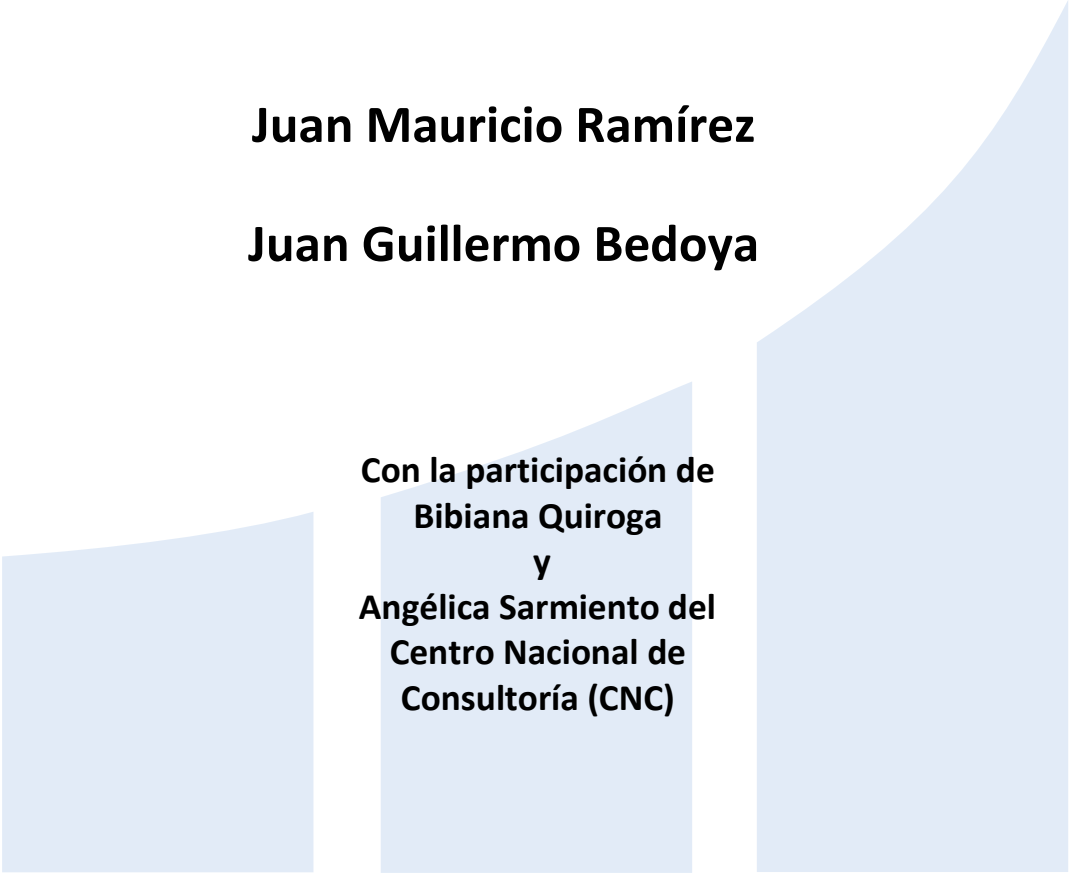


Informe evaluación de impacto AMTEC

Juan Mauricio Ramírez

Juan Guillermo Bedoya



Con la participación de
Bibiana Quiroga
y
Angélica Sarmiento del
Centro Nacional de
Consultoría (CNC)

Bogotá, 11 diciembre 2019

Informe evaluación de impacto AMTEC

Juan Mauricio Ramírez

Juan Guillermo Bedoya

Con la participación de Bibiana Quiroga y Angélica Sarmiento del Centro
Nacional de Consultoría (CNC)

Fedesarrollo

Bogotá, Colombia

Diciembre 11 de 2019

Índice de contenidos

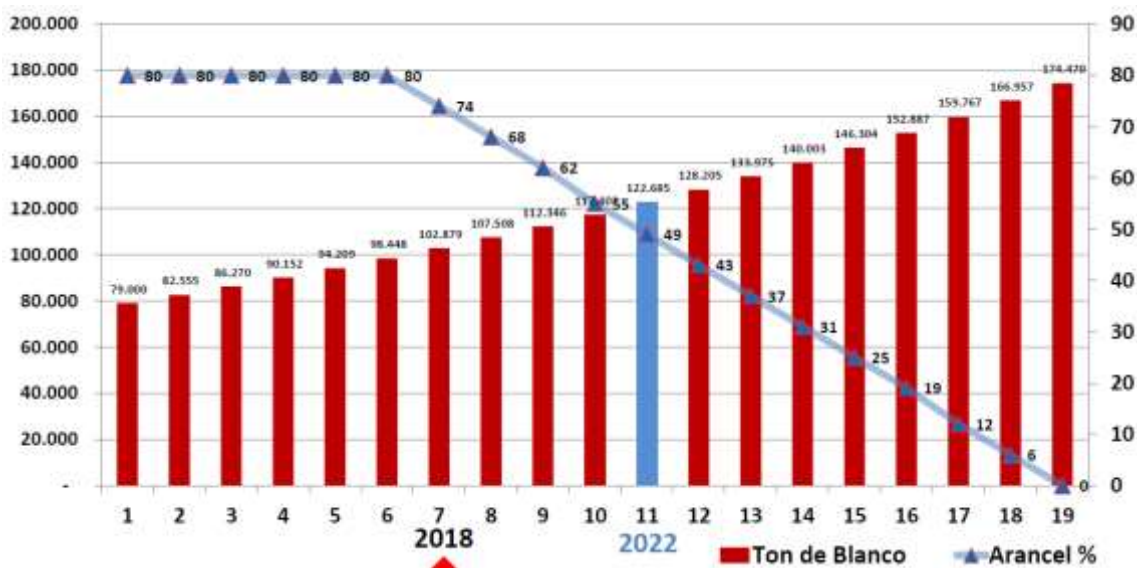
Índice de contenidos	2
1. Introducción	3
2. Evaluación cuantitativa	5
2.1. Metodología	5
2.2. Datos	10
2.3. Análisis de la información disponible.....	12
2.4. Resultados	17
3. Evaluación cualitativa.....	21
3.1. Metodología de la evaluación cualitativa	21
3.2. Resultados	23
4. Conclusiones.....	31
5. Referencias.....	33
6. Anexos.....	35
Anexo 1. Apropiación del programa.....	35
Anexo 2. Derivación formal de los pesos a través de entropía	36

1. Introducción

Este informe presenta los resultados de la evaluación de impacto cuantitativa y cualitativa del programa de Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC) en la productividad¹ de las fincas arroceras en Colombia. Este programa surge de la necesidad de implementar un modelo de transferencia para difundir entre los productores las mejores prácticas derivadas de procesos investigativos, así como de la experiencia de transferencia existente, con el objetivo de aumentar los rendimientos y reducir los costos de producción del cultivo del arroz.

AMTEC fue concebido y diseñado por FEDEARROZ- Fondo Nacional del Arroz, desde 2012 en el contexto de un conjunto de factores que indican sobre el sector arrocero, como son la variabilidad y el cambio climático, y los Tratados de Libre Comercio, y especialmente el suscrito con los Estados Unidos que tiene un período de desgravación a 19 años (Diagrama 1). Este último, en particular, implica grandes desafíos para mejorar la competitividad de la producción nacional en un período de tiempo que va siendo cada vez más estrecho dado que ya ha transcurrido cerca de la mitad del período total de desgravación.

Diagrama 1. Contingente y desgravación arancelaria de las importaciones de arroz en el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos



Fuente: FEDEARROZ

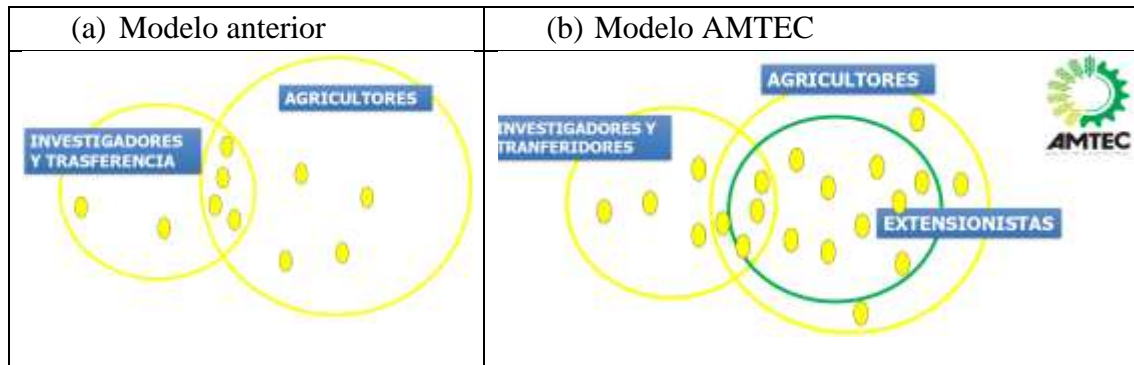
AMTEC es un modelo de transferencia de tecnología basado en el conocimiento desarrollado por la Federación Nacional de Arroceros-FNA durante 30 años de investigación implementando tecnologías que ayuden a aumentar los rendimientos y a reducir los costos de producción. De esta manera el objetivo principal del programa es

¹ A lo largo de este informe se utilizarán de manera intercambiada las expresiones rendimientos y productividad. Estos términos hacen referencia a los Kilogramos de arroz por hectárea cosechados.

transferir en forma conjunta la tecnología de manejo del cultivo disponible y desarrollada por el programa de investigación de Fedearroz para incrementar la productividad y disminuir los costos de producción, con el menor impacto al medio ambiente.

El modelo de transferencia se diferencia de los utilizados anteriormente, en que hace una incorporación explícita de los extensionistas como eslabón primordial entre los investigadores y los productores (Diagrama 2).

Diagrama 2. Modelo de Transferencia de Tecnología



Fuente: FEDEARROZ

El programa cuenta con un grupo de ingenieros agrónomos, ingenieros agrícolas e investigadores que transmiten y promueven las prácticas de manejo agronómico, ambiental y social para el desarrollo del sistema productivo. En el desarrollo del programa se han introducido nuevas herramientas de siembra, mecanización, nivelación, geoposicionamiento satelital, mapas de ambiente, monitores de rendimiento, equipos de aplicación, maquinaria, softwares para recomendaciones de fertilización, para el manejo agroclimático y para el seguimiento del cultivo, sistemas de secamiento y almacenamiento, entre otras.

El programa inició en dos zonas pilotos en el Norte del Tolima (Tolima) y Pompeya (Meta), y desde entonces se ha extendido a la mayoría de los municipios arroceros.

La evaluación cuantitativa del programa AMTEC se presenta en cuatro partes: 1) la descripción del marco metodológico general para el desarrollo del análisis de impacto; 2) el análisis de las fuentes de información con las que se dispone con miras a la derivación de resultados cuantitativos; 3) el análisis de la información disponible con el objetivo de escoger la metodología a ser aplicada, y 4) la presentación de los resultados obtenidos. Se incluyen también dos anexos con algunos elementos técnicos relevantes, y los resultados de un ejercicio para determinar cuáles variables observables están asociadas en mayor grado con la apropiación de AMTEC.

De otro lado, el objetivo del análisis cualitativo consiste en contextualizar los resultados obtenidos en la evaluación de impacto con información adicional que no puede ser capturada con los ejercicios de análisis cuantitativo. La información cualitativa sobre la que se basa este documento se recolectó a partir de la aplicación de entrevistas

semiestructuradas con actores clave del programa en los territorios: extensionistas, productores AMTEC y productores tradicionales.

El análisis del impacto cualitativo se estructura en tres secciones: en la primera parte se describe brevemente la metodología utilizada para el análisis. En la segunda parte se exponen los principales resultados obtenidos, discriminados en cuatro temas principales: a) participación de los productores en el programa, b) el proceso de ejecución del programa y adopción de parámetros AMTEC, c) los resultados del programa y d) expectativas de los diferentes roles. Finalmente, en la tercera parte, se presentan las conclusiones sobre los principales resultados encontrados.

2. Evaluación cuantitativa

2.1. Metodología

Con el fin de poder identificar los efectos de la intervención, las técnicas de evaluación de impacto se apoyan sobre el concepto contrafactual. Se entiende por contrafactual, una unidad de análisis que simula cual habría sido el comportamiento (en este caso en términos de productividad) de otra unidad que efectivamente recibió la intervención, si esta intervención no hubiera tenido lugar. La forma en la que se define la participación en el programa para las unidades de análisis, la información con la que se dispone (tanto en contenido temático como en temporalidad) y la estrategia de implementación de la intervención definen cual es la mejor técnica disponible para llevar a cabo el análisis de impacto y por ende cuál es el mejor método para la construcción del contrafactual.

En esta sección se distinguen dos grupos dentro de las unidades de análisis. Las *unidades de tratamiento* se refieren a aquellos productores que efectivamente participan en el programa AMTEC²; por otro lado, las *unidades de control* se refieren a aquellas que no recibieron el programa pero que permiten simular cual habría sido el resultado de las unidades participantes en AMTEC si no hubieran entrado al programa.

La Gráfica 1 presenta una división básica de las técnicas de evaluación de impacto. El grupo de técnicas experimentales corresponde a aquellas intervenciones donde la participación se define de manera aleatoria. En el caso del programa AMTEC, la participación aleatoria habría implicado que entre las unidades de producción interesadas en participar se hiciera un sorteo o lotería el cual indicaría a que grupo (tratamiento o control) se asignaría la unidad. No fue así como se implementó AMTEC. En general, las intervenciones aleatorias son poco comunes en las políticas públicas o en el diseño de programas a gran escala, y en su gran mayoría se limitan a ejercicios piloto donde es

² Dadas las fuentes de información con las que se dispone, es posible aproximar el tratamiento haciendo uso de la información contenida en la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado y en el Censo Nacional Arrocerero. Sin embargo, en las secciones de datos y resultados se darán detalles para justificar el uso de la base administrativa de AMTEC como la forma más precisa para medir el tratamiento.

posible concentrarse en un número pequeño de unidades de análisis que pueden ser supervisadas y monitoreadas de manera cercana y con regularidad.

El segundo grupo es el de las técnicas cuasiexperimentales. En este grupo se incluyen aquellas técnicas que explotan las características de la implementación en búsqueda de una fuente de variación que permita la identificación de los efectos causales. Por ejemplo, que exista un puntaje o índice que determine la posibilidad de participar en el programa, o que la intervención se realice de manera escalonada en diferentes regiones, entre otras. Además, en este grupo de técnicas es fundamental el tipo de información con el que se cuenta para las diferentes unidades de interés en diversos momentos del tiempo.

Teniendo en cuenta algunas características de la forma en la que se ha llevado a cabo la implementación de AMTEC y la información con la que se cuenta, se consideraron dos metodologías que potencialmente podrían ser útiles para identificar los efectos del programa sobre la productividad de las unidades de interés.

Gráfica 1 - Técnicas de evaluación de impacto



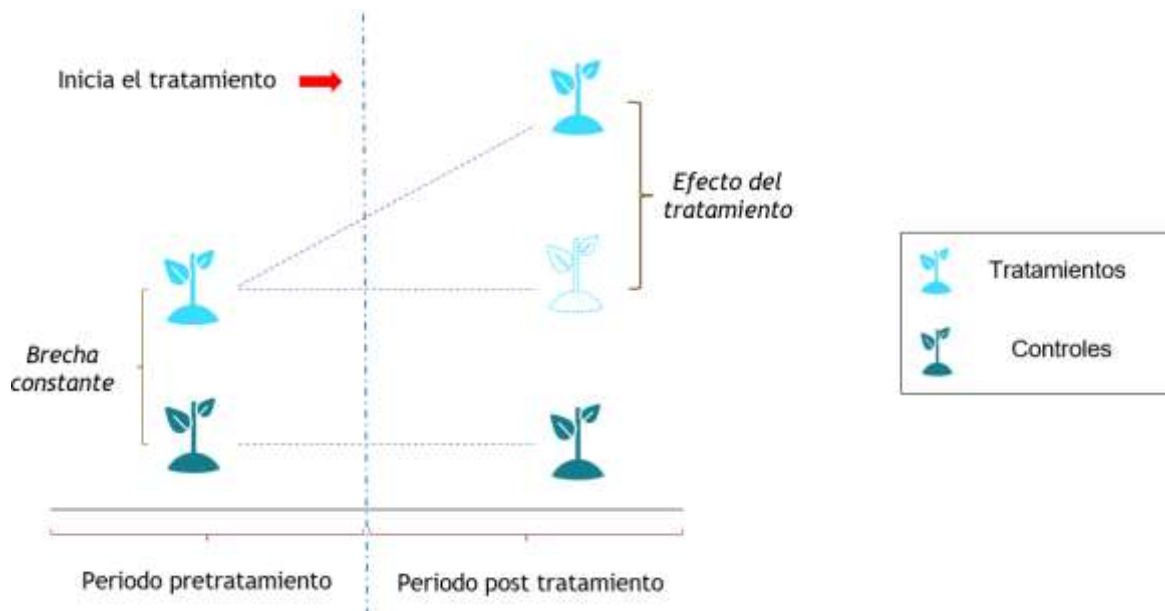
Fuente: Elaboración propia

a) Diferencias en diferencias

Una de las técnicas de evaluación de impacto más útiles cuando la asignación del programa no se realiza de manera aleatoria y se cuenta con información previa al inicio del tratamiento y posterior al mismo, es el método de diferencias en diferencias. Esta técnica parte del supuesto de que en ausencia del tratamiento (participación AMTEC) la brecha existente en términos de productividad entre dos unidades de análisis permanecerá constante a lo largo del tiempo (tendencias paralelas).

La Gráfica 2 ejemplifica la estrategia de identificación del impacto que permite la utilización del modelo de diferencias en diferencias. Al contar con información sobre productividad previa a la implementación del programa (periodo pretratamiento) para dos unidades de producción, es posible medir cual era la brecha existente entre las mismas. Posteriormente, una de las unidades entra a participar en AMTEC (tratada) y la otra no (control). Asumiendo que la brecha de productividad entre las dos unidades hubiera permanecido constante a lo largo del tiempo en ausencia del programa AMTEC, el impacto de la intervención se estima como la variación adicional en la productividad con respecto a la brecha previamente identificada.

Gráfica 2- Ejemplo diferencias en diferencias



Fuente: Elaboración propia

Dado lo anterior, si una intervención tiene un efecto importante sobre el grupo de tratamiento, se espera que la brecha con respecto al grupo de control cambie de manera considerable después de la aplicación de la intervención. Intuitivamente, para que esto suceda es necesario que el promedio para las unidades del grupo tratamiento cambie consistentemente, lo que implica, para un tamaño de muestra importante, un cambio generalizado en el indicador entre los tratados con respecto a la línea base. En la sección 2.2, haciendo uso de la información contenida en la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM), se contrasta la posibilidad de utilizar esta técnica para medir el impacto de AMTEC sobre la productividad de las fincas.

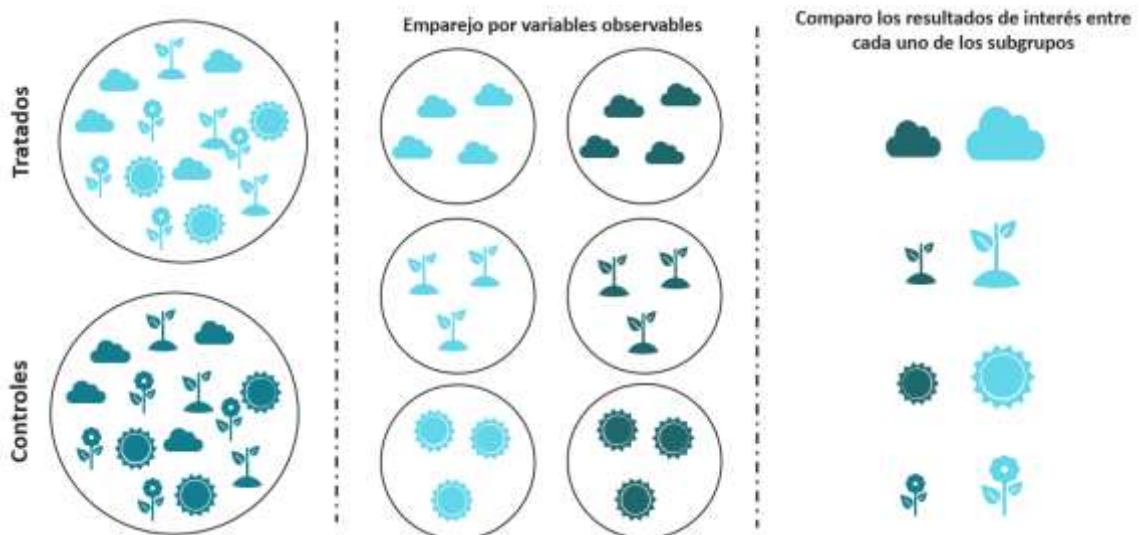
b) Emparejamiento

En algunos casos, los participantes en el programa se autoseleccionan, es decir, en el marco de una convocatoria abierta en cierto territorio, un grupo de individuos se presenta para participar en el mismo. Este tipo de definición en la participación también suele relacionarse con un marco donde no se cuenta con un flujo de información frecuente tanto para participantes como no participantes y se cuenta únicamente con información para un solo momento del tiempo. En estos casos, la herramienta para estimar el impacto del programa es el uso de técnicas basadas en el emparejamiento.

Con el fin de identificar un buen grupo de controles dentro de la información con la que se dispone, se parte del supuesto fuerte de que la participación en el programa estuvo determinada únicamente por variables observables, es decir, asumimos que fueron los productores con ciertas características (tamaño del predio, edad, nivel educativo, ubicación, experiencia, etc.) los que decidieron tomar el programa. Una vez se identifican las variables que determinaron la participación en el programa, se procede a encontrar por medio de una técnica de emparejamiento, aquellas unidades de producción que no recibieron el programa y al mismo tiempo tienen mayor similitud a las que participaron, procediendo a utilizarlas como controles.

La Gráfica 3 ejemplifica el ejercicio de emparejamiento. En general, se busca comparar un indicador de resultado (ej. productividad) entre unidades que tienen características observables similares. Entre los elementos que destacan de esta técnica es que no es necesario tener información para múltiples periodos de tiempo, es decir, si solo se cuenta con un corte de información donde es posible identificar unidades de producción participantes y no participantes, es posible llevar a cabo el ejercicio.

Gráfica 3 - Ejemplo emparejamiento



Fuente: Elaboración propia

Tradicionalmente el ejercicio de emparejamiento se enfrenta a dificultades relacionadas con la cantidad de variables por las que se pretende emparejar a la unidad de interés. Es decir, el reto del ejercicio consiste en encontrar un conjunto de variables que predigan la

adopción del tratamiento y que no se vean afectadas por el mismo. Luego de definir este conjunto de variables³, es necesario lograr un buen emparejamiento entre las unidades efectivamente tratadas y las que ejercen como controles.

Un buen emparejamiento consiste en lograr que aquellas unidades que han sido seleccionadas como controles sean estadísticamente indiferentes de las unidades tratadas en aquellas variables a través de las cuales se realizó el emparejamiento. En un escenario de un conjunto grande de variables la posibilidad de encontrar balance⁴ es cada vez más difícil y es en este elemento sobre el que se centran las diferentes técnicas de emparejamiento.

a) Emparejamiento por puntaje de propensión

El emparejamiento por puntaje de propensión aproxima el problema de la dimensionalidad reduciendo el conjunto de variables considerado a un número denominado puntaje de propensión a través de un modelo paramétrico (Hirano, Imbens, y Ridder, 2003). Este número consiste en la probabilidad estimada de tomar el tratamiento condicional en las variables que han sido incluidas dentro del modelo.

$$e(x_i) = \Pr(z_i = 1|x_i) \quad [1]$$

Así pues, una unidad no tratada es asignada como control si esta tiene un puntaje de propensión ($e(x_i)$) similar al de una unidad efectivamente tratada condicional a las variables x . Luego de llevar a cabo el ejercicio de emparejamiento por puntaje de propensión, es necesario probar si las unidades efectivamente tratadas y aquellas seleccionadas como controles son efectivamente indistintas estadísticamente. Si esto último no ocurre, se considera que el emparejamiento no fue exitoso y el efecto estimado a través del método podía encontrarse sesgado. En términos aplicados, el no lograr un buen balance implica volver sobre las variables que se utilizaron para realizar el ejercicio de emparejamiento, redefinir el conjunto a utilizar y repetir el proceso anteriormente descrito hasta lograr un buen balance.

b) Emparejamiento por entropía

Recientemente Haimueller, 2012, aproxima el ejercicio del emparejamiento desde una óptica diferente. En lugar de reducir un conjunto amplio de variables a través de un número único (ej. Puntaje de propensión), propone derivar de la muestra unos pesos para cada unidad dentro de los controles con el fin de que estos sean estadísticamente

³ La selección de estas variables se basa principalmente en el conocimiento sobre el funcionamiento e implementación del programa, así como en los aciertos y dificultades que se han identificado durante el diseño y adopción de este. La validación de este ejercicio por parte de los diseñadores e implementadores es fundamental para el equipo evaluador.

⁴ Se indica que dos grupos están balanceados si hay indiferencia estadística en las variables de interés.

indistintos de las unidades tratadas. El balance por entropía se enfoca entonces en que la muestra seleccionada como control se ajuste para lograr momentos estadísticos (media, varianza, etc.) iguales a los de la muestra de tratamiento⁵.

Los resultados cuantitativos centrales de este trabajo se derivan utilizando este tipo de emparejamiento.

2.2. Datos

Con el objetivo de llevar a cabo la evaluación de impacto de AMTEC, Fedearroz puso a disposición del equipo evaluador tres fuentes de información: la ENAM, el Censo Nacional Arrocerero 2016 y la base administrativa de seguimiento a los productores participantes en el programa AMTEC, que en adelante se denominará con el nombre del programa. La Gráfica 4 referencia las principales características de estas fuentes de información.

Gráfica 4 - Características generales fuentes de información

ENAM	CENSO	AMTEC
2012-1 hasta 2015-2 y 2017-1 hasta 2018-2	2016	2012-1 hasta 2018-2
Muestra representativa semestral	Censo	Participantes en el programa
Datos de siembra y cosecha	Datos de siembra, cosecha y características de los agricultores	Parámetros utilizados y costos
Introducción parámetros AMTEC en 2014-2	-	2013 a 2015 no recolección de parámetros

Fuente: Elaboración propia

En la primera fila, la Gráfica 4 indica el periodo de cobertura de las fuentes provistas, en la segunda la cobertura en términos de las unidades de producción, la tercera el alcance temático de la fuente y la cuarta resalta elementos que son centrales para llevar a cabo la evaluación de impacto. Aunque cada una de las bases de datos y sus componentes puede tener una unidad de información diferente (lote, agricultor, siembra, cosecha, etc.), el

⁵ El anexo 2 de este informe presenta la derivación formal de los pesos siguiendo la presentación de Haimueller, 2012.

análisis presentado en este informe, así como la unidad central utilizada para la evaluación de impacto es la finca, de acuerdo con lo acordado con el equipo técnico de Fedearroz.

La información presentada en la Gráfica 4 indica la razón por la cual la ENAM se considera como una potencial fuente de información para aplicar la metodología de diferencias en diferencias. Sin embargo, dado que es una encuesta, es importante señalar que el tamaño de muestra de esta varía en diferentes periodos dependiendo del presupuesto para el operativo de campo, la dinámica propia del sector y el traslapo de fincas entre la muestra de siembra y cosecha, las cuales son muestras independientes. Finalmente, se adiciona a esta muestra las fincas ubicadas en los Llanos y las provenientes de áreas nuevas.

Por su parte, el Censo Nacional Arrocero 2016 se presenta como una fuente de información central para la aplicación de la metodología de emparejamiento. En contraste con la ENAM, el Censo cubre todas las fincas productoras para el año en el cual se realizó, así mismo, incluye información detallada no solo de la siembra y la cosecha la cual se corresponde con el contenido temático de la ENAM, sino que se extiende sobre detalles relacionados con las características de los agricultores (edad, experiencia, nivel educativo, tenencia del predio, etc.) y otros usos del área de las fincas arroceras incluidas.

Finalmente, la base AMTEC incluye la información a nivel de lote de aquellas fincas que se encuentran participando en el programa, ya sea con una implementación completa de los parámetros tecnológicos, como aquellos que realizan una implementación parcial de los mismo. A diferencia de las fuentes de información previamente descritas y con importantes implicaciones para esta evaluación, la medición respecto al uso de los parámetros tecnológicos de esta base permite una asociación perfecta respecto a los periodos de cosecha cuando se mide el rendimiento.

Las fuentes de información ENAM y Censo incluyen información respecto al uso de seis parámetros tecnológicos centrales dentro de AMTEC⁶, sin embargo, esta información se recolecta en el marco del eje temático de siembra. Es decir, en la ENAM las preguntas relacionadas con el uso de estos parámetros se indagan respecto a la información de siembra recogida en el periodo de referencia; dado que las muestras de siembra y cosecha son independientes y la muestra va cambiando cada periodo, no es posible asociar el uso de los parámetros tecnológicos al rendimiento observado en la información de cosecha. La información del Censo presenta la misma característica, ya que la información de cosecha corresponde a la siembra realizada principalmente el semestre anterior⁷.

La siguiente sección presenta un análisis de información de las fuentes provistas con énfasis de los requerimientos metodológicos señalados en la sección anterior.

⁶ La ENAM recolecta información respecto a estos parámetros desde el segundo semestre del año 2014 (2014-2).

⁷ El uso de los parámetros medidos con base en ENAM y Censo como medida de tratamiento se fundamenta en el supuesto de que aquellas unidades que vienen utilizando los parámetros llevan varios periodos haciéndolo y no han interrumpido o alterado esta práctica que es en cualquier caso un supuesto fuerte y puede inducir error de medida.

2.3. Análisis de la información disponible

Como se señaló en la sección metodológica del presente informe, la aplicación de la metodología de diferencias en diferencias requiere observar la misma unidad de análisis en diferentes momentos del tiempo, además, requiere tener unidades que cambian de estado de tratamiento entre estos periodos. En la primera parte de esta sección se presenta un análisis de los datos de la ENAM a la luz de los requerimientos metodológicos.

La Tabla 1 presenta la evolución del número de fincas con cosecha que aparecen en la muestra por periodo y zona. En el panel A de la tabla referenciada se observa que en agregado el número de fincas en muestra es mayor para el segundo semestre cada año, lo cual se explica principalmente por las fincas ubicadas en los Llanos. Dado que la muestra es independiente en cada periodo, es importante para los propósitos de esta evaluación, constatar cual es la frecuencia de aparición de cada finca, esto como elemento central para la aplicación de diferencias en diferencias. El panel B de la Tabla 1 muestra de los 12 semestres para los que se cuenta con información disponible de la ENAM cuantas veces aparece cada finca. Por ejemplo, la columna 1 del panel B indica que 5005 fincas aparecen dentro de la muestra de cosecha solo 1 vez en todo el periodo de estudio. Un elemento relevante para esta evaluación es que, aunque la ENAM es una muestra, la frecuencia de aparición de las fincas es relativamente alta, se observa que el 64% de las fincas que aparecen alguna vez dentro de la muestra, lo hacen tres o más veces en el periodo 20121-20182.

Tabla 1 - Fincas con cosecha por periodo ENAM⁸

Panel A: Número de fincas con cosecha por zona en ENAM

Zona	20121	20122	20131	20132	20141	20142	20151	20152	20171	20172	20181	20182
Bajo Cauca	178	396	236	286	293	261	193	400	431	337	200	246
Centro	832	1,058	912	884	830	866	938	910	908	877	935	813
Costa norte y Santanderes	259	426	730	1,053	367	316	374	398	441	511	454	430
Llanos	282	665	330	555	210	409	229	535	418	648	352	604
Total	1,551	2,545	2,208	2,778	1,700	1,852	1,734	2,243	2,198	2,373	1,941	2,093

Panel B: Número de semestres de aparición de las fincas en muestra por zona en ENAM (cosecha)

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bajo Cauca	865	596	390	328	185	228	159	248	162	70	154	72
Centro	2,211	1,644	933	732	565	570	532	696	432	570	726	1,152

⁸ El año 2016 no cuenta con ENAM ya que en este se llevó a cabo el Censo Nacional de Arroz Mecanizado, con el cual se actualizó el marco muestral de la ENAM.

Costa norte y												
Santanderes	907	1,003	822	781	510	306	268	304	266	250	198	144
Llanos	1,022	677	600	415	430	426	280	296	427	300	220	144
Total	5,005	3,920	2,745	2,256	1,690	1,530	1,239	1,544	1,287	1,190	1,298	1,512

El análisis de la información de siembra, presentado en la Tabla 2 revela resultados consistentes con la información de cosecha. El grueso de la siembra se concentra en el primer semestre de año lo cual se encuentra impulsado por la zona de los Llanos. Al igual que para el caso de la información de cosecha, el número de apariciones de las fincas en la muestra durante el periodo de estudio es heterogénea, aunque se observa que el 66% de las fincas que se reportan al menos una vez en la muestra aparecen 3 o más veces durante el periodo disponible.

Tabla 2 - Fincas con siembra por periodo ENAM

Panel A: Número de fincas con siembra por zona en ENAM

Zona	20121	20122	20131	20132	20141	20142	20151	20152	20171	20172	20181	20182
Bajo Cauca	809	323	333	343	289	280	328	399	504	350	277	309
Centro	931	884	1091	829	786	806	983	874	850	851	934	749
Costa norte y												
Santanderes	275	325	1007	1,097	403	388	410	463	494	504	507	467
Llanos	1082	431	2447	274	1826	270	2438	451	3083	431	2430	533
Total	3,097	1,963	4,878	2,543	3,304	1,744	4,159	2,187	4,931	2,136	4,148	2,058

Panel B: Número de semestres de aparición de las fincas en muestra por zona en ENAM (siembra)

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bajo Cauca	977	809	549	423	342	313	250	205	224	122	193	137
Centro	1935	1,728	1016	741	514	468	567	647	585	517	542	1308
Costa norte y												
Santanderes	826	1152	953	807	505	551	278	323	265	383	80	217
Llanos	2286	2767	2501	2249	2039	1482	634	473	411	308	384	162
Total	6,024	6,456	5,019	4,220	3,400	2,814	1,729	1,648	1,485	1,330	1,199	1,824

Las Tablas 1 y 2 indican que la ENAM a pesar de ser una encuesta tiene un número importante de fincas que durante el periodo de información disponible se han reportado tres o más veces dentro de la encuesta. Esto último permite validar uno de los requerimientos de información necesarios para la aplicación de la metodología de diferencias en diferencias, sin embargo, la prevalencia del tratamiento y la posibilidad de encontrar unidades que cambien de estado de tratamiento durante el periodo de estudio es el otro elemento que debe ser verificado.

La Tabla 3 presenta estadísticas relacionadas con el uso de los parámetros técnicos que hacen parte de AMTEC y que se recolectan en al ENAM. A diferencia de la información

de siembra y cosecha, la información relacionada con el uso de los parámetros solo se encuentra disponible desde el semestre 20142 y es reportada por aquellas fincas que hacen parte de la muestra de siembra⁹. Esto último es un elemento relevante que ya se había señalado en la sección anterior, mientras la variable de interés (Kilogramos por Hectárea) se encuentra en el componente temático de cosecha, el uso de los parámetros se encuentra en el de siembra, lo que implica que el uso de los parámetros reportados tendrá efectos sobre la siguiente cosecha y no sobre la que se está reportando en el periodo de referencia.

Más allá de esta característica de la fuente de información, el análisis del uso de los parámetros es relevante en el marco de la evaluación ya que indica cual es la prevalencia de estos entre los productores y permite medir cual es la cobertura del uso de las prácticas contenidas en AMTEC para un rango importante de tiempo.

Tabla 3 - Uso de parámetros relevantes por periodo ENAM¹⁰

Panel A: Uso porcentual de cada uno los parámetros incluidos en la ENAM a nivel de finca (%)

	20142	20151	20152	20171	20172	20181	20182
Cincelado	2.72	4.17	7.1	2.84	3.25	1.99	2.83
Land Plane	16.99	17	24.23	15.04	23.64	14.08	15.03
Caballoneada con taipa	23.65	15.98	28.74	21.46	30.44	15.64	26.17
Siembra en surco	27.53	41.98	33.61	37.64	30.73	33.57	20.85
Preabonamiento	13.87	29.24	24.18	34.39	16.32	28.84	15.44
Menos de 150 kg de semilla por hectárea	15.7	27.93	27.13	28.65	34.15	25.89	20.81

Panel B: Número de parámetros utilizados (%) incluidos en la ENAM a nivel de finca

Número de parámetros utilizados	20142	20151	20152	20171	20172	20181	20182
0	55.24	48.18	47.91	44.34	37.56	43.32	51
1	13.37	10.78	11.28	14.7	23.45	21.51	21.81
2	17.39	13.75	16.41	14.15	14.02	15.36	12.71
3	8.32	17.09	10.08	15.27	16.93	13.72	6.87
4	2.45	5.28	4.82	7.55	5.02	4.24	4.89
5	1.8	3.93	5.59	2.98	1.97	1.47	2.58
6	1.42	0.99	3.9	1.02	1.06	0.39	0.14

Panel C: Número de parámetros utilizados base (%) incluidos en la ENAM a nivel de finca

Número de parámetros base utilizados	20142	20151	20152	20171	20172	20181	20182
0	56.47	48.79	48.8	45.32	38.3	45.39	51.49
1	16.44	14.98	16.6	15.95	26.61	23.24	25.21
2	19.96	12.72	15.95	16.54	23	15.41	13.9
3	4.12	19.35	9.44	15.64	9.33	13.98	7.31
4	3.01	4.16	9.22	6.54	2.76	1.99	2.08

⁹ Los valores expandidos por área corresponden a lo reportado dentro de la muestra y no representan el total nacional. Esto último no es posible ya que no se dispone de los pesos para expansión a valores nacionales.

¹⁰ Todos los valores presentados en la tabla se encuentran expandidos por el área de la finca. Es decir, los valores corresponden al porcentaje del área sembrada en muestra utilizando el parámetro referido. Se considera que la finca utiliza el parámetro si al menos uno de los agricultores en esta lo usa.

El panel A de la Tabla 3 presenta el porcentaje del área sembrada para el cual se utilizó cada uno de los parámetros referidos. Se observa que, en promedio, el cincelado y el nivelado con Land Plane tienen la menor prevalencia dentro de los parámetros considerados¹¹. En lo que respecta a los otros parámetros, se observa que la prevalencia de estos es altamente volátil (valores entre el 20 y 40% para el mismo parámetro en diferentes semestres) entre periodos sin una tendencia definida. Otro aspecto relevante es en promedio el uso de cada uno de los últimos cuatro parámetros del panel A no superan el 30% del área cosecha para el periodo de estudio, lo cual indicaría una prevalencia relativamente baja inclusive cuando se considera el uso de cada uno de ellos de manera independiente.

Por otra parte, los paneles B y C presentan estadísticas sobre el uso combinado de los seis parámetros que son reportados por los productores. A diferencia del panel B, el C se enfoca en los cuatro parámetros básicos¹². El panel B muestra que la proporción de área sembrada que no utiliza ninguno de los parámetros es importante, ubicándose en promedio cerca del 47% para los periodos con información. Además, se observa que el uso combinado de los diferentes parámetros va bajando de manera progresiva, lo que se evidencia en que menos del 8% del área sembrada en promedio utiliza cuatro o más parámetros.

Enfocando el análisis en los parámetros base (panel C), se observa que el uso combinado de estos también es bajo y altamente volátil entre los diferentes periodos. En particular, se observa un crecimiento en el área que utiliza los parámetros hasta el segundo semestre del año 2015, sin embargo, luego se observa una caída progresiva que alcanza una cobertura de 2.08% del total del área sembrada para el último periodo del que se tiene reporte (20182).

Tabla 4 - Cosecha por zona y sistema de cultivo Censo

Panel A: Cosecha por zona

Zona	20161	20162
Bajo Cauca	1,162	3,310
Centro	5,819	7,336
Costa norte y Santanderes	1,769	2,482
Llanos	400	2,920

¹¹ Este resultado fue aclarado por el equipo técnico de Fedearroz quien indicó que, a diferencia de los otros parámetros incluidos en la tabla, la cincelada y el nivelado con Land Plane no deben usarse siempre ya que en ciertos escenarios climáticos o de condiciones del terreno el uso de estos no es necesario.

¹² La identificación de la Caballoneada con taipa, Siembra en surco, Preabonamiento y Menos de 150kg de semilla por hectárea como parámetros básicos fue realizada por el equipo técnico de Fedearroz.

Total 9,150 16,048

Panel B: Cosecha por sistema de cultivo

Sistema de cultivo	2016I	20162
Riego	7,940	10,181
Secano	1,210	5,867
Total	9,150	16,048

En lo que respecta a la información del Censo, la información contenida en la Tabla 4 muestra la cantidad de fincas con cosecha para cada uno de los semestres del año 2016 por zona y sistema de cultivo. En total, el censo identifica 25198 fincas con cosecha considerando ambos periodos con el grueso de ellas concentradas en la zona centro y con sistema de cultivo riego. Al igual que para el caso de la ENAM, en el Censo, las preguntas respecto a los parámetros de interés se encuentran en el componente temático de siembra.

La Tabla 5 muestra el área en siembra utilizando cada uno de los parámetros por zona para el año 2016. El panel A muestra que a nivel de zona existen amplias diferencias en el uso de cada uno de los parámetros, en particular, destaca la zona Centro donde la prevalencia de algunos parámetros como caballoneada con taipa y la siembra en surco presenta niveles de prevalencia superiores al 60%. Por otra parte, el panel B muestra el uso combinado de los cuatro parámetros base, los resultados revelan que, en términos de área, Costa y Bajo Cauca presentan el mayor grado de prevalencia de este conjunto de parámetros con niveles cercanos al 18% y 12% respectivamente. En contraste, Costa Norte - Santanderes y Llanos alcanzan valores del 10% y 3%¹³.

Tabla 5 - Uso de parámetros relevantes por zona Censo

Panel A: Uso (%) de cada uno los parámetros incluidos en el Censo a nivel de finca

	Bajo Cauca	Centro	Costa Norte y Santanderes	Llanos	Total
Cincelado	7.47	17.79	2.82	11.49	10.76
Land Plane	19.5	54.2	29.66	19.57	27.82
Caballoneada con taipa	18.08	63.91	36.62	16.49	28.98
Siembra en surco	19.28	73.03	19.6	26.6	33.43
Preabonamiento	33.37	47.64	22.69	37.06	36.47
Menos de 150 kg de semilla por hectárea	83.44	40.08	48.4	20.23	40.5

Panel B: Uso simultaneo (%) de los parámetros base por zona y semestre

	Bajo Cauca	Centro	Costa norte y Santanderes	Llanos	Total
Parámetros base (muestra completa)	11.9	17.94	10.07	3.03	8.74
Parámetros base (primer semestre)	19.67	17.88	10.67	9.05	14.56

¹³ El anexo 1 de este informe presenta los resultados de un ejercicio de identificación de cuáles son las variables que explican de manera más consistente la participación en el programa. A través de la metodología de Promediado Bayesiano de Modelos se identifican aquellas variables que independientemente de la especificación utilizada se relacionan con participar en el proyecto AMTEC.

En resumen, el análisis de las fuentes de información presentado en esta sección arroja las siguientes conclusiones con miras a la selección de una metodología de evaluación:

1. La ENAM a pesar de ser una encuesta tiene una aparición reiterada de fincas más alta de lo esperado, sin embargo, la baja prevalencia de los parámetros base y el no tener acceso a los pesos muestrales para expandir a valores nacionales impide utilizar la metodología de diferencias en diferencias utilizando esta información.
2. Dada la asimetría temporal entre la información de cosecha y siembra, los parámetros derivados de la ENAM y el Censo no capturan de manera precisa el tratamiento que se pretende medir en esta evaluación, por lo tanto, se utilizar como variable de tratamiento la información contenida en la base administrativa de AMTEC.
3. Las condiciones descritas en los numerales anteriores llevan a la utilización de la metodología de emparejamiento tomando como fuentes de información central el Censo (para la información de rendimientos y variables para el emparejamiento) y la base AMTEC (para la identificación de las unidades tratadas).

2.4.Resultados

En esta sección se presentan los resultados de impacto de AMTEC sobre rendimientos, utilizando la información del Censo 2016 y los datos administrativos del programa AMTEC. A continuación, se listan elementos centrales del ejercicio:

1. La unidad de análisis es la finca. Así pues, la variable resultado (el rendimiento) se construye como el promedio ponderado por área del rendimiento de los diferentes agricultores que cosechan en la finca.
2. Se identifican como unidades tratadas, aquellas que aparecen reportadas como participantes en la base administrativa del programa AMTEC en periodos que tienen efecto sobre las cosechas 2016- y 20162.
3. Una finca se marca como tratada si al menos un agricultor reporta haber utilizado todos los parámetros del programa o el grueso¹⁴ de ellos en la finca correspondiente con efecto para los periodos de cosecha de interés.
4. El ejercicio toma como punto de partida la asociación entre el rendimiento y el tratamiento en un marco de regresión simple, posteriormente se pasa a un marco de regresión múltiple con el fin de identificar la relevancia de algunas variables de control a nivel de agricultor y finca, y, finalmente, se pasa el ejercicio de

¹⁴ Dentro de la base AMTEC, estos dos grupos se identifican como lotes AMTEC y lotes parámetros AMTEC.

impacto utilizando emparejamiento por entropía¹⁵, no es posible reportar resultados por zona y sistema de cultivo como consecuencia de los tamaños de muestra en términos de unidades tratadas por el programa a este nivel de desagregación.

La Tabla 6 describe las variables utilizadas para llevar a cabo el ejercicio de emparejamiento. Se utiliza información a nivel de finca y agricultor. Con respecto a este segundo grupo se estiman especificaciones donde se toma el máximo valor de esta variable dentro de los agricultores reportados en la misma finca, así como el mínimo y el promedio.¹⁶

Tabla 6 - Variables utilizadas en el ejercicio de emparejamiento

Nivel	Variable	Descripción	Observaciones
Finca	Departamento	Variable categórica que identifica el departamento donde se encuentra ubicada la finca productora	
	Zona	Variable categórica que relaciona cada finca con una de las siguientes 4 zonas del país: Bajo Cauca, Centro, Costa Norte - Santanderes y Llanos	
	Sistema de cultivo	Variable categórica que identifica el sistema de cultivo utilizado por la finca: Riego o Secano mecanizado.	
	Área	Área total de la finca en hectáreas	
	Área usada en transitorios	Área en hectáreas de la finca usada para cultivo de transitorios	
	Área usada en permanente	Área en hectáreas de la finca usada para cultivo de permanentes	
	Área usada en otros	Área en hectáreas de la finca usada en otros (pastos, etc.)	
	Semestre	Variable categórica que identifica el semestre de cosecha al que se hace referencia	
Agricultor	Edad del productor	Edad del productor en años	Dado que dentro de una misma finca podemos tener múltiples agricultores, dentro de los diferentes modelos estas variables se incluyen en tres versiones: (1) el valor máximo dentro de cada finca,
	Sexo del productor	Variable categórica que identifica el sexo del productor	
	Nivel de estudios realizado	Variable categórica que indica el nivel educativo más alto alcanzado por el productor	
	Importancia del arroz en su actividad	Variable categórica que indica si el arroz es la actividad primaria, secundaria o transitoria	
	Cuantos años hace que es productor	Experiencia en el cultivo de arroz en años	
	Cuantos años hace que es productor en esta finca	Experiencia en el cultivo de arroz en la finca donde se levanta la información en años	

¹⁵ Se obtuvieron resultados utilizando la metodología de emparejamiento por propensión, pero no fue posible lograr una medida de sesgo absoluto (calidad del emparejamiento) satisfactoria para validar los resultados obtenidos. Dado lo anterior, se validan los ejercicios del emparejamiento por entropía para los cuales se logran balanceos de alta calidad.

¹⁶ El ejercicio presentado en el anexo 1 identifica que independientemente de la especificación, las variables que tienen mayor poder predictivo sobre la adopción del tratamiento son el área de la finca, el nivel educativo del agricultor, la experiencia y el sistema de cultivo riego.

Tenencia	Variable categórica que identifica el tipo de tenencia de la tierra	(2) el valor mínimo dentro de cada finca y (3) el promedio.
----------	---	---

Con el objetivo de llegar al impacto de la participación en AMTEC sobre los rendimientos de los productores, un ejercicio inicial consiste en revisar si existe una asociación estadísticamente significativa en el marco de un modelo de regresión lineal entre el tratamiento (participación en AMTEC) y la variable de interés (rendimientos por hectárea). El fin de este ejercicio es identificar si efectivamente aquellos que participan en el programa presentan un resultado diferencial en la variable de interés, lo que se plantea como punto de partida para afinar un modelo que permita identificar efectos causales.

Tabla 7 - Asociación entre tratamiento AMTEC y rendimiento por hectárea

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamiento AMTEC	768.379*** (59.448)	250.333*** (39.856)	254.138*** (39.598)	247.294*** (39.732)
Constante	5,886.050*** (11.095)	5,180.592*** (340.909)	4,819.909*** (351.547)	4,904.624*** (350.093)
Observaciones	25,198	25,167	25,167	25,167
Controles	NO	SI	SI	SI
Variables agricultor		Media	Mínimo	Máximo
R-cuadrado	0.005	0.616	0.618	0.617

Errores estándar robustos en paréntesis
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La columna 1 de la Tabla 7 presenta la asociación simple entre la participación en AMTEC y el rendimiento por hectárea. Los resultados muestran que en promedio aquellos productores que utilizan AMTEC tienen un rendimiento de 768 kilogramos por hectárea adicionales a los de un productor no AMTEC. Sin embargo, es importante indicar que existe una diferencia importante entre la magnitud de una asociación y la magnitud de un efecto causal. Detrás de esta diferencia inicial pueden estar diferencias en variables observables como la edad del productor, su nivel educativo, el área sembrada entre otros. Es decir, la diferencia observada podría no estar explicada en su totalidad por tener o no tener el tratamiento, sino simplemente por características observables que tienen aquellos que tienen o no tienen el tratamiento de interés.

Las columnas 2 a 4 de la Tabla 7 incluye los controles a nivel de finca y agricultor que se presentan en la Tabla 6. Cada una de las tres columnas referenciadas agregan las variables de agricultor a nivel de finca de manera diferente (Media, mínimo y máximo respectivamente). Los resultados revelan que una vez se incluyen en el modelo aquellas variables que explican la participación en el programa, la asociación relacionada con tener o no tener el programa se reduce de manera significativa, alcanzado alrededor de 250

kilogramos adicionales por hectárea para aquellos productores AMTEC en contraste con los que no participan en el programa.

La Tabla 7 indica que existe una asociación estadísticamente significativa entre la participación en el programa y los rendimientos por hectárea, sin embargo, estas estimaciones no hacen referencia a efectos causales y se deben interpretar simplemente como asociaciones. La tabla 8 se enfoca en los resultados de impacto, utilizando la metodología de emparejamiento por entropía. Los resultados cuantitativos de la evaluación muestran que la participación en el programa AMTEC tiene impactos positivos y estadísticamente significativos sobre el rendimiento de las fincas arroceras. Este efecto positivo se mantiene para ambos sistemas de cultivo, pero no para todas las zonas arroceras. La participación genera un incremento del rendimiento por hectárea entre 309 y 327 kilogramos por hectárea cosechada, lo cual representa un aumento relativo sobre la productiva de entre 5.14% y 5.4%.

Desagregando los resultados por sistema de cultivo, se observa que para el sistema riego, la participación en AMTEC genera un incremento del rendimiento por hectárea entre 315 y 332 kilogramos por hectárea cosechada. Para el sistema secano se observan incrementos de los rendimientos entre 282 y 298 kilogramos por hectárea cosechada.

Tabla 8 - Resultados impacto de AMTEC agregado y por sistema de cultivo

	Estimador absoluto	Estadístico t	Promedio controles	Efecto relativo (%)	Variables agricultor
Efecto agregado	312.64	3.73	6003.25	5.21	Máximo
Efecto riego	314.36	3.48	6325.63	4.97	
Efecto secano	298.67	2.26	4711.97	6.34	
Efecto agregado	327.22	3.90	5988.68	5.46	Mínimo
Efecto riego	332.37	3.68	6307.62	5.27	
Efecto secano	282.96	2.13	4727.68	5.99	
Efecto agregado	309.27	3.68	6006.63	5.15	Media
Efecto riego	315.51	3.49	6324.48	4.99	
Efecto secano	283.94	2.14	4726.70	6.01	

Desagregando la muestra por zona de la finca, se observa que el mayor impacto se encuentra en el Bajo Cauca donde la participación en AMTEC incrementa el rendimiento en 456 kilogramos por hectárea sembrada. En segundo lugar, se encuentran las fincas ubicadas en el Centro, donde la participación en AMTEC incrementa el rendimiento en 393 kilogramos por hectárea cosechada. En contraste, no se observan efectos estadísticamente significativos asociados con la participación en AMTEC de las fincas ubicadas en las otras zonas.

Los resultados obtenidos se alinean con la prevalencia del tratamiento identificada en la Tabla 5, siendo Bajo Cauca y Centro las zonas donde se observa mayor adopción de los parámetros contenidos en AMTEC.

Tabla 9 - Resultados impacto de AMTEC por zona

	Estimador absoluto	Estadístico t	Promedio controles	Efecto relativo (%)
Bajo Cauca	455.92	1.98	4026.90	11.32
Centro	392.84	3.63	7168.77	5.48
Costa norte y Santanderes	175.73	1.50	5523.42	3.18
Llanos	87.80	1.19	5409.72	1.62

3. Evaluación cualitativa

Como se indicó en la introducción, el objetivo del análisis cualitativo consiste en contextualizar los resultados obtenidos en la evaluación de impacto con información adicional que no puede ser capturada con los ejercicios de análisis cuantitativo.

Al tratarse de un informe de análisis cualitativo, no es posible presentar la información en términos absolutos o plantear proporciones exactas, sino que los resultados aluden a las tendencias generales encontradas durante el análisis de la información recolectada. Las afirmaciones consignadas en este informe incluirán la versión de la mayoría de los testimonios brindados por los perfiles indagados, incorporando las diversas perspectivas, sin que esto se indique de manera explícita en el texto. Sólo se hará mención explícita cuando se aborden aspectos que atañen a una minoría o excepción dentro del universo de actores con los que se tuvo contacto.

3.1. Metodología de la evaluación cualitativa

Con el objetivo de tener una visión general del programa previo al inicio de actividades, se realizaron reuniones de contexto con el equipo directivo de Fedearroz, se revisaron documentos guía sobre AMTEC y se revisaron los resultados preliminares de los ejercicios cuantitativos. Con base en esta información, se identificaron procesos, actividades y responsables del diseño, desarrollo y expansión del programa.

A partir del entendimiento general del programa y de los lineamientos dictados por Fedearroz, se elaboraron tres instrumentos de recolección de información, que consistieron en guías de entrevistas semi-estructuradas para los tres perfiles identificados como relevantes para la indagación: extensionistas AMTEC¹⁷, productores AMTEC¹⁸ y productores tradicionales (no participantes en AMTEC). Los instrumentos fueron

¹⁷ A lo largo del documento se utilizarán indistintamente las palabras extensionista, técnico e ingeniero para referirse al mismo actor.

¹⁸ A lo largo del documento se utilizarán indistintamente las palabras productor, agricultor y arrocero.

probados durante una jornada de pilotaje en el municipio de Espinal (Tolima), en donde se aplicaron a cada uno de los perfiles seleccionados. A partir de la experiencia, se realizaron ajustes a los tres instrumentos.

La recolección de la información cualitativa se llevó a cabo entre el 29 de octubre y el 16 de noviembre de 2019, en ocho (8) departamentos y diez municipios de las cuatro zonas productoras de arroz: Caribe Húmedo, Caribe Seco, Centro y Llanos. En la Tabla 10 se presenta la relación de entrevistas que se realizaron, discriminadas por perfil y municipio.

Durante el trabajo de campo el equipo investigador se encontró con la dificultad de diferenciar los productores AMTEC de los tradicionales, a pesar de que la identificación se había realizado previamente, a partir de las bases de datos con las que se realizó el análisis cuantitativo. La dificultad se originó al encontrar que muchos de los productores catalogados como tradicionales afirmaron ser productores AMTEC; en algunos casos, porque los agricultores decidieron hacer parte del programa en un periodo posterior al utilizado para hacer el análisis cuantitativo, y en otros, porque los productores, a pesar de no estar inscritos en el programa, han adoptado parámetros AMTEC de manera informal. Esta situación, lejos de ser un obstáculo para el análisis, constituye un hallazgo en sí mismo, ya que evidenció que la participación en el programa puede llegar a ser mayor que la registrada en las bases de datos de 2016.

Tabla 10 Entrevistas realizadas para el análisis cualitativo

Departamento	Municipio	Entrevistas realizadas			
		Extensionistas	Productores AMTEC	Productores tradicionales	Total
Meta	Villavicencio	1	3	3	7
Casanare	Yopal	1	5	2	8
Tolima	Ibagué	2	5	2	9
Huila	Neiva/Palermo/Campoalegre	2	3	2	7
N. Santander	Cúcuta	2	4	2	8
Córdoba	Montería	2	3	2	7
Cesar /Guajira	Valledupar/ Fonseca	2	4	2	8
Total		12	27	15	54

Fuente: Centro Nacional de Consultoría, 2019

Todas las entrevistas fueron grabadas en audio y transcritas en un programa de procesamiento de textos (Word), para después ser codificadas¹⁹ en un programa de análisis cualitativo (Atlas.ti). Al finalizar el trabajo de campo, el equipo realizó una reunión de resultados, con el fin de plantear y contrastar los principales hallazgos y conclusiones obtenidos.

¹⁹ La codificación es un proceso mediante el que se identifican fragmentos de información (citas) y se clasifican de acuerdo a categorías de análisis (códigos) previamente definidas.

3.2. Resultados

Teniendo en cuenta los resultados que arrojó la evaluación de impacto, el análisis cualitativo enfatizó en dos aspectos fundamentales: la participación de los productores en el programa AMTEC y el aumento de la rentabilidad de los productores que han adoptado el programa. Con el fin de identificar elementos que tuvieran incidencia en los dos temas centrales del análisis, se indagó sobre la manera en que se desarrolla el proceso AMTEC con los productores, en sus diferentes etapas: a) socialización del programa; b) diagnóstico; c) plan de acción; d) ejecución; y e) seguimiento y retroalimentación (Diagrama 1). Se indagó también sobre las condiciones contextuales que pudieran influir en los resultados de participación y productividad. Teniendo en cuenta esas consideraciones, a continuación, se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis cualitativo, organizados en cuatro temáticas: participación, el programa AMTEC, resultados del programa y expectativas de los diferentes actores.

Diagrama 3. Componentes de la evaluación cualitativa de AMTEC



Fuente: Centro Nacional de Consultoría, 2019

a) Participación

"Yo diría, como resumen de esto, para no ponerle tanta retórica: quien no está en AMTEC, sale del negocio." (Productor AMTEC, 2019)

Como se ha mencionado, el mayor obstáculo para analizar los niveles de participación en el programa y sus motivaciones fue la dificultad para identificar productores de arroz que no estuvieran aplicando parámetros AMTEC, aún sin pertenecer al mismo. En ese orden de ideas, el hallazgo más relevante sobre el tema es el éxito que ha tenido la estrategia de transferencia de tecnología de productor a productor, principal mecanismo mediante el cual los agricultores conocen los resultados del programa y deciden adoptarlo de manera formal o informal. El voz a voz, mediante el que se difunden las experiencias positivas que han tenido los agricultores de las zonas arroceras, también ha contribuido a aumentar

los niveles de participación en el programa y a la difusión de los parámetros AMTEC entre los arroceros.

Los entrevistados de todos los perfiles manifestaron que, en los primeros años del programa había resistencia por parte de los productores a participar; en la mayoría de los casos, los agricultores que decidieron iniciar con el programa eran los más cercanos a la Federación y, según sus propios testimonios, lo hicieron sin estar convencidos de los beneficios que traería. Las razones por las que los productores se resistían a participar tuvieron que ver con creencias arraigadas sobre la labor agrícola, renuencia a adoptar cambios en las prácticas tradicionales implementadas durante décadas e incluso, generaciones, y la desconfianza que generaba la juventud, formación y, en algunos casos, el sexo²⁰ de los extensionistas. De acuerdo con la versión de los extensionistas, las dificultades para lograr la adopción del programa son más frecuentes en agricultores de mayor edad y con menores niveles educativos.

"Pues uno es reacio por lo que es viejito, entonces uno cree que más allá de las narices no hay mundo. Y sí hay, sí hay... Yo sin ellos [los técnicos de Fedearroz] no puedo hacer nada o seguiría siendo antiguo o tradicional... Porque ya en este momento, ya agricultor tradicional no queda... No, el viejito era yo." (Productor AMTEC, 2019)

Pese a la resistencia que encontró el programa en sus primeros años, en la actualidad los resultados que han demostrado la aplicación de los parámetros AMTEC en los lotes piloto, así como las estrategias de generación de confianza implementadas por los extensionistas, han derivado en un amplio reconocimiento del programa AMTEC en los municipios arroceros visitados. Tanto productores AMTEC, como productores tradicionales reconocen la importancia de adoptar tecnología en sus cultivos y aplican los parámetros, de acuerdo con sus posibilidades.

No obstante, fue frecuente encontrar que los agricultores AMTEC no adoptaban todos los parámetros; en algunos casos, ni siquiera los cuatro parámetros que se definieron como básicos²¹ y, en una gran proporción de los casos, la aplicación de los parámetros no se hace en la totalidad del cultivo de arroz. La razón que esgrimen los productores es que las temporadas de lluvias impiden la aplicación de algunos de los parámetros y, ante la escasez de maquinaria, los agricultores sólo pueden aplicar los parámetros que las requieren, en una porción de sus terrenos. Además, el alto costo que conlleva el traslado de la maquinaria hace que los productores que tienen sus lotes dispersos en el territorio tengan dificultades con la aplicación de los parámetros que demandan el uso de maquinaria en la totalidad de los cultivos.

²⁰ Aunque ninguno de los productores hizo mención, en conversaciones informales con los extensionistas, varios de ellos afirmaron que los agricultores solicitaban recibir atención técnica de ingenieros hombres porque no confiaban en el criterio de las mujeres. Esta situación dejó de presentarse a medida que el programa avanzó en su implementación.

²¹ Estos parámetros son: caballoneada con taipa, siembra en surco, preabonamiento y densidad de uso de semilla (menos de 150kg de semilla por hectárea).

Entre los productores catalogados como no AMTEC o tradicionales, se encuentran productores con amplia trayectoria en el negocio y que han adoptado la tecnología antes o a la par del programa de la Federación, pero sin necesidad de ingresar formalmente en el programa. Con frecuencia, estos productores, identificados principalmente en Tolima y Casanare, tienen una estrecha relación con la Federación y son usuarios de las asesorías que ofrecen los técnicos de AMTEC para el uso de las tecnologías. Así mismo, se identificaron productores que han desistido de adoptar el programa o que han sido desvinculados del mismo a causa de la presión de los técnicos particulares, casi siempre, impuestos por las casas comerciales. Finalmente, en menor proporción, se encontraron productores tradicionales que no están interesados en hacer parte del programa porque consideran que tienen las herramientas necesarias para adoptar la tecnología que ellos mismos eligen, a la vez que cuentan con la posibilidad de estar informados de las novedades que adoptan los demás productores de la zona.

E: ¿Le han ofrecido AMTEC? Pues le cuento que no, ni me han ofrecido, ni me he interesado por el AMTEC tampoco.

E: ¿y porque no le ha interesado? Porque pues yo trato de hacer las cosas lo mejor que puedo y trato también de copiar de un modelo igual, de bajar costos y menos aplicaciones, o sea uno trata de bajar costos y no necesariamente porque uno se meta al AMTEC, sino porque ha escuchado y uno ha preguntado y le han explicado"

(Productor tradicional, 2019)

Si bien no se tuvo contacto con productores que se encuentran en las regiones más alejadas de los municipios arroceros visitados, los testimonios de los tres perfiles entrevistados coinciden en afirmar que el programa AMTEC es conocido por todos los agricultores del sector, independientemente de si han adoptado la tecnología o no. Pese a esto, se evidenció la dificultad que tienen algunos de los equipos de Fedearroz para llevar el programa a todos los sectores de las zonas que tienen a cargo, por lo que, a pesar del amplio reconocimiento que tienen el programa en el sector y del éxito que ha demostrado la estrategia de transferencia de tecnología, los desafíos en participación aún son grandes.

b) El programa AMTEC

La ejecución del programa AMTEC es un proceso dinámico en el que las diferentes fases propuestas en el manual operativo del programa se realizan de manera constante y, muchas veces, simultánea. Las fases claves de este proceso son: socialización, diagnóstico, plan de acción, capacitación, ejecución, seguimiento y evaluación.

La socialización se realiza de diversas formas: mediante reuniones informativas en la sede de Fedearroz o en lugares estratégicos del territorio, durante los días de campo y jornadas de transferencia de tecnología y a través de los demás servicios que ofrece Fedearroz, de manera más informal. Además, en los diferentes territorios se han diseñado estrategias para invitar a los productores a hacer parte del programa, como capacitaciones a grupos y organizaciones, cartillas, programas de radio, recorridos, entre otras.

"Aquí hay boletines, aquí hay capacitación directamente de parte de los técnicos, aquí hay un programa radial ... que también habla acerca de todos los programas que se vienen manejando y las bondades de AMTEC, la adopción masiva de tecnología. Entonces, aquí nadie puede decir que no conoce de eso, porque sí que hemos hablado." (Productor AMTEC, 2019)

Los encuentros de transferencia de tecnología son fundamentales para promocionar el programa, por lo que la escogencia de los productores y lotes piloto es un tema que demanda la atención de los extensionistas. Así, durante el proceso de socialización y selección de los productores, los técnicos de Fedearroz inician el diagnóstico integral del agricultor, evaluando su disposición, carisma, disponibilidad, ubicación y características de su lote.

Posteriormente, cuando el grupo de agricultores con los que se trabajará es seleccionado, se conforman grupos y se organizan visitas a los lotes para iniciar el trabajo de diagnóstico y planeación. Durante los recorridos, los técnicos realizan una entrevista informal con el productor, durante la cual, a la vez que se propone la aplicación de los parámetros y las actividades futuras, se realiza el diagnóstico del agricultor y de su lote. En todo momento los técnicos muestran flexibilidad para adaptar el programa a las características y necesidades del agricultor, así como también para afianzar el vínculo de confianza necesario para que la ejecución y seguimiento se realicen sin contratiempos.

La aplicación de los parámetros AMTEC inicia con el diagnóstico de los suelos. Este es el parámetro que mayor valoración tiene entre los agricultores, ya que, les da seguridad en la solidez del proceso, a la vez que les abre las puertas al conocimiento profundo del terreno sobre el que trabajan y las características de su cultivo. Simultáneamente al análisis de los suelos, mientras se esperan los resultados, inicia la preparación del terreno. Con base en los resultados del análisis de suelos y en las valoraciones previas se plantea un plan de acción informal que se puede modificar según las contingencias climáticas, financieras o agrológicas que se presenten durante la ejecución.

El seguimiento durante la ejecución es constante y todos los productores AMTEC manifestaron que los técnicos visitaban su cultivo de una a dos veces por semana y que la comunicación por otros medios (WhatsApp y teléfono) era permanente. Ante cualquier eventualidad en los cultivos, los técnicos acudían al terreno, así no estuviera programada una visita. La relación durante la ejecución se vuelve tan estrecha que permanece aún después de haber terminado los tres ciclos del programa; algunos de los productores manifestaron haber reemplazado a su técnico tradicional, por el técnico de Fedearroz.

"Siempre es con el consentimiento del ingeniero, que él nos dé la opinión: ingeniero, estamos pensando hacer esto. O sea, el ingeniero para nosotros es algo más que el ingeniero agrónomo, es como si fuera alguien de la familia, para darnos la opinión." (Productor AMTEC, 2019)

Durante todo el proceso se hacen capacitaciones e inducciones, tanto al productor como a los trabajadores y, cuando aplica, a los asesores técnicos. Las capacitaciones e inducciones se realizan en diferentes espacios y con diversos fines. Al inicio de la

adopción del programa se debe enseñar a los productores y sus trabajadores sobre el uso y mantenimiento de las máquinas; sin embargo, a lo largo de todo el proceso, durante las visitas de seguimiento, el técnico de Fedearroz comparte su conocimiento con el productor, con el fin de que este asimile una manera de pensar y actuar en lugar de seguir instrucciones. A su vez, se organizan jornadas de capacitación AMTEC con grupos de productores y trabajadores, así como organizaciones de productores; de esta manera, los agricultores se capacitan en los parámetros AMTEC, inician la adopción de algunos de estos e inician el proceso para convertirse en productores AMTEC.

"Bueno, primero que todo, que ese conocimiento le brinda una seguridad a uno del trabajo, se siente uno como más libre, tiene más libertad y se siente ya como un profesional en su trabajo. Ya uno sabe lo que va a hacer, ya uno sabe cómo va a producción, ya uno sabe que de pronto va a tener buena cosecha o va a tener una cosecha regular. Ya uno prácticamente tiene ese conocimiento claro."

(Productor AMTEC, 2019)

Finalmente, la actividad más representativa del programa es la transferencia de tecnología productor a productor, durante la cual los agricultores tienen la oportunidad de compartir entre ellos las experiencias que han tenido durante la adopción de los parámetros; esta actividad se constituye, más que como una capacitación formal durante la que los demás productores aprenden aspectos técnicos de la implementación, en un espacio de promoción de las técnicas que se exponen. Pese a esto, los agricultores valoran este tipo de actividades más allá de la muestra de técnicas, y lo consideran un espacio para compartir, mediante el que sienten la presencia y apoyo de la Federación.

"No pues compartir con todos los otros agricultores y que contamos con un apoyo de la Federación, que la Federación está haciendo este tipo de cosas... con los agricultores, es muy chévere, porque uno no se siente tan solo, sino siente un apoyo".

(Productor AMTEC, 2019)

Con respecto a la aplicación de los parámetros, los agricultores valoran en mayor medida el diagnóstico de los suelos y el uso de semillas certificadas específicas para su tipo de suelo, ya que los beneficios de la aplicación de estos parámetros son palpables en cuanto a reducción de malezas y plagas. Dependiendo de la zona, existen otros parámetros que son considerados como importantes o útiles. En cuanto a los parámetros que mayores dificultades ofrecen están los que implican el uso de maquinaria, ya que la escasa disponibilidad de maquinaria y la variabilidad climática, obstaculizan la aplicación de estos parámetros; los que implican inversiones en el mejoramiento de la tierra, debido a que, al ser arrendadas, se corre el riesgo de perderlas una vez son mejoradas; y la disminución de la densidad de siembra que, en muchos casos es tan grande, que genera temor entre los agricultores. Según la versión de los productores, los parámetros a los que se debería prestar mayor atención son aquellos encaminados a hacer un manejo más eficiente del agua, factor que con mayor frecuencia limita la aplicación de los parámetros AMTEC en todos los territorios.

"Entonces ahí está la clave: en el manejo del agua. Donde seamos puntuales en el manejo del agua vamos a ganarle la papeleta a esto del cambio climático de cómo cambiamos las tendencias, de lo que va a pasar con el arroz"

(Productor AMTEC, 2019)

Pese a los beneficios que se obtienen de la flexibilidad en el planteamiento del plan de acción (principalmente, mayor capacidad de respuesta a las contingencias y fortalecimiento del vínculo entre extensionista y productor), durante la indagación cualitativa se hizo evidente el escaso énfasis que hacen los agricultores a la planeación del manejo del negocio a corto, mediano y largo plazo. A pesar de que muchos reconocen que a partir del programa han aprendido a reducir los costos, en ningún caso manifestaron como importante un cambio de mentalidad en cuanto a la manera en que manejan su cultivo como un negocio o en sus proyecciones a futuro; en contraposición, varios de los productores no AMTEC²² hicieron referencia a este punto como fundamental para complementar e impulsar los resultados de la adopción de tecnología. Este es un elemento relevante en cuanto a la dificultad con la que avanza la implementación del programa, ya que los agricultores se han mostrado poco dispuestos a invertir en maquinaria e, incluso, se tuvo conocimiento de casos en los que, al no ver resultados inmediatos, los productores vendieron la que habían adquirido.

c) Resultados del programa

"Los resultados han sido mi sostenibilidad en el cultivo. Yo he sido un agricultor y, vuelvo y le repito, si hubiera seguido con mis técnicas ancestrales, ya no existiera como agricultor." (Productor AMTEC, 2019)

Los productores AMTEC con los que se tuvo contacto reconocen cambios significativos en la manera en que cultivan y los resultados de las cosechas. En términos generales, existe la percepción de que el programa está cumpliendo con sus objetivos principales: reducir costos y aumentar la productividad. Sin embargo, estos resultados son limitados por factores contextuales y climáticos²³ con los que los agricultores han tenido que lidiar durante décadas pero que, en los últimos años, se ha agudizado.

En ese sentido, los agricultores AMTEC están poco dispuestos a responder con cifras exactas sobre el aumento en la productividad porque son conscientes de que depende de varios factores externos, como el clima o la calidad y desgaste de los suelos. Pese a esto, los agricultores manifiestan que es evidente el aumento en la productividad cuando se aplican los parámetros AMTEC de manera adecuada. También se reconoce una mayor calidad de la cosecha y menor incidencia de plagas y malezas. Adicionalmente, los productores reconocen la disminución sustancial en los costos debido a un mejor uso de semillas, abonos y fertilizantes; este beneficio, a pesar de verse opacado por el aumento

²² Como se mencionó, existen productores registrados como no AMTEC que, además de no ser tradicionales, están a la par o más adelante en la aplicación de tecnología.

²³ En el capítulo a) Participación, se mencionó que las principales barreras están asociadas al cambio climático y la inestabilidad del mercado.

de otros costos (insumos y arriendos) y la variabilidad de los precios del mercado, compensan estas dificultades y, en muchos casos, los superan.

Si bien las percepciones dependen de las características particulares de cada productor, se observan algunas tendencias según las zonas: en regiones tradicionalmente arroceras y con mayores rendimientos, los agricultores se muestran más moderados en cuanto a los beneficios del programa; mientras que en las regiones en las que la adopción de tecnología inició con AMTEC, los agricultores han podido evidenciar, de manera más clara, los beneficios del programa. En suma, para muchos de los agricultores, la adopción de la tecnología ha significado la oportunidad de mantenerse en el negocio; otros han empezado a ver mejorías significativas en sus ingresos y, unos más, manifiestan haber cambiado sus condiciones radicalmente; todos reconocen beneficios, independientemente de su dimensión.

"¿Cuándo iniciaron con AMTEC eran arrendadas? Éramos arrendados y ahí ya empezamos nosotros a tener más ingresos y entonces hoy en día ya tenemos tierra."
(Productor AMTEC, 2019)

Además de los resultados en disminución de costos, los agricultores han obtenido beneficios en otros niveles. En primer lugar y de manera destacada, los agricultores señalan la importancia de las capacitaciones que ofrece la Federación, tanto en el marco de AMTEC como independientes del programa. Estas capacitaciones, sumadas a la adopción de técnicas agrícolas más especializadas y profesionales les brinda seguridad y orgullo a los agricultores, aspecto que resaltan, principalmente, los productores con lotes más pequeños. Los agricultores con lotes más grandes y mayor trayectoria en el negocio señalan además la importancia de las capacitaciones para los trabajadores de la zona, que cualifican su labor y amplían sus posibilidades laborales.

"De pronto hoy están contigo y aprenden [los trabajadores], pero mañana no están. Salieron con una enseñanza, salieron a ganarse un sueldo mejor que un salario mínimo porque estas enseñándole al regador, al tractorista, al administrador, a todos. O sea, es un beneficio, digo yo, en general a la comunidad." (Productor AMTEC, 2019)

El cambio en la mentalidad de los productores es un elemento que está constantemente presente en las narrativas de los agricultores. Para muchos de ellos, el esfuerzo que implicaba poner en duda un conocimiento en el que llevaban décadas confiando, para adoptar prácticas que iban en contra de la lógica que habían aprendido, era impensable. Sumado a esto, el miedo a hacer transformaciones que significaran la pérdida de su patrimonio dificultaba la posibilidad de que se animaran a implementar nuevas acciones. Las demostraciones en los lotes piloto y los resultados de los primeros productores que se animaron a adoptar AMTEC, fueron determinantes. En otros casos, principalmente en lo que tiene que ver con manejo de costos, los cambios ni siquiera habían sido contemplados por los agricultores, que llevaban contabilidad informal y con la convicción de que al aplicar mayor cantidad de productos se obtenían mejores resultados. El

seguimiento de costos que hace el programa durante su ejecución ha mostrado a los productores los errores que se cometían en ese aspecto.

"Que antes en agricultura ... le botábamos plata y después mirábamos a ver si funcionaba. Ese es el cambio que hemos tenido." (Productor AMTEC, 2019)

Finalmente, el manejo ambiental que deriva de la adopción de las prácticas agrícolas que propone AMTEC no es un tema que esté presente en las narrativas de los agricultores al hablar de los beneficios del programa. Si bien, fue recurrente la alusión a este tema por parte de los extensionistas, sólo uno de los productores mencionó el beneficio en ese sentido. Cabe anotar que, ante la gran cantidad de información que los productores tienen sobre la experiencia con el programa y la zozobra que les generan las condiciones adversas del mercado, tema sobre el que hicieron especial énfasis, los beneficios ambientales del programa hayan sido relegados, sin que esto signifique que los agricultores no sean conscientes de los beneficios que la adopción de nuevas prácticas trae al ecosistema.

d) Recomendaciones y expectativas

A continuación, se presentan las recomendaciones y expectativas más recurrentes y, de acuerdo con el análisis del equipo investigador, con mayor relevancia, expresadas por extensionistas y productores AMTEC y no AMTEC:

La recomendación más frecuente de los productores es continuar con la difusión de conocimiento y las actividades de transferencia de tecnología, así como reforzar y ampliar su alcance. En algunas zonas, los extensionistas sugirieron ampliar la cantidad de personal y recursos para desplazarse a las zonas más alejadas. Además, los extensionistas consideran que se debe reforzar su formación en técnicas comunicativas y de servicio al cliente con el fin de lograr un mayor entendimiento con los productores y mejorar los niveles de adherencia al programa.

En línea con lo anterior, todos los actores expresaron la necesidad de hacer difusión y publicidad de los logros de AMTEC de una forma menos técnica y más directa, de manera que evoque pertenencia y comunidad. Se propusieron vallas, volantes, cuñas radiales, afiches, entre otras.

Otra de las solicitudes más recurrentes de los productores AMTEC es la adquisición de maquinaria por parte de la Federación para ponerla al alcance de los agricultores. En ese sentido, existen voces en los tres grupos de actores que plantean un mayor énfasis del programa en temas de negocios, de manera que los agricultores se proyecten como empresarios y no como beneficiarios. Este punto es importante, principalmente para los productores con lotes más pequeños y con más dificultades para adquirir maquinaria, ya que una visión de negocios puede motivarlos a asociarse con otros productores para la compra de maquinaria y la adquisición de servicios.

En algunos casos, se propone adoptar el modelo de cooperativas de servicios, que ya está presente en algunos municipios, pero de manera muy puntual. Esta sería una solución a

la escasez de maquinaria y las dificultades que implica compartirla o desplazarlas a los diferentes lotes de un mismo productor.

Los productores no AMTEC que han adoptado tecnología independientemente del programa consideran que el énfasis en negocios y asociatividad debe ampliarse más allá de la compra de maquinaria, hacia la construcción de infraestructura comercial y la comercialización del producto. Consideran que el discurso del programa debe ser más ambicioso, de manera que los agricultores se proyecten como exportadores de un producto con certificación de calidad. Además, proponen que Fedearroz, a partir de alianzas y convenios, ofrezca otro tipo de facilidades al productor en lo que tiene que ver con almacenamiento y comercialización; en su opinión, este tipo de servicios brindaría confianza y respaldo a los agricultores.

En lo que se refiere a los parámetros AMTEC, varios de los extensionistas consideran que se debería flexibilizar la manera en que se cataloga un productor como AMTEC. Esta solicitud cobra relevancia si se tienen en cuenta los resultados de la indagación cualitativa, durante la que no fue posible diferenciar a los agricultores AMTEC de los tradicionales, porque todos aplican parámetros. En cuanto a la perspectiva de los productores, fueron recurrentes los llamados a hacer mayor énfasis en los parámetros sobre el manejo del agua y en la gestión para mejorar los sistemas de riego y bienes públicos.

"Más que eso es darle un agradecimiento muy grande a la Federación Nacional de Arroceros por ... el apoyo que nos ha venido brindando a todos los agricultores y productores de arroz por esa permanencia, esa perseverancia que se ve que está en la Federación en cuanto a que seamos los agricultores mucho más eficientes que tengamos esa orientación que nos dejemos orientar que nos dejemos guiar por todo este proyecto." (Productor AMTEC, 2019)

4. Conclusiones

La evaluación AMTEC muestra efectos significativos y positivos del programa sobre los rendimientos por hectárea. En particular, en promedio aquellos productores que utilizan AMTEC tienen un rendimiento de 768 kilogramos por hectárea adicionales a los de un productor no AMTEC. Sin embargo, no toda esta diferencia puede ser asociada con el programa en sí. Al controlar por un conjunto de factores como la edad del productor, su nivel educativo, el área sembrada entre otros, se encuentra que la participación en el programa AMTEC genera un incremento del rendimiento por hectárea entre 309 y 327 kilogramos por hectárea cosechada, lo cual representa un aumento relativo sobre la productividad de entre 5.1% y 5.4%. Los resultados son más altos para el sistema riego, en el cual, la participación en AMTEC genera un incremento del rendimiento por hectárea entre 315 y 332 kilogramos por hectárea cosechada.

La evaluación cuantitativa confirma, de manera contundente, la percepción de las bondades del programa entre los productores. Aunque en sus primeros años el programa

enfrentó barreras culturales en las regiones en las que se inició la implementación, los resultados técnicos y las estrategias utilizadas para fomentar la confianza, han logrado derribar estas barreras y consolidar al programa AMTEC entre los arroceros.

El trabajo en campo para la evaluación cualitativa mostró, sin embargo, un resultado que contrasta con la medición que se había hecho, a partir de los registros administrativos, de la prevalencia del uso de los parámetros AMTEC entre los productores. Mientras que la información cuantitativa indicaría que el uso de lo que se ha denominado los parámetros base es relativamente baja (menor a 20% en términos de área), en las entrevistas semiestructuradas se encontró que gran parte de los productores tradicionales, y que habían sido clasificados como NO AMTEC, habían adoptado algunos parámetros del programa de manera no formal. En efecto, algunos de estos productores han adoptado la tecnología antes o a al mismo tiempo con la aplicación del programa, mientras que otros la han adoptado a partir de la estrategia de transferencia de tecnología productor a productor y en el “voz a voz”.

Esto indica que la aplicación de AMTEC ha tenido probablemente efectos de difusión espacial (spillovers) y que, por lo tanto, el impacto cuantitativo estimado de entre 5,1% y 5,4% en el rendimiento por hectárea es, probablemente, solo el efecto directo y no tiene en cuenta el efecto indirecto inducido por la difusión entre productores que no son registrados como “productores AMTEC” en las bases administrativas del programa. El problema práctico, sin embargo, es que, con la información existente no es posible cuantificar el efecto indirecto, al no poder diferenciar claramente un grupo de unidades no tratadas.

Con el fin de lograr una base de información que permita evaluar los impactos de la implementación del programa hacia el futuro y los posibles efectos de spillovers espaciales o geográficos que estamos utilizando como hipótesis, proponemos dos ajustes:

- 1) Añadir una pregunta en la Encuesta sobre cuáles fueron los parámetros que se utilizaron para la cosecha que se está reportando (y no solamente sobre los parámetros utilizados en la siembra). Esto permitiría hacer un seguimiento más juicioso del avance del proceso de adopción de AMTEC; 2) con el fin de evaluar el posible efecto de spillover espacial se puede utilizar la geo referenciación de las fincas, información con la que no se contó por temas de confidencialidad.
- 2) Es necesario mejorar la información de los registros administrativos de AMTEC definiendo un protocolo de levantamiento, seguimiento y validación de la información que incluya, por ejemplo, validaciones de los extensionistas o de chequeo de una muestra aleatoria de los registros a través de llamadas telefónicas.

De otro lado, en la aplicación misma del programa, se encuentra que los productores AMTEC tienen dificultades para adoptar los parámetros en su totalidad. Estas dificultades están relacionadas con la incertidumbre generada por la variabilidad climática y los altos costos de inversión en maquinaria.

Los parámetros más valorados por los productores son el diagnóstico de suelos y la utilización de semillas certificadas específicas; los parámetros que más cuestan trabajo son la disminución de densidad de siembra y, en muchos casos, los que implican la utilización de maquinaria.

Los parámetros AMTEC a los que se les debería prestar mayor atención, de acuerdo con los productores AMTEC, son los relacionados con el manejo del agua. Según los productores no AMTEC y algunos de los extensionistas, el programa debería hacer mayor énfasis en la planificación del negocio y su proyección a mediano y largo plazo.

Los productores AMTEC reconocen los beneficios en cuanto a reducción de costos y aumento de la productividad, a pesar de que están limitados por factores de mercado y por factores climáticos. Además, se reconocen beneficios en cuanto a la calidad del producto, la cualificación del personal y el cambio de mentalidad de los agricultores.

5. Referencias

Hirano, K., G. Imbens, and G. Ridder. 2003. Efficient estimation of average treatment effects using the estimated propensity score. *Econometrica* 71:1161–89

Hainmueller, Jens. 2012. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. *Political Analysis*, 20(1):25–46

6. Anexos

Anexo 1. Apropiación del programa

Tabla 11 - Variables predictoras de la apropiación del programa AMTEC

Panel A: Probabilidad de inclusión con base en Promediado Bayesiano de Modelos (Var agricultor Max)

Variable	Coefficiente	Error estándar	t	Prob. Inclusión
Área	.0000268	2.90e-06	9.25	1.00
Administrador (MAX)	-.0000407	.0004388	-0.09	0.01
Educación (MAX)	.0189175	.0017725	10.67	1.00
Edad productor (MAX)	5.49e-06	.00003	0.18	0.04
Genero productor (MAX)	-1.27e-06	.000184	-0.01	0.01
Actividad principal (MAX)	-.0002262	.0011351	-0.20	0.05
Experiencia (MAX)	.0005157	.0000934	5.52	1.00
Experiencia en finca (MAX)	-1.74e-07	7.15e-06	-0.02	0.01
Tenencia (MAX)	.0014813	.0023998	0.62	0.31
Riego	.0176438	.0052927	3.33	0.99
Bajo Cauca	.0124961	.0059844	2.09	0.87
Centro	-.0000466	.000514	-0.09	0.01
Costa Norte	.0497401	.0038411	12.95	1.00
Llanos	.0240525	.0051216	4.70	1.00

Panel B: Probabilidad de inclusión con base en Promediado Bayesiano de Modelos (Var agricultor Min)

Variable	Coefficiente	Error estándar	t	Prob. Inclusión
Área	.0000296	2.88e-06	10.27	1.00
Administrador (MIN)	-.0001478	.0008652	-0.17	0.04
Educación (MIN)	.0141229	.0018569	7.61	1.00
Edad productor (MIN)	-3.13e-07	7.14e-06	-0.04	0.01
Genero productor (MIN)	-.0000358	.0004345	-0.08	0.01
Actividad principal (MIN)	-.0111392	.0021528	-5.17	1.00
Experiencia (MIN)	.0004583	.0000987	4.64	1.00
Experiencia en finca (MIN)	-8.91e-06	.0000411	-0.22	0.06
Tenencia (MIN)	.0003013	.001169	0.26	0.08
Riego	.0223969	.0037915	5.91	1.00
Bajo Cauca	.0172859	.0040574	4.26	0.99
Centro	-.0000229	.0003554	-0.06	0.01
Costa Norte	.0497405	.0038545	12.90	1.00
Llanos	.0254702	.0039061	6.52	1.00

Panel C: Probabilidad de inclusión con base en Promediado Bayesiano de Modelos (Var agricultor Media)

Variable	Coefficiente	Error estándar	t	Prob. Inclusión
Área	.0000287	2.88e-06	9.95	1.00
Administrador (MEAN)	-.0000406	.0004372	-0.09	0.01
Educación (MEAN)	.0174043	.0018857	9.23	1.00
Edad productor (MEAN)	8.28e-07	.0000109	0.08	0.01
Genero productor (MEAN)	-7.69e-06	.0002333	-0.03	0.01
Actividad principal (MEAN)	-.0043257	.0041574	-1.04	0.57
Experiencia (MEAN)	.000497	.0000929	5.35	1.00
Experiencia en finca (MEAN)	-1.03e-06	.000013	-0.08	0.01
Tenencia (MEAN)	.0005033	.0015057	0.33	0.12
Riego	.0197114	.0044844	4.40	0.99
Bajo Cauca	.0157563	.0046939	3.36	0.97
Centro	-.0000383	.0004682	-0.08	0.01
Costa Norte	.0506647	.0038876	13.03	1.00
Llanos	.0250258	.0043416	5.76	1.00

Anexo 2. Derivación formal de los pesos a través de entropía

Seguindo a Haimueller, 2012, la forma más intuitiva de motivar aproximación por entropía parte de la necesidad de estimar la media sobre la variable resultado para el grupo contrafactual en [1].

$$E[Y(0)|\widehat{D} = 1] = \frac{\sum_{[I|D=0]} Y_i w_i}{\sum_{[I|D=0]} w_i} \quad [1]$$

En [1] w_i hace referencia a los pesos correspondientes a cada unidad i dentro de la muestra de control. Los pesos son escogidos siguiendo el esquema de selección propuesto en [2].

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{[I|D=0]} h(w_i) \quad [2]$$

Sujeto a las restricciones de balance y normalización presentadas en [3], [4] y [5].

$$\sum_{[i|D=0]} w_i c_{ri}(X_i) = m_r \quad \text{con } r \in 1, \dots, R \quad [3]$$

$$\sum_{[I|D=0]} w_i = 1 \quad [4]$$

$$w_i \geq 0 \text{ para todo } i, \text{ tal que } D = 0, \quad [5]$$

Donde $h(\cdot)$ es una métrica de distancia y $c_{ri}(X_i) = m_r$ describe un conjunto de R restricciones de balance en los momentos de las variables para el grupo de control con los pesos redefinidos.

Con el objetivo de derivar los pesos de balanceo por entropía, es necesario minimizar la función de pérdida $H(w)$ sujeto a las restricciones contenidas en [3], [4] y [5]. Usando el multiplicador de Lagrange, el problema primal de optimización que debe ser resultado con el fin de obtener los pesos está dado por [6].

$$\min_{w, \lambda_0, z} L^P = \sum_{[I|D=0]} w_i \log(w_i/q_i) + \sum_{r=1}^R \lambda_r \left(\sum_{[i|D=0]} w_i c_{ri}(X_i) - m_r \right) + (\lambda_0 - 1) (\sum_{[I|D=0]} w_i - 1) \quad [6]$$

Aplicando las condiciones de primer orden, $\frac{\partial L^p}{\partial w_i} = 0$ la solución para cada uno de los pesos está dada por [7].

$$w_i^* = \frac{q_i \exp(-\sum_{r=1}^R \lambda_r c_{ri}(X_i))}{\sum_{i|D=0} q_i \exp(-\sum_{r=1}^R \lambda_r c_{ri}(X_i))} \quad [7]$$