
Efectos de largo plazo de la implementación de la infraestructura ecológica en las fincas cafeteras

(Experiencia con el programa *El Agua en el Corazón de las Comunidades Cafeteras del Tolima, Colombia*)

Claudia Córdoba, Nelson Rodríguez, Valeria Gómez, José David Méndez y Laura Quintero

RESUMEN

En este artículo se presenta la evaluación de impacto del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras” en el cuidado ambiental de las fincas dedicadas a la caficultura en el departamento del Tolima. Con una metodología de diferencias-en-diferencias, se encontró que el proyecto logró impactos positivos en el ahorro, acceso y reducción de la contaminación del agua, con una buena apropiación y percepción por parte de los beneficiarios del proyecto por el incremento en su productividad y la valorización de sus predios.

Palabras clave: Sostenibilidad ambiental, Infraestructura ecológica, Caficultura, Evaluación de impacto, Diferencias-en-diferencias, Consumo de agua, Contaminación del agua, Acceso al agua.

Código JEL: O13, Q25, Q52

ABSTRACT

This article presents the assessment of the impact of the project “Water at the heart of coffee grower communities” on coffee farms’ environmental care in the department of Tolima, Colombia. With a difference-in-differences method, the study shows that the project achieved positive impacts on water saving, access to water and reduction of water pollution, along with the project beneficiaries’ good appropriation and perception thanks to their increased productivity and appreciation of their farms.

Key words: Environmental Sustainability, Eco-friendly Infrastructure, Coffee Farming, Impact Assessment, Difference-in-Differences, Water Consumption, Water Pollution, Access to Water.

JEL Code: O13, Q25, Q52

Efectos de largo plazo de la implementación de la infraestructura ecológica en las fincas cafeteras

(Experiencia con el programa El Agua en el Corazón de las Comunidades Cafeteras del Tolima, Colombia)

Claudia Córdoba, Nelson Rodríguez, Valeria Gómez, José David Méndez y Laura Quintero^{1,2}

Para citar este artículo: Córdoba-Currea, C. C., Rodríguez-Valencia, N., Gómez-Guerra, V., Méndez-Buitrago, J. D., & Quintero-Yepes, L. (2024). Efectos de largo plazo de la implementación de la infraestructura ecológica en las fincas cafeteras. *Ensayos de Economía Cafetera*, 37(1), 7-31. <https://doi.org/10.38141/10788/037-1-1>

1. RELEVANCIA DE ESTA EVALUACIÓN DE IMPACTO Y OBJETIVO CENTRAL

El desarrollo sostenible se garantiza cuando las necesidades del presente se satisfacen sin comprometer la capacidad productiva de las futuras generaciones, procurando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social (Acciona, 2024).

Particularmente, en el desarrollo de la actividad cafetera, el cuidado del medio ambiente

se sustenta en la consecución de: (i) La protección de las fuentes hídricas, (ii) la erradicación de la deforestación, (iii) la conservación del suelo, (iv) el cuidado de la biodiversidad en las fincas cafeteras y (v) la generación de acciones para reducir la variabilidad climática (FNC, 2024).

El cuidado de las fuentes hídricas en la caficultura implica, principalmente, la conservación

¹ Claudia Córdoba es Especialista en Investigaciones Económicas, claudia.cordoba@cafedecolombia.com; Nelson Rodríguez es Investigador Científico III en Cenicafé, nelson.rodriguez@cafedecolombia.com; Valeria Gómez es Analista en Investigaciones Económicas, valeria.gomez@cafedecolombia.com; José David Méndez es Analista en Investigaciones Económicas, jose.mendez@cafedecolombia.com y Laura Quintero es Investigador Científico I en Cenicafé, laura.quintero@cafedecolombia.com

² Los autores agradecen a Gildardo Monroy –Director Ejecutivo-, Carlos Cuartas – Líder de Desarrollo Social - y Javier Meza –Líder de equipo de proyectos- del Comité de Cafeteros del Tolima por promover la iniciativa de esta evaluación. También a Paula Cortés y José Prada, promotores del proyecto, y al servicio de extensión del Comité Municipal del Líbano, en cabeza del Ingeniero Julián Hincapié por la recolección de las encuestas de seguimiento.

de los bosques, la reducción del consumo de agua en el proceso de beneficio del café³, la disminución de la contaminación generada por la actividad cafetera también por el proceso de beneficio y los sistemas de saneamiento básico que tenga la vivienda de la finca.

La infraestructura ecológica se define como: “el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales” (Instituto Humbolt, 2024). En razón de lo anterior, los beneficiaderos que determinan el gasto de agua y la contaminación generada en el proceso de beneficio del café más los sistemas de saneamiento básico en finca y los sistemas de acceso adecuado al agua para el consumo humano hacen parte de este tipo de infraestructura.

De acuerdo con datos del Centro Nacional de Investigaciones de Café -Cenicafé-, en 2022, sólo el **24,8%** de los beneficiaderos caracterizados a lo largo del país eran de tipo **ecológico**, identificados por hacer el uso más razonable de agua, con un gasto menor a 10 litros por kg de cps. La mayor presencia de beneficiaderos ecológicos se encontró en Quindío (46,8%), Cauca (33,8%) y Valle del Cauca (30,5%)⁴. Para el mismo periodo, en

el Tolima, los beneficiaderos ecológicos solo alcanzaron una participación del 17,0%.

Cuando no se tiene un beneficiadero ecológico, la contaminación del agua se origina por la descarga de las aguas residuales sin ningún tratamiento y la pulpa de café a los cuerpos de agua. La contaminación se refleja en el incremento excesivo de algas y la muerte de especies acuáticas debido a la reducción de oxígeno, en consecuencia, la contaminación puede alcanzar hasta los 575 gramos de demanda química de oxígeno (DQO) por kg de cps en épocas de cosecha.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en las fincas cafeteras también se da por la ausencia de sistemas de saneamiento básico adecuados en las viviendas. Según el Sistema de Información de Hogares Cafeteros (SIHC-FNC), en 2024, **el 36,6% de los caficultores habitaba en viviendas donde la eliminación de excretas se hace a través de un inodoro sin conexión o por una letrina**. Lo anterior implica que los residuos orgánicos llegan sin ningún tratamiento a las fuentes hídricas, generando una contaminación promedio de 37,8 gr de dqo/diario al agua por vivienda cafetera. La mayor ausencia de sistemas de saneamiento básico se encontró en: Magdalena (76,3%), Cesar-La Guajira (51,2%) y Tolima (49,8%).

³ Transformación del fruto del café a la forma tradicional de venta: café pergamino seco (cps).

⁴ Esta caracterización se hizo con una muestra de 159.610 beneficiaderos (equivalente al 30% de las fincas cafeteras). Cenicafé encontró que en 7,1% de ellos se tenía un beneficio convencional, en el que se utilizaba abundante agua en las etapas de clasificación, despulpado, lavado y transporte, siendo el consumo de agua superior a 40 litros por kg de café pergamino seco. El **65,7%** de los beneficiaderos estaban en **transición a ecológico** porque los caficultores habían logrado integrar tecnologías de ahorro de agua en alguna de las etapas del beneficio (cps), **24,8%** se caracterizaron como beneficiaderos ecológicos y **2,4%** no pudieron ser clasificados. (Rodríguez et al., 2022).

La adopción de sistemas adecuados de agua para el consumo humano hace parte de la otra cara de la moneda en este balance ambiental. En 2024, **57,2% de los productores cafeteros habitaba en viviendas sin acceso a fuentes adecuadas de agua para el consumo humano**, es decir, sus viviendas no contaban con un sistema de acueducto o sistemas alternativos de tratamientos de agua que permitan su potabilización y/o purificación. Los departamentos más críticos en este aspecto son Norte de Santander (78,6%), Magdalena (75,6%) y Tolima (70,0%).

La conexión entre el buen uso del agua y la productividad cafetera se traduce en la capacidad de generación de ingresos. En 2024, el 27,9% de los caficultores del país se encontraba en pobreza extrema (grupo A del Sisbén). Los departamentos con mayor presencia de la pobreza extrema son Nariño (46,7%), Norte de Santander (43,4%), Magdalena (44,0%), Casanare (42,0%) y Tolima (35,6%).

Estos hechos revelan la importancia de implementar proyectos que procuren la implementación de infraestructura ecológica⁵ en las fincas cafeteras en coordinación con estrategias para mejorar la generación de ingresos **con el fin último de garantizar la sostenibilidad ambiental en la caficultura**.

El proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras” es una estrategia integral que desarrolló su primera fase entre el 2019 y 2023. Este proyecto es de gran relevancia porque además de apuntar a los objetivos de sostenibilidad ambiental anteriormente descritos, focalizó sus acciones en uno de los departamentos con mayores necesidades de cuidado ecológico: El Tolima. Particularmente, el proyecto se trazó como objetivo “la promoción de la sostenibilidad ambiental, la gestión de cultivos de café climáticamente inteligentes, fincas rentables y liderazgo femenino en paisajes productivos de café”. Con una inversión de 1,1 millones de dólares cofinanciados entre el Comité departamental de cafeteros, los cooperantes JDE-Peet’s y la comunidad; “El Agua en el Corazón de las Comunidades” llegó a 1.040 beneficiarios colindantes de dos fuentes hídricas principales del departamento.

En línea con lo anteriormente señalado, el objetivo de esta investigación consistió en conocer los efectos de largo plazo en las variables relevantes de sostenibilidad ambiental del proyecto “El agua en el corazón de la Comunidades Cafeteras”, luego de 5 años de su implementación a través de un modelos de diferencias-en-diferencias estimado con un panel de datos con información primaria del proyecto y sus beneficiarios entre 2019 y 2023.

⁵ Otro modelo alternativo que puede favorecer la reducción del gasto del agua y evitar la contaminación generada en las fincas **son las centrales de beneficio**. No obstante, su presencia en los municipios cafeteros sigue siendo baja (8,2%).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SU CADENA DE VALOR

2.1. Productos entregados y efectos esperados

El proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras” desarrollado en el norte del departamento del Tolima se ejecutó entre julio de 2019 y diciembre de 2022, en 35 veredas de los municipios de Líbano y Villahermosa, vecinos de los afluentes de los ríos Lagunilla y Recio (Ilustración 1).

El proyecto tuvo un costo de USD 1.169.142 con 1.040 beneficiarios, con una asignación general per cápita de 4,3 millones de pesos. El resumen de los productos entregados se presenta en la Tabla 1.

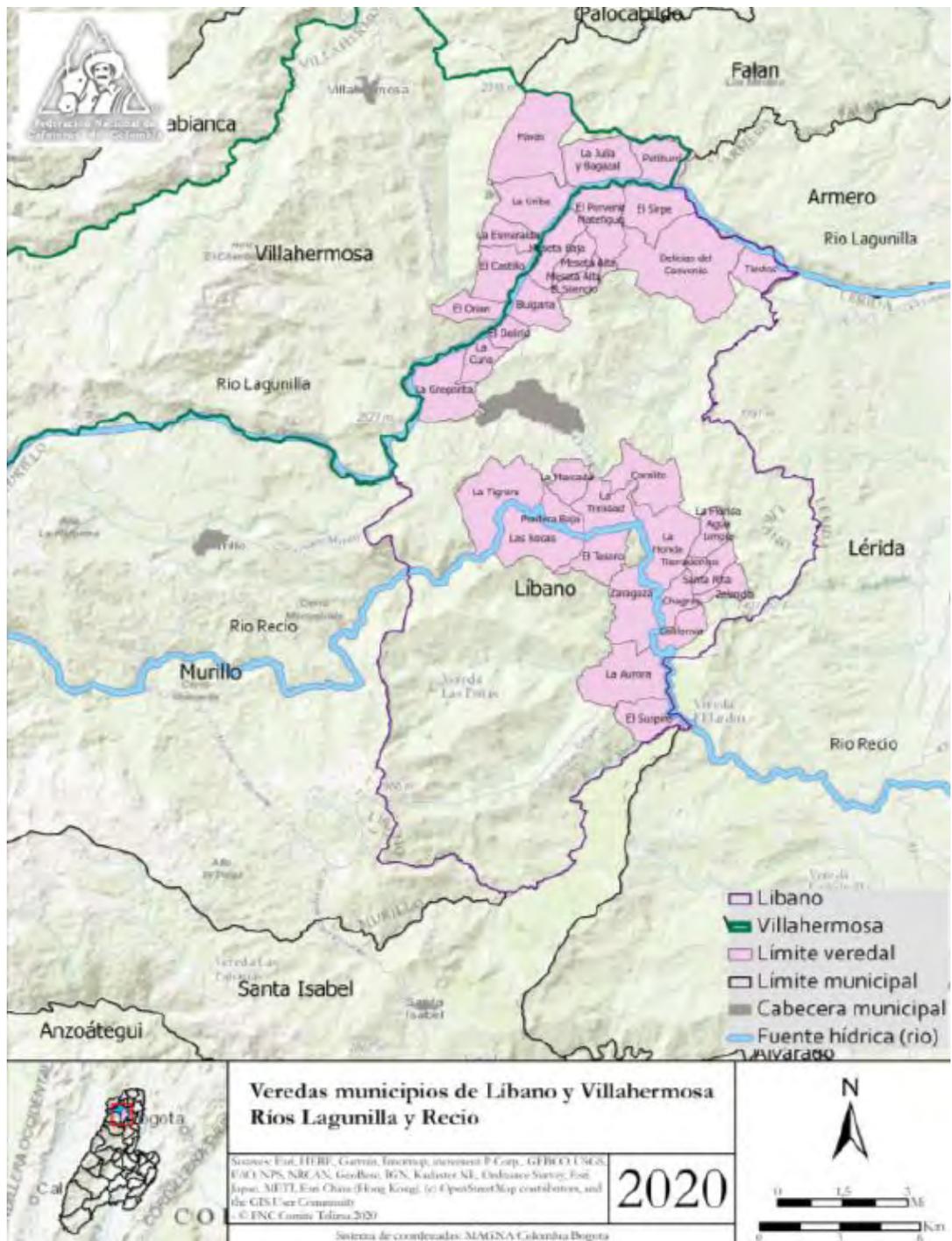
Adicionalmente, el proyecto realizó actividades comunitarias por COP 96.306.107, desagregado así: COP 3.667.758 en observadores ambientales; COP 16.759.400 en protección de nacimientos, aislamiento y reforestación; COP 20.823.016 en monitoreo a la calidad del agua y COP 55.055.933 en formación de caficultores en conservación de recursos naturales y/o agricultura climáticamente inteligente.

Un aspecto relevante de este proyecto radicó en que se requirió un aporte en especie por parte de los beneficiarios, quienes debieron suministrar material de mezcla, transporte de materiales, madera estructural, transporte mular de materiales y preparación del terreno. El total aportado en especie se valoró en USD 283.961, que representó 24,2% del valor del proyecto.

Los productos entregados se enmarcaron en dos grandes componentes: (i) ecosistemas estratégicos del recurso hídrico y (ii) cafetales productivos, sostenibles y climáticamente inteligentes con el agua como aspecto central. Las dimensiones relacionadas con el cuidado ambiental y el aumento de la rentabilidad se pueden traducir en un esquema de cadena de valor, con 4 dimensiones y 6 variables de impacto (Tabla 2).

El **beneficiadero ecológico** entregado por el proyecto es una estructura de dos pisos que reduce el consumo de agua aprovechando la ley de la gravedad. El proceso de beneficio inicia en el segundo piso con la tolva de recibo del café cereza, que desliza el fruto hacia la despulpadora. En el primer piso del beneficiadero el fruto despulpado se aloja en el tanque-tina para que se dé el proceso de fermentación y posterior remoción del mucílago. Aprovechando una inclinación adicional a nivel del piso, la pulpa se aloja en el procesador de pulpa para que inicie su descomposición y pueda tener usos como abono orgánico, mientras que el grano es depositado en la caseta de beneficio para que termine su fermentación. Para el manejo de efluentes, del tanque-tina se desprende la conexión que lleva las aguas residuales al tanque de recibo. El agua resultante es dirigida al filtro verde, instalado en el subsuelo para evaporar el agua residual tratada de forma que no se generen vertimientos y por lo tanto no se contaminen las fuentes de agua superficial y subterránea (Ilustración 2).

Ilustración 1. Veredas seleccionadas por el proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”



Fuente: Informe de actividades del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”, 2020-2.

Tabla 1. Productos, cantidad y costo per cápita del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”

	Total gasto COP \$	Cantidad	Costo per cápita COP
1. Beneficiaderos Ecológicos	733.325.358	200	3.666.627
2. Unidad Sanitaria	819.733.163	129	6.354.521
3. Tanque de Reserva y Filtro de Potabilización	254.332.890	498	510.709
4. Secador Solar Techado	124.974.525	90	1.388.606
5. Renovación de Cafetales y Nueva Siembra	157.531.510	123 (únicos)	1.280.744

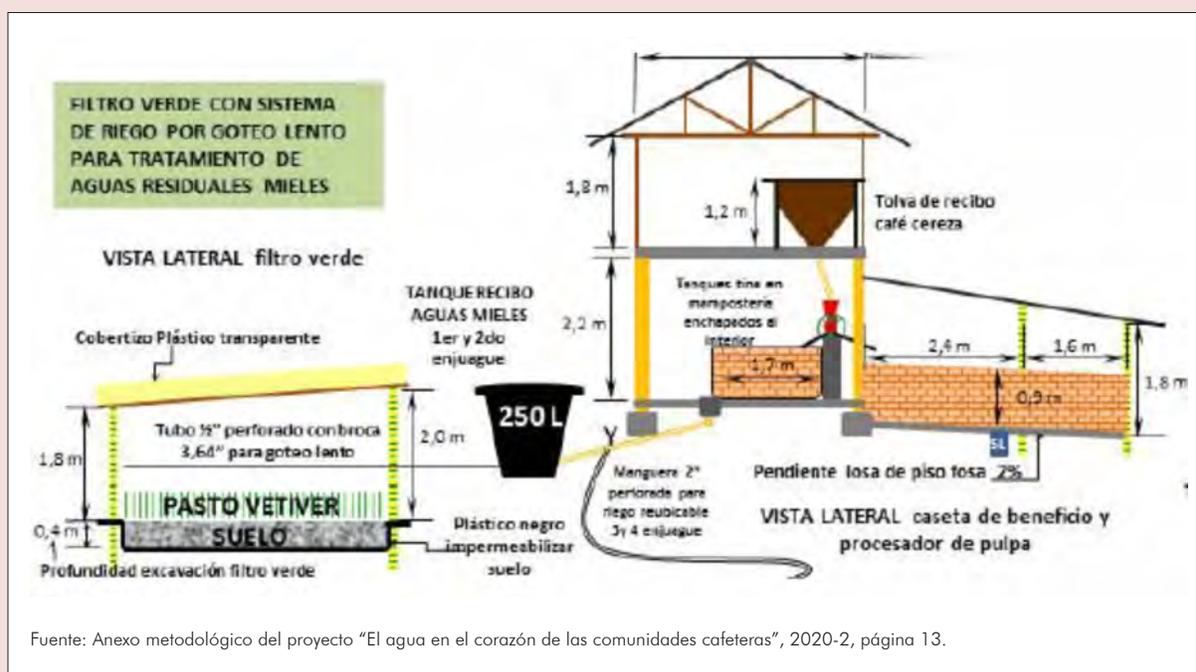
Fuente: Informe de actividades del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”, 2020-2.

Tabla 2. Cadena de valor del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”

Dimensión	Producto entregado	Efecto esperado
Ahorro de Agua	Beneficiadero Ecológico 200 beneficiarios	○ Disminución del consumo de agua en el proceso de beneficio
Reducción de la Contaminación del Agua		○ Reducción de la contaminación del agua en el proceso de beneficio
	Unidades sanitarias con sistemas sépticos 129 beneficiarios	○ Reducción de la contaminación del agua generada por la ausencia de sistemas de saneamiento básico
Acceso al Agua para el Consumo Humano	Tanques de reserva y filtros de purificación del agua 498 beneficiarios	○ Incremento en la tasa de acceso al agua adecuada para el consumo humano
Rentabilidad con el agua como aspecto central	Secador solar techado 90 beneficiarios	○ Incremento en la producción de Café Pergamino Seco
	Nuevas siembras y Renovación de Cafetales para 123 beneficiarios , 20 Ha. Reforestadas y 122 Ha. de café renovadas	○ Incremento en el nivel de producción de café

Fuente: Este estudio, a partir de informe de actividades del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”, 2020-2.

Ilustración 2. Beneficiadero ecológico entregado por el proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”



Fuente: Anexo metodológico del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”, 2020-2, página 13.

Con las características de este beneficiadero ecológico se espera que el productor reduzca el gasto de agua en el proceso de beneficio a menos de 10 litros por kg de cps y no llegue contaminación a las fuentes hídricas.

La infraestructura de **batería sanitaria** entregada por el proyecto se compuso de una construcción independiente, techada, con paredes y todos los elementos de un sanitario y ducha. Esta infraestructura se entregó con todas las instalaciones hidráulicas y eléctricas necesarias para su uso más un sistema séptico tipo filtro anaerobio de flujo ascen-

dente (FAFA)⁶, con capacidad de tratamiento de aguas domésticas para un hogar de hasta seis habitantes permanentes. Con la tecnología FAFA se puede garantizar la eliminación de hasta 80% de la carga contaminante que llega a las fuentes hídricas.

El **tanque de reserva** entregado tiene una capacidad de 500 litros, con el cual se puede suplir el consumo básico de un hogar de cuatro integrantes promedio por tres días. Este tanque se entregó acompañado del **filtro purificador de 20 litros**, cuyo diseño técnico elimina sólidos suspendidos, bacterias fecales

⁶ Filtro anaerobio de flujo ascendente que cumple con la normatividad referenciada en el Decreto 3930 de 2010 que para el manejo de aguas domésticas emitió el Gobierno nacional a través del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

y otros microorganismos que pueden afectar la calidad del agua y con ella la salud de los miembros del hogar.

El **secador solar techado** implementado es una adaptación del modelo desarrollado por Cenicafé, una infraestructura en guadua o madera rectangular con una sección transversal vertical parabólica cubierta en plástico traslúcido. Cada secador tiene una capacidad de 320 kg (2,5 cargas) de cps y aprovecha la energía solar y el viento para llevar el grano lavado a pergamino seco, brindando la posibilidad al caficultor de aumentar el precio de venta de su producto y escalar en la cadena de valor.

Por último, con las **nuevas siembras y la renovación de cafetales** se busca, por un lado, proteger las fuentes hídricas y por otro, aumentar la producción. En total se reforestaron 20 ha y se renovaron 122 ha.

2.2. Focalización del proyecto

El proyecto se focalizó en dos etapas: (i) territorial y (ii) poblacional. En la primera etapa, las veredas se seleccionaron a partir de la información del Sistema de Información Cafetera (SICA) con el criterio de cercanía geográfica y densidad de productores cafeteros a las fuentes hídricas de los ríos Lagunilla y Recio, en el Tolima. Con estos criterios, se seleccionaron 35 veredas: 18 colindantes con el río Lagunilla y 17 con el río Recio.

La focalización poblacional se realizó por convocatoria del comité municipal del Líbano, con cuatro criterios: (i) interés en participar en

el proyecto por parte de los caficultores, (ii) el conocimiento de la zona y los caficultores por parte del Servicio de Extensión, (iii) la asistencia a reuniones técnicas convocadas por el Comité del Líbano, y (iv) la no participación en proyectos en el año inmediatamente anterior. Con estos criterios se priorizaron las visitas a finca y se hicieron 1.185 diagnósticos, con los cuales se concertó la entrada oficial al programa y se determinó la idoneidad del producto a entregar para cada beneficiario.

Se resalta que 52 beneficiarios iniciaron el proceso en el proyecto, pero por razones personales no continuaron. Aprovechando que este grupo tuvo su caracterización inicial, se convirtió en el grupo control, lo que aseguró tener un contrafactual de observación y control de diferencias para el periodo estudiado.

Aunque no fue un criterio previo de selección poblacional, los productores participantes del proyecto se caracterizaron por ser vulnerables y tener una mayor participación relativa de mujeres productoras (Tabla 3). Sus características son muy similares a las del productor promedio del país, con 54,5 años de edad, 5,3 años de educación y en hogares tradicionales (jefe con cónyuge) con un tamaño promedio de 3 personas. No obstante, para todos los grupos se evidencia un menor tamaño del hogar con respecto al hogar promedio cafetero.

Al analizar el grado de conexión de los productores beneficiarios con la institucionalidad cafetera, se observó que, en efecto, la selección no fue aleatoria y primó su cercanía con la institucionalidad (Tabla 4). Por ejemplo, el porcentaje de productores que tiene activa su

tarjeta/cédula cafetera supera el 90% para todos los grupos, nivel superior al promedio cafetero de 72,4%. Y el porcentaje de productores beneficiarios que hace parte del censo

electoral de 2022 de la FNC superó el 85% con una diferencia de más de 20 puntos porcentuales (pp) con respecto a la tasa de participación nacional (Tabla 4).

Tabla 3. Sociodemografía de los productores beneficiados por el proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”*

	Beneficiarios y grupo control de proyecto "El agua en el Corazón de las Comunidades Cafeteras"						
	Total productores de café (país)	Beneficiario ecológico	Unidad sanitaria	Filtro y tanque de reserva	Secador solar techado	Renovación de cafetales	Grupo de control
% de productores en Sisbén	81,20	77,10	88,30	84,90	74,50	75,20	80,40
% de mujeres productoras	31,00	31,20	40,00	34,40	31,70	25,70	47,10
Edad promedio de los productores en 2023	54,5 años	54,1 años	55,1 años	58,2 años	59,0 años	57,0 años	57,0 años
Años promedio de escolaridad productores	5,3 años	6,0 años	3,7 años	5,0 años	5,0 años	3,6 años	3,7 años
% de productores afiliados al régimen contributivo	17,20	21,00	1,50	11,00	26,10	2,40	4,20
% en Pobreza multidimensional	26,20	30,30	46,60	30,10	29,20	38,50	51,40
% productores en pobreza extrema	29,90	33,30	31,10	33,00	30,40	48,80	38,90
% Beneficiario de algún programa de transferencias monetarias del Gobierno nacional	42,60	28,40	41,40	35,90	28,60	34,90	34,60
% en posesión o usufructo	47,70	44,80	56,70	51,50	41,80	51,40	51,00
% Hogar tradicional (jefe con cónyuge)	54,90	58,80	41,60	51,30	63,30	60,70	68,00
% Jefatura femenina	29,90	28,80	39,50	39,60	41,70	40,20	45,80
Tamaño del hogar (personas)	3,6	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,0

* Estos indicadores fueron contruidos a partir de la información del Sistema de Información de Hogares Cafeteros (SIHC-FNC) del año 2023. Se toma como valor de referencia la primera columna, que muestra las estadísticas de los productores cafeteros a nivel nacional. A partir de la segunda columna se observan los grupos de focalización del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras”.

Fuente: Este estudio, a partir del Sistema de Información de Hogares Cafeteros de la FNC.

Tabla 4. Conexión de los productores beneficiados por el proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras” con la institucionalidad cafetera

	Beneficiarios y grupo control de proyecto "El agua en el Corazón de las Comunidades Cafeteras"						
	Total productores de café (país)	Beneficiario ecológico	Unidad sanitaria	Filtro y tanque de reserva	Secador solar techado	Renovación de cafetales	Grupo de control
Área promedio en café (Ha.)	1,4Ha.	1,7Ha.	1,4Ha.	1,7Ha.	1,7Ha.	2,3Ha.	1,7Ha.
% que tienen activa la Tarjeta cafetera (Banco de Bogotá)	72,40	96,70	95,80	94,10	98,70	92,30	92,20
% que pertenece a alguna cooperativa de caficultores	12,20	6,60	4,20	12,80	13,90	20,00	2,00
% que pertenece a programas de Café con sostenibilidad	22,20	8,20	6,70	14,10	15,20	20,00	3,90
% que ha recibido transferencias monetarias a través de de la FNC entre 2018 y 2022	39,50	54,10	50,00	57,00	68,40	52,40	47,10
% que hace parte del censo electoral	63,40	92,20	95,00	95,90	94,90	86,70	90,20
% de Tasa de participación electoral	58,80	54,70	54,40	51,70	48,00	59,30	52,20

Fuente: Este estudio, a partir del Sistema de Información de Hogares Cafeteros de la FNC.

3. EVIDENCIA DE OTRAS EVALUACIONES

➤ *Impactos de reducción en el consumo y la contaminación del agua por el proceso de beneficio del café*

Bayene *et al.* (2012) evaluaron el impacto de los desechos del procesamiento del café en la calidad del agua en una de las zonas de influencia cafetera en Etiopía. Para ello, monitorearon la idoneidad del agua en 44 sitios de muestreo a lo largo de 18 ríos que recibieron desechos no tratados de 23 plantas procesadoras y despulpadoras de café. Los resultados se compararon con 20 sitios de muestreo libres del impacto de los residuos de la actividad cafetera. Los análisis físico-químicos y biológicos revelaron un deterioro significativo en la calidad del agua de los ríos como resultado del vertido de residuos de café sin tratar a cursos de agua de hasta 1.900 mg/L de DQO, llevando a una reducción significativa de las especies acuáticas.

Entre 2013 y 2018, la FNC y Cenicafé, junto con Nespresso, Nestlé, Nescafé, Wageningen University Research y la Netherlands Enterprise Agency, desarrollaron el proyecto Gestión Inteligente del Agua (GIA)-Manos al Agua- para enfrentar los desafíos del desbalance hídrico en el sector cafetero y su cadena de valor. GIA se

concentró en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Nariño y Valle del Cauca, con un enfoque de manejo de 25 microcuencas aledañas a 148.754 hectáreas de café.

En el marco de este proyecto, Rodríguez *et al.* (2018) corroboraron los efectos negativos de la actividad cafetera en las fuentes hídricas y evaluaron el impacto de la implementación de un conjunto integral de bienes y acciones⁷ enfocados en mejorar la calidad del agua. El grupo de tratamiento se configuró a partir de los puntos en las microcuencas “aguas abajo” del área de implementación del proyecto, controlado por un punto “aguas arriba” de la influencia de la actividad cafetera.

Ambos grupos fueron monitoreados en cuatro campañas en distintos momentos de la actividad caficultora (sin cosecha, cosecha de mitaca y cosecha principal). La evaluación determinó que el proyecto GIA tuvo un efecto positivo en las fuentes hídricas porque el índice de calidad del agua KPI21⁸ registró un valor de 0,61 puntos en la campaña 1 y

⁷ El modelo GIA se enfocó en las siguientes acciones: (i) formación multinivel, (ii) tecnologías para el manejo de aguas en finca (ahorro y descontaminación), (iii) beneficio ecológico del café (individual y central de beneficio) y tratamiento de aguas residuales de la finca, (iv) renovación de cafetales, (v) apoyo a mecanismos para el acceso a agua potable, (vi) fortalecimiento del manejo forestal con fines de protección en región, (vii) fortalecimiento de la capacidad local para el manejo y conservación del suelo y restauración ecológica, y (viii) pago por servicio ambiental.

⁸ El índice de calidad del agua KPI21 es un índice sintético que suma los resultados de tres índices: (i) índice físico-químico del agua ICA-NSF, (ii) índice biológico BMWP/Col e (iii) índice hidromorfológico SVAP. Valores de KPI21 cercanos a 0 indican el nivel más bajo de calidad de la fuente hídrica y cercanos a 1 reflejan los niveles más altos de calidad.

creció a 0,66 puntos en la campaña 4. En contraste, en el punto control, el KPI21 bajó de 0,74 puntos a 0,69 puntos en el mismo periodo, indicando un impacto del proyecto de 14,1%. Los autores señalaron que, si bien la medición del impacto sobre las microcuencas se constituyó en un gran aporte, tiene la limitación de no discriminar las fuentes generadoras de contaminación, como las actividades ganaderas e industriales desarrolladas en el mismo territorio.

➤ *Impactos de la reducción de la contaminación del agua producto de la mejora en los sistemas de saneamiento básico*

En la literatura, el uso o apropiación de sistemas de saneamiento básico, como el tipo instalado por el proyecto (sistema séptico) para reducir la contaminación de fuentes hídricas, se ha medido con (i) indicadores de pH, (ii) concentración de nitritos y (iii) cantidad de bacterias coliformes encontradas en el agua del afluente cercano.

Arwenyo *et al.* (2017) realizaron un estudio en el norte de Uganda, en la municipalidad de Gulu, para analizar el impacto de sistemas sépticos previamente instalados en la contaminación del agua. Para ello, cubrieron un área de 61 km² del municipio, cercano a una fuente de agua. Con sistemas de georreferenciación como *Google Maps* y *ArcGIS*, contaron los tanques sépticos ubicados en el área delimitada y determinaron las relaciones entre la proximidad de los tanques al afluente de agua y la concentración de los indicadores mencionados. La principal conclusión del artículo es que el uso inadecuado de los sis-

temas sépticos (falta de mantenimiento y el aumento en la densidad de residuos) genera contaminación en los afluentes de agua, por lo que “la ubicación del sistema séptico y la separación entre esta intervención y la fuente de consumo de agua más cercana debe ser regulada” (Arwenyo *et al.*, 2017).

Por su parte, Bouderbala (2019) resalta los beneficios de tener un sistema séptico en la ruralidad basado en su estudio en la zona de Ain Soltane en Argelia. En primer lugar, “el sistema séptico diseñado para tratar los desechos humanos deja de saturar de materia orgánica y microorganismos las zonas donde están instalados, lo que puede purificar el agua mediante procesos naturales”. Además, los sistemas sépticos actúan como mitigadores de contaminación, no solo para el afluente sino para el agua subterránea que desemboca en las zonas urbanas.

Finalmente, la Universidad Pontificia Bolivariana realizó un estudio durante la construcción de sistemas sépticos en la microcuenca La Angula, cercana al municipio de Lebrija, Santander, que resaltó principalmente que “la falta de un manejo adecuado de aguas residuales en la zona había llevado a la contaminación significativa de cuerpos de agua naturales”, por lo que se optó por la implementación de sistemas sépticos prefabricados para una mejor gestión de las aguas residuales, que impacta positivamente la protección del medio ambiente y mejora las condiciones sanitarias de la comunidad.

Como se observa, las evaluaciones de las diferentes dimensiones se concentran en co-

rroborar los impactos negativos en las fuentes hídricas, pero sin tener en cuenta grupos de control, con excepción de GIA-Manos al Agua. En razón de lo anterior, esta investiga-

ción constituye un gran aporte a la generación de evidencia cuantitativa para las acciones que buscan impulsar la sostenibilidad ambiental.

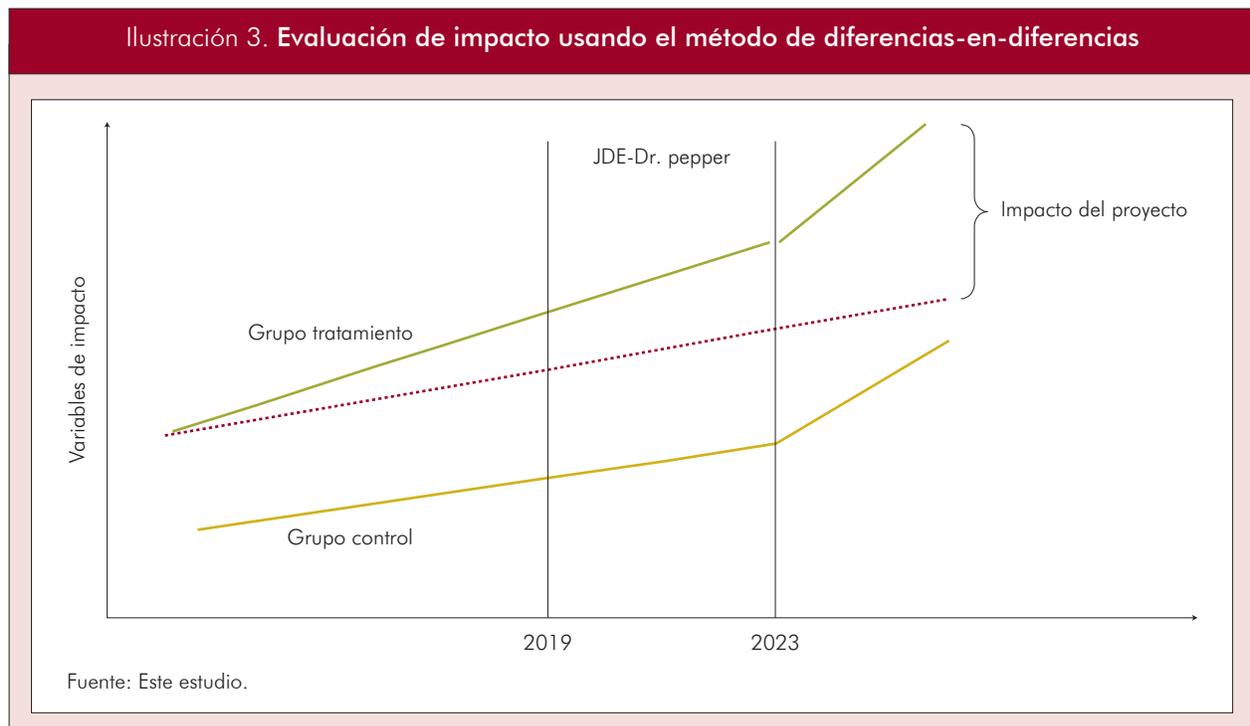
4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

4.1. Estrategia de identificación: diferencias-en-diferencias

Debido a que la selección de la población beneficiaria no fue aleatoria y además se encontraron diferencias en las características observables entre los grupos de beneficiarios y de control (Tablas 3 y 4), el método más adecuado para estimar los efectos de largo plazo del proyecto es el de diferencias-en-diferencias (Dif-en-Dif). De acuerdo con Cerulli (2022), en un contexto cuasiexperimental, el Dif-en-Dif es la mejor estrategia para asegurar causalidad cuando no se incluyen variables relacionadas con el paso del tiempo o por diferencias estructurales entre los grupos de tratamiento y control que ya estaban presentes antes de la implementación del proyecto (Ilustración 3).

En esta ilustración se observa la trayectoria teórica que se espera tengan los grupos tratamiento y control en relación con las variables de impacto. Se espera una trayectoria positiva para: (i) La tasa de acceso al agua adecuada para el consumo humano; (ii) La rentabilidad por la mayor comercialización de Café Pergamino Seco y (iii) La producción de café. Por el contrario, se espera una trayectoria negativa en: (i) El consumo de Agua por efecto del proceso de beneficio, (ii) La contaminación del agua por efecto del proceso de beneficio, (iii) La contaminación del agua por efecto de las actividades del hogar. Desafortunadamente, como no se tiene información previa a 2019, no se pudo verificar el supuesto de

Ilustración 3. Evaluación de impacto usando el método de diferencias-en-diferencias



tendencias paralelas el cual confirmaría las trayectorias esperadas.

La línea punteada hace referencia a la trayectoria que seguiría el grupo tratamiento en ausencia del proyecto la cual sigue una pendiente paralela a la trayectoria del grupo control.

El modelo Dif-en-Dif requiere de la existencia de observaciones de los mismos individuos antes y después de recibir el proyecto (panel de datos). Como se mencionó, “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras” realizó 1.185 diagnósticos que sirvieron como fotografía inicial de los valores de las variables de impacto del proyecto; no obstante, se requirió la subsanación de esta línea base para lograr la estimación rigurosa de las variables de impacto según la metodología establecida por Cenicafé.

Para ello, se realizó una encuesta probabilística y estratificada, por producto entregado y el grupo control, a 339 productores beneficiarios. Con esta información se conformó el panel (2019-2023) a partir del cual se estimaron las variables de impacto y los efectos del programa.

La idoneidad del grupo de control se valoró por su representatividad estadística en relación con cada grupo de beneficiarios y la posible recepción de intervenciones similares en el periodo. Explícitamente, el grupo de control representó 26% respecto al grupo que recibió el beneficiadero ecológico, 40% respecto a los beneficiarios de la unidad sanitaria, 10,4% respecto a los caficultores que

recibieron el filtro y tanque de reserva, 59% de los beneficiarios del secador solar techado y 42,3% respecto a quienes recibieron nuevas siembras y renovaciones. Adicionalmente, el 86,5% del grupo control recibió en el periodo apoyos para la renovación de cafetales, 10,8% recibió beneficiaderos ecológicos y 2,7%, filtros de agua y tanques de reserva.

La causalidad se estimó con la ecuación (4.1).

$$Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 JDEPeets_{ijt} + \beta_2 T_t + \delta(T_t * JDEPeets_{ijt}) + \varepsilon_{ijt} \quad (4.1)$$

Donde Y_{ijt} es cada una de las seis variables de impacto descritas en la cadena de valor, según el caficultor i en el tiempo t y el tipo de beneficio j . $JDEPeets_{ijt}$ es un indicador binario (variable *dummy*) que toma el valor de 1 si el caficultor ha sido beneficiario del producto asociado a la variable de impacto, T_t es también una variable *dummy* que toma el valor de 1 si nos referimos a 2023 y 0 si se refiere al año 2019; $Tt * JDEPeets_{ijt}$ es el término de interacción que toma el valor de 1 si el año es 2023 y el caficultor recibió la intervención asociada con la variable de impacto j . ε_{ijt} es el término de error.

Adicionalmente, en la ecuación (4.1) se introdujeron efectos heterogéneos para examinar la existencia de posibles efectos multiplicadores del proyecto cuando confluyen en el productor ciertas características como ser mujer productora o recibir otras transferencias monetarias del Gobierno nacional como Colombia Mayor y/o Familias en Acción.

4.2. Estimación de las variables de impacto

➤ Disminución en el consumo de agua en el proceso de beneficio

Esta variable se midió a partir del Índice de Manejo de Agua en el Proceso de Beneficio Húmedo del Café (IMAPBHC), desarrollado por Cenicafé⁹. Este indicador puntea la infraestructura y las acciones del caficultor a lo largo del proceso de beneficio, arrojando valores

entre **0** y **1**. Los procesos de beneficio con calificación **0** son los que alcanzan un gasto de al menos 40 l/kg de cps; en el otro extremo, los valorados con **1** son aquellos cuyo gasto estimado es cero agua. Las incidencias y los valores asignados se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Manejo de agua en el proceso de beneficio para el grupo tratamiento y el de control (2019-2023) (T = Tratamiento y C = Control)

Método	2019		2023		Puntaje IMAPBHC-Cenicafé	
	T (%)	C (%)	T (%)	C (%)		
Recibo de café cereza	Estructura rústica en cemento	26,6	24,3	0,0	13,5	0,008
	Tanque Sifón sin recirculación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,008
	Tanque Sifón con recirculación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,075
	Bomba sumergible	0,0	0,0	0,0	2,7	0,075
	Separador Hidráulico, Tolva y Tornillo sin fin	0,0	2,7	0,0	0,0	0,075
	Tolva seca	35,9	46,0	98,4	83,8	0,125
	En una caneca	37,5	27,0	1,4	0,0	0,125
Despulpado	Despulpa con Agua	70,3	61,1	10,9	48,7	0,000
	Despulpa sin agua	29,7	38,9	89,1	51,4	0,125
Transporte de la pulpa	Transporta la pulpa con Agua	70,3	61,1	0,0	18,9	0,000
	Transporta la pulpa sin agua	29,7	38,9	100,0	81,1	0,125
Transporte del café baba	Transporta el café baba con Agua	70,3	61,1	0,0	29,7	0,000
	Transporta el café baba sin agua	29,7	38,9	100,0	70,3	0,125
Lavado del Mucílago	Canal de correteo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
	Bomba sumergible	0,0	0,0	0,0	0,0	0,306
	Canal semisumergible	0,0	0,0	0,0	0,0	0,319
	Tanque convencional	85,9	83,8	12,5	75,7	0,375
	Tanque-Tina	0,0	5,4	87,5	16,2	0,400
	Desmucilagador Becosub-Deslim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,479
	Lavador Mecánico Ecomill®	0,0	2,7	0,0	2,7	0,490
En una caneca	14,1	8,1	0,0	5,4	0,490	

Fuente: Estimaciones propias.

⁹ Cenicafé. (2022). Boletín técnico 46.

El puntaje promedio alcanzado por cada grupo para los años 2019 y 2023 se determinó en litros de agua consumidos a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Gasto agua} \frac{\text{litros}}{(\text{kg de cps})} = \frac{40 \text{ litros}}{(\text{kg de cps})} * (1 - \overline{\text{IMAPBHC}})$$

➤ *Reducción de la contaminación de agua en el proceso de beneficio*

Este indicador se estimó con el Índice de Calidad Ambiental en el Proceso de Beneficio Húmedo del Café (ICAPBHC), también desarrollado por Cenicafé. Este indicador califica la infraestructura y las acciones del caficultor a lo largo del proceso de beneficio, de tal manera que las calificaciones cercanas a 0 se asocian con la mayor contaminación de agua, mientras que las cercanas a 1 se relacionan con la menor contaminación de agua. Las frecuencias encontradas y su calificación asociada se presentan en la Tabla 6.

El puntaje promedio alcanzado por cada grupo para los años 2019 y 2023 se expresó en gramos de DQO generados a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Generación contaminación agua DQO/kg de cps} = \frac{575,1 \text{ g de DQO}}{(\text{kg de cps})} * (1 - \overline{\text{ICAPBHC}})$$

➤ *Reducción de la contaminación de agua por la implementación de sistemas de saneamiento básico en la vivienda, acceso a fuentes adecuadas de agua para el consumo humano y producción en café pergamino seco*

Se consideró que el hogar tenía un sistema de saneamiento básico adecuado si la vivienda disponía de alcantarillado o unidad sanitaria con pozo séptico en buen estado. Para el seguimiento, en 2023, además de la tenencia del sistema de saneamiento, solo se consideraron adecuados aquellos que efectivamente se usaran o hubieran tenido alguna inversión adicional.

La incidencia obtenida (TC) se determinó en gramos de DQO generados a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Generación contaminación agua} \frac{\text{DQO}}{\text{kg}} \text{ de cps en finca} = ((1 - \text{TC}) * 0,2 * 100 * 3)^{10}$$

Por su parte, se clasificó un hogar con acceso a fuentes adecuadas de agua para el consumo humano cuando contaba con conexión a acueducto con llegada del agua los siete días de la semana o tenía tanque de reserva o filtro de purificación. Para el seguimiento en 2023, se incluyó la triple condición de usar el tanque de reserva, el filtro de purificación y haber invertido en el mantenimiento de ambos.

¹⁰ Por las características del sistema séptico entregado se considera técnicamente que su tasa de descontaminación es del 80%. El valor de 3 hace referencia al tamaño promedio de los hogares que hicieron parte del estudio.

Tabla 6. Manejo de la contaminación en el proceso de beneficio para el grupo tratamiento y el de control (2019-2023) (T = Tratamiento y C = Control)

	Método	2019		2023		Puntaje IMAPBHC-Cenicafé
		T (%)	C (%)	T (%)	C (%)	
Recibo de café cereza	Estructura rústica en cemento	26,60	24,30	0,00	13,50	0,001
	Tanque Sifón sin recirculación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001
	Tanque Sifón con recirculación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,012
	Bomba sumergible	0,00	0,00	0,00	2,70	0,012
	Separador Hidráulico, Tolva y Tornillo sin fin	0,00	2,70	0,00	0,00	0,020
	Tolva seca	35,90	46,00	98,40	83,80	0,020
	En una caneca	37,50	27,00	1,40	0,00	0,020
Despulpado	Despulpa con Agua	70,30	61,10	10,90	48,70	0,000
	Despulpa sin agua	29,70	38,90	89,10	51,40	0,150
Transporte de la pulpa	Transporta la pulpa con Agua	70,30	61,10	0,00	18,90	0,000
	Transporta la pulpa sin agua	29,70	38,90	100,00	81,10	0,150
Transporte del café baba	Transporta el café baba con Agua	70,30	61,10	0,00	29,70	0,000
	Transporta el café baba sin agua	29,70	38,90	100,00	70,30	0,150
Tratamiento de las aguas que quedan del lavado del mucilago	No hace manejo ni tratamiento del agua	96,90	97,20	7,80	54,30	0,000
	Hacía tratamientos con filtros, sedimentadores, reactores hidrolíticos	3,10	2,80	20,30	43,70	0,050
	Hacía tratamientos con filtros, sedimentadores, reactores hidrolíticos	3,10	2,80	20,30	43,70	0,050
	Adicionaba el mucilago del Becolsub a la pulpa en el procesador sin recircular los lixiviados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,130
	Adicionaba las dos primeras cabezas de lavado del tanque tina a la pulpa en el procesador, desnatadores+filtros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,200
	Utilizaba SMTA, Biodigestores, tratamientos químicos, tratamiento de lixiviados, mezcla pulpa-mieles del Ecomill en el procesador sin recircular los lixiviados	0,00	0,00	3,10	1,00	0,200
	Hacía un manejo y tratamiento completo de las aguas mieles sin generar vertimientos	0,00	0,00	68,80	1,00	0,260
Almacenamiento y descomposición de la pulpa en un lugar techado	No	95,30	80,60	10,90	70,30	0,000
	Sí	4,70	19,40	89,10	29,70	0,150
Usos secundarios de la pulpa	No	100,00	100,00	9,40	59,50	0,000
	Sí	0,00	0,00	90,60	40,50	0,120

Fuente: Estimaciones propias.

Finalmente, el incremento en la comercialización de café pergamino seco y la producción se estimó a partir de los valores reportados por el caficultor para ambos periodos.

Tabla 7. Incidencia de las demás variables dependientes de la evaluación de impacto (T = Tratamiento y C = Control)

Indicador	2019		2023	
	T (%)	C (%)	T (%)	C (%)
Tenencia de sistemas de saneamiento básico adecuados	5,4	32,4	64,3	54,1
Acceso a fuentes adecuadas de agua para el consumo humano	0	0	0,5	0,16
Tasa de comercialización de Café Pergamino Seco	67,6	67,6	93,5	64,9
Nivel de producción (Cargas de 125 kg)	26,6	14,8	20,1	11,3

Fuente: Estimaciones propias.

5. RESULTADOS

5.1. Impactos

En la Tabla 8 se resumen los resultados de la ecuación (4,1). Las cifras muestran que la incorporación de infraestructura ecológica en las fincas cafeteras favorece el ahorro del agua, la menor contaminación y el acceso efectivo a fuentes de agua adecuada para el consumo humano.

Los participantes del proyecto que recibieron el beneficiadero ecológico ahorraron **7,6 litros de agua por Kg de cps** en comparación con el grupo control, con un impacto del 75,8% y un

Tabla 8. Resumen de los impactos encontrados

Dimensión	Intervención	Indicador	Año	Tratamiento	Control	Dif-en-Dif	Impacto
Ahorro del Agua	Beneficiadero ecológico N=200	Disminución en el consumo de agua en el proceso de beneficio (IMAPBHC) (litros)	2019	16,14 litros	13,9 litros	-7,6 litros***	75,8%
			2023	4,67 litros	10 litros		
Reducción de la contaminación del agua	Beneficiadero ecológico N=200	Contaminación en proceso de beneficio (ICAPBHC) (gramos de DQO's)	2019	485,1 gr. dco	451,5 gr. dco	-250 gr. dco***	89,6%
			2023	62,7 gr. dco	279,4 gr. dco		
	Unidad Sanitaria N = 129	Contaminación generada por el sistema de saneamiento básico de la vivienda (gramos de DQO's)	2019	170,4 gr. dco	121,6 gr. dco	-110 gr. dco***	133,0%
			2023	21,4 gr. dco	82,7 gr. dco		
Acceso al agua para el consumo humano y las actividades domésticas	Filtro de Agua y Tanque de Reserva N=498	% de productores que tienen acceso a fuentes adecuadas de agua para el consumo humano	2019	0,0%	0,0%	33,8pp***	208,6%
			2023	50,0%	16,2%		
Rentabilidad de las fincas cafeteras con el agua como aspecto central	Secador Solar techado N=90	% de productores que comercializan algo de su producción en forma de Café Pergamino Seco	2019	67,6%	67,6%	30pp***	46,2%
			2023	93,5%	64,9%		
	Renovación de cafetales y Nueva siembra N = 123	Cargas de Café Producidos	2019	26,6 cargas	14,8 cargas	-3pp	-
			2023	20,2 cargas	11,3 cargas		

*** Resultados con significancia estadística al 99% de nivel de confianza.
Fuente: Este estudio.

ahorro económico estimado de COP 75.000 mensuales¹¹. Los mayores ahorros se presentaron por los cambios en la etapa de despulpado (35,1%), transporte de pulpa (60,0%) y el transporte de café baba (29,1%), al aprovechar la gravedad con el beneficiadero de dos niveles.

Además, este mismo grupo de beneficiarios redujo **la contaminación de agua en 250,2 gr de DQO**, con un ahorro estimado mensual de \$1,65 millones/mensuales por finca o beneficiario¹² en relación con el grupo que no recibió esta infraestructura, con un impacto de 89,6%. Los cambios en los hábitos del beneficio que más aportaron a esta reducción fueron el tratamiento de aguas residuales (24,8%), la descomposición de la pulpa (29,0%) y el uso secundario de la pulpa (15,7%). La menor contaminación del agua también se vio favorecida por la instalación de las unidades sanitarias con sus respectivos sistemas sépticos. Los beneficiarios lograron **reducir la contaminación del agua en 110 gr de DQO adicionales día-finca** con un ahorro de \$1.650/mes¹³ en comparación al grupo control, con un impacto del 133%.

Como complemento a los impactos de la infraestructura ecológica, los caficultores que

recibieron el filtro de agua y el tanque de reserva aumentaron en **33,8 puntos porcentuales el acceso a fuentes de agua adecuadas para el consumo humano**, con un impacto del 208,6%. Y los caficultores que recibieron el secador solar techado aumentaron en 30 puntos porcentuales la comercialización de su producción como café pergamino seco, tipología que el mercado paga a un mejor precio. No se encontraron efectos de mayor producción derivados de la mayor renovación y las nuevas siembras, efecto que pudo haberse desvanecido por el fenómeno de "La Niña". Cabe resaltar que, al aplicar los efectos heterogéneos, no se encontraron efectos multiplicadores por la condición de ser mujer caficultora o recibir otras transferencias monetarias del Gobierno nacional como Colombia Mayor y/o Familias en Acción.

5.2. Apropriación de largo plazo

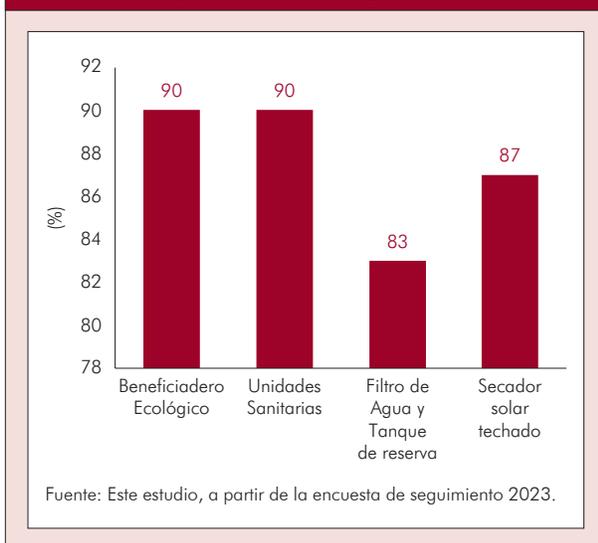
La apropiación se valoró a partir del uso efectivo y la inversión en dinero para mantener en buen estado las intervenciones y la infraestructura recibidas. Luego de 5 años de haberse implementado el proyecto, se encontró un alto grado de apropiación, en todos los casos superior al 85% (Ilustración 4).

¹¹ El potencial ahorro mensual se estimó a partir del hecho que los productores que recibieron el beneficiadero ecológico registraron una producción de 252.578 cargas de 125 kg de café, que a \$ 750/m³ de agua ahorrada por carga per cápita arroja un valor de 75.000 pesos mensuales. En otras palabras, como el ahorro es de 7,6 L de agua/kg cps y se producen 252.578 cargas (el ahorro es de 240.000 m³ de agua equivalentes a \$ 180 millones en 200 beneficiarios (\$ 900.000 anuales/beneficiario), equivalentes a \$ 75.000/mensuales.

¹² Como la reducción es de 250,2 g de DQO/kg cps y se producen 252.578 cargas (la reducción sería de 7.900 toneladas de DQO equivalentes a 3.950 millones (el costo de remover 1 tonelada de DQO es de \$ 500.000) en 200 beneficiarios (\$ 19,75 millones anuales/beneficiario), equivalentes a \$ 1,65 millones/mensuales-finca o beneficiario

¹³ Si la reducción es de 110 g de DQO/día-finca, se tendrían 3,3 kg de DQO/mes (a \$ 500/kg de DQO), se tendría un ahorro de \$ 1.650/mes.

Ilustración 4. Apropiación de largo plazo de los productos entregados



Del grupo que recibió el beneficiadero ecológico, el 2% de los caficultores declararon que no usaron la infraestructura entregada porque su cosecha es muy poca y prefieren mantener su método tradicional de beneficio. El 7,8% afirmó que no construyó el procesador de pulpa (fosa) y el 9,4% reportó no usar la pulpa para usos secundarios, principalmente por el gasto en tiempo y esfuerzo que les implican estas actividades. Las menores apropiaciones se encontraron en el filtro y tanque de reserva (83,3%) y el secador solar techado (87%), explicado por los caficultores por la deficiente calidad de los materiales.

5.3. Percepción del caficultor en cuanto a los beneficios económicos y mejoras en la calidad de vida

De manera general, la percepción del caficultor sobre sus beneficios económicos y mejoras

en calidad de vida es favorable tras 5 años de implementación del proyecto. Principalmente, los beneficiarios de todas las intervenciones perciben una mayor valorización del predio gracias a la infraestructura entregada.

El 41% de los caficultores que recibieron el beneficiadero ecológico afirmó tener más tiempo para otras actividades; esta proporción fue de 31% para los receptores del secador solar.

Respecto a las mejoras en calidad de vida percibidas por los beneficiarios de la unidad sanitaria o el tanque de reserva y filtro de purificación de agua hay una impresión de mejora en la salud de las personas del hogar (molestias estomacales) derivadas del consumo del agua. Para los beneficiarios de la unidad sanitaria, se identificó que la privacidad y la mayor asistencia escolar son consideradas mejoras en la calidad de vida por la generación de un espacio cerrado para la ducha y el sanitario, que permite separar los espacios de la vivienda. En cuanto a la asistencia escolar, “cuando los niños tienen acceso a agua segura y retretes, cuentan con un entorno más favorable para estudiar, aprender y desarrollar todo su potencial” (Unicef, 2020).

Adicionalmente, se identificaron diferentes externalidades positivas como el arriendo o préstamo de infraestructura (16% de quienes recibieron beneficiadero ecológico), y la concientización de la población sobre la importancia de proteger y cuidar los recursos hídricos y el medio ambiente como una mejora en su calidad de vida.

6. CONCLUSIÓN

Los resultados de la evaluación de impacto del proyecto “El agua en el corazón de las comunidades cafeteras” en el departamento del Tolima muestran que la instalación de infraestructura ecológica es una buena estrategia para el cuidado de las fuentes hídricas y el medio ambiente. El proyecto logró impactos positivos e importantes en la disminución del consumo y la contaminación del agua, además de un aumento en la cantidad comercializada de café como pergamino seco, asociado con un mayor valor de venta o posibles mayores ingresos.

Asimismo, se evidenció un alto grado de apropiación de todas las intervenciones recibidas luego de 5 años de implementación del proyecto, logrando impactos positivos en la calidad de vida del caficultor como acceso a fuentes de agua limpia apta para el consumo humano y percepciones positivas como ga-

nancias de tiempo, mayor productividad de su trabajo y la valorización de los predios.

Adicionalmente, se observa el mayor impacto ambiental y en la calidad de vida que tiene la infraestructura ecológica destinada a mejorar el saneamiento básico de las viviendas y el acceso al agua adecuada para el consumo humano, que compensa, para el caso del saneamiento básico, su mayor costo.

Finalmente, este estudio demuestra la importancia de implementar estrategias de evaluación de proyectos de esta naturaleza con evidencia cuantitativa que permita medir la pertinencia de la inversión, el nivel de apropiación de las intervenciones y la reducción de la contaminación y el ahorro de agua con el fin de aportar como referencia a la planeación y desarrollo de futuros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acciona (2024). ¿Qué es el desarrollo sostenible? https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?_adin=11734293023
- Arwenyo, B., Wasswa, J., Nyeko, M., Kasozi, G. (2017). The impact of septic systems density and nearness to spring water points on water quality. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 11, 11-18. DOI 10.5897/AJEST2016.2216
- Bayene, A., Addis, T., Kassahun, Y., Assefa, F. (2012). The impact of traditional coffee processing on river water quality in Ethiopia and the urgency of adopting sound environmental practices. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 7053-7063. DOI 10.1007/s10661-011-2479-7.
- Bouderbala, A. (2019). Human impact of septic tank effluent on groundwater quality in the rural area of Ain Soltane (Ain Defla), Algeria. *Environmental and Socio-Economic Studies*, 2, 1-9. DOI 10.2478/enviro-2019-0007
- Calderón, R., Rodríguez, N. (2018). *Modelo integral de manejo de microcuencas cafeteras en Colombia - Experiencia Manos al Agua*. Federación Nacional de Cafeteros.
- Comité de Cafeteros del Tolima - Federación Nacional de Cafeteros (2020). *Informe de ejecución del proyecto con JDE Peets*.
- Comité de Cafeteros del Tolima - Federación Nacional de Cafeteros (2021). *Progress report for the project implemented with JDE Peets*.
- Rodríguez, N., Quintero, L., Gómez, G., Bohórquez, V., González, C., Osorio, A., García, A. (2018). *Calidad del agua en las microcuencas cafeteras* [Final report for the project IWM-Manos al Agua]. Federación Nacional de Cafeteros.
- Rodríguez, N., Duque, D., Jaramillo, CM., Quintero, L. (2022). *Adopción del beneficio ecológico del café en Colombia*. Gerencia Técnica FNC-Cenicafé.
- Rodríguez, N., Sanz, J., Ramírez, CA., Quintero, L., Tibaduiza, CA (2022). *Tipificación del beneficio del café en Colombia. Relación con el consumo de agua, generación de vertimientos y huellas hídricas azul y gris*. Gerencia Técnica FNC-Cenicafé.
- Santos, D. (2013). *Lecciones aprendidas durante la construcción de sistemas sépticos: Caso de estudio microcuenca La Angula, parte media del municipio de Lebrija, Santander* [thesis, Universidad Pontificia Bolivariana (Bucaramanga)]. Digital archives. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5783>