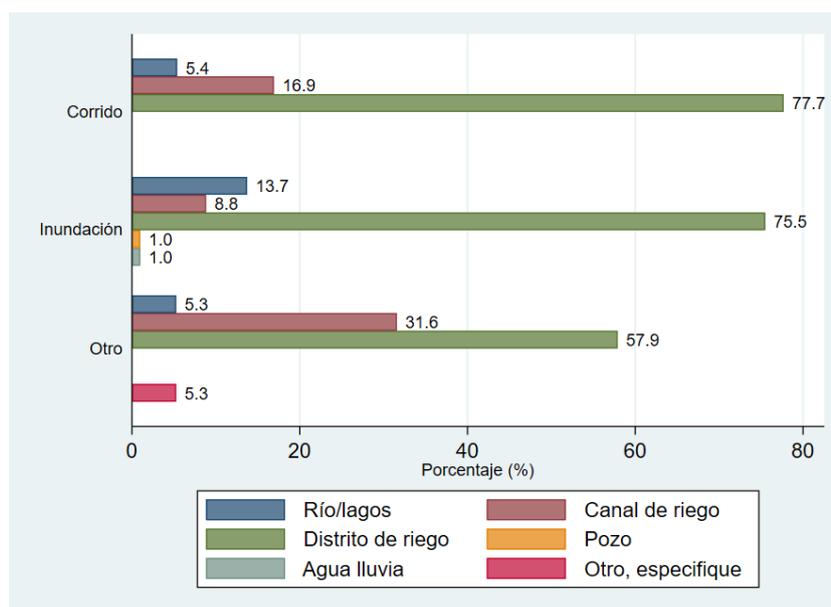
Figura 7.11 Mano de obra empleada en siembra



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La encuesta revela que, del total de las 616 fincas, 251 fincas (40.7%) cuentan con sistema de riego. De estas, 130 fincas cuentan con tipo de riego corrido, 102 fincas cuentan con tipo de riego por inundación y 19 fincas cuentan con otro tipo de riego. La Figura 7.12 muestra la fuente de agua según el tipo de riego; corrido, por inundación u otro. Para los tres tipos de riego predomina el distrito de riego como fuente de agua.

Figura 7.12 Fuente de agua por tipo de riego



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Referente al destino de la cosecha de arroz, 594 productores afirmaron haber vendido algún porcentaje de la producción de arroz. La Tabla 7.2 muestra que del total de fincas que vendieron algún porcentaje de su producción de arroz, lo hicieron principalmente a un Molino de arroz (83%) y a intermediarios (15.9%). El porcentaje restante se divide entre centro de acopio (0.51%), vecino (0.34%), y otro (0.17%).

Tabla 7.2 venta de arroz según destino

	Molino	Intermediarios	Centro de acopio	Vecino	Otro	Total
Fincas	493	95	3	2	1	594
Porcentaje	83%	15.9%	0.51%	0.34%	0.17%	100%

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

De la misma manera, podemos encontrar que la experiencia promedio de los jefes de hogar produciendo arroz se encuentra alrededor de los 19 años, así como que en promedio se realizan 2.3 actividades de preparación de suelo; rastra, rastrillo o pulido, encalamiento, caballoneo convencional, caballoneada con taipa, drenajes, preabonamiento, análisis de suelo, cincelada con cincel vibratorio, nivelada con *land plane*, nivelación con láser, fanguero, micronivelación, machete o azadón, y quema.

Tabla 7.3 Número de activos familiares y productivos promedio del hogar

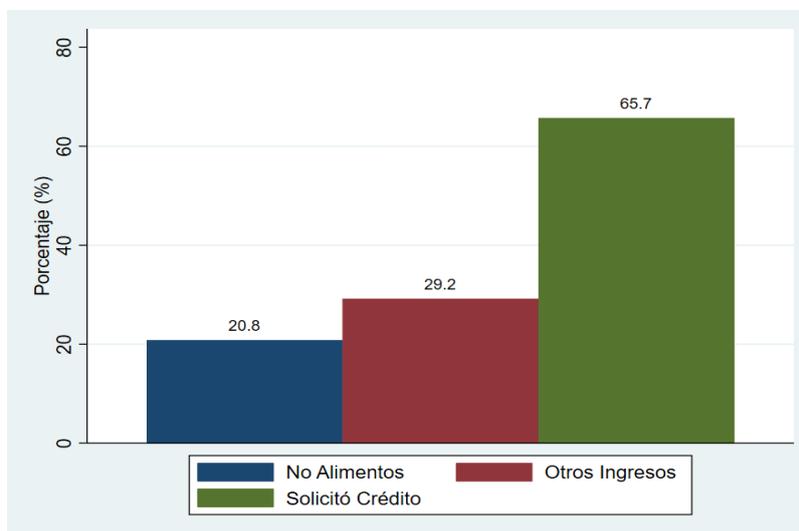
Activos	Media	Desv.Est	Mínimo	Máximo
Familiar	4.85	1.79	0	9
Productivo	2.80	2.44	0	10

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En la Tabla 7.3 se muestran algunas estadísticas descriptivas del número de activos promedio familiares y productivos, que poseen los hogares encuestados. Entre los activos familiares se encuentran: bicicleta, motocicleta, automóvil, refrigerador, televisores, celular inteligente, computadoras, radio y/o camión. Por otro lado, los activos productivos son: bomba de agua, reservorio, rastra, carreta, tractor, bomba de mochila manual, bomba de mochila motor, machete, voleadora, cosechadora y/o rozadora. De acuerdo con esta información, en promedio los hogares tienen 4.85 activos familiares y 2.80 activos productivos, la desviación estándar es 1.8 y 2.4 respectivamente.

De acuerdo con los resultados de la Figura 7.13, el 20.8% de los hogares manifestaron que en los últimos 12 meses existió al menos un mes en el que no alcanzaron los alimentos para satisfacer las necesidades del hogar. El 29.2% de los hogares recibió otros ingresos en el último año, principalmente subsidios/bonos del gobierno (41.48%) y salario (36.16%). Por último, el 65.7% de los hogares dice que algún miembro del hogar solicitó algún crédito en los últimos 5 años, al 89.4% le aprobaron el préstamo y de estos al menos un 91.7% de los productores destinó algún porcentaje del préstamo para el cultivo de arroz.

Figura 7.13 Seguridad alimentaria, otros ingresos y crédito

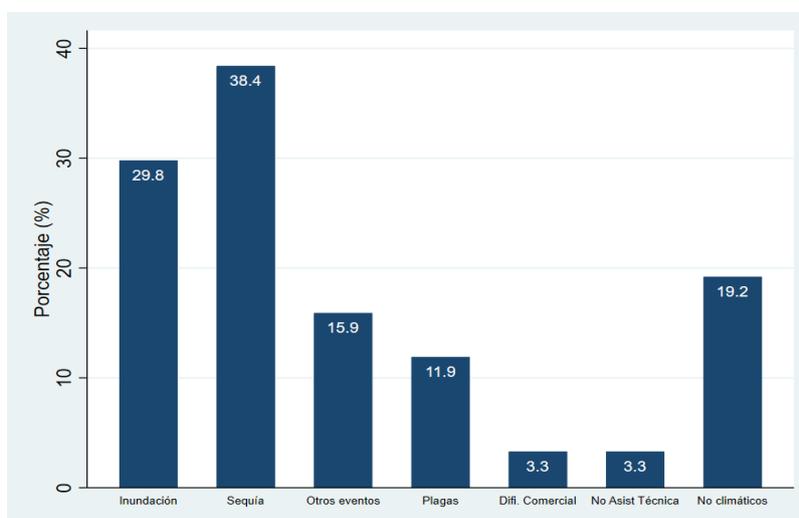


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

El 24.51% de los agricultores tuvo pérdidas de cosecha en el último ciclo de siembra. La principal razón reportada por los agricultores fue la sequía con un 38.4%, seguido de inundaciones 29.8%, eventos no climáticos 19.2% (entre estos bajo precio y baja producción), otros eventos climáticos 15.9% (huella hídrica, granizadas, vientos fuertes) y plaga 11.9%. Las razones menos probables de pérdida de cosecha son la falta de asistencia técnica y dificultades comerciales, cada uno de estos con un 3.3% de productores que declaran esta razón como la responsable de la pérdida de cosecha.

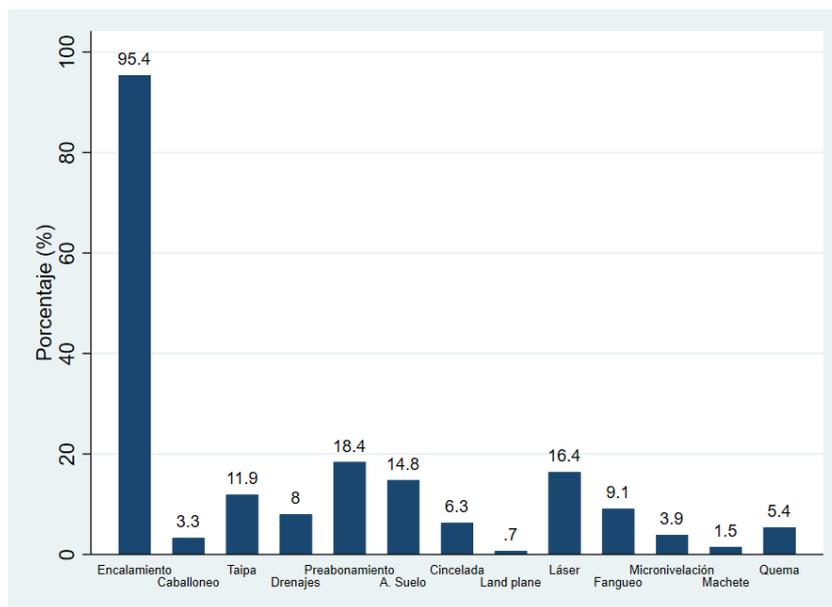
La Figura 7.15 muestra que el 95.4% de los productores en la muestra realizan encalamiento de suelo, esto se refiere a la aplicación de un material alcalinizante al suelo cuyo objeto es reducir la acidez de este. La siguiente actividad de preparación de suelo más recurrente entre los productores es la de preabonamiento, el 18.4% de los productores reportaron realizar esta actividad. Seguido de la nivelación con láser (16.4%), análisis de suelo (14.8%), caballoneo con taipa (11.9%), fanguero (9.1%), drenajes (8%), y cincelada con cincel vibratorio (6.3%). Las actividades de preparación de suelo menos recurrentes son las de quema (5.4%), micronivelación (3.9%), caballoneo tradicional (3.3%), machete (1.5%) y, por último, nivelación con *land plane* (0.7%).

Figura 7.14 Porcentaje de agricultores según las razones de la pérdida de cosecha



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.15 Porcentaje de agricultores según las actividades de preparación del suelo

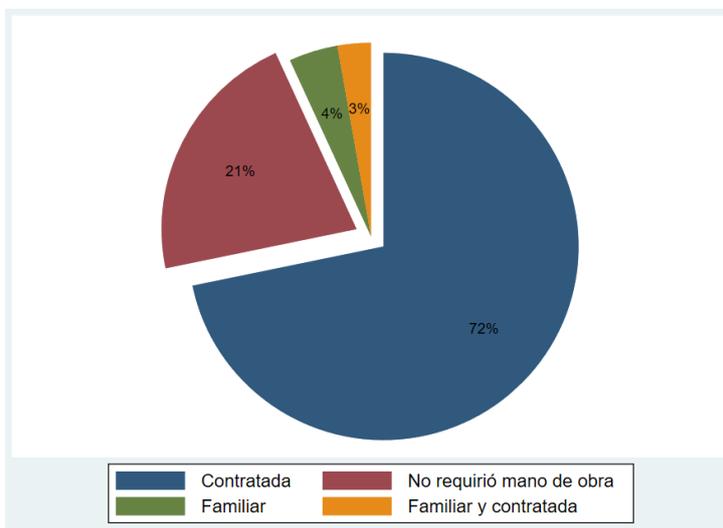


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que realiza más de una actividad en la preparación del suelo.

Por otra parte, del total de encuestados el 20.29% utilizó maquinaria propia para las actividades de preparación del terreno, el 70.45% la alquiló, el 3.41% utilizó maquinaria propia y alquilada. El 5.84% restante asegura que no usó maquinaria.

Figura 7.16 Mano de obra empleada en actividades de preparación de suelo



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

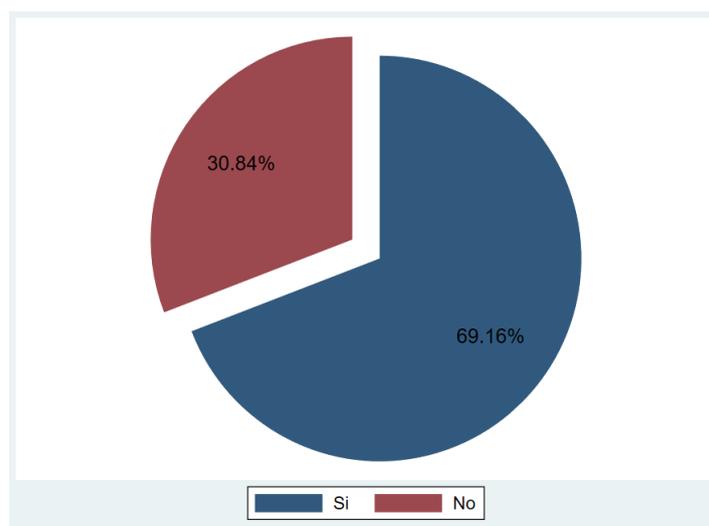
Al igual que en la siembra y la cosecha, la Figura 7.16 muestra que la mayoría de las fincas (72%) contratan mano de obra para la preparación de suelo, y alrededor del 21% no requirió mano de obra. El restante 7% corresponde a la mano de obra familiar en conjunto con familiar y contratada.

Con respecto a la discriminación por género, el 100% de los agricultores que utiliza mano de obra familiar asegura que trabaja con al menos un hombre de la familia frente al 16% que trabaja con al menos una mujer de la familia. Las cifras con respecto a la mano de obra contratada son similares, el 100% contrató a al menos un hombre para esta labor frente al 28.5% que contrató al menos una mujer.

Según la Figura 7.17 el 69.16% de los agricultores encuestados dicen haber tenido plagas y/o enfermedades en la parcela principal. De este porcentaje el 98.83% asegura haber realizado control de estas plagas.

La principal plaga para la cual los agricultores realizan control es el gusano blanco, cerca del 51% de los agricultores que realizaron control de plagas manifestaron hacerlo para este tipo de gusano. La segunda plaga que encabeza la lista es la pudenta o chinche con el 50% de los agricultores realizando control. La tercera plaga a la que se le hace control con mayor frecuencia es la del gusano rojo, el 37% de los agricultores que realizan control de plagas lo hacen para controlar esta plaga.

Figura 7.17 Plagas en el cultivo principal

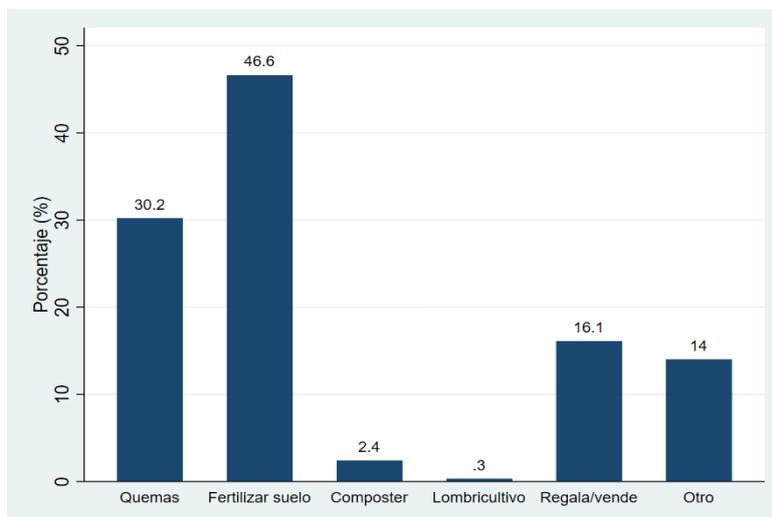


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

De acuerdo con los datos dispuestos en la Figura 7.18 el 46.6% de los agricultores encuestados utilizan los residuos orgánicos derivados de la actividad agrícola para fertilizar el suelo, seguido del 30% que asegura quemarlos, el 16.1% los entrega a servicios de recolección, los regala o vende. El 14% los destina en otros, principalmente alimento para ganado y otros animales, el 2.4% los envía a la compostera y el 0.3% los envía a un lombricultivo.

En lo que respecta a desechos de plástico, vidrio o PVC, la Figura 7.19 deja ver que el 47.4% de los encuestados dice entregarlos al servicio de recolección, el 21.3% de los agricultores los quema, el 12.2% los regala y el 6.2% los vende. El 5.8% de los agricultores afirma no manejar, reutilizar, o eliminar los desechos de plásticos, vidrios o PVC. Ninguno de los agricultores afirmó disponer los desechos en ríos, quebradas o corrientes de agua. Solo el 3.2% de los agricultores los reutiliza. Entre las otras disposiciones (12.5%), las respuestas más frecuentes son que los desechos se entierran o se quedan en la pista de fumigación (Figura 7.19).

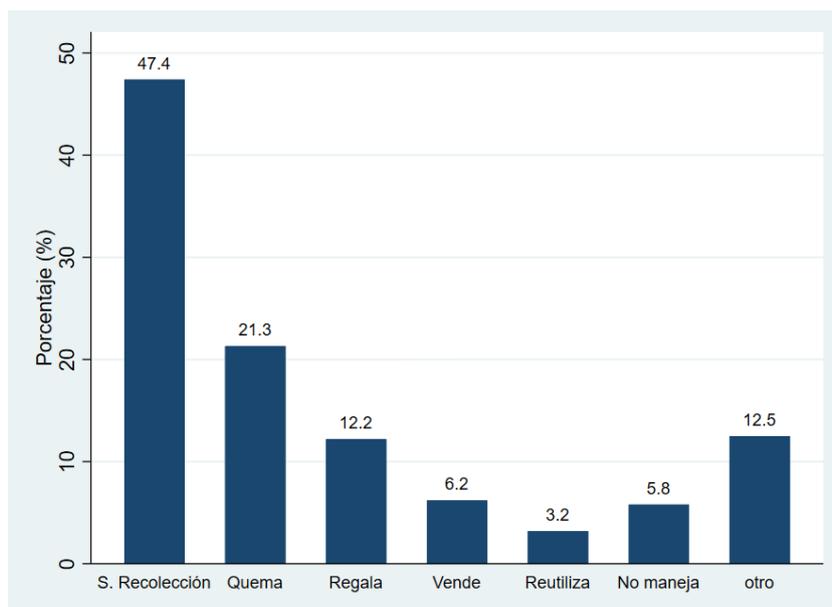
Figura 7.18 Porcentaje de agricultores según la disposición de residuos orgánicos



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que le da diferentes usos o dispone de diferentes maneras de los residuos orgánicos.

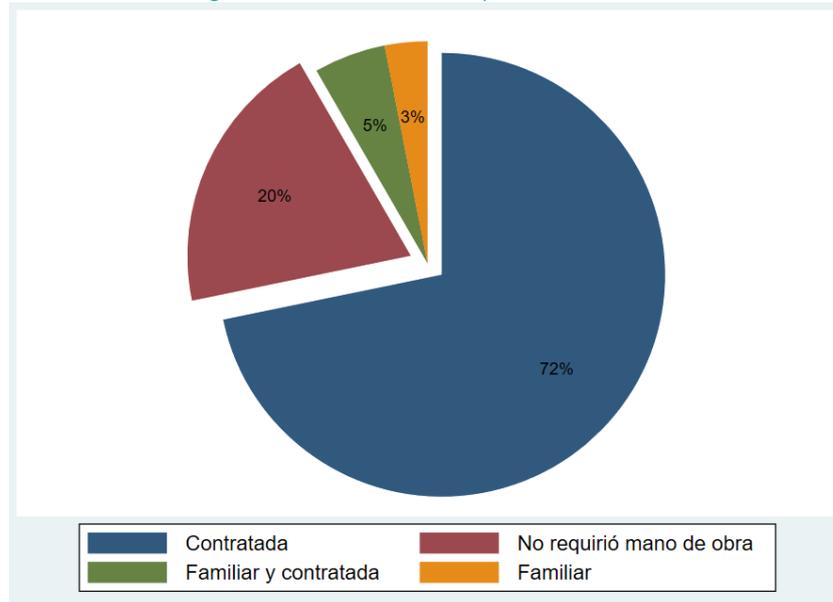
Figura 7.19 Porcentaje de agricultores según la disposición de desechos de plástico, vidrio o PVC



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

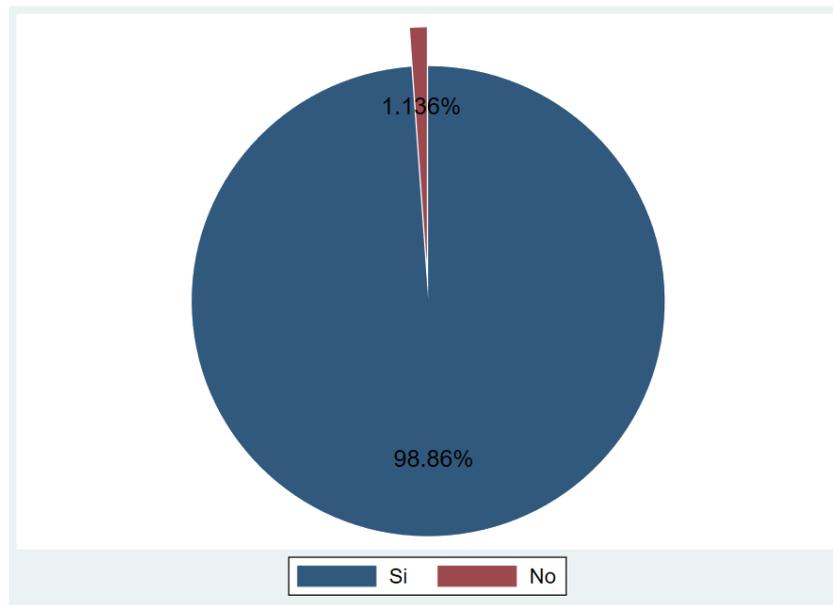
Tenga en cuenta que los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que dispone de diferentes maneras de los desechos de plástico, vidrio o PVC.

Figura 7.20 Mano de obra empleada en cosecha



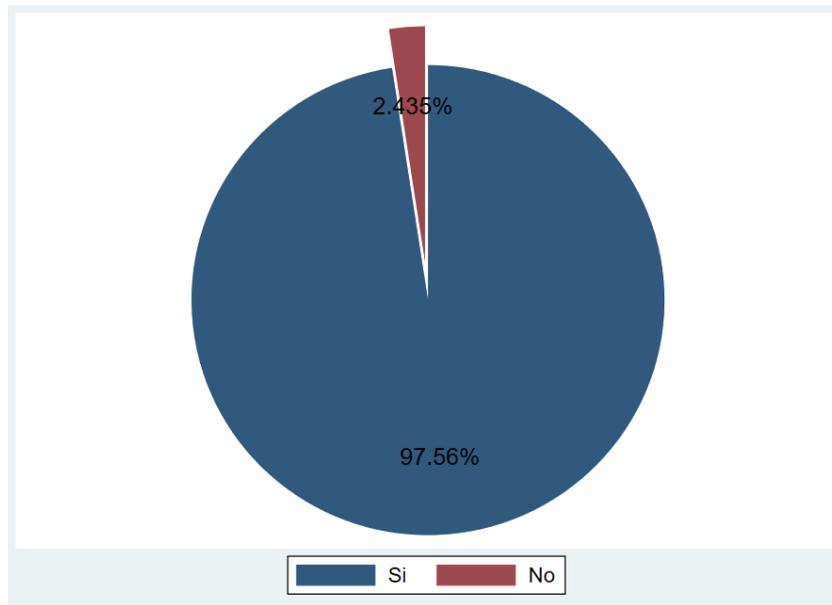
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.21 Aplicación de fertilizantes/abonos



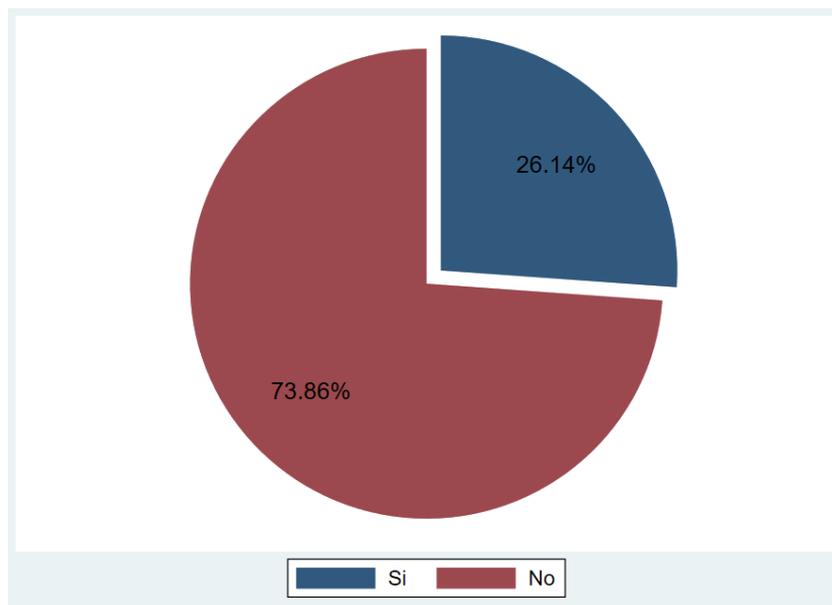
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.22 Aplicación de insumos para el control de malezas



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

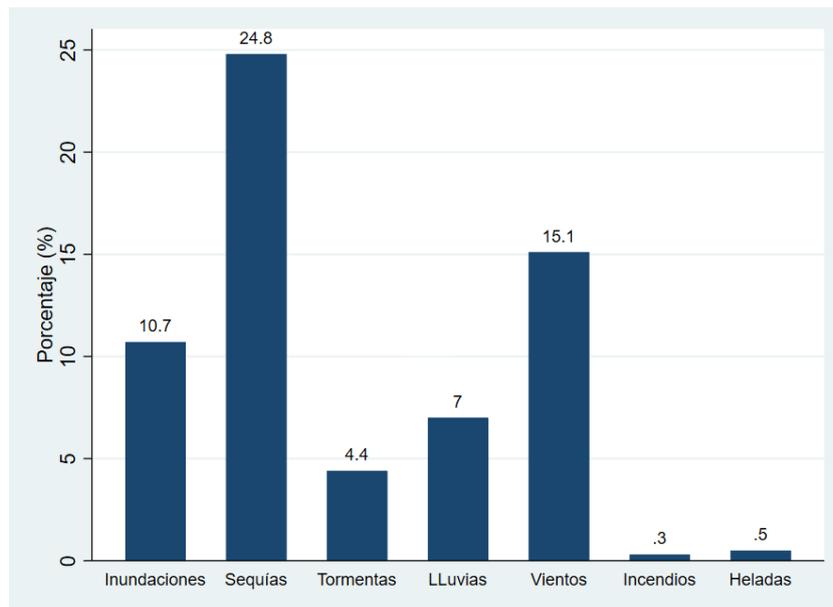
Figura 7.23 Pertenencia de los agricultores a organizaciones de productores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

El 26.14% de los encuestados asegura ser miembro activo de alguna organización (cooperativa agrícola, grupo de productores de arroz, grupo de productores de otros cultivos, mesas técnicas, etc.).

Figura 7.24 Porcentaje de agricultores según el efecto adverso por el cual se vio afectado su cultivo en los últimos 5 años



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que su cultivo se vio afectado por más de un evento adverso en los últimos 5 años.

A.1.1. Comparación de modelos por vecino más cercano, kernel y genetic matching

En esta sección, para efectos de comparación, presentamos los efectos del tratamiento (para exposición a programas del convenio) para las diferentes variables de resultado de interés de los modelos de emparejamiento por vecino más cercano, kernel y genetic matching, usando siempre diferencias de medias. Es bueno recordar que en el texto principal reportamos los resultados de los modelos de emparejamiento genético y regresión IPW, pues son los que logran el mejor balance en observables y las estimaciones más eficientes.

Tabla 7.4 Efecto del tratamiento sobre rendimiento

Variable	Método de Emparejamiento	ATT	$p > z $
Rendimiento	Vecino más cercano (1) con caliper (0.01)	.331	0.340
	Kernel Epanechnikov	.614	0.016
	Genetic Matching	.593	0.064

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

Tabla 7.5 Efecto del tratamiento sobre reducción de huella hídrica

Variable	Método de Emparejamiento	ATT	$p > z $
Huella Hídrica	Vecino más cercano (1) con caliper (0.01)	.117	0.078
	Kernel Epanechnikov	.038	0.425
	Genetic Matching	-.013	0.836

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

Tabla 7.6 Efecto del tratamiento sobre resultados intermedios

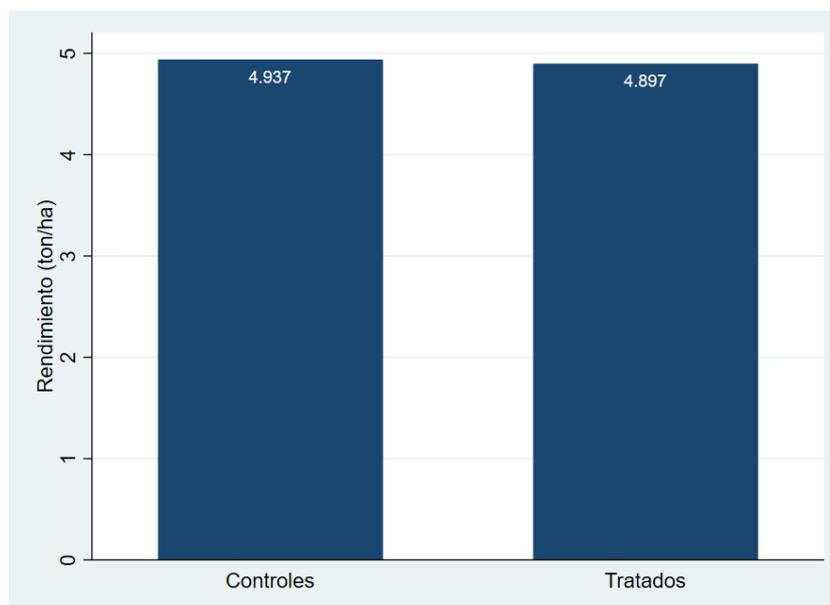
Variable	Método de Emparejamiento	ATT	$p > z $
Pérdida de Cosecha	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.001	1
	Kernel Epanechnikov	-.021	0.644
	Genetic Matching	-.013	0.816
Pronósticos Agroclimáticos	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.229	0.001
	Kernel Epanechnikov	.278	0.000
	Genetic Matching	.230	0.000
Variedades evaluadas	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.062	0.167
	Kernel Epanechnikov	.038	0.134
	Genetic Matching	.004	0.917

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

A.1.2. Tratamiento alternativo: municipios del convenio

A continuación, describimos las principales variables de resultado de interés, esta vez discriminando según el tratamiento alternativo, que corresponde a productores que al momento de la encuesta habitaban en municipios del convenio. La Figura 7.25 y la Tabla 7.7 muestran que el rendimiento promedio en el grupo no tratado es ligeramente mayor al del grupo tratado, aunque sustancialmente son equivalentes. En las siguientes secciones revisaremos si esta igualdad se mantiene tras balancear la muestra.

Figura 7.25 Rendimiento cultivo arroz



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

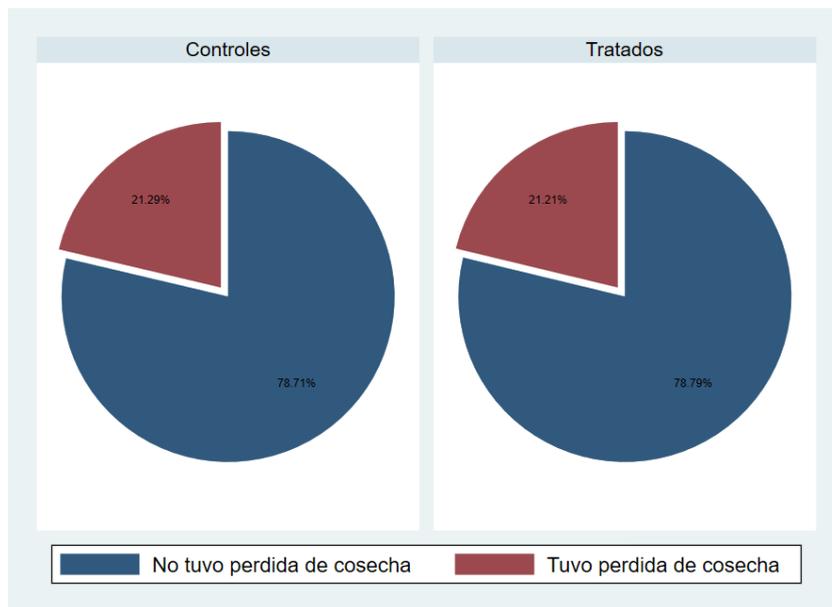
Tabla 7.7 Estadísticas descriptivas del rendimiento

	Tratados	Controles
Media	4.89	4.93
Desv.Est	2.37	2.23
Mínimo	0.44	0.44
Máximo	8.75	8.75
Obs	194	411

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por otro lado, la Figura 7.26 muestra que un porcentaje similar de agricultores han perdido sus cosechas en el grupo de tratados (21.21%) frente al de no tratados (21.29%). Más adelante inspeccionaremos si esta igualdad persiste tras emparejar.

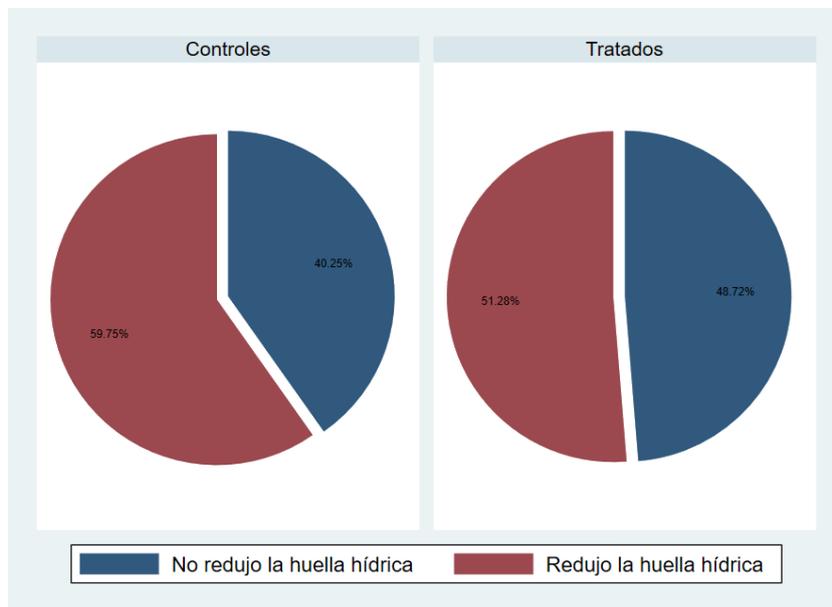
Figura 7.26 Porcentaje productores con pérdida de cosecha por grupo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En relación con el porcentaje de agricultores que afirmaron haber reducido su huella hídrica, del total de los agricultores el 57% aseguró que lo había hecho respecto a 5 años atrás. La proporción de personas que asegura haber disminuido su huella hídrica es más grande en el grupo de no tratados en este caso.

Figura 7.27 Porcentaje de productores que afirmaron reducir huella hídrica por grupo de tratamiento

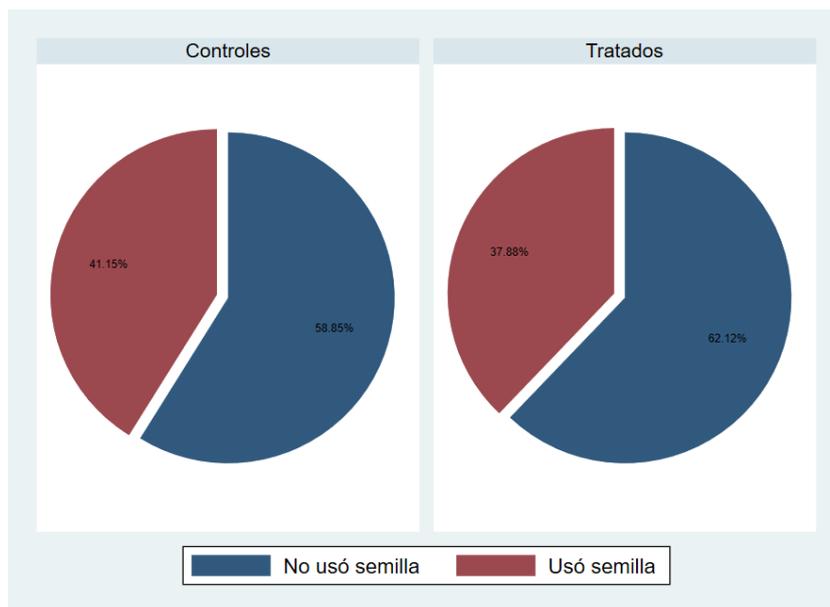


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La distribución de adopción de variedades bajo esta definición de tratamiento (municipios convenio) va en línea con la distribución encontrada bajo la definición de tratamiento por asistencia técnica. Encontramos que la proporción de variedades (Fedearroz 67 y Fedearroz 68) dentro del grupo de control (41.15%) es mayor a la proporción de variedades en el grupo de tratamiento (37.88%), como lo muestra la Figura 7.28. Dado que la diferencia es tan poca, podría indicar efectos nulos sobre esta variable.

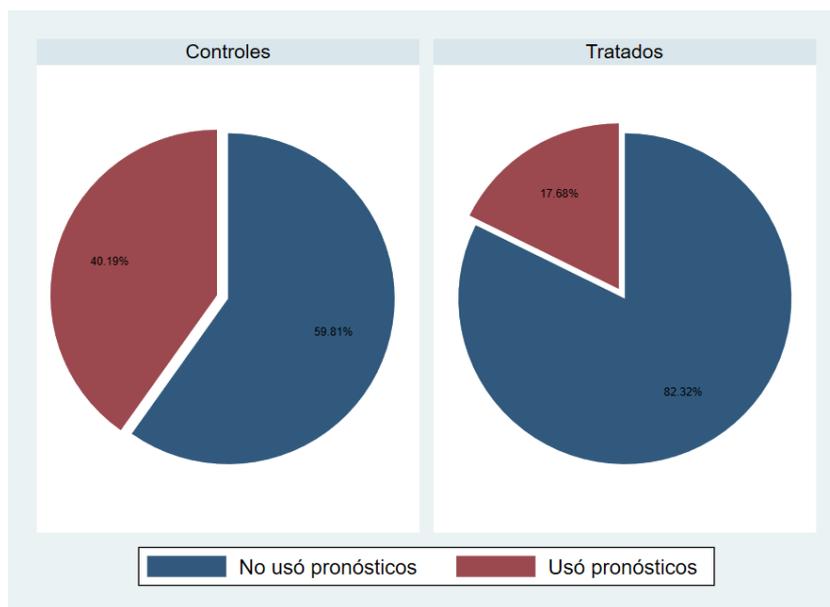
Por su parte, la Figura 7.29 muestra que para esta definición del tratamiento la proporción de agricultores que tuvo en cuenta los pronósticos agroclimáticos en sus decisiones de producción fue mayor en el grupo de no tratados. A su vez, la Figura 7.30 muestra que una proporción menor de productores en los municipios incluidos por el convenio, adoptó la información diseminada en las actividades de asistencia técnica en las que participaron.

Figura 7.28 Porcentaje de adopción de variedades de arroz



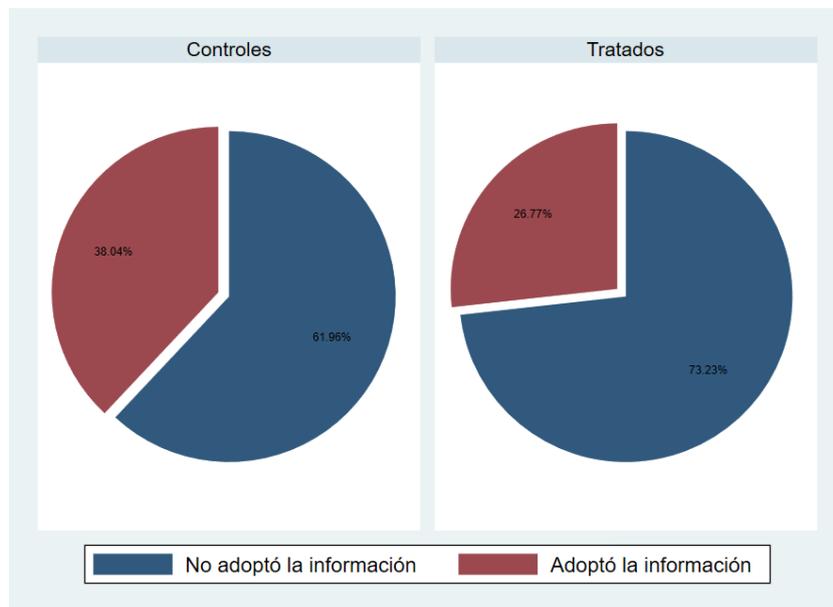
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.29 Porcentaje de agricultores que tuvieron en cuenta pronósticos agroclimáticos para la toma de decisiones de producción



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.30 Porcentaje de agricultores que pusieron en práctica la información de capacitaciones técnicas



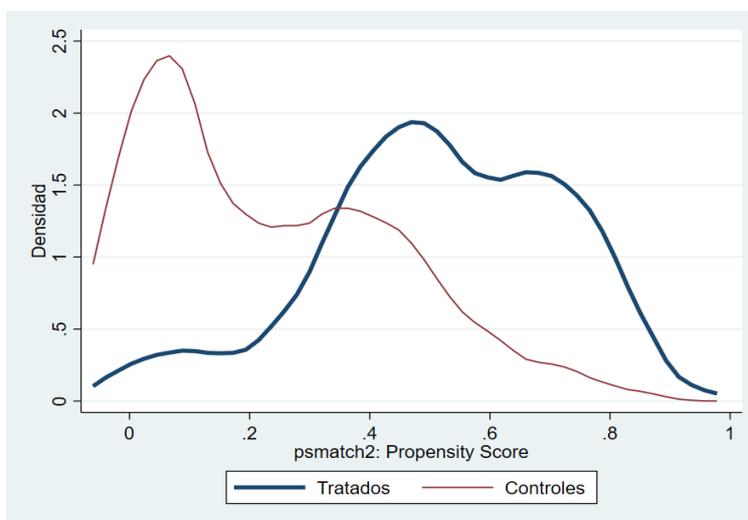
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Resultados

Rendimiento

A continuación, estimamos el impacto del tratamiento sobre las variables de interés, cuando éste se define de manera amplia. Esto es, para el caso de productores que habitan en municipios cobijados por la intervención. En la Figura 7.31 se puede observar la distribución de los *propensity scores* mientras que en la Tabla 7.8 algunas estadísticas descriptivas de estos puntajes. En este caso, la media de los puntajes para los tratados es mayor que para los controles. Además, las probabilidades predichas de participación para tratados y controles presentan un ajuste moderado, con lo que existe la posibilidad de inducción de sesgo y bajos niveles de validez externa.

Figura 7.31 Distribución de los propensity scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.8 Estadísticas descriptivas de los propensity scores

	Obs	Media	Desv.Est	Mínimo	Máximo
Tratados	191	0.51	0.19	0.005	0.91
Controles	396	0.23	0.20	0.000	0.83

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.9 Efecto del tratamiento sobre rendimiento

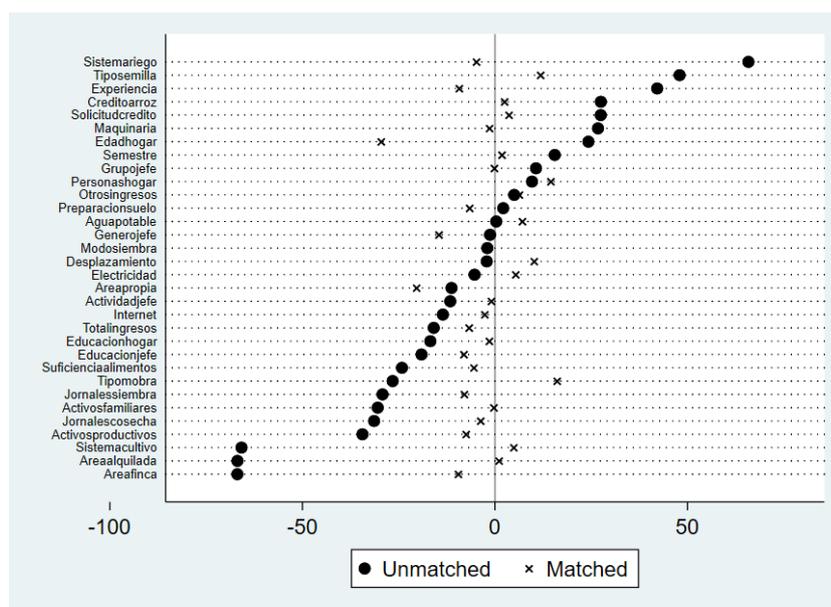
Variable	Método de Emparejamiento	ATT	p> z
Rendimiento	Vecino más cercano (1) con caliper (0.01)	-.367	0.382
	Kernel Epanechnikov	-.199	0.420
	Genetic Matching	-.270	0.359

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

Como se puede apreciar en la Tabla 7.9, no es posible encontrar efectos significativos del tratamiento (definido como pertenecer a un municipio en los que se tuvo convenio) sobre el rendimiento del cultivo de arroz, en ninguna de las tres especificaciones. Este resultado no es sorprendente, toda vez que en los municipios intervenidos un grupo considerable de productores no fue cobijado por la intervención. Por tanto, este resultado sugiere que los efectos de desborde no fueron lo suficientemente grandes como para generar efectos agregados en todo el municipio.

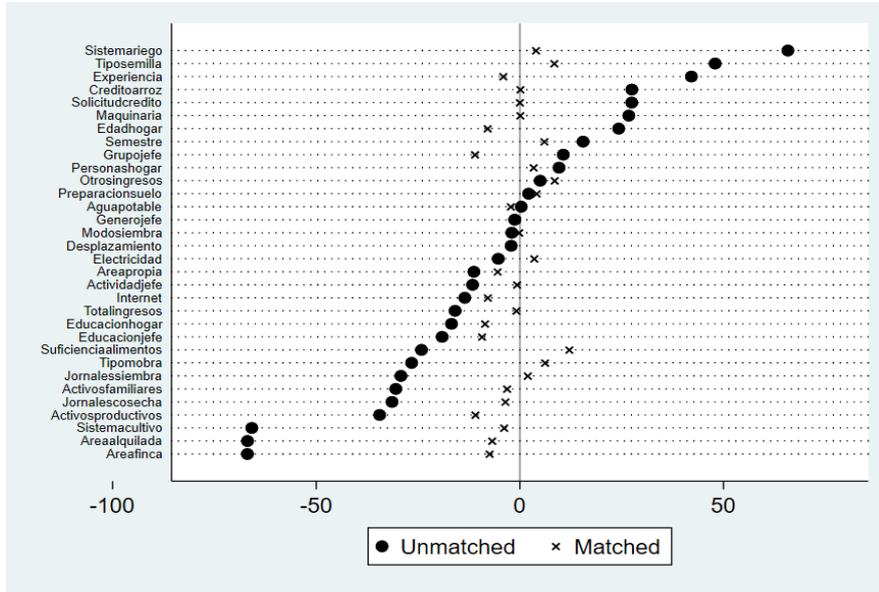
Como lo muestran la Figura 7.32 y 7.33, tras el emparejamiento se alcanza una reducción importante del sesgo bajo el método de PSM. Sin embargo, es importante recordar que el soporte común de estas especificaciones no es el ideal. Respecto al modelo de emparejamiento genético, vimos que el emparejamiento mejora considerablemente al usar este método. En cualquier caso, los efectos sobre rendimientos son nulos en este caso.

Figura 7.32 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.33 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov

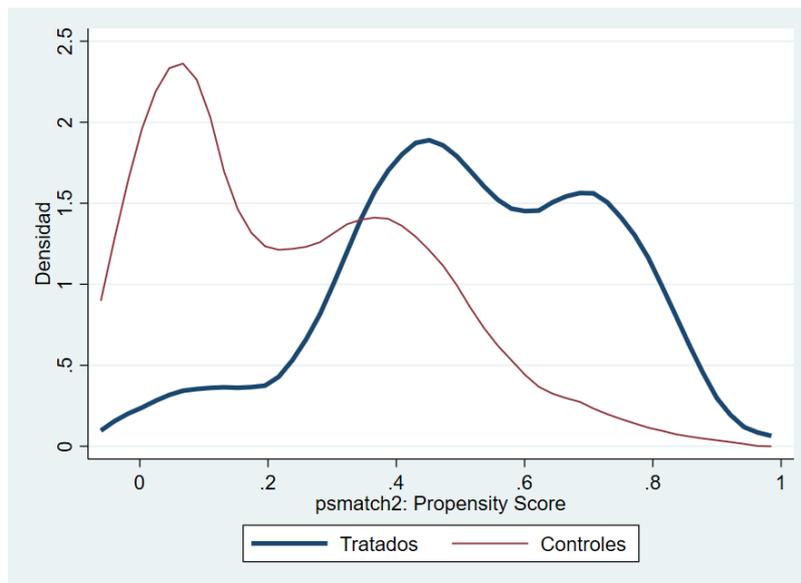


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Huella hídrica

La Figura 7.34 muestra una distribución de los *propensity scores* casi idéntica a la que vimos para el rendimiento, evidenciando un soporte común imperfecto. Por tanto, los resultados deben ser interpretados con cautela. Por su parte, la Tabla 7.10 muestra algunas estadísticas descriptivas para estos puntajes.

Figura 7.34 Distribución de los Propensity Scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.10 Estadísticas descriptivas de los propensity score

	Obs	Media	Desv.Est	Mínimo	Máximo
Tratados	192	0.51	0.20	0.007	0.92
Controles	391	0.24	0.20	0.000	0.84

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La Tabla 7.11 muestra que no hay evidencia estadística para afirmar la existencia de algún efecto del tratamiento sobre la reducción de huella hídrica, bajo los tres modelos utilizados. En línea con los resultados a nivel micro, a este nivel macro tampoco se encuentran impactos sobre esta variable ambiental, aspecto a ser tenido en cuenta al momento de escalar el programa.

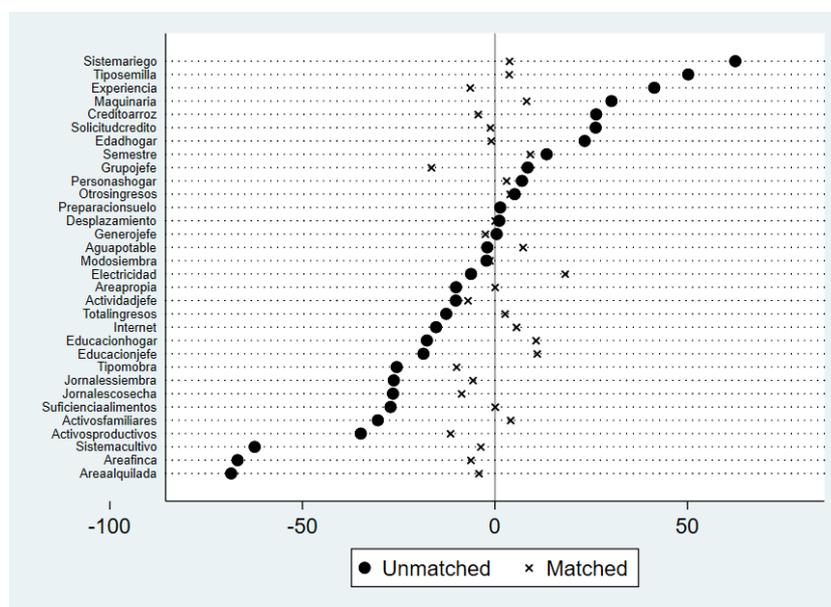
Tabla 7.11 Efecto del tratamiento sobre disminución de la huella hídrica

Variable	Método de Emparejamiento	ATT	$p > z $
Huella Hídrica	Vecino más cercano (1) con caliper (0.01)	.029	0.692
	Kernel Epanechnikov	.030	0.655
	Genetic Matching	-.010	0.872

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

En la Figura 7.35 se muestra la calidad del emparejamiento con el método de vecino más cercano. Como regla general, se espera que el porcentaje de sesgo no supere el 5% (eje horizontal). El balance mejora tras emparejar, sin ser perfecto.

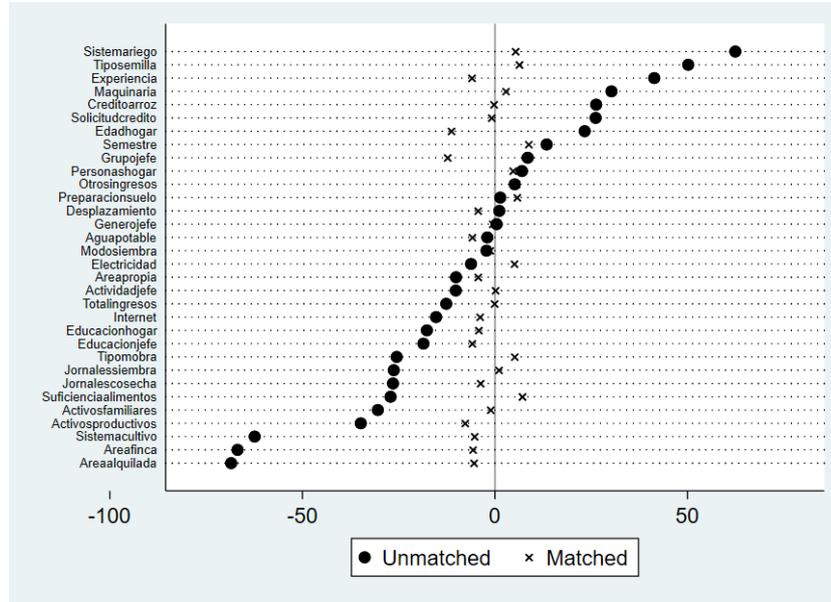
Figura 7.35 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por su parte, la Figura 7.36 muestra una mejora moderada en el balance de algunas covariables al usar el método de kernel, respecto al balance logrado con la especificación del método vecino más cercano. Si bien el balance es bueno, como lo es bajo el emparejamiento genético (ver el apéndice), el efecto es nulo sobre reducción de la huella hídrica.

Figura 7.36 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov

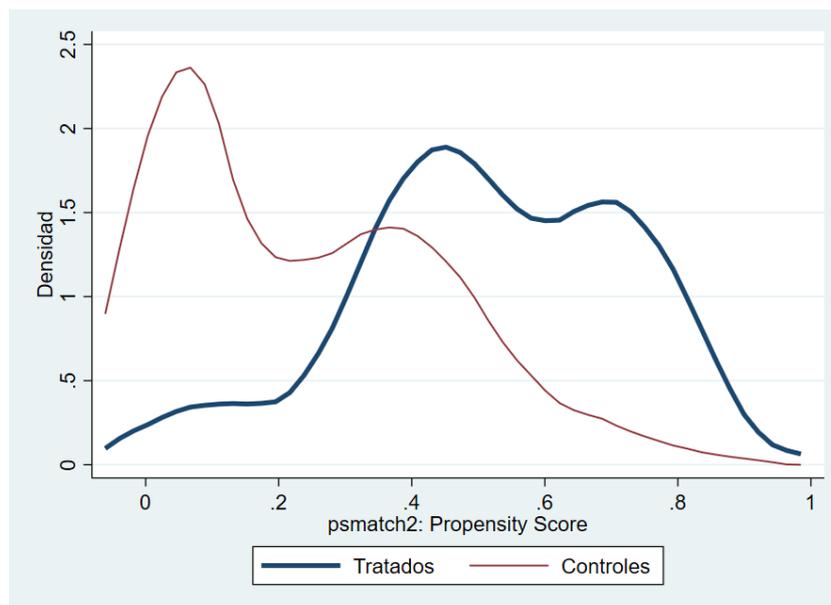


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Pérdida de cosecha, variedades evaluadas, pronósticos agroclimáticos y asistencia técnica.

Finalmente, analizamos los resultados para las variables intermedias, como son: pérdida de cosecha, uso de variedades de semilla del programa, uso de pronósticos agroclimáticos y adopción de la asistencia técnica. El resultado de la distribución de los *propensity scores* es similar al encontrado para el caso de rendimiento y huella hídrica, como lo muestra la Figura 7.37. Es decir, las probabilidades predichas de participación para tratados y controles presentan un ajuste muy moderado, lo cual podría minar la validez del análisis.

Figura 7.37 Distribución de los Propensity Scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.12 Estadísticas descriptivas de los propensity scores

	Obs	Media	Desv.Est	Mínimo	Máximo
Tratados	195	0.51	0.20	0.004	0.92
Controles	403	0.24	0.20	0.000	0.84

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

La Tabla 7.13 contiene la estimación de impacto promedio de tratamiento sobre las intermedias mencionadas anteriormente. Para las cuatro variables y con los tres tipos de modelo, el impacto es nulo. Esto sugiere que, a nivel agregado, las actividades del convenio no alcanzaron a tener efectos de desborde lo suficientemente grandes como para generar impactos agregados a nivel de los municipios del convenio. Es decir, si acaso, el programa impactó directamente a los productores que participaron en las actividades asociadas al convenio.

Tabla 7.13 Efecto del tratamiento sobre resultados intermedios

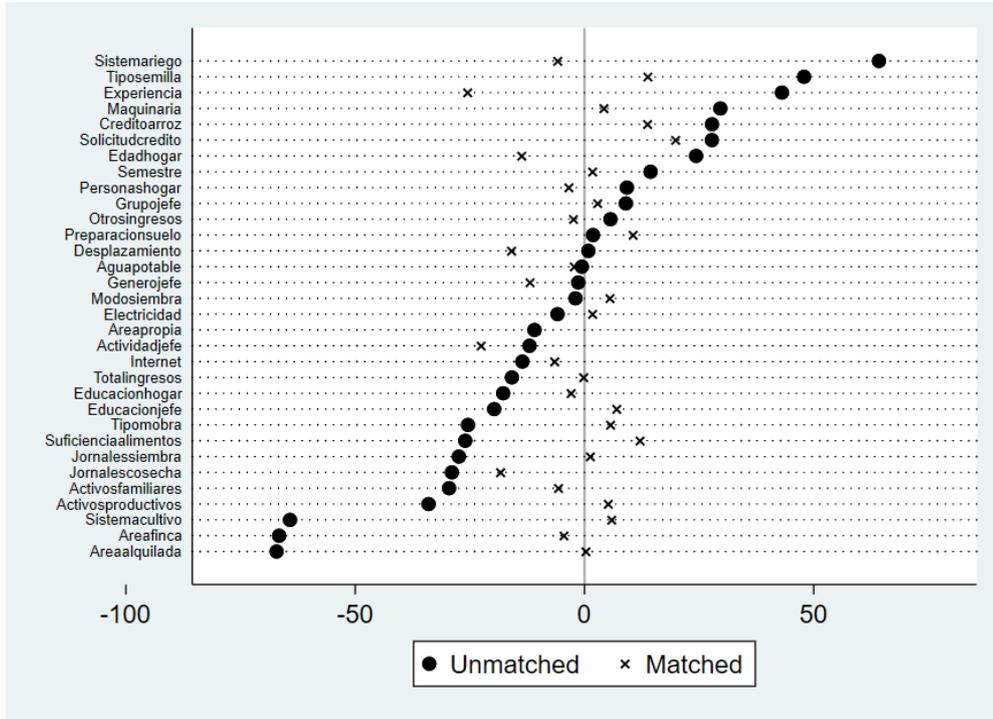
Variable	Método de Emparejamiento	ATT	$p > z $
Pérdida de Cosecha	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	-.011	0.88
	Kernel Epanechnikov	-.049	0.325
	Genetic Matching	-.015	0.772
Pronósticos Agroclimáticos	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	-.005	0.923
	Kernel Epanechnikov	-.011	0.757
	Genetic Matching	.010	0.824
Adopción asistencia técnica	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.022	0.749
	Kernel Epanechnikov	.005	0.922
	Genetic Matching	-.015	0.760
Variedades evaluadas	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	-.061	0.262
	Kernel Epanechnikov	-.015	0.624
	Genetic Matching	-.056	0.215

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

La Figura 7.38 y 7.39, y la correspondiente tabla de balance en el texto principal, muestran que el balance entre variables observables mejora ostensiblemente al usar técnicas de emparejamiento, en particular los métodos de kernel y matching genético.

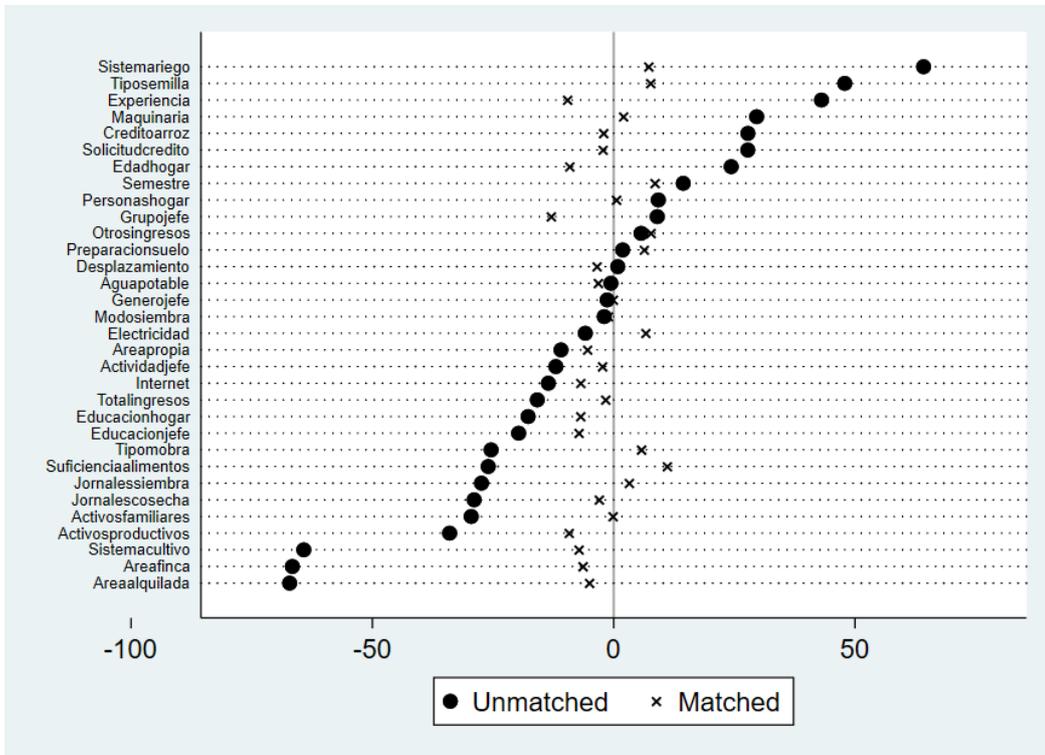
En conclusión, las estimaciones presentadas para el caso del arroz muestran que las actividades asociadas con el convenio impactaron de manera directa a los productores involucrados, fundamentalmente en términos del uso de pronósticos agroclimáticos para tomar decisiones de producción y en materia de rendimientos de los cultivos. Sin duda, estas son buenas noticias, mostrando el impacto potencial que tiene la intervención, como se reflejó en la evaluación ex ante y en el análisis cualitativo. Sin embargo, es importante potenciar los impactos sobre otras variables intermedias, como el uso de las semillas estudiadas o la reducción de la pérdida de cosechas, para así impactar otras variables económicas y ambientales de interés. También es importante fortalecer los mecanismos verticales de disseminación de la información entre gremios y productores, y entre estos últimos de manera horizontal, para generar mayores efectos de desborde (*spillovers*) y potenciar así los impactos.

Figura 7.38 Calidad del emparejamiento con calibre



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.39 Calidad del emparejamiento Kernel Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

A.1.3. Balanceo del algoritmo (Genetic Matching)

En esta sección presentamos en detalle algunas estadísticas del balance obtenido al utilizar el método de emparejamiento genético a través de las diferentes especificaciones y variables de resultados. En general, el balance mejora siempre que se aplica este método.

Tabla 7.14 Calidad del balance – Rendimiento – Tratamiento (1)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	360	227		227		
Personashogar (mean (SD))	3.58 (1.66)	3.28 (1.46)	0.027	3.27 (1.24)	3.28 (1.46)	0.945
Generojefe (mean (SD))	0.07 (0.25)	0.05 (0.22)	0.365	0.03 (0.16)	0.05 (0.22)	0.217
Grupojefe (mean (SD))	24.99 (40.57)	13.90 (30.68)	<0.001	14.37 (31.17)	13.90 (30.68)	0.872
Educacionjefe (mean (SD))	6.58 (4.48)	9.17 (4.99)	<0.001	8.20 (4.34)	9.17 (4.99)	0.028
Actividadjefe (mean (SD))	6.52 (21.29)	4.67 (15.64)	0.261	3.58 (12.88)	4.67 (15.64)	0.417
Educacionhogar (mean (SD))	7.97 (3.62)	9.80 (3.96)	<0.001	9.23 (3.74)	9.80 (3.96)	0.117
Edadhogar (mean (SD))	44.59 (11.34)	42.67 (11.28)	0.046	41.72 (9.99)	42.67 (11.28)	0.342
Areafinca (mean (SD))	59.18 (148.96)	129.69 (208.33)	<0.001	87.65 (174.72)	129.69 (208.33)	0.020
Areapropia (mean (SD))	7.86 (19.51)	11.08 (25.43)	0.084	8.77 (22.06)	11.08 (25.43)	0.302
Areaalquilada (mean (SD))	13.84 (30.75)	28.82 (39.61)	<0.001	26.02 (40.43)	28.82 (39.61)	0.458
Experiencia (mean (SD))	20.19 (13.10)	16.63 (12.07)	0.001	16.48 (10.70)	16.63 (12.07)	0.886
Sistamacultivo (mean (SD))	1.58 (0.49)	1.62 (0.49)	0.350	1.61 (0.49)	1.62 (0.49)	0.923
Modosicembra (mean (SD))	2.75 (8.87)	2.49 (6.48)	0.709	2.43 (6.47)	2.49 (6.48)	0.919
Maquinaria (mean (SD))	2.13 (0.80)	1.89 (0.75)	<0.001	1.90 (0.60)	1.89 (0.75)	0.945
Tipomobra (mean (SD))	1.56 (0.88)	1.82 (0.85)	0.001	1.72 (0.73)	1.82 (0.85)	0.191
Jornalessicembra (mean (SD))	3.21 (2.99)	4.77 (3.33)	<0.001	4.36 (3.23)	4.77 (3.33)	0.180
Jornalescosecha (mean (SD))	4.29 (4.33)	6.43 (4.85)	<0.001	5.84 (4.77)	6.43 (4.85)	0.190
Tiposemilla (mean (SD))	1.50 (0.50)	1.37 (0.48)	0.001	1.34 (0.48)	1.37 (0.48)	0.625
Semestre (mean (SD))	0.11 (0.31)	0.12 (0.32)	0.693	0.10 (0.30)	0.12 (0.32)	0.451
Sistemariego (mean (SD))	0.42 (0.49)	0.38 (0.49)	0.350	0.39 (0.49)	0.38 (0.49)	0.923
Preparacionsuelo (mean (SD))	1.94 (1.49)	2.77 (1.70)	<0.001	2.26 (1.53)	2.77 (1.70)	0.001
Otrosingresos (mean (SD))	1.76 (0.43)	1.62 (0.40)	<0.001	1.73 (0.45)	1.62 (0.49)	0.012
Totalingresos (mean (SD))	641816.01 (2290785.52)	2165627.85 (5313360.40)	<0.001	1491851.60 (3834094.66)	2165627.85 (5313360.40)	0.122
Solicitudcredito (mean (SD))	1.45 (0.50)	1.19 (0.39)	<0.001	1.17 (0.37)	1.19 (0.39)	0.623
Creditoarroz (mean (SD))	1.99 (0.95)	1.41 (0.78)	<0.001	1.43 (0.76)	1.41 (0.78)	0.762
Desplazamiento (mean (SD))	1.97 (0.18)	1.98 (0.15)	0.427	1.98 (0.15)	1.98 (0.15)	1.000
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.72 (0.45)	1.90 (0.30)	<0.001	1.93 (0.25)	1.90 (0.30)	0.231
Activosfamiliares (mean (SD))	4.53 (1.81)	5.45 (1.59)	<0.001	5.33 (1.58)	5.45 (1.59)	0.425
Activosproductivos (mean (SD))	2.44 (2.13)	3.39 (2.78)	<0.001	3.16 (2.39)	3.39 (2.78)	0.347
Aguapotable (mean (SD))	0.54 (0.50)	0.74 (0.44)	<0.001	0.70 (0.46)	0.74 (0.44)	0.348
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.34)	0.91 (0.28)	0.116	0.96 (0.21)	0.91 (0.28)	0.059
Internet (mean (SD))	0.18 (0.39)	0.37 (0.48)	<0.001	0.33 (0.47)	0.37 (0.48)	0.433

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.15 Calidad del balance – Huella hídrica – Tratamiento (1)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	360	223		223		
Personashogar (mean (SD))	3.57 (1.63)	3.31 (1.45)	0.049	3.29 (1.25)	3.31 (1.45)	0.861
Generojefe (mean (SD))	0.07 (0.25)	0.04 (0.20)	0.182	0.02 (0.15)	0.04 (0.20)	0.278
Grupojefe (mean (SD))	24.45 (40.23)	14.52 (31.43)	0.002	14.13 (30.90)	14.52 (31.43)	0.896
Educacionjefe (mean (SD))	6.61 (4.49)	9.08 (4.98)	<0.001	8.15 (4.33)	9.08 (4.98)	0.037
Actividadjefe (mean (SD))	6.80 (21.84)	5.16 (16.99)	0.339	4.06 (14.47)	5.16 (16.99)	0.465
Educacionhogar (mean (SD))	7.95 (3.63)	9.74 (3.96)	<0.001	9.17 (3.72)	9.74 (3.96)	0.116
Edadhogar (mean (SD))	44.51 (11.32)	42.89 (11.28)	0.092	41.93 (10.22)	42.89 (11.28)	0.349
Areafinca (mean (SD))	57.09 (145.11)	129.01 (206.41)	<0.001	84.15 (167.19)	129.01 (206.41)	0.012
Areapropia (mean (SD))	7.57 (19.02)	11.32 (25.60)	0.044	8.69 (21.73)	11.32 (25.60)	0.244
Areaalquilada (mean (SD))	13.79 (30.73)	29.05 (40.53)	<0.001	26.60 (41.17)	29.05 (40.53)	0.528
Experiencia (mean (SD))	20.10 (13.21)	17.04 (12.04)	0.005	16.39 (10.57)	17.04 (12.04)	0.550
Sistamacultivo (mean (SD))	1.58 (0.49)	1.61 (0.49)	0.459	1.61 (0.49)	1.61 (0.49)	0.846
Modosicembra (mean (SD))	2.75 (8.86)	2.50 (6.53)	0.715	2.43 (6.53)	2.50 (6.53)	0.913
Maquinaria (mean (SD))	2.13 (0.80)	1.89 (0.76)	<0.001	1.89 (0.61)	1.89 (0.76)	0.945
Tipomobra (mean (SD))	1.58 (0.87)	1.81 (0.83)	0.001	1.73 (0.72)	1.81 (0.83)	0.250
Jornalessicembra (mean (SD))	3.23 (2.98)	4.71 (3.32)	<0.001	4.39 (3.24)	4.71 (3.32)	0.306
Jornalescosecha (mean (SD))	4.26 (4.29)	6.29 (4.83)	<0.001	5.70 (4.75)	6.29 (4.83)	0.194
Tiposemilla (mean (SD))	1.51 (0.50)	1.37 (0.48)	0.001	1.36 (0.48)	1.37 (0.48)	0.769
Semestre (mean (SD))	0.11 (0.31)	0.12 (0.33)	0.564	0.10 (0.30)	0.12 (0.33)	0.450
Sistemariego (mean (SD))	0.42 (0.49)	0.39 (0.49)	0.459	0.39 (0.49)	0.39 (0.49)	0.846
Preparacionsuelo (mean (SD))	1.94 (1.49)	2.74 (1.70)	<0.001	2.27 (1.59)	2.74 (1.70)	0.002
Otrosingresos (mean (SD))	1.76 (0.43)	1.62 (0.40)	<0.001	1.73 (0.44)	1.62 (0.49)	0.011
Totalingresos (mean (SD))	577093.79 (2038429.05)	2014342.15 (5146504.43)	<0.001	1497082.13 (3928184.07)	2014342.15 (5146504.43)	0.233
Solicitudcredito (mean (SD))	1.44 (0.50)	1.19 (0.40)	<0.001	1.17 (0.38)	1.19 (0.40)	0.626
Creditoarroz (mean (SD))	1.98 (0.95)	1.42 (0.80)	<0.001	1.43 (0.77)	1.42 (0.80)	0.856
Desplazamiento (mean (SD))	1.96 (0.19)	1.97 (0.16)	0.544	1.97 (0.16)	1.97 (0.16)	1.000
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.73 (0.45)	1.90 (0.30)	<0.001	1.94 (0.24)	1.90 (0.30)	0.165
Activosfamiliares (mean (SD))	4.53 (1.82)	5.46 (1.60)	<0.001	5.33 (1.61)	5.46 (1.60)	0.376
Activosproductivos (mean (SD))	2.44 (2.14)	3.44 (2.78)	<0.001	3.14 (2.41)	3.44 (2.78)	0.231
Aguapotable (mean (SD))	0.53 (0.50)	0.73 (0.45)	<0.001	0.69 (0.46)	0.73 (0.45)	0.406
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.34)	0.91 (0.29)	0.111	0.96 (0.21)	0.91 (0.29)	0.059
Internet (mean (SD))	0.18 (0.39)	0.37 (0.48)	<0.001	0.33 (0.47)	0.37 (0.48)	0.372

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.16 Calidad del balance – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Variedades evaluadas - Tratamiento (1)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	368	230		230	230	
Personashogar (mean (SD))	3.58 (1.65)	3.28 (1.45)	0.023	3.27 (1.24)	3.28 (1.45)	0.918
Generojefe (mean (SD))	0.07 (0.25)	0.05 (0.21)	0.379	0.03 (0.16)	0.05 (0.21)	0.217
Grupojefe (mean (SD))	24.76 (40.43)	14.17 (31.01)	0.001	14.21 (30.99)	14.17 (31.01)	0.987
Educacionjefe (mean (SD))	6.57 (4.48)	9.13 (4.97)	<0.001	8.20 (4.33)	9.13 (4.97)	0.034
Actividadjefe (mean (SD))	7.20 (22.65)	5.07 (16.74)	0.218	4.00 (14.26)	5.07 (16.74)	0.461
Educacionhogar (mean (SD))	7.95 (3.61)	9.77 (3.94)	<0.001	9.23 (3.72)	9.77 (3.94)	0.131
Edadhogar (mean (SD))	44.46 (11.33)	42.70 (11.22)	0.064	41.70 (10.09)	42.70 (11.22)	0.314
Areafinca (mean (SD))	58.10 (147.51)	128.93 (207.32)	<0.001	87.56 (173.84)	128.93 (207.32)	0.021
Areapropia (mean (SD))	7.78 (19.33)	10.97 (25.29)	0.082	8.61 (21.95)	10.97 (25.29)	0.285
Arcaalquilada (mean (SD))	13.64 (30.47)	29.04 (39.98)	<0.001	26.45 (40.74)	29.04 (39.98)	0.492
Experiencia (mean (SD))	20.09 (13.21)	16.70 (12.06)	0.002	16.39 (10.79)	16.70 (12.06)	0.772
Sistemacultivo (mean (SD))	1.59 (0.49)	1.62 (0.49)	0.399	1.62 (0.49)	1.62 (0.49)	1.000
Modosiembra (mean (SD))	2.72 (8.77)	2.49 (6.43)	0.727	2.42 (6.43)	2.49 (6.43)	0.908
Maquinaria (mean (SD))	2.14 (0.81)	1.89 (0.75)	<0.001	1.89 (0.60)	1.89 (0.75)	1.000
Tipomobra (mean (SD))	1.58 (0.88)	1.82 (0.84)	0.001	1.73 (0.72)	1.82 (0.84)	0.191
Jornalessembrador (mean (SD))	3.27 (3.01)	4.76 (3.33)	<0.001	4.39 (3.22)	4.76 (3.33)	0.228
Jornalescosecha (mean (SD))	4.32 (4.33)	6.40 (4.85)	<0.001	5.84 (4.74)	6.40 (4.85)	0.213
Tiposmilla (mean (SD))	1.51 (0.50)	1.37 (0.48)	0.001	1.36 (0.48)	1.37 (0.48)	0.847
Semestre (mean (SD))	0.11 (0.31)	0.12 (0.32)	0.743	0.10 (0.29)	0.12 (0.32)	0.451
Sistemariogo (mean (SD))	0.41 (0.49)	0.38 (0.49)	0.399	0.38 (0.49)	0.38 (0.49)	1.000
Preparacionsuelo (mean (SD))	1.92 (1.48)	2.75 (1.70)	<0.001	2.24 (1.53)	2.75 (1.70)	0.001
Otrosingrosos (mean (SD))	1.76 (0.43)	1.62 (0.49)	<0.001	1.73 (0.44)	1.62 (0.49)	0.010
Totalingrosos (mean (SD))	627863.49 (2267617.96)	2137383.91 (5284181.51)	<0.001	1472392.67 (3812673.35)	2137383.91 (5284181.51)	0.122
Solicitudcredito (mean (SD))	1.45 (0.50)	1.19 (0.39)	<0.001	1.17 (0.38)	1.19 (0.39)	0.627
Creditoarroz (mean (SD))	1.98 (0.95)	1.41 (0.79)	<0.001	1.43 (0.77)	1.41 (0.79)	0.764
Desplazamiento (mean (SD))	1.96 (0.18)	1.97 (0.16)	0.532	1.97 (0.16)	1.97 (0.16)	1.000
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.72 (0.45)	1.90 (0.29)	<0.001	1.93 (0.25)	1.90 (0.29)	0.231
Activosfamiliares (mean (SD))	4.51 (1.81)	5.43 (1.59)	<0.001	5.30 (1.60)	5.43 (1.59)	0.381
Activosproductivos (mean (SD))	2.43 (2.13)	3.37 (2.77)	<0.001	3.16 (2.39)	3.37 (2.77)	0.368
Aguapotable (mean (SD))	0.53 (0.50)	0.73 (0.44)	<0.001	0.70 (0.46)	0.73 (0.44)	0.354
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.34)	0.91 (0.28)	0.086	0.96 (0.20)	0.91 (0.28)	0.059
Internet (mean (SD))	0.18 (0.38)	0.37 (0.48)	<0.001	0.33 (0.47)	0.37 (0.48)	0.495

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.17 Calidad del balance – Rendimiento – Tratamiento (2)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	396	191		191	191	
Personashogar (mean (SD))	3.41 (1.52)	3.57 (1.73)	0.264	3.52 (1.41)	3.57 (1.73)	0.771
Generojefe (mean (SD))	0.06 (0.24)	0.06 (0.23)	0.885	0.04 (0.20)	0.06 (0.23)	0.481
Grupojefe (mean (SD))	19.39 (36.30)	23.43 (39.61)	0.220	19.96 (36.88)	23.43 (39.61)	0.375
Educacionjefe (mean (SD))	7.89 (4.71)	6.95 (5.06)	0.029	7.56 (4.44)	6.95 (5.06)	0.213
Actividadjefe (mean (SD))	6.51 (20.26)	4.34 (17.12)	0.201	4.48 (17.11)	4.34 (17.12)	0.933
Educacionhogar (mean (SD))	8.89 (3.79)	8.24 (3.96)	0.056	8.48 (3.65)	8.24 (3.96)	0.539
Edadhogar (mean (SD))	42.94 (10.92)	45.73 (11.99)	0.005	45.04 (10.77)	45.73 (11.99)	0.557
Areafinca (mean (SD))	119.01 (205.73)	18.94 (49.11)	<0.001	25.21 (63.46)	18.94 (49.11)	0.281
Areapropia (mean (SD))	9.88 (23.36)	7.48 (18.91)	0.217	5.74 (16.43)	7.48 (18.91)	0.338
Arcaalquilada (mean (SD))	26.23 (39.73)	5.96 (16.06)	<0.001	8.17 (14.89)	5.96 (16.06)	0.164
Experiencia (mean (SD))	17.07 (12.35)	22.42 (13.05)	<0.001	20.88 (11.75)	22.42 (13.05)	0.227
Sistemacultivo (mean (SD))	1.69 (0.46)	1.38 (0.49)	<0.001	1.43 (0.50)	1.38 (0.49)	0.299
Modosiembra (mean (SD))	2.70 (8.44)	2.54 (7.09)	0.827	2.66 (7.05)	2.54 (7.09)	0.868
Maquinaria (mean (SD))	1.97 (0.77)	2.18 (0.80)	0.002	2.06 (0.59)	2.18 (0.80)	0.097
Tipomobra (mean (SD))	1.74 (0.82)	1.50 (0.96)	0.002	1.46 (0.87)	1.50 (0.96)	0.655
Jornalessembrador (mean (SD))	4.12 (3.19)	3.19 (3.18)	0.001	2.64 (2.66)	3.19 (3.18)	0.070
Jornalescosecha (mean (SD))	5.59 (4.68)	4.15 (4.45)	<0.001	3.81 (4.08)	4.15 (4.45)	0.425
Tiposmilla (mean (SD))	1.37 (0.48)	1.61 (0.49)	<0.001	1.46 (0.50)	1.61 (0.49)	0.004
Semestre (mean (SD))	0.10 (0.29)	0.15 (0.35)	0.069	0.12 (0.33)	0.15 (0.35)	0.453
Sistemariogo (mean (SD))	0.31 (0.46)	0.62 (0.49)	<0.001	0.57 (0.50)	0.62 (0.49)	0.299
Preparacionsuelo (mean (SD))	2.25 (1.58)	2.29 (1.71)	0.805	2.14 (1.50)	2.29 (1.71)	0.374
Otrosingrosos (mean (SD))	1.69 (0.46)	1.72 (0.45)	0.572	1.85 (0.36)	1.72 (0.45)	0.002
Totalingrosos (mean (SD))	1418158.72 (4178300.04)	843248.35 (2946002.68)	0.088	359176.23 (2084965.40)	843248.35 (2946002.68)	0.065
Solicitudcredito (mean (SD))	1.30 (0.46)	1.43 (0.50)	0.002	1.44 (0.50)	1.43 (0.50)	0.918
Creditoarroz (mean (SD))	1.68 (0.91)	1.94 (0.97)	0.002	1.94 (0.97)	1.94 (0.97)	1.000
Desplazamiento (mean (SD))	1.97 (0.16)	1.97 (0.17)	0.806	1.98 (0.14)	1.97 (0.17)	0.523
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.82 (0.38)	1.72 (0.45)	0.005	1.81 (0.40)	1.72 (0.45)	0.054
Activosfamiliares (mean (SD))	5.06 (1.78)	4.52 (1.74)	0.001	4.73 (1.53)	4.52 (1.74)	0.213
Activosproductivos (mean (SD))	3.07 (2.64)	2.28 (1.87)	<0.001	1.96 (1.85)	2.28 (1.87)	0.100
Aguapotable (mean (SD))	0.62 (0.49)	0.62 (0.49)	0.970	0.60 (0.49)	0.62 (0.49)	0.676
Electricidad (mean (SD))	0.89 (0.31)	0.87 (0.33)	0.543	0.88 (0.33)	0.87 (0.33)	0.877
Internet (mean (SD))	0.27 (0.45)	0.21 (0.41)	0.130	0.18 (0.39)	0.21 (0.41)	0.443

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.18 Calidad del balance – Huella hídrica – Tratamiento (2)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 391	192		192		
Personashogar (mean (SD))	3.43 (1.51)	3.55 (1.69)	0.418	3.55 (1.42)	3.55 (1.69)	0.974
Generojefe (mean (SD))	0.06 (0.23)	0.06 (0.23)	0.960	0.05 (0.21)	0.06 (0.23)	0.647
Grupojefe (mean (SD))	19.59 (36.48)	22.81 (39.19)	0.329	19.35 (36.38)	22.81 (39.19)	0.371
Educacionjefe (mean (SD))	7.85 (4.70)	6.95 (5.05)	0.033	7.36 (4.50)	6.95 (5.05)	0.394
Actividadjefe (mean (SD))	6.83 (20.91)	4.83 (18.39)	0.260	5.02 (18.37)	4.83 (18.39)	0.918
Educacionhogar (mean (SD))	8.86 (3.78)	8.17 (3.97)	0.043	8.34 (3.74)	8.17 (3.97)	0.681
Edadhogar (mean (SD))	43.01 (10.92)	45.68 (11.93)	0.007	44.90 (10.76)	45.68 (11.93)	0.504
Areafinca (mean (SD))	117.06 (202.69)	18.50 (48.91)	<0.001	23.83 (61.97)	18.50 (48.91)	0.351
Areapropia (mean (SD))	9.70 (23.13)	7.57 (18.88)	0.268	5.80 (16.43)	7.57 (18.88)	0.328
Areaalquilada (mean (SD))	26.52 (40.25)	5.58 (15.78)	<0.001	7.73 (14.60)	5.58 (15.78)	0.166
Experiencia (mean (SD))	17.19 (12.27)	22.48 (13.29)	<0.001	20.86 (11.93)	22.48 (13.29)	0.211
Sistematicultivo (mean (SD))	1.69 (0.46)	1.40 (0.49)	<0.001	1.44 (0.50)	1.40 (0.49)	0.353
Modosiembra (mean (SD))	2.71 (8.50)	2.54 (7.07)	0.809	2.66 (7.03)	2.54 (7.07)	0.874
Maquinaria (mean (SD))	1.96 (0.77)	2.20 (0.83)	0.001	2.09 (0.62)	2.20 (0.83)	0.143
Tipomobra (mean (SD))	1.74 (0.81)	1.52 (0.96)	0.003	1.51 (0.87)	1.52 (0.96)	0.911
Jornalessembrador (mean (SD))	4.08 (3.16)	3.24 (3.20)	0.003	2.76 (2.73)	3.24 (3.20)	0.118
Jornalescosecha (mean (SD))	5.43 (4.63)	4.23 (4.46)	0.003	3.72 (4.06)	4.23 (4.46)	0.249
Tiposemilla (mean (SD))	1.38 (0.48)	1.62 (0.49)	<0.001	1.46 (0.50)	1.62 (0.49)	0.002
Semestre (mean (SD))	0.10 (0.30)	0.14 (0.35)	0.118	0.11 (0.32)	0.14 (0.35)	0.446
Sistemariago (mean (SD))	0.31 (0.46)	0.60 (0.49)	<0.001	0.56 (0.50)	0.60 (0.49)	0.353
Preparacionsuelo (mean (SD))	2.24 (1.58)	2.27 (1.71)	0.874	2.10 (1.48)	2.27 (1.71)	0.308
Otrosingrosos (mean (SD))	1.70 (0.46)	1.72 (0.45)	0.563	1.85 (0.36)	1.72 (0.45)	0.003
Totalingrosos (mean (SD))	1271078.34 (3916151.70)	833127.27 (2939471.04)	0.171	354805.52 (2078061.28)	833127.27 (2939471.04)	0.066
Solicitudcredito (mean (SD))	1.31 (0.46)	1.43 (0.50)	0.003	1.45 (0.50)	1.43 (0.50)	0.759
Creditoarroz (mean (SD))	1.69 (0.91)	1.93 (0.97)	0.003	1.95 (0.97)	1.93 (0.97)	0.833
Desplazamiento (mean (SD))	1.97 (0.18)	1.97 (0.17)	0.899	1.98 (0.14)	1.97 (0.17)	0.523
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.83 (0.38)	1.72 (0.45)	0.002	1.81 (0.40)	1.72 (0.45)	0.041
Activosfamiliares (mean (SD))	5.06 (1.79)	4.53 (1.74)	0.001	4.66 (1.57)	4.53 (1.74)	0.443
Activosproductivos (mean (SD))	3.09 (2.66)	2.29 (1.87)	<0.001	1.87 (1.80)	2.29 (1.87)	0.026
Aguapotable (mean (SD))	0.61 (0.49)	0.60 (0.49)	0.822	0.57 (0.50)	0.60 (0.49)	0.606
Electricidad (mean (SD))	0.89 (0.31)	0.87 (0.34)	0.475	0.89 (0.32)	0.87 (0.34)	0.641
Internet (mean (SD))	0.27 (0.45)	0.21 (0.41)	0.088	0.17 (0.38)	0.21 (0.41)	0.364

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.19 Calidad del balance – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Genotipos evaluados - Tratamiento (2)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 403	195		195		
Personashogar (mean (SD))	3.42 (1.51)	3.57 (1.72)	0.278	3.55 (1.40)	3.57 (1.72)	0.923
Generojefe (mean (SD))	0.06 (0.24)	0.06 (0.23)	0.878	0.04 (0.20)	0.06 (0.23)	0.482
Grupojefe (mean (SD))	19.57 (36.46)	22.99 (39.32)	0.295	19.58 (36.59)	22.99 (39.32)	0.376
Educacionjefe (mean (SD))	7.86 (4.70)	6.90 (5.06)	0.023	7.45 (4.47)	6.90 (5.06)	0.262
Actividadjefe (mean (SD))	7.16 (21.61)	4.77 (18.25)	0.183	4.94 (18.24)	4.77 (18.25)	0.925
Educacionhogar (mean (SD))	8.88 (3.77)	8.19 (3.96)	0.041	8.45 (3.62)	8.19 (3.96)	0.505
Edadhogar (mean (SD))	42.88 (10.89)	45.66 (11.94)	0.005	45.09 (10.63)	45.66 (11.94)	0.614
Areafinca (mean (SD))	117.60 (204.39)	18.68 (48.64)	<0.001	23.75 (61.51)	18.68 (48.64)	0.367
Areapropia (mean (SD))	9.76 (23.18)	7.46 (18.75)	0.228	5.94 (16.44)	7.46 (18.75)	0.397
Areaalquilada (mean (SD))	26.20 (39.80)	5.84 (15.91)	<0.001	7.66 (14.52)	5.84 (15.91)	0.238
Experiencia (mean (SD))	16.99 (12.34)	22.49 (13.20)	<0.001	20.91 (11.81)	22.49 (13.20)	0.212
Sistematicultivo (mean (SD))	1.70 (0.46)	1.39 (0.49)	<0.001	1.45 (0.50)	1.39 (0.49)	0.306
Modosiembrador (mean (SD))	2.68 (8.37)	2.53 (7.01)	0.827	2.63 (6.98)	2.53 (7.01)	0.885
Maquinaria (mean (SD))	1.97 (0.77)	2.21 (0.83)	0.001	2.09 (0.62)	2.21 (0.83)	0.112
Tipomobra (mean (SD))	1.74 (0.81)	1.52 (0.97)	0.003	1.48 (0.86)	1.52 (0.97)	0.698
Jornalessembrador (mean (SD))	4.13 (3.18)	3.25 (3.21)	0.002	2.70 (2.69)	3.25 (3.21)	0.068
Jornalescosecha (mean (SD))	5.55 (4.67)	4.23 (4.48)	0.001	3.72 (4.03)	4.23 (4.48)	0.243
Tiposemilla (mean (SD))	1.38 (0.49)	1.62 (0.49)	<0.001	1.46 (0.50)	1.62 (0.49)	0.002
Semestre (mean (SD))	0.10 (0.30)	0.14 (0.35)	0.089	0.12 (0.32)	0.14 (0.35)	0.454
Sistemariago (mean (SD))	0.30 (0.46)	0.61 (0.49)	<0.001	0.55 (0.50)	0.61 (0.49)	0.306
Preparacionsuelo (mean (SD))	2.23 (1.58)	2.26 (1.70)	0.828	2.10 (1.48)	2.26 (1.70)	0.311
Otrosingrosos (mean (SD))	1.70 (0.46)	1.72 (0.45)	0.517	1.85 (0.36)	1.72 (0.45)	0.002
Totalingrosos (mean (SD))	1393527.62 (4145913.61)	825950.95 (2917935.09)	0.087	351808.51 (2063990.21)	825950.95 (2917935.09)	0.065
Solicitudcredito (mean (SD))	1.30 (0.46)	1.44 (0.50)	0.001	1.46 (0.50)	1.44 (0.50)	0.685
Creditoarroz (mean (SD))	1.68 (0.91)	1.94 (0.97)	0.001	1.97 (0.97)	1.94 (0.97)	0.754
Desplazamiento (mean (SD))	1.97 (0.18)	1.97 (0.17)	0.923	1.97 (0.16)	1.97 (0.17)	0.760
Suficienciaalimentos (mean (SD))	1.83 (0.38)	1.72 (0.45)	0.002	1.81 (0.40)	1.72 (0.45)	0.044
Activosfamiliares (mean (SD))	5.04 (1.79)	4.52 (1.73)	0.001	4.67 (1.54)	4.52 (1.73)	0.354
Activosproductivos (mean (SD))	3.05 (2.64)	2.27 (1.86)	<0.001	1.85 (1.80)	2.27 (1.86)	0.024
Aguapotable (mean (SD))	0.61 (0.49)	0.61 (0.49)	0.947	0.57 (0.50)	0.61 (0.49)	0.473
Electricidad (mean (SD))	0.89 (0.31)	0.87 (0.34)	0.496	0.88 (0.32)	0.87 (0.34)	0.759
Internet (mean (SD))	0.27 (0.44)	0.21 (0.41)	0.126	0.17 (0.38)	0.21 (0.41)	0.370

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

A.2. Apéndice B: Maíz

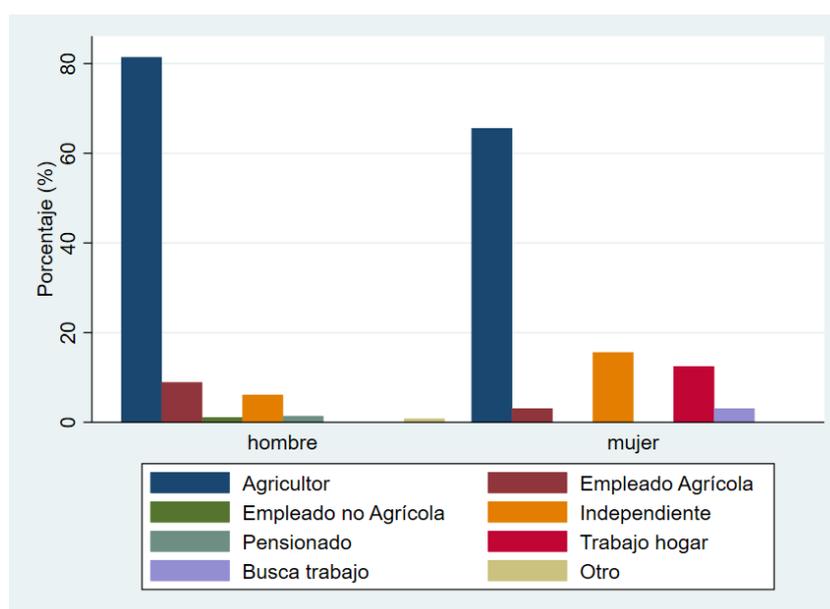
A continuación, hacemos un análisis descriptivo de la encuesta a los maiceros.

A.2.1. Estadísticas descriptivas

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 91.8% (360) de los jefes de hogar son hombres, lo que sugiere que solo el 8.2% (32) son mujeres. Este panorama no es sorprendente si se tiene en cuenta que en Colombia la desigualdad de género en la zona rural es exorbitante. Según cifras del Ministerio de Agricultura (2020) los hombres toman decisiones de producción en el 61.4% de las unidades de producción agropecuaria (UPA) frente al 38.6% de las unidades donde las mujeres toman decisiones solas o en conjunto con hombres.¹⁴

Para el caso en particular de este estudio, según la Figura 7.40 el 81.4% de los jefes de hogar, hombres, se desempeñan como agricultores de su propia finca, frente al 65.6% de las mujeres en esta labor. El 12.5% de las mujeres se ocupan del cuidado del hogar frente al 0% de los hombres jefes de hogar encuestados. Por otro lado, también se ve una diferencia importante en la ocupación de independiente y empleado agrícola (trabajo remunerado) de las mujeres, 15.6% y 3.1%, frente a los hombres, 6.1% y 8.9%.

Figura 7.40 Ocupación del jefe del hogar según el género

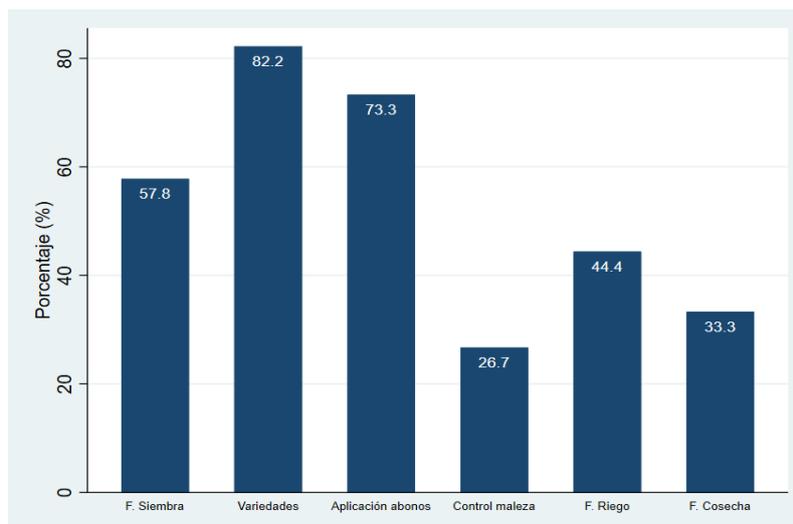


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por otro lado, teniendo en cuenta los pronósticos agroclimáticos se logró determinar que 45 productores (11.4%) tienen en cuenta estos pronósticos para determinar: fecha de siembra, elección de variedades, aplicación de fertilizantes (abonos), control de maleza, manejo de plagas y/o enfermedades, fechas de riego y/o las fechas de cosecha.

¹⁴ Diagnóstico de la situación de la mujer rural (2020). Consultado el 21 de diciembre de 2020. [En línea] <<https://www.apccolombia.gov.co/MinAgricultura-presenta-diagnostico-de-la-situacion-de-la-mujer-rural>>

Figura 7.41 Porcentaje de agricultores que tienen en cuenta los pronósticos agroclimáticos según tema de decisión



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

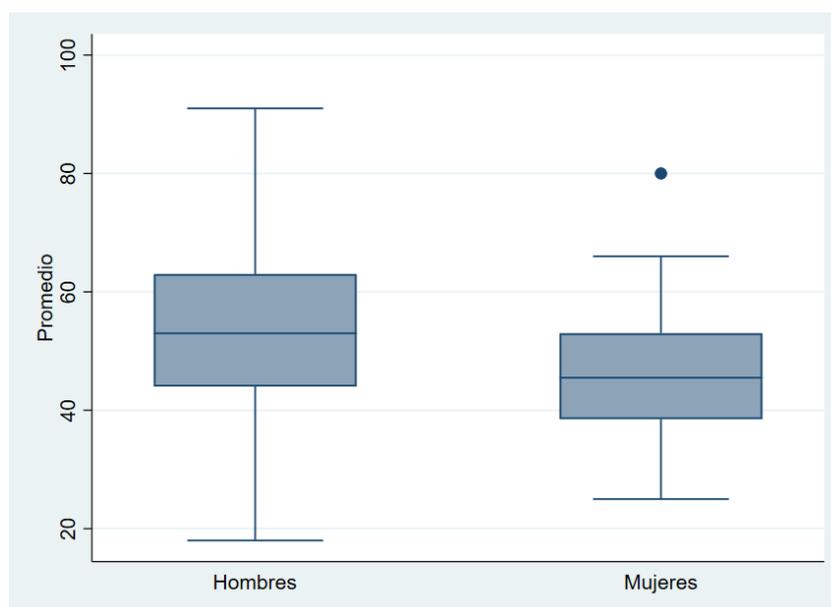
Tenga en cuenta que los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que utiliza los pronósticos agroclimáticos para tomar más de una decisión respecto a su cultivo.

Como se observa en la Figura 7.41, el principal uso que los agricultores le dan a los pronósticos es revisar las variedades de semilla que se pueden cultivar para hacer frente al cambio climático, seguido de la aplicación de abonos y fertilizantes, y de la fecha de siembra. Por el contrario, el control de maleza parece ser el uso menos habitual de estos pronósticos.

Además, existen diferencias en el uso de los pronósticos para las decisiones de producción de acuerdo con el género del jefe del hogar, donde el 71.88% de las mujeres afirman utilizar estos pronósticos para tomar al menos una decisión de producción frente al 90% de los hombres.

En cuanto a la edad del jefe del hogar, las mujeres tienen en promedio 6.24 años menos que los hombres. Sin embargo, la edad mínima de los hombres jefes de hogar es de 10 años frente a los 25 de la mujer. Tanto para hombres como para mujeres la desviación estándar de la edad ronda los 13 años.

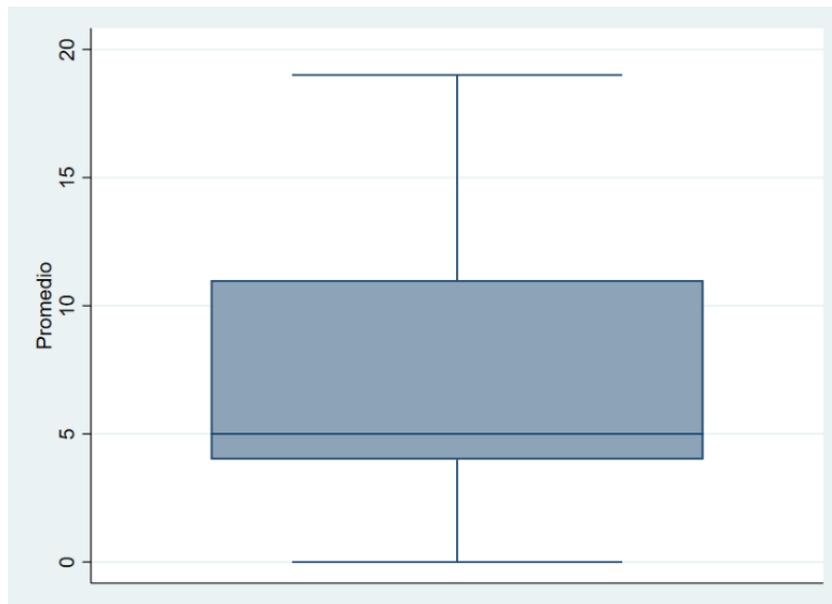
Figura 7.42 Edad promedio de jefe del hogar



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

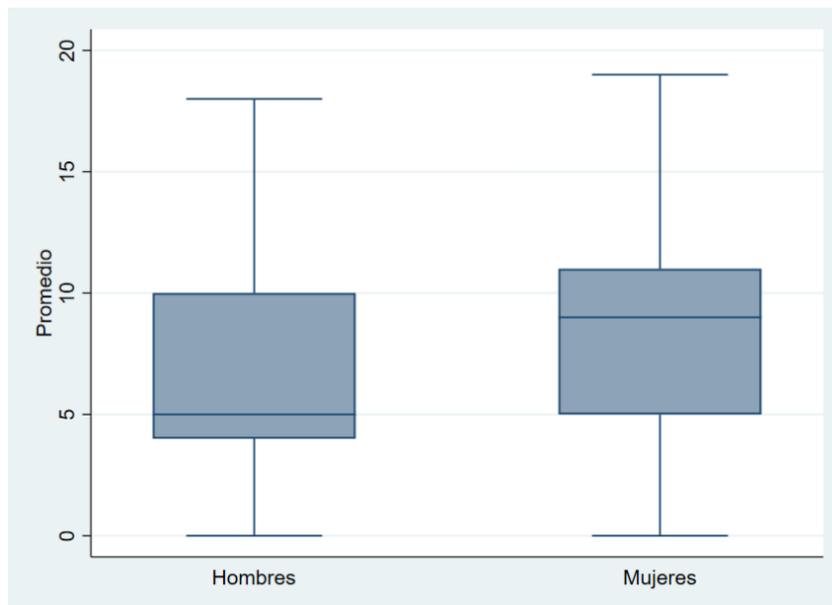
En promedio, el jefe de hogar tiene 5 años de educación formal completados, lo que representa el 26.28% de la muestra, cerca del 7.6% no tienen ningún año de educación y solo el 13.54% dice haber completado más de 11 años de educación formal, lo que podría considerarse como educación superior. Así mismo, en promedio, las mujeres tienen 2.5 años más de educación formal completados (8.9 años de educación) frente a los hombres (6.4 años de educación) y el 25% de las mujeres dice haber completado 11 años de educación formal en contraposición con el 11.11% de los hombres que han logrado culminar esta etapa.

Figura 7.43 Educación promedio del jefe de hogar



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

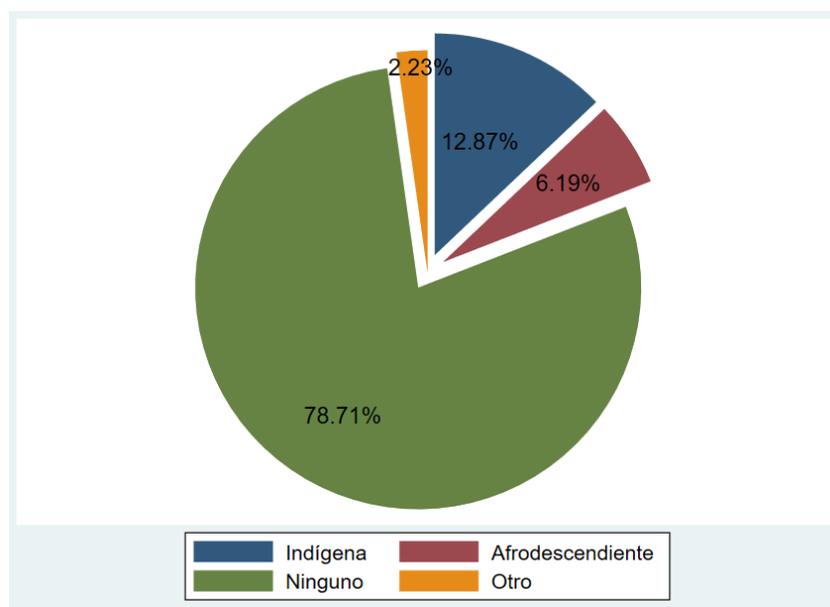
Figura 7.44 Educación promedio del jefe de hogar por género



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Por otra parte, según la Figura 7.45, el 78.71% de los jefes del hogar encuestados no se identifican dentro de ninguno de los grupos étnicos, mientras que el 12.87% son afrodescendientes y el 2.22% indígenas. Dentro del 6.19% de los jefes de hogar que afirman pertenecer a otra etnia, estos se identifican como blancos y mestizos.

Figura 7.45 Grupo étnico de los agricultores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En la Tabla 7.20 se muestran algunas estadísticas descriptivas del número de activos, familiar y productivo, que poseen los hogares encuestados. Entre los activos familiares se encuentran: bicicleta, motocicleta, automóvil, refrigerador, televisores, celular inteligente, computadoras, radio y/o camión. Por otro lado, los activos productivos son: bomba de agua, reservorio, rastra, carreta, tractor, bomba de mochila manual, bomba de mochila motor, machete, voleadora, cosechadora y/o rosadora. De acuerdo con esta información, en promedio los hogares tienen 4.6 activos familiares y 2.4 activos productivos, la desviación estándar es 1.7 y 1.6 respectivamente.

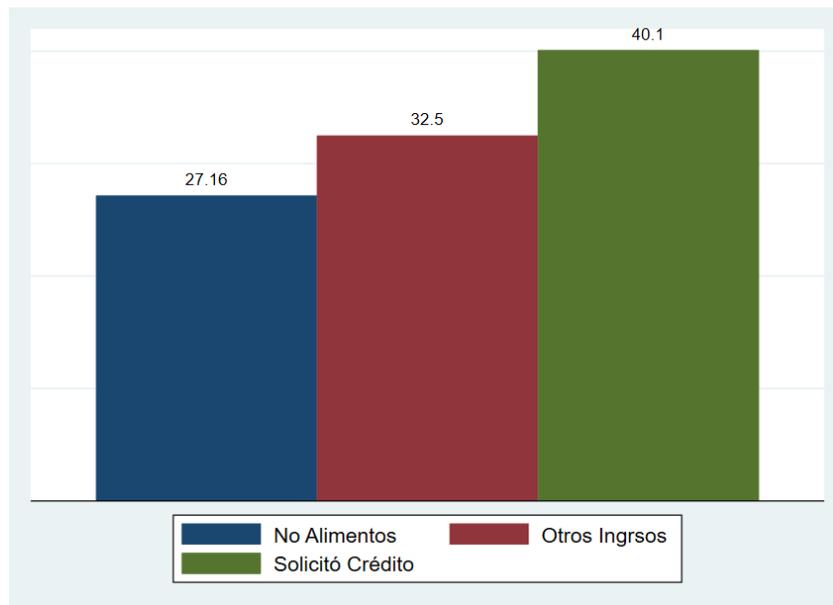
Tabla 7.20 Estadísticas descriptivas de la cantidad de activos en el hogar

Activo	Media	Desv. Est	Min	Max
Familiar	4.6	1.7	1	9
Productivo	2.4	1.6	0	11

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Además, el 55.58% de los hogares cuenta con agua potable, el 87.56% con electricidad y el 12.69% con internet.

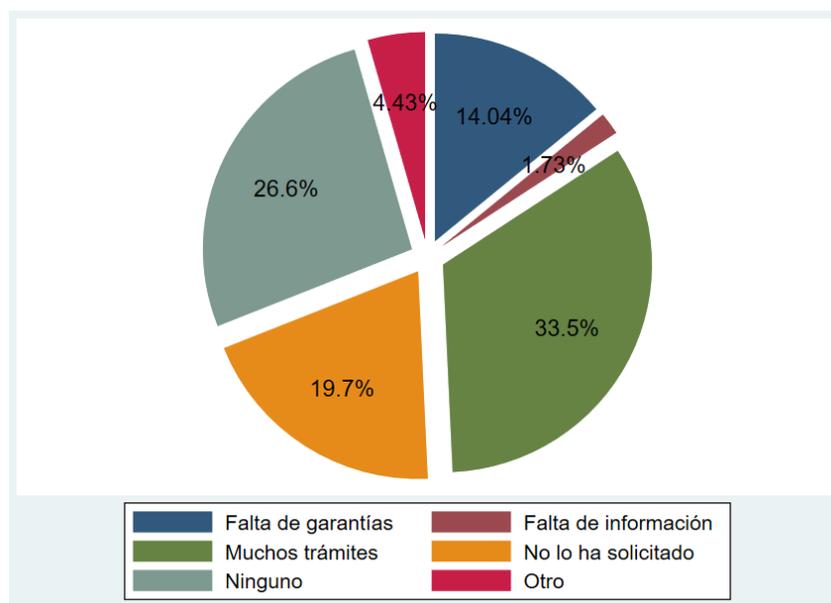
Figura 7.46 Ingresos de los hogares



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

De acuerdo con los resultados de la Figura , el 27.2% de los hogares manifestaron que en los últimos 12 meses existió al menos un mes en el que no alcanzaron los alimentos para satisfacer las necesidades del hogar. El 32.5% de los hogares recibió otros ingresos en el último año, principalmente subsidios/bonos del gobierno (58.34%) y salario (47.73%). Por último, el 40.1% de los hogares dice que algún miembro del hogar solicitó algún crédito en los últimos 5 años, al 83.23% le aprobaron el préstamo y de estos al menos un 69.2% de los productores utilizó parte del préstamo para el cultivo de maíz.

Figura 7.47 Porcentaje de agricultores según la dificultad para conseguir el préstamo



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Con respecto a las características del cultivo, el 91.88% de los encuestados expresó que no sembró el cultivo en asocio, el 47.97% de los productores siembran de forma mecanizada frente al 52.03% que realizan la siembra manual. El promedio de los años de experiencia en el cultivo de maíz está en 17.8 años con un mínimo de 1 año y máximo de 65 años.

Igualmente, entre los encuestados se encontró que las fincas tienen en promedio 6.95 hectáreas. Sin embargo, existen fincas con 40 hectáreas y algunas que solo tienen 0.5 hectáreas. La dispersión de estos datos es alta con cerca de 10 hectáreas de desviación estándar, lo que podría estar indicando la desigualdad en el acceso de la tierra. De hecho, se encontró que cerca del 83% de los encuestados realizan la producción de maíz en fincas de menos de 11 hectáreas, frente al 8.87% de los encuestados que producen en fincas de más de 24 hectáreas.

Por otra parte, los agricultores suelen sembrar 7.26 semillas por metro, número que puede llegar a las 30 semillas. La distancia entre surcos tiene una media de 78.94 centímetros y varía entre surcos unos 26.69 centímetros. Por último, el 72% de los agricultores encuestados manifiesta hacer uso de semillas certificadas.

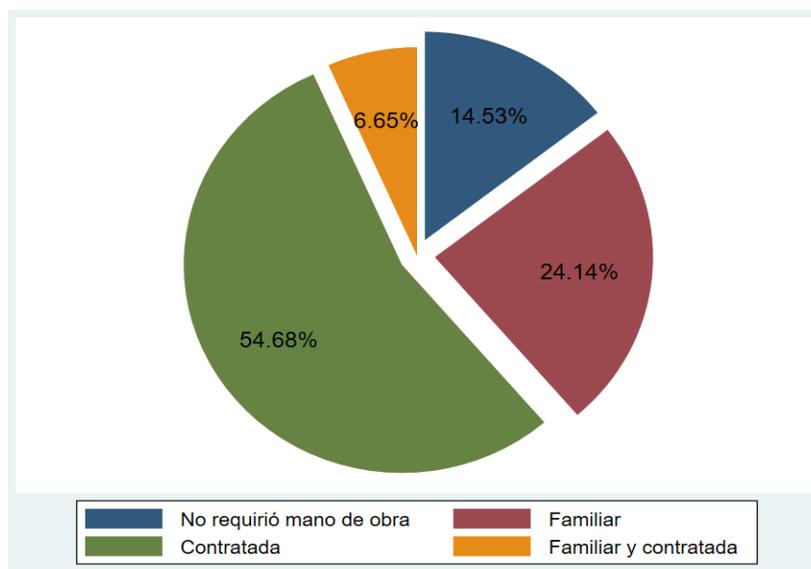
Tabla 7.21 Estadísticas descriptivas de las características del cultivo

Característica	Media	Desv. Est	Min	Max
Asocio	0.08	0.27	0	1
Modo de siembra	0.48	0.50	0	1
Años de experiencia	17.82	14.64	1	65
Área de la finca	6.94	10.05	0.5	40
Semillas por metro	7.26	3.82	0.02	30
Distancia surcos (cm)	78.94	26.69	1	200
Tipo de semilla	0.72	0.45	0	1

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Existe una preferencia por contratar mano de obra, dado que cerca del 54.57% de los encuestados realizan contratación, el 23.86% utiliza mano de obra familiar, el 6.6% utiliza una mezcla de estas dos y el 14.97% no requirió mano de obra en el último ciclo de siembra y cosecha. Del total de mano de obra contratada, el 100% de los encuestados afirmó contratar al menos a un hombre para las labores de siembra frente al 3.6% que dice contratar a al menos una mujer. La población que utiliza mano de obra familiar tiene un patrón similar, el 100% de los encuestados que utilizaron mano de obra familiar afirmaron trabajar con al menos un hombre de la familia frente al 2% que requirió la ayuda de al menos una mujer.

Figura 7.48 Mano de obra preferido para la siembra

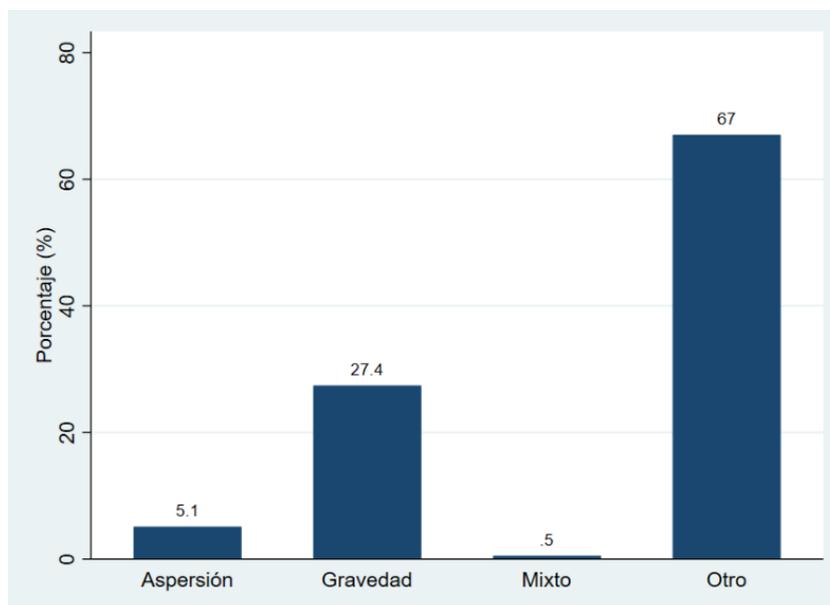


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Según la información de la Figura 7.49 solo el 33% de los encuestados utiliza algún tipo de riego, aspersión (5.1%), gravedad (27.4%) o mixto (0.5%), mientras que el 67% de los productores no utilizan ningún tipo de riego y se vale solo del agua de lluvia.

Del total de productores que sí utiliza riego, el 34.62% tiene distrito de riego, el 29.23% canal de riego, el 14.62% lo hace mediante pozos y el 12.31% con el agua de los ríos o lagos.

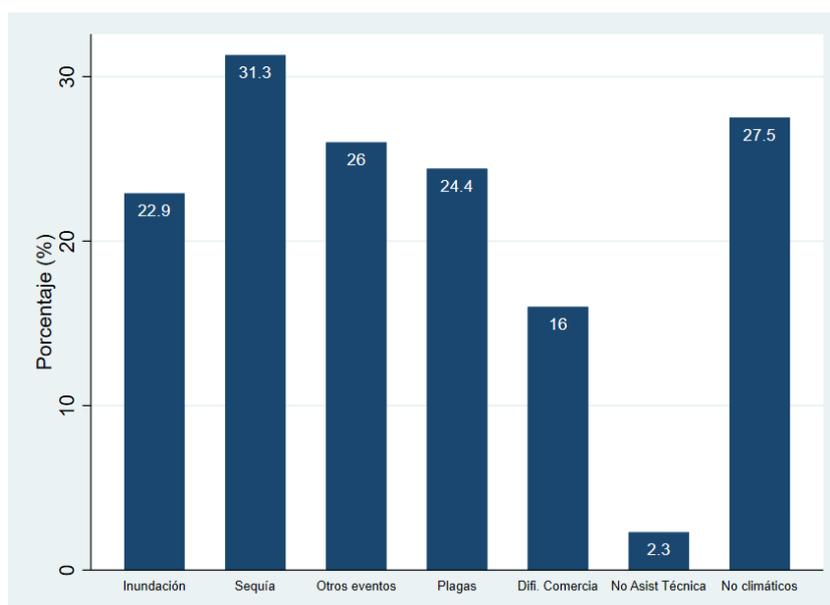
Figura 7.49 Tipo de riego



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Con respecto a las pérdidas de cosecha, el 32.27% de los agricultores dice haber tenido pérdidas en el último ciclo de siembra. La principal razón fue la sequía con un 31.3%, seguido de condiciones no climáticas, 27.5% (principalmente porque algunos animales de la zona se comen las cosechas), otros eventos climáticos 26% (huella hídrica, granizadas, vientos fuertes), plaga, 24.4% e inundación, 22.9%. La razón menos probable de pérdida de cosecha es la falta de asistencia técnica con un 2.3%.

Figura 7.50 Porcentaje de agricultores según las razones de la pérdida de cosecha

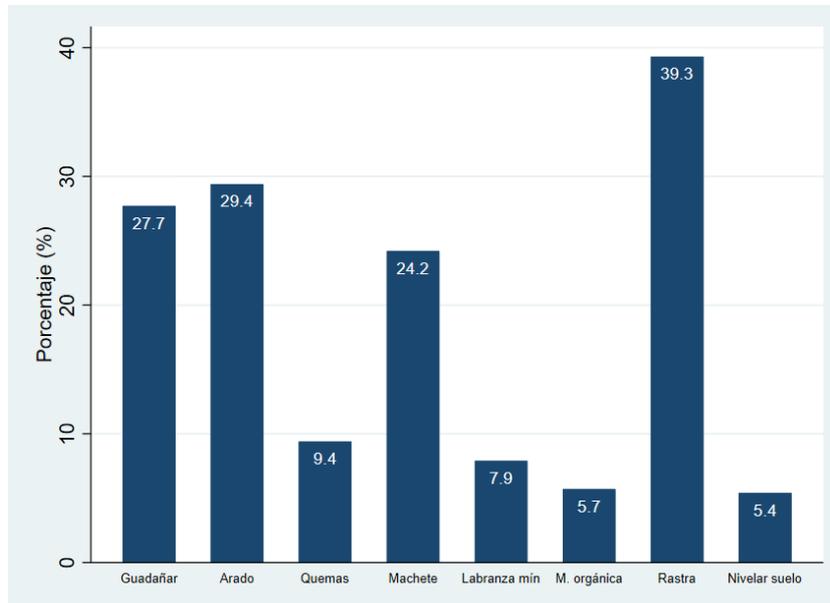


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que existió más de una razón para la pérdida de la cosecha.

En cuanto a las actividades de preparación del suelo, según los datos de la Figura 7.51, el 39.3% de los productores agrícolas utilizan la rastra (máquina agrícola empleada para realizar labranza secundaria) para estas actividades, el 29.4% se inclina por el arado del terreno, mientras que el 27.7% prefiere guadañarlo. Por otro lado, el 9.4% de los agricultores prefieren realizar quemas en el terreno y el 5.7% utiliza materia orgánica. Solo el 5.4% de los agricultores realiza nivelación del terreno.

Figura 7.51 Porcentaje de agricultores según las actividades de preparación del suelo

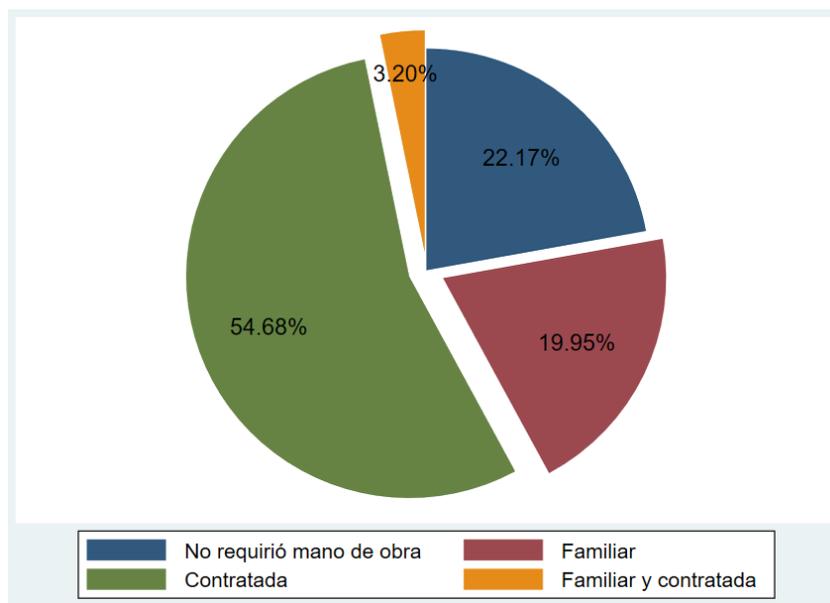


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que realiza más de una actividad en la preparación del suelo.

Para realizar estas labores de preparación del suelo el 19.70% de los encuestados dice utilizar maquinaria propia frente al 46.31% que la alquila y el 0.99% que utiliza maquinaria propia y alquilada. Del 33% restante que asegura que no usa maquinaria el 65.67% se centró en actividades donde priorizó el uso de machete, guadañar el terreno y la labranza mínima.

Figura 7.52 Mano de obra utilizada para la preparación del suelo

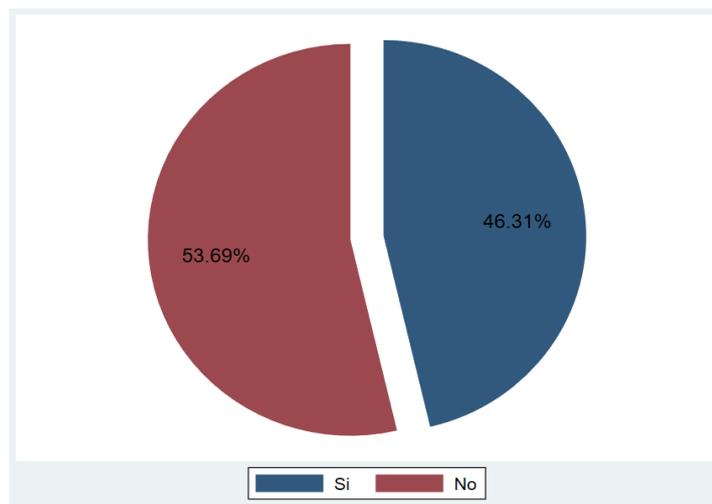


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Al igual que en la siembra y la cosecha, la mano de obra preferida por los agricultores para la preparación del suelo es la contratada (54.68%), seguida de la familiar (19.95%). Mientras que el 22.17% de los encuestados aseguran no utilizar mano de obra en las labores de preparación del suelo. Con respecto a la discriminación por género, el 97.5% de los agricultores que utiliza mano de obra familiar asegura que trabaja con al menos un hombre de la familia frente al 19.75% que trabaja con al menos una mujer de la familia. Las cifras con respecto a la mano de obra contratada son similares, el 99.08% contrató a al menos un hombre para esta labor frente al 4.5% que contrató al menos a una mujer.

Según la Figura 7.53 el 46.31% de los agricultores encuestados dice haber tenido plagas y/o enfermedades en la parcela principal. De este porcentaje, el 93.09% asegura haber realizado control de estas plagas. La principal plaga para la cual los agricultores realizan control es el Gusano Cogollero (98%), seguido de la Mancha de la Curvularia (23.46%). Por último, el 21% de los agricultores que realizan control de plagas lo hacen para controlar el Tizón de la Hoja.

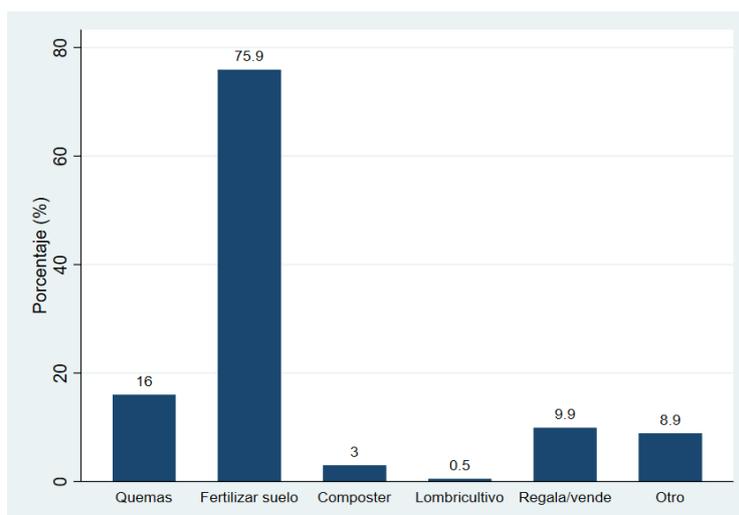
Figura 7.53 Plagas en el cultivo principal



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

De acuerdo con los datos dispuestos en la Figura 7.54 el 75.9% de los agricultores encuestados utilizan los residuos orgánicos derivados de la actividad agrícola para fertilizar el suelo, el 16% que asegura quemarlos, el 9.9% los entrega a servicios de recolección, los regala o vende, el 8.9% los destina en otros, principalmente alimento para ganado, el 3% los envía a la compostera y el 0.5% los envía a un lombricultivo.

Figura 7.54 Porcentaje de agricultores según la disposición de residuos orgánicos

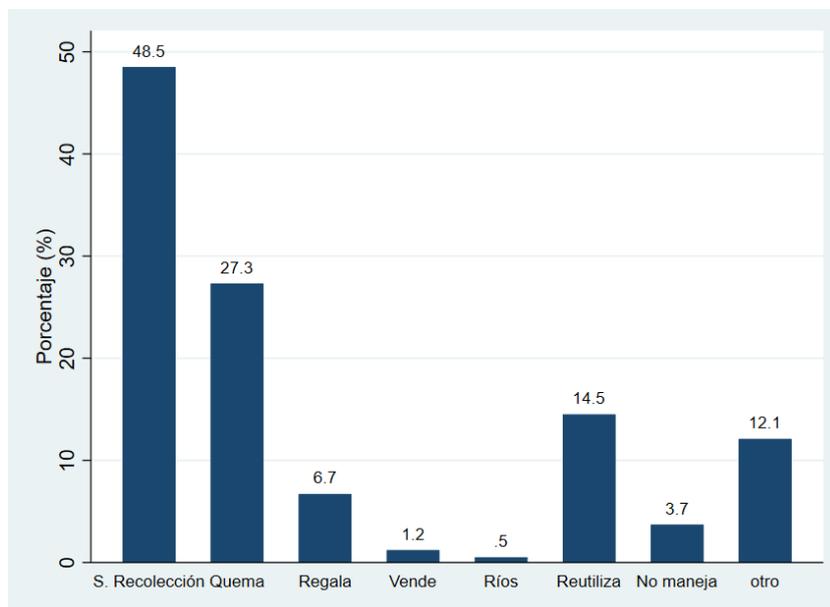


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que le da diferentes usos o dispone de diferentes maneras de los residuos orgánicos.

Con respecto a los desechos de plástico, vidrio o PVC, el 48.5% de los encuestados dice entregarlos al servicio de recolección, el 27.3% los quema y el 0.5% los dispone en ríos, quebradas o corrientes de agua. Solo el 14.5% de los agricultores los reutiliza. Entre las otras disposiciones (12.1%), cerca del 25% los entierra.

Figura 7.55 Porcentaje de agricultores según la disposición de desechos de plástico, vidrio o PVC

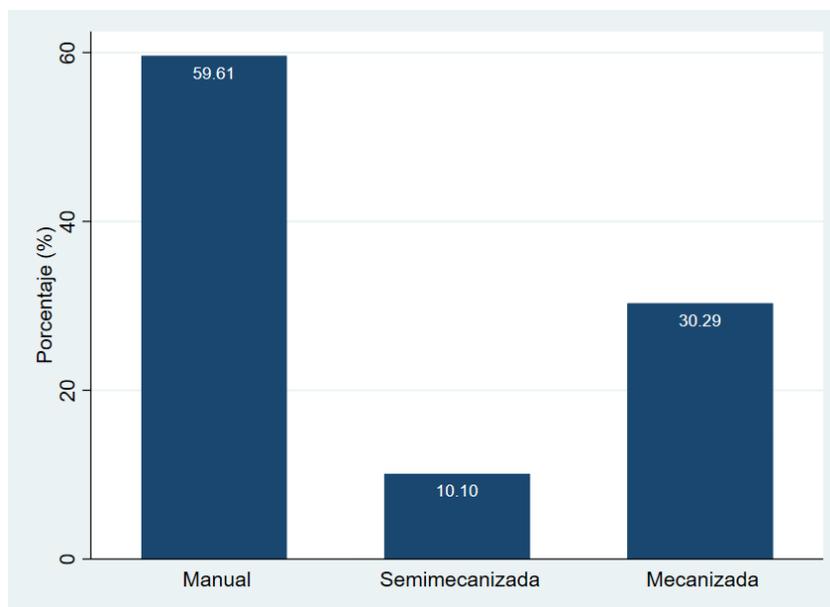


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que dispone de diferentes maneras de los desechos de plástico, vidrio o PVC.

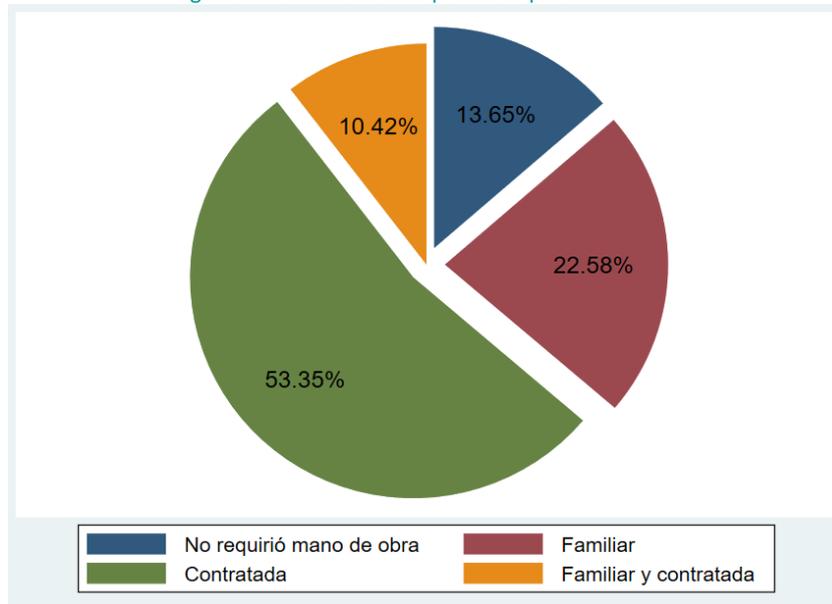
A continuación, se muestran otras estadísticas generales de la encuesta realizada por el CIAT a los agricultores de maíz.

Figura 7.56 Modo de cosecha



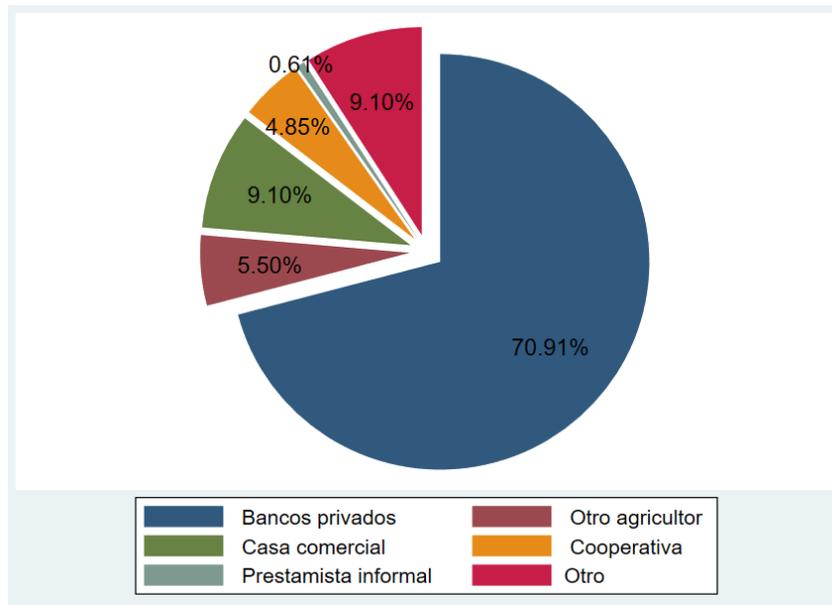
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.57 Mano de obra preferido para la cosecha



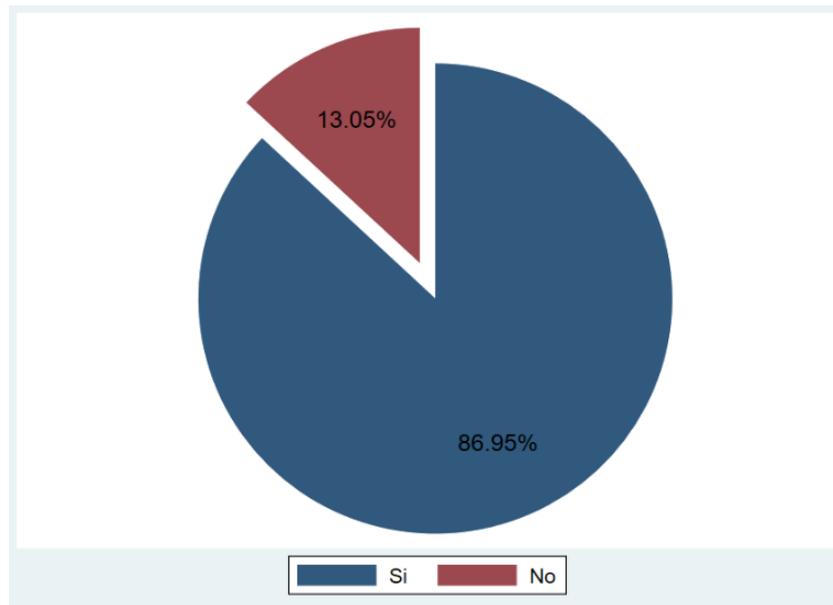
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.58 A quién solicita el préstamo



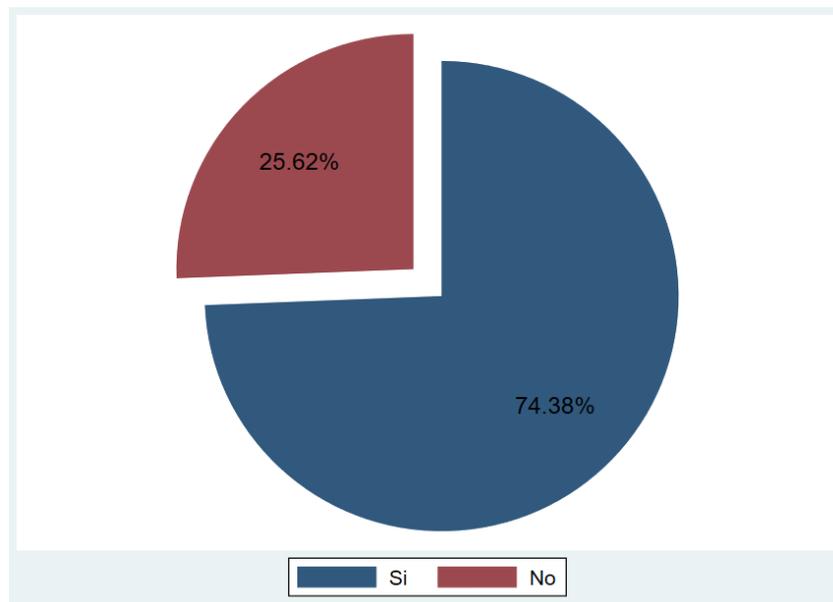
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.59 Aplicación de fertilizantes/abonos



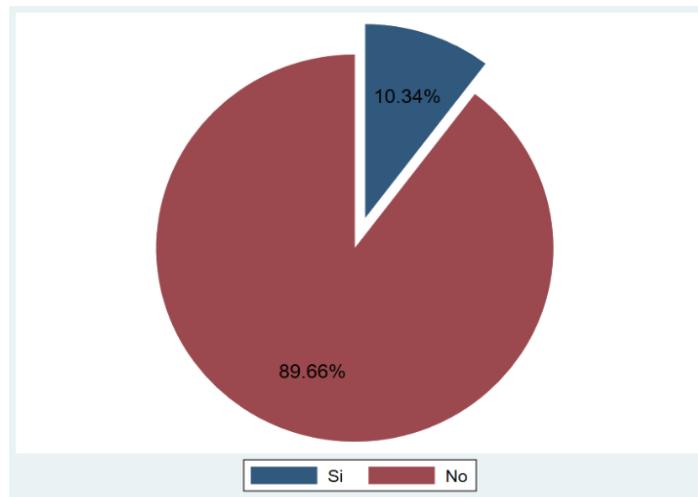
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.60 Aplicación de insumos para el control de malezas



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

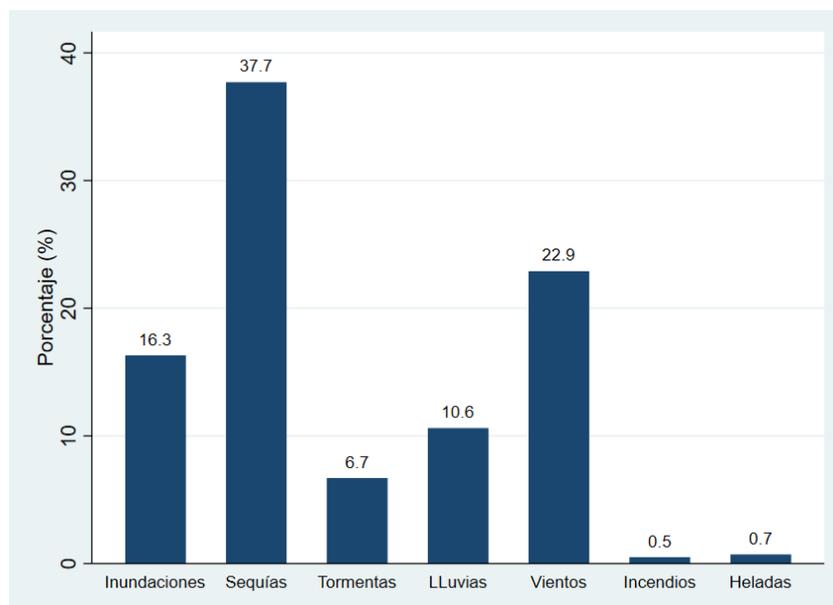
Figura 7.61 Porcentaje de agricultores que son miembros activos de alguna organización



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

El 10.34% de los encuestados asegura ser miembro activo de alguna organización (cooperativa agrícola, grupo de productores de maíz, grupo de productores de otros cultivos, mesas técnicas, etc.).

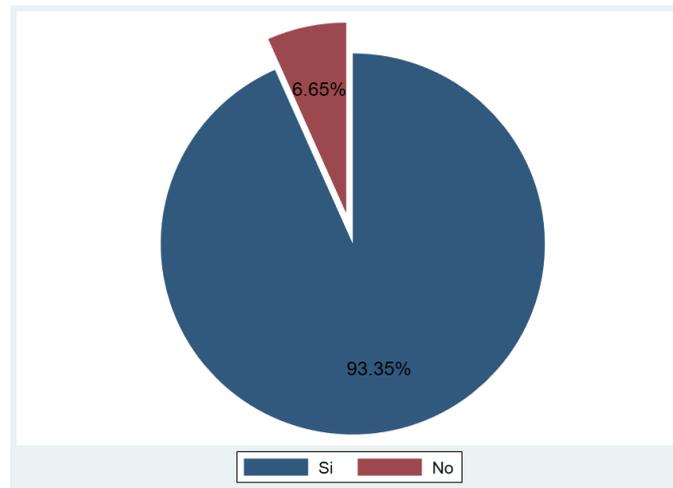
Figura 7.62 Porcentaje de agricultores según el efecto adverso por el cual se vio afectado su cultivo en los últimos 5 años



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

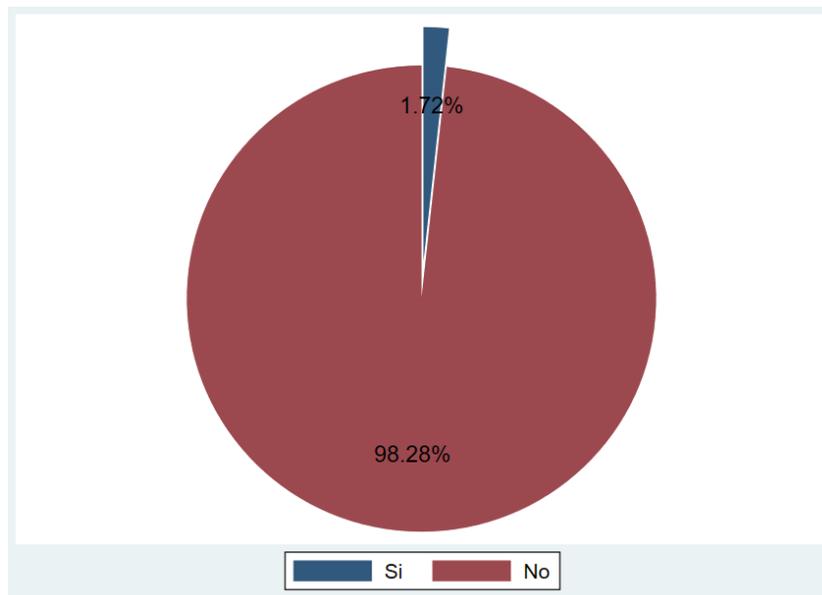
Tenga en cuenta que los porcentajes suman más del 100% dado que el agricultor encuestado puede manifestar que su cultivo se vio afectado por más de un evento adverso en los últimos 5 años.

Figura 7.63 Tiene el clima importancia en el desarrollo del cultivo



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Figura 7.64 El agricultor ha asistido a alguna mesa técnica



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

A.2.2. Comparación de modelos por vecino más cercano, kernel y genetic matching

En esta sección presentamos, para el caso del maíz, los efectos tratamiento (exposición a actividades del convenio) de cada variable de resultado de interés, para los modelos de emparejamiento por vecino más cercano, kernel y matching genético usando siempre diferencia de medias para calcular el efecto. Es bueno recordar que en el texto principal se reportan los resultados del modelo de matching genético y regresión IPW porque son los que logran mejor balance y mayor eficiencia estadística.

Tabla 7.22 Efecto del tratamiento en rendimiento

Variable	Método de Emparejamiento	ATT	p> z
Rendimiento	Vecino más cercano (1) con caliper (0.01)	.233	0.750
	Kernel Epanechnikov	.287	0.592
	Genetic Matching	-.320	0.571

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

Los resultados de las tres especificaciones, para las variables intermedias, se muestran en Tabla 7.23

Tabla 7.23 Efecto del tratamiento en resultados intermedios

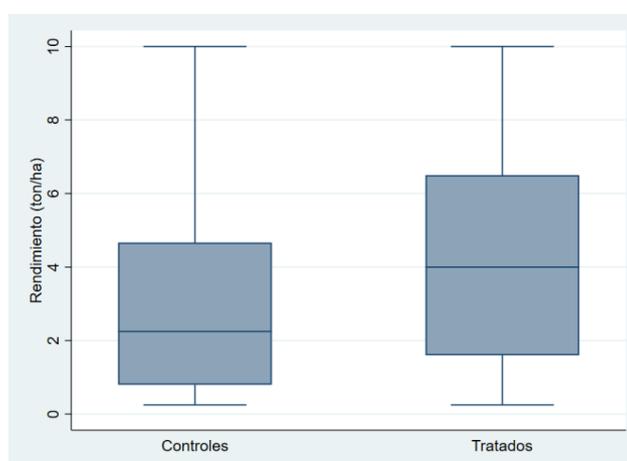
Variable	Método de Emparejamiento	ATT	p> z
Pérdida de Cosecha	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.253	0.063
	Kernel Epanechnikov	.287	0.613
	Genetic Matching	-.246	0.002
Pronósticos Agroclimáticos	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.031	0.702
	Kernel Epanechnikov	-.022	0.768
	Genetic Matching	.054	0.389
Genotipos evaluados	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.190	0.045
	Kernel Epanechnikov	.078	0.285
	Genetic Matching	.082	0.163

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

A.2.3 Tratamiento alternativo: municipios del convenio

En esta sección hacemos el análisis para maíz correspondiente a la definición alternativa de tratamiento. Productores que habitaban, al momento de la encuesta, en municipios del convenio. De acuerdo con la Figura 7.65 y la Tabla 7.24, los hogares tratados tienen en promedio 1.21 ton/ha más de rendimiento frente al grupo de control. El rendimiento mínimo y máximo dentro de cada grupo es el mismo, .025 ton/ha y 10 ton/ha, respectivamente.

Figura 7.65 Rendimiento del cultivo de maíz



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

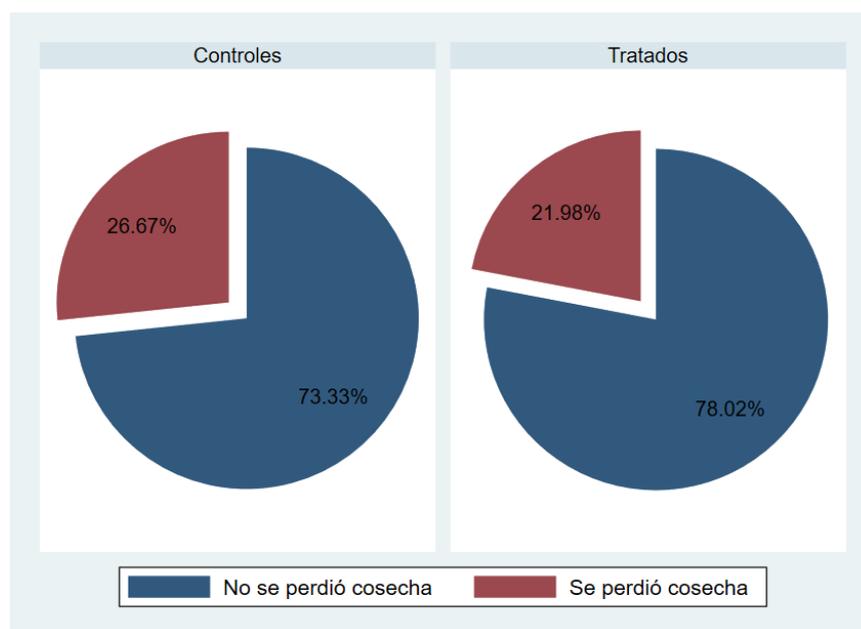
Tabla 7.24 Estadísticas descriptivas del rendimiento

	Tratados	Controles
Media	4.30	3.09
Desv. Est	2.80	2.73
Mínimo	0.25	0.25
Máximo	10	10
Obs	91	303

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

A diferencia de los tratamientos anteriores, para este caso el porcentaje de agricultores en el grupo de tratamiento que perdieron la cosecha es menor (21.98%) al porcentaje por la misma razón en el grupo de no tratados (26.67%). Este puede ser el resultado de que parte de los talleres impartidos dentro del convenio estuvieron dirigidos puntualmente a algunos de los municipios mencionados.¹⁵

Figura 7.66 Porcentaje de agricultores que perdieron cosecha según grupo de tratamiento

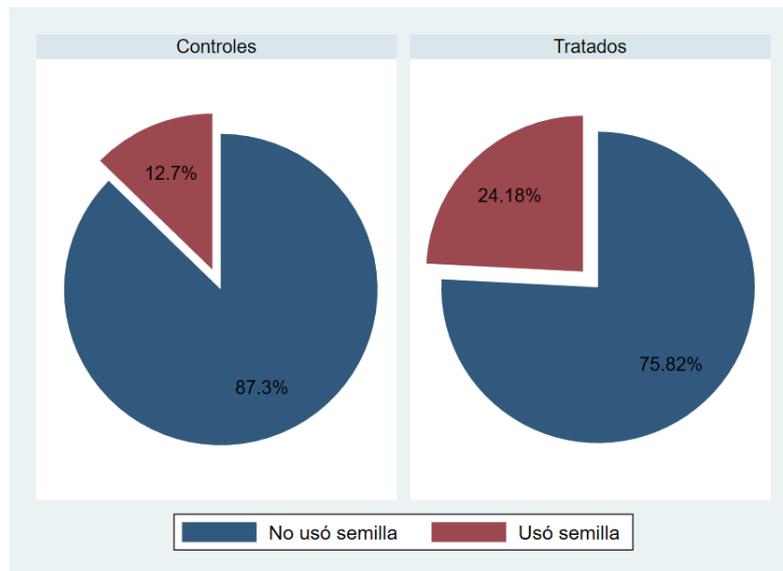


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Así mismo, en el grupo de tratamiento un 24.18% de los agricultores hizo uso de al menos uno de los genotipos evaluados por el convenio, frente a solo el 12.7% de los agricultores en el grupo de control. La explicación de esta diferencia está ligada al argumento mencionado anteriormente.

¹⁵ Por ejemplo, en Buga, Cereté y Espinal se hicieron proyectos del convenio sobre distintos genotipos de maíz.

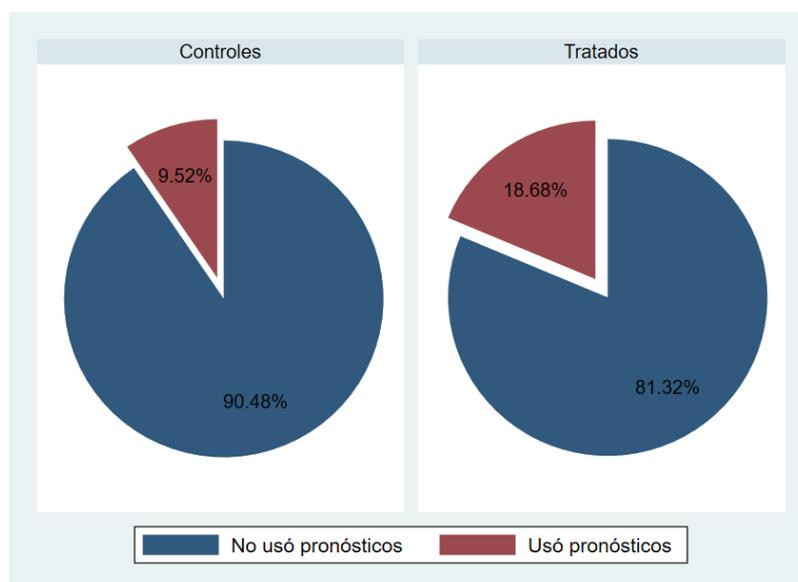
Figura 7.67 Porcentaje de agricultores que hicieron uso de al menos uno de los genotipos evaluados por el convenio según grupo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Finalmente, al igual que en el tratamiento usado en el texto principal, en los municipios tratados un mayor número de agricultores (18.68%) usó los pronósticos agroclimáticos para tomar al menos una decisión de cosecha frente a los agricultores que tomaron esta alternativa en el grupo de control (9.52%).

Figura 7.68 Porcentaje de agricultores que hicieron uso de los pronósticos agroclimáticos para tomar al menos una decisión de cosecha según grupo de tratamiento



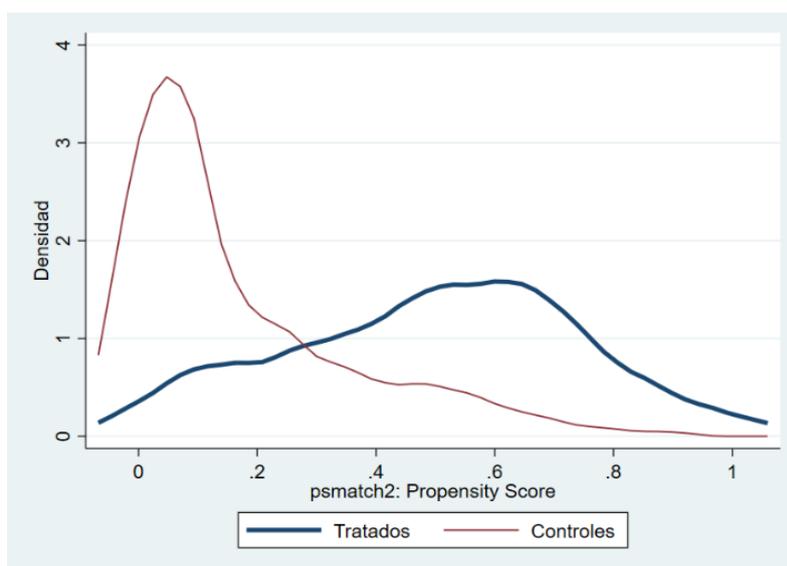
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Resultados

Rendimiento

De acuerdo con la Figura 7.69, las probabilidades predichas de participación para tratados y controles presentan un buen ajuste con lo cual se cumple con el supuesto de soporte común. Visualmente, parece que existe al menos 1 individuo en el grupo de control con probabilidades de participar desde 0 hasta 1, y si bien la densidad de controles cercanos a 1 en la probabilidad de participar es mínima, dado que se utiliza método de vecino más cercano con reemplazo se logra disminuir el sesgo. En la Tabla se presentan algunas estadísticas descriptivas de estos puntajes.

Figura 7.69 Distribución de los Propensity Scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.25 Estadísticas descriptivas de los Propensity Scores

	Obs	Media	Desv. Est.	Asimetría	Curtosis
Tratados	90	0.50	0.24	-0.15	2.33
Controles	269	0.17	0.19	1.43	4.36

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

El impacto del tratamiento de acuerdo a las distintas especificaciones se puede ver en la Tabla 7..

Tabla 7.26 Efecto del tratamiento en rendimiento

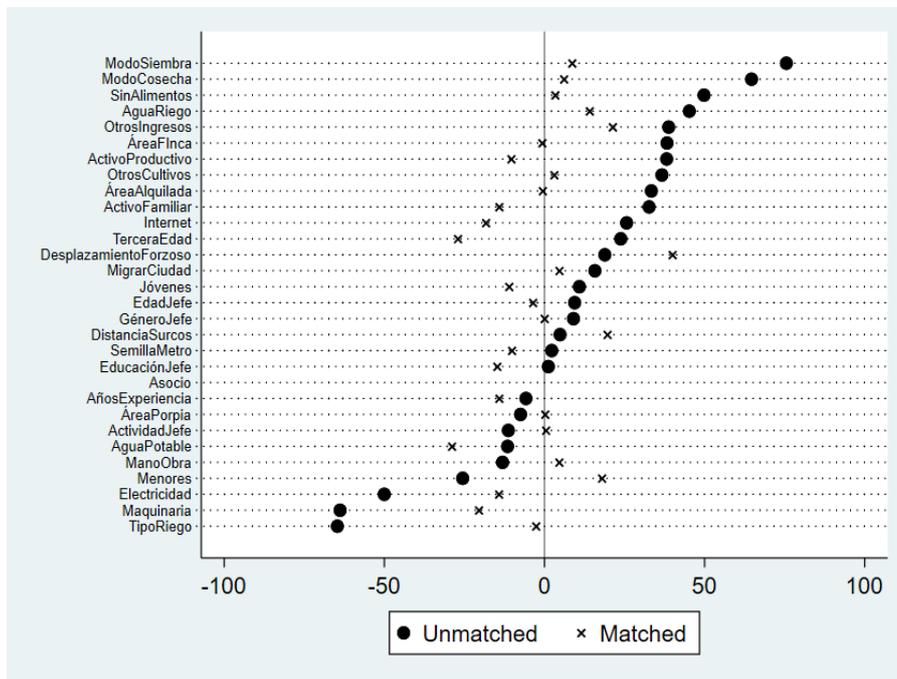
Variable	Método de Emparejamiento	ATT	p> z
Rendimiento	Vecino más cercano (1) con caliper (0.01)	-.404	0.559
	Kernel Epanechnikov	.679	0.140
	Genetic Matching	1.423	0.009

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, un hogar que hace parte de los municipios con convenio mejora el rendimiento de su cosecha en 1.42 ton/ha frente a los hogares que se encuentran en municipios sin convenio. Este resultado se obtiene mediante el método de emparejamiento genético y es estadísticamente significativo al 1%. En cuanto a las otras dos especificaciones, los hogares que se encuentran dentro de los municipios con convenio no experimentaron ningún cambio significativo en el rendimiento de su cultivo. Sin embargo, recordemos que la especificación de emparejamiento genético suele ser la de mayor validez interna, por cuanto logra el mayor balance. Por tanto, la evidencia sugiere que en el caso del maíz sí se logró un efecto de bola de nieve entre productores de un mismo municipio, suficiente para generar impactos agregados a nivel de municipio.

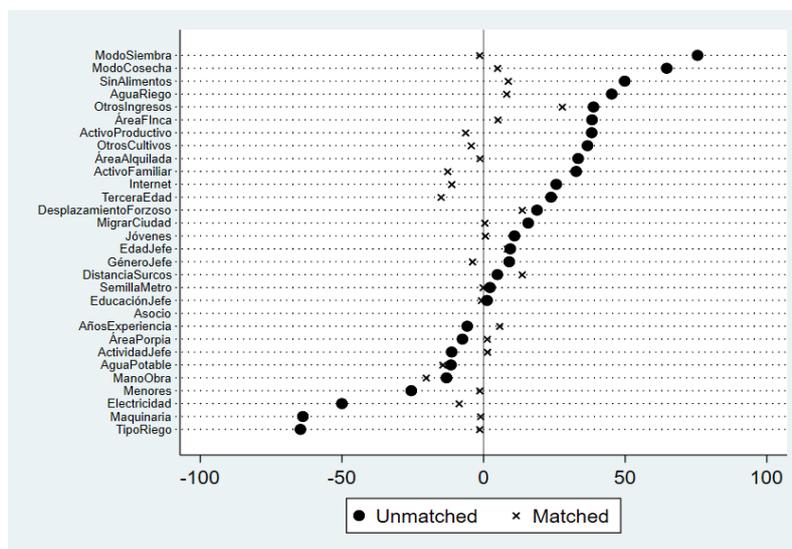
En la Figura 7.70 se muestra la calidad del emparejamiento utilizando el método de vecino más cercano con calibración de la distancia máxima. Una vez realizado el emparejamiento las diferencias en las características observables entre tratados y controles disminuyen drásticamente, con la excepción del desplazamiento forzoso, el número de adultos de la tercera edad en el hogar y si la casa cuenta o no con electricidad. Al hacer uso del modelo kernel la calidad del emparejamiento mejora como se muestra en la Figura 7..

Figura 7.70 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.71 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov

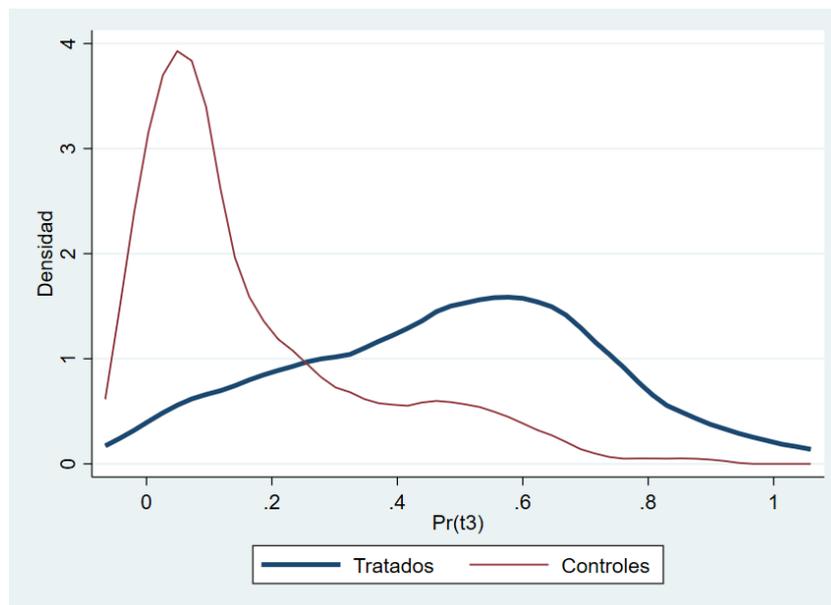


Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Pérdida de cosecha, pronósticos agroclimáticos y genotipos evaluados

De acuerdo con la Figura 7.72, las probabilidades predichas de participación para tratados y controles presentan un buen ajuste, con lo cual se cumple con el supuesto de soporte común. Visualmente, parece que existe al menos un individuo en el grupo de control con probabilidades de participar desde 0 hasta 1, y si bien la densidad de controles cercanos a 1 en la probabilidad de participar es mínima, dado que se utiliza método de vecino más cercano con reemplazo se logra disminuir el sesgo. En la Tabla se presentan algunas estadísticas descriptivas de estos puntajes.

Figura 7.72 Distribución de los Propensity Scores



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.27 Estadísticas descriptivas de los Propensity Scores

	Obs	Media	Desv. Est.	Asimetría	Curtosis
Tratados	90	0.48	0.24	-0.07	2.38
Controles	277	0.17	0.18	1.41	4.20

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Los resultados las tres especificaciones para las variables de interés se muestran en la Tabla .

Tabla 7.28 Efecto del tratamiento sobre resultados intermedios

Variable	Método de Emparejamiento	ATT	p> z
Pérdida de Cosecha	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	-.166	0.159
	Kernel Epanechnikov	-.172	0.075
	Genetic Matching	.288	0.008
Pronósticos Agroclimáticos	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	.125	0.123
	Kernel Epanechnikov	.083	0.217
	Genetic Matching	.077	0.338
Genotipos evaluados	Vecino más cercano (1) con calibre (0.01)	-.055	0.594
	Kernel Epanechnikov	.008	0.919
	Genetic Matching	-.066	0.379

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT. Vecino más cercano y Kernel Epanechnikov (s.e. Bootstrap), Genetic Matching (s.e A&I).

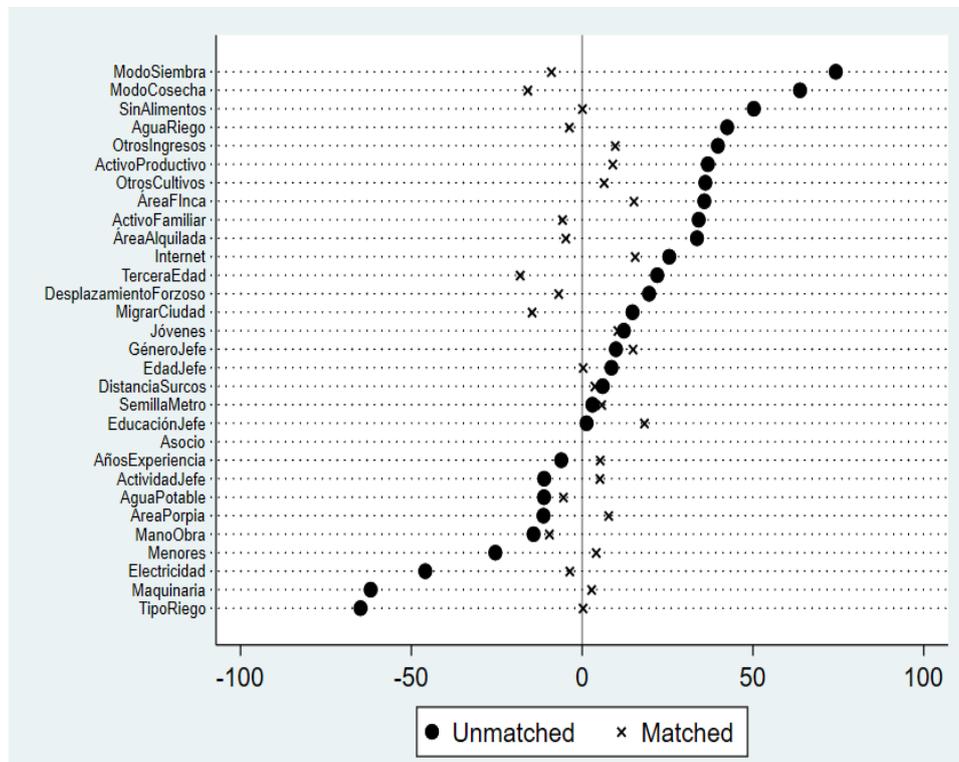
Los resultados sugieren que no hay impactos significativos del tratamiento 2 sobre la pérdida de cosecha, adopción de pronósticos agroclimáticos y uso de las variedades evaluadas a través del convenio.

Aunque parece contradictorio que aquellos hogares que están dentro de los municipios con convenio tengan un mayor rendimiento, pero al mismo tiempo no haya una menor probabilidad de perder su cosecha, para el caso del método emparejamiento genético, este resultado puede explicarse por los *spillovers* que posiblemente tuvo el tratamiento. En este caso, si bien existió un convenio, muchos de los talleres se llevaron a cabo en Bogotá y estuvieron dirigidos al personal técnico de las agremiaciones. Por ende, es posible que muchos agricultores no se hayan enterado del programa ni de los beneficios de seguir las recomendaciones de este. De hecho, sabemos que cerca del 80% de los hogares en el grupo de tratamiento afirman no haber recibido nunca asistencia técnica en los pilares que dirigió el convenio.

En cuanto a pronósticos agroclimáticos y el uso de genotipos evaluados, tampoco se encuentran resultados estadísticamente significativos. Es decir, hacer parte de los municipios tratados no aumenta el uso de variedades de maíz y de pronósticos agroclimáticos para la toma de decisiones en la cosecha.

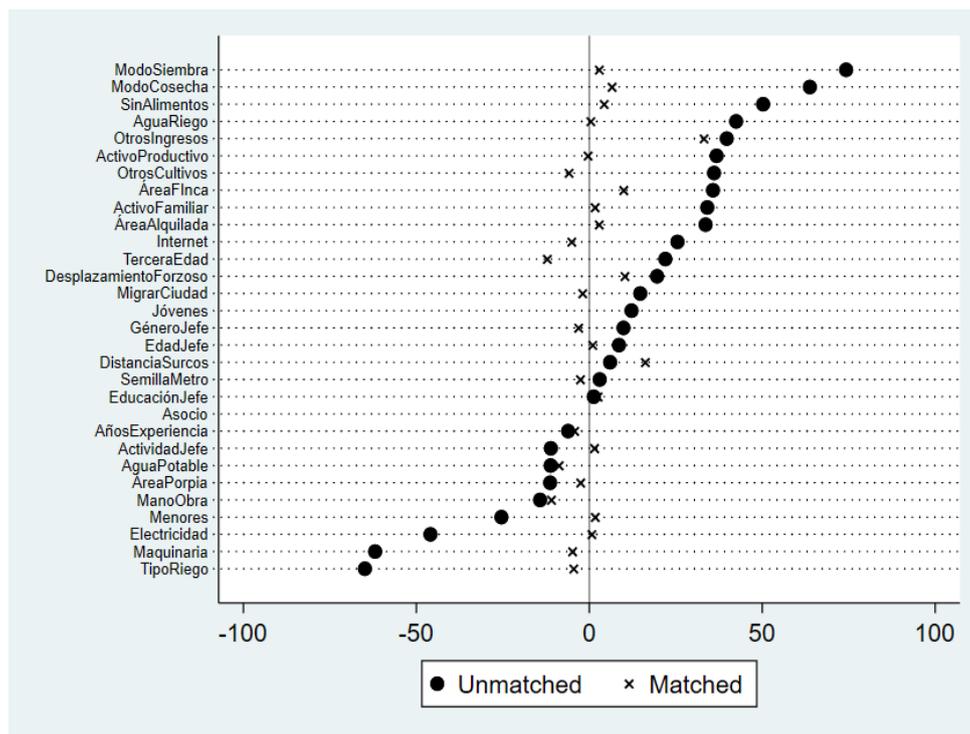
En la Figura 7.73 se muestra la calidad del emparejamiento utilizando el método de vecino más cercano con calibración de la distancia máxima. Una vez se realiza el emparejamiento, la diferencia entre tratados y controles en las características observables se reduce de forma importante, aunque este ajuste mejora al hacer uso del modelo kernel, como se muestra en la Figura 7.74.

Figura 7.73 Calidad del emparejamiento bajo vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Figura 7.74 Calidad del emparejamiento bajo kernel Epanechnikov



Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

En resumen, los resultados de la evaluación de impacto para el cultivo de maíz son mixtos. Cuando evaluamos el impacto de participar en actividades de asistencia técnica del convenio, encontramos que el programa no tiene impactos sobre el rendimiento. Por otro lado, al evaluar los efectos en los municipios tratados por el convenio, sí encontramos efectos sobre el rendimiento, sugiriendo que para este cultivo los efectos de bola de nieve fueron mayores que en el caso del arroz.

En suma, la evidencia presentada para los dos cultivos muestra que el convenio tiene el potencial de impactar positivamente variables económicas importantes como el rendimiento de los cultivos y la adopción de pronósticos agroclimáticos, mientras que existe un espacio de mejora en otras variables, como reducción de la huella hídrica o uso de las variedades evaluadas por los técnicos. En concordancia con lo encontrado a partir de la evidencia cualitativa, los resultados cuantitativos también muestran que existen efectos heterogéneos para los dos cultivos de interés, que pueden ser una consecuencia de las diferencias entre gremios y productores en cada sector.

A.2.4 Balanceo del algoritmo (Genetic Matching)

En esta sección, presentamos las estadísticas de balance correspondientes a las estimaciones por el método de emparejamiento genético para el cultivo de maíz. En general, el balance mejora sustancialmente tras emparejar.

Tabla 7.29 Calidad del balance – Rendimiento – Tratamiento (1)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	319	72		72	72	
SemillaMetro (mean (SD))	7.25 (3.78)	7.44 (4.12)	0.691	7.03 (3.04)	7.44 (4.12)	0.498
DistanciaSurcos (mean (SD))	79.41 (26.14)	78.83 (22.07)	0.861	82.01 (19.24)	78.83 (22.07)	0.358
EducaciónJefe (mean (SD))	6.26 (4.31)	8.36 (4.17)	0.001	7.49 (3.81)	8.36 (4.17)	0.191
Menores (mean (SD))	0.80 (1.08)	0.83 (0.98)	0.824	0.72 (0.92)	0.83 (0.98)	0.484
Jóvenes (mean (SD))	2.54 (1.07)	2.44 (0.89)	0.472	2.36 (0.88)	2.44 (0.89)	0.572
TerceraEdad (mean (SD))	0.26 (0.62)	0.32 (0.69)	0.497	0.22 (0.54)	0.32 (0.69)	0.346
EdadJefe (mean (SD))	53.43 (13.00)	48.61 (12.86)	0.005	50.90 (9.55)	48.61 (12.86)	0.227
GéneroJefe (mean (SD))	0.08 (0.26)	0.11 (0.32)	0.317	0.07 (0.26)	0.11 (0.32)	0.387
ActivoFamiliar (mean (SD))	4.47 (1.67)	5.08 (1.77)	0.006	4.76 (1.62)	5.08 (1.77)	0.260
ActivoProductivo (mean (SD))	2.23 (1.69)	3.22 (2.30)	0.001	2.85 (1.99)	3.22 (2.30)	0.297
OtrosIngresos (mean (SD))	1.64 (0.48)	1.83 (0.38)	0.001	1.81 (0.40)	1.83 (0.38)	0.667
SinAlimentos (mean (SD))	1.71 (0.46)	1.81 (0.40)	0.096	1.85 (0.36)	1.81 (0.40)	0.513
ÁreaFInca (mean (SD))	6.66 (10.06)	9.32 (13.40)	0.058	8.60 (11.57)	9.32 (13.40)	0.729
AñosExperiencia (mean (SD))	18.20 (14.79)	16.46 (14.01)	0.362	12.40 (11.94)	16.46 (14.01)	0.064
TipoRiego (mean (SD))	68.24 (45.26)	61.24 (47.67)	0.241	59.81 (48.06)	61.24 (47.67)	0.858
AguaRiego (mean (SD))	17.05 (32.00)	13.71 (28.23)	0.414	14.69 (30.06)	13.71 (28.23)	0.839
ActividadJefe (mean (SD))	2.40 (9.50)	1.36 (1.07)	0.356	1.39 (0.86)	1.36 (1.07)	0.864
OtrosCultivos (mean (SD))	1.65 (0.48)	1.65 (0.48)	0.951	1.76 (0.43)	1.65 (0.48)	0.144
ModoCosecha (mean (SD))	1.62 (0.87)	2.07 (0.95)	0.001	2.10 (0.94)	2.07 (0.95)	0.860
ModoSiembra (mean (SD))	0.43 (0.50)	0.68 (0.47)	0.001	0.65 (0.48)	0.68 (0.47)	0.726
Maquinaria (mean (SD))	2.79 (1.16)	2.24 (1.03)	0.001	2.24 (1.03)	2.24 (1.03)	1.000
ManoObra (mean (SD))	1.49 (0.83)	1.71 (0.78)	0.039	1.51 (0.75)	1.71 (0.78)	0.129
DesplazamientoForzoso (mean (SD))	1.97 (0.17)	1.88 (0.33)	0.001	1.88 (0.33)	1.88 (0.33)	1.000
AguaPotable (mean (SD))	0.55 (0.50)	0.58 (0.50)	0.627	0.57 (0.50)	0.58 (0.50)	0.867
Electricidad (mean (SD))	0.88 (0.32)	0.85 (0.36)	0.392	0.86 (0.35)	0.85 (0.36)	0.815
Internet (mean (SD))	0.10 (0.31)	0.22 (0.42)	0.006	0.19 (0.40)	0.22 (0.42)	0.684
MigrarCiudad (mean (SD))	1.91 (0.28)	1.79 (0.41)	0.003	1.81 (0.40)	1.79 (0.41)	0.837
ÁreaPorpia (mean (SD))	3.70 (10.54)	3.82 (10.44)	0.930	2.88 (8.06)	3.82 (10.44)	0.546
ÁreaAlquilada (mean (SD))	2.53 (7.65)	9.17 (35.69)	0.003	3.99 (10.32)	9.17 (35.69)	0.239

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.30 Calidad del balance – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Genotipos evaluados - Tratamiento (1)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
n	327	73		73	73	
SemillaMetro (mean (SD))	7.23 (3.75)	7.45 (4.09)	0.653	7.05 (3.02)	7.45 (4.09)	0.498
DistanciaSurcos (mean (SD))	79.06 (26.31)	78.85 (21.91)	0.949	81.99 (19.11)	78.85 (21.91)	0.358
EducaciónJefe (mean (SD))	6.24 (4.31)	8.40 (4.15)	0.001	7.58 (3.85)	8.40 (4.15)	0.217
Menores (mean (SD))	0.80 (1.09)	0.82 (0.98)	0.899	0.71 (0.92)	0.82 (0.98)	0.486
Jóvenes (mean (SD))	2.53 (1.07)	2.44 (0.88)	0.500	2.36 (0.87)	2.44 (0.88)	0.572
TerceraEdad (mean (SD))	0.27 (0.62)	0.34 (0.71)	0.356	0.23 (0.54)	0.34 (0.71)	0.296
EdadJefe (mean (SD))	53.47 (13.20)	48.70 (12.79)	0.005	51.04 (9.56)	48.70 (12.79)	0.212
GéneroJefe (mean (SD))	0.08 (0.27)	0.11 (0.31)	0.353	0.07 (0.25)	0.11 (0.31)	0.387
ActivoFamiliar (mean (SD))	4.45 (1.66)	5.07 (1.76)	0.005	4.75 (1.61)	5.07 (1.76)	0.261
ActivoProductivo (mean (SD))	2.25 (1.70)	3.19 (2.30)	0.001	2.82 (1.99)	3.19 (2.30)	0.300
OtrosIngresos (mean (SD))	1.63 (0.48)	1.84 (0.37)	0.001	1.81 (0.40)	1.84 (0.37)	0.668
SinAlimentos (mean (SD))	1.71 (0.46)	1.81 (0.40)	0.079	1.85 (0.36)	1.81 (0.40)	0.513
ÁreaFInca (mean (SD))	6.85 (10.38)	9.22 (13.33)	0.095	8.63 (11.49)	9.22 (13.33)	0.775
AñosExperiencia (mean (SD))	18.23 (14.78)	16.64 (14.00)	0.404	12.37 (11.86)	16.64 (14.00)	0.049
TipoRiego (mean (SD))	68.70 (45.08)	60.41 (47.86)	0.161	59.01 (48.20)	60.41 (47.86)	0.861
AguaRiego (mean (SD))	17.64 (32.59)	13.58 (28.06)	0.325	14.53 (29.88)	13.58 (28.06)	0.842
ActividadJefe (mean (SD))	2.38 (9.39)	1.36 (1.06)	0.355	1.40 (0.86)	1.36 (1.06)	0.797
OtrosCultivos (mean (SD))	1.65 (0.48)	1.66 (0.48)	0.882	1.77 (0.43)	1.66 (0.48)	0.146
ModoCosecha (mean (SD))	1.62 (0.87)	2.08 (0.95)	0.001	2.11 (0.94)	2.08 (0.95)	0.861
ModoSiembra (mean (SD))	0.43 (0.50)	0.68 (0.47)	0.001	0.66 (0.48)	0.68 (0.47)	0.727
Maquinaria (mean (SD))	2.78 (1.16)	2.23 (1.02)	0.001	2.23 (1.02)	2.23 (1.02)	1.000
ManoObra (mean (SD))	1.49 (0.83)	1.71 (0.77)	0.039	1.52 (0.75)	1.71 (0.77)	0.130
DesplazamientoForzoso (mean (SD))	1.97 (0.18)	1.88 (0.33)	0.001	1.88 (0.33)	1.88 (0.33)	1.000
AguaPotable (mean (SD))	0.55 (0.50)	0.59 (0.50)	0.550	0.56 (0.50)	0.59 (0.50)	0.740
Electricidad (mean (SD))	0.87 (0.33)	0.85 (0.36)	0.562	0.86 (0.35)	0.85 (0.36)	0.815
Internet (mean (SD))	0.10 (0.31)	0.22 (0.42)	0.007	0.19 (0.40)	0.22 (0.42)	0.685
MigrarCiudad (mean (SD))	1.91 (0.28)	1.79 (0.41)	0.004	1.81 (0.40)	1.79 (0.41)	0.837
ÁreaPorpia (mean (SD))	4.12 (11.92)	3.80 (10.37)	0.829	2.84 (8.01)	3.80 (10.37)	0.534
ÁreaAlquilada (mean (SD))	2.48 (7.57)	9.05 (35.46)	0.002	4.09 (10.28)	9.05 (35.46)	0.253

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

Tabla 7.31 Calidad del balance – Rendimiento – Tratamiento (2)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 301	90		90	90	
SemillaMetro (mean (SD))	7.26 (4.00)	7.35 (3.28)	0.843	7.12 (2.87)	7.35 (3.28)	0.617
DistanciaSurcos (mean (SD))	79.70 (27.90)	78.00 (14.30)	0.579	79.28 (11.18)	78.00 (14.30)	0.505
EducaciónJefe (mean (SD))	6.60 (4.29)	6.79 (4.60)	0.725	6.53 (3.36)	6.79 (4.60)	0.671
Menores (mean (SD))	0.86 (1.09)	0.63 (0.95)	0.075	0.70 (0.81)	0.63 (0.95)	0.614
Jóvenes (mean (SD))	2.50 (1.01)	2.59 (1.14)	0.503	2.17 (0.80)	2.59 (1.14)	0.004
TerceraEdad (mean (SD))	0.24 (0.58)	0.40 (0.76)	0.030	0.30 (0.69)	0.40 (0.76)	0.358
EdadJefe (mean (SD))	52.46 (13.29)	52.82 (12.45)	0.816	47.32 (12.06)	52.82 (12.45)	0.003
GéneroJefe (mean (SD))	0.08 (0.27)	0.10 (0.30)	0.475	0.09 (0.29)	0.10 (0.30)	0.800
ActivoFamiliar (mean (SD))	4.47 (1.71)	4.97 (1.63)	0.015	5.16 (1.36)	4.97 (1.63)	0.400
ActivoProductivo (mean (SD))	2.22 (1.66)	3.03 (2.30)	0.001	2.69 (1.98)	3.03 (2.30)	0.282
OtrosIngresos (mean (SD))	1.63 (0.48)	1.82 (0.38)	0.001	1.76 (0.43)	1.82 (0.38)	0.276
SinAlimentos (mean (SD))	1.68 (0.47)	1.89 (0.32)	0.001	1.91 (0.29)	1.89 (0.32)	0.622
ÁreaFInca (mean (SD))	6.10 (9.53)	10.65 (13.68)	0.001	7.54 (11.82)	10.65 (13.68)	0.104
AñosExperiencia (mean (SD))	18.25 (15.14)	16.64 (12.85)	0.361	11.63 (10.62)	16.64 (12.85)	0.005
TipoRiego (mean (SD))	74.47 (42.28)	41.81 (48.05)	0.001	50.40 (48.87)	41.81 (48.05)	0.236
AguaRiego (mean (SD))	12.72 (26.06)	28.87 (42.54)	0.001	28.22 (41.72)	28.87 (42.54)	0.918
ActividadJefe (mean (SD))	2.44 (9.77)	1.44 (1.22)	0.338	1.19 (0.56)	1.44 (1.22)	0.072
OtrosCultivos (mean (SD))	1.60 (0.49)	1.81 (0.39)	0.001	1.84 (0.36)	1.81 (0.39)	0.556
ModoCosecha (mean (SD))	1.56 (0.87)	2.19 (0.83)	0.001	2.18 (0.86)	2.19 (0.83)	0.930
ModoSiembra (mean (SD))	0.39 (0.49)	0.78 (0.42)	0.001	0.78 (0.42)	0.78 (0.42)	1.000
Maquinaria (mean (SD))	2.87 (1.17)	2.09 (0.86)	0.001	2.14 (0.84)	2.09 (0.86)	0.661
ManoObra (mean (SD))	1.55 (0.80)	1.43 (0.91)	0.223	1.36 (0.89)	1.43 (0.91)	0.564
DesplazamientoForzoso (mean (SD))	1.94 (0.23)	1.98 (0.15)	0.186	1.98 (0.15)	1.98 (0.15)	1.000
AguaPotable (mean (SD))	0.57 (0.50)	0.50 (0.50)	0.211	0.50 (0.50)	0.50 (0.50)	1.000
Electricidad (mean (SD))	0.92 (0.27)	0.73 (0.44)	0.001	0.74 (0.44)	0.73 (0.44)	0.866
Internet (mean (SD))	0.10 (0.30)	0.20 (0.40)	0.015	0.13 (0.34)	0.20 (0.40)	0.232
MigrarCiudad (mean (SD))	1.88 (0.33)	1.93 (0.25)	0.135	1.98 (0.15)	1.93 (0.25)	0.150
ÁreaPorpia (mean (SD))	3.87 (11.00)	3.22 (8.68)	0.607	3.71 (7.54)	3.22 (8.68)	0.685
ÁreaAlquilada (mean (SD))	1.95 (7.95)	9.81 (31.52)	0.001	3.94 (14.50)	9.81 (31.52)	0.111

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT

Tabla 7.32 Calidad del balance – Pérdida de Cosecha, Pronósticos Agroclimáticos y Genotipos evaluados - Tratamiento (2)

	Antes del emparejamiento			Después del emparejamiento		
	Control	Tratamiento	p-valor	Control	Tratamiento	p-valor
	n 301	90		90	90	
SemillaMetro (mean (SD))	7.26 (4.00)	7.35 (3.28)	0.843	7.12 (2.87)	7.35 (3.28)	0.617
DistanciaSurcos (mean (SD))	79.70 (27.90)	78.00 (14.30)	0.579	79.28 (11.18)	78.00 (14.30)	0.505
Educación.Jefe (mean (SD))	6.60 (4.29)	6.79 (4.60)	0.725	6.53 (3.36)	6.79 (4.60)	0.671
Menores (mean (SD))	0.86 (1.09)	0.63 (0.95)	0.075	0.70 (0.81)	0.63 (0.95)	0.614
Jóvenes (mean (SD))	2.50 (1.01)	2.59 (1.14)	0.503	2.17 (0.80)	2.59 (1.14)	0.004
TerceraEdad (mean (SD))	0.24 (0.58)	0.40 (0.76)	0.030	0.30 (0.69)	0.40 (0.76)	0.358
Edad.Jefe (mean (SD))	52.46 (13.29)	52.82 (12.45)	0.816	47.32 (12.06)	52.82 (12.45)	0.003
Género.Jefe (mean (SD))	0.08 (0.27)	0.10 (0.30)	0.475	0.09 (0.29)	0.10 (0.30)	0.800
ActivoFamiliar (mean (SD))	4.47 (1.71)	4.97 (1.63)	0.015	5.16 (1.36)	4.97 (1.63)	0.400
ActivoProductivo (mean (SD))	2.22 (1.66)	3.03 (2.30)	0.001	2.69 (1.98)	3.03 (2.30)	0.282
OtrosIngresos (mean (SD))	1.63 (0.48)	1.82 (0.38)	0.001	1.76 (0.43)	1.82 (0.38)	0.276
SinAlimentos (mean (SD))	1.68 (0.47)	1.89 (0.32)	0.001	1.91 (0.29)	1.89 (0.32)	0.622
ÁreaInca (mean (SD))	6.10 (9.53)	10.65 (13.68)	0.001	7.54 (11.82)	10.65 (13.68)	0.104
AñosExperiencia (mean (SD))	18.25 (15.14)	16.64 (12.85)	0.361	11.63 (10.62)	16.64 (12.85)	0.005
TipoRiego (mean (SD))	74.47 (42.28)	41.81 (48.05)	0.001	50.40 (48.87)	41.81 (48.05)	0.236
AguaRiego (mean (SD))	12.72 (26.06)	28.87 (42.54)	0.001	28.22 (41.72)	28.87 (42.54)	0.918
Actividad.Jefe (mean (SD))	2.44 (9.77)	1.44 (1.22)	0.338	1.19 (0.56)	1.44 (1.22)	0.072
OtrosCultivos (mean (SD))	1.60 (0.49)	1.81 (0.39)	0.001	1.84 (0.36)	1.81 (0.39)	0.556
ModoCosecha (mean (SD))	1.56 (0.87)	2.19 (0.83)	0.001	2.18 (0.86)	2.19 (0.83)	0.930
ModoSiembra (mean (SD))	0.39 (0.49)	0.78 (0.42)	0.001	0.78 (0.42)	0.78 (0.42)	1.000
Maquinaria (mean (SD))	2.87 (1.17)	2.09 (0.86)	0.001	2.14 (0.84)	2.09 (0.86)	0.661
ManoObra (mean (SD))	1.55 (0.80)	1.43 (0.91)	0.223	1.36 (0.89)	1.43 (0.91)	0.564
DesplazamientoForzoso (mean (SD))	1.94 (0.23)	1.98 (0.15)	0.186	1.98 (0.15)	1.98 (0.15)	1.000
AguaPotable (mean (SD))	0.57 (0.50)	0.50 (0.50)	0.211	0.50 (0.50)	0.50 (0.50)	1.000
Electricidad (mean (SD))	0.92 (0.27)	0.73 (0.44)	0.001	0.74 (0.44)	0.73 (0.44)	0.866
Internet (mean (SD))	0.10 (0.30)	0.20 (0.40)	0.015	0.13 (0.34)	0.20 (0.40)	0.232
MigrarCiudad (mean (SD))	1.88 (0.33)	1.93 (0.25)	0.135	1.98 (0.15)	1.93 (0.25)	0.150
ÁreaPorpia (mean (SD))	3.87 (11.00)	3.22 (8.68)	0.607	3.71 (7.54)	3.22 (8.68)	0.685
ÁreaAlquilada (mean (SD))	1.95 (7.95)	9.81 (31.52)	0.001	3.94 (14.50)	9.81 (31.52)	0.111

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta CIAT.

A3. Apéndice C: Fuentes de información secundaria de la evaluación de impacto ex ante

- Papa: <https://fedepapa.com/boletines-regionales/>
- Arroz: Áreas: <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz541.pdf>
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019-1.pdf
 Tipo de mercado: file:///C:/Users/admin/Downloads/20190709_DOCUMENTO%20ANALISIS%20SITUACIONAL.pdf
 Producción: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019-1.pdf
 Rendimiento: <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz541.pdf>
 Productores: http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Libro%20Censo%20General.pdf
 Sistema de siembra: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-arroz-mecanizado>
 Sistema tecnológico: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_abr_2017.pdf
 Costos de producción: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Arroz/Documentos/2019-04-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
 Precios: <http://www.fedearroz.com.co/new/precios.php>
 Consumo: <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz541.pdf>
 Importaciones: <http://www.fedearroz.com.co/new/importaciones.php>
- Caña de Azúcar: <https://www.asocana.org/modules/documentos/1/41.aspx>
- Banano: Tipo de mercado: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
 Sistema de siembra: https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha_banano_version_ii.pdf
 Costos de producción: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jul_2019.pdf
 Precios: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019-1.pdf
 Consumo: <https://www.agronegocios.co/agricultura/mas-de-90-del-banano-local-es-de-exportacion-2887702#:~:text=Agro-,Más%20de%2090%25%20del%20banano%20que%20se%20produce%20en%20Colombia,la%20consumen%20a%20grandes%20proporciones.&text=de%202019%20GUARDAR,-Pese%20a%20ser%20un%20país%20productor%20de%20esa%20fruta%2C%20los,la%20consumen%20a%20grandes%20proporciones.>
 Exportación: <https://augura.com.co/wp-content/uploads/2020/10/COYUNTURA-BANANERA-2019-EDICION-FINAL.pdf>
 Importación: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Café: Rendimiento: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Cafe/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
 Productores: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/proyecto/fodepal/Bibvirtual/PSF/doc/Rub%20E9n%20Mej%20EDa.pdf
 Sistema de siembra: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/1/Sistemas%20producción%20café%20Colombia.pdf>
 Sistema tecnológico: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057%2803%29167-186.pdf>
 Costos de producción: <https://www.agronegocios.co/agricultura/con-menores-costos-y-mas-calidad-caficultores-de-colombia-buscaran-mantener-rentabilidad-en-2020-2937900#:~:text=Los%20ingresos%20actuales%20de%20los,de%20obra%20y%20la%20fertilización.>

- Precios: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Cafe/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Consumo: https://federaciondefeferos.org/app/uploads/2019/10/Informe_de_la_Industria_Cafetera_20182.pdf
- Exportaciones: https://federaciondefeferos.org/app/uploads/2019/10/Informe_de_la_Industria_Cafetera_20182.pdf
- Importaciones: https://federaciondefeferos.org/app/uploads/2019/10/Informe_de_la_Industria_Cafetera_20182.pdf
- Ganadería (carne y leche): Rendimiento: FEDEGAN- FNG. FORO. GANADERÍA REGIONAL VISIÓN 2014 -2018. CASANARE. Resumen y Conclusiones. Yopal, Casanare. Marzo de 2014.
Costos de producción: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/costos-produccion>
 - Maíz: Áreas: <https://www.fenalce.org/alfa/revista/index.php?id=74#features/3>
Productores: <http://www.agroinsumossa.com/cultivo-del-maiz-en-colombia/>
Sistema tecnológico: <file:///C:/Users/admin/Downloads/336225-Texto%20del%20capítulo-161326-1-10-20181031.pdf>
Costos de producción: http://www.fenalce.org/alfa/dat_particular/pdf/pre_62630_q_Cer126.pdf
Consumo: <file:///C:/Users/admin/Downloads/336225-Texto%20del%20capítulo-161326-1-10-20181031.pdf>
Exportaciones e importaciones: <https://sioc.minagricultura.gov.co/AlimentosBalanceados/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20Sectoriales%20Maíz.pdf>
 - Panela: Sistema de siembra: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Bol_Insumos_mar_2017.pdf
Costos de producción: http://www.sipa.org.co/wp/wp-content/uploads/COSTOS_DE_PRODUCCION_2019.pdf
Exportaciones e importaciones: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/2019-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>