

**PLAN DE MONITOREO**

**PROGRAMA COLOMBIA SOSTENIBLE**

**CO-L1166**

**Septiembre, 2017**

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	3
II. INDICADORES DE PRODUCTO .....	6
III. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA .....	7
a. Instrumentos para el Monitoreo del Programa .....	8
b. Presentación de Informes .....	9
c. Sistema de Monitoreo .....	9
IV. PLAN DE TRABAJO Y PRESUPUESTO, .....	10

## PLAN DE MONITOREO (CO-L1166)

### I. INTRODUCCIÓN

- 1.1 El objetivo del programa es mejorar la gestión del capital natural y aumentar los ingresos de la población en zonas prioritarias posconflicto mediante la restauración y conservación de ecosistemas prioritarios y provisión de financiamiento para el desarrollo de iniciativas agrícolas y no-agrícolas. Para ello, las actividades del programa se han organizado en tres componentes:
- 1.2 **Componente 1: Mejorar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (US\$19 millones).** El componente financiará actividades en áreas de especial importancia ambiental<sup>1</sup> seleccionadas por su representatividad para la conservación de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos en las áreas de intervención del programa. Esas actividades incluirán: (i) restauración de ecosistemas degradados; y (ii) implementación de esquemas alternativos de conservación y pagos por servicios ambientales (PSA) orientados a acciones de preservación y restauración en áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), zonas con función amortiguadora de las áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y, en general, en áreas de especial importancia ambiental.. En línea con el CONPES 3886 todos los proyectos de PSA a financiar deberán contemplar una estrategia de salida de los apoyos que aseguren su sostenibilidad a largo plazo. El financiamiento priorizará en las convocatorias públicas, proyectos que demuestren una relación con intervenciones en el componente productivo.
- 1.3 **Componente 2: Prácticas e inversiones productivas sostenibles, bajas en carbono y con medidas de adaptación al cambio climático (US\$64 millones).** Bajo este componente se considerarán proyectos productivos sostenibles de carácter asociativo de las ZPC, orientados a generar oportunidades de desarrollo económico en negocios compatibles con la estrategia de bajo carbono del país. Dichos proyectos deberán contribuir a mejorar los ingresos de las familias rurales beneficiarias creando oportunidades para la diversificación económica y garantizando la sostenibilidad ambiental en el uso de los recursos naturales involucrados. Se priorizarán iniciativas basadas en esquemas de alianzas productivas con los siguientes eslabones de las cadenas de valor con el fin de asegurar la oportuna comercialización de los productos generados. Se financiará subproyectos agropecuarios y agroindustriales sostenibles dirigidos a promover, entre otros aspectos: mejores prácticas en sistemas agrícolas y ganaderos sostenibles y bajos en carbono, cultivos sostenibles y resilientes al clima de acuerdo con la vocación del suelo, tecnologías y prácticas resilientes al cambio climático, así como transformación de productos agropecuarios que generen valor agregado bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental.. También podrán ser susceptibles de financiación negocios verdes no agropecuarios como proyectos de turismo de naturaleza, productos biotecnológicos, artesanías, PSA, entre otros. El programa financiará, en carácter de apoyo no reembolsable, hasta el 40% del costo total de cada proyecto, incluyendo asistencia técnica, equipamiento, infraestructura productiva y provisión de material vegetal y otros rubros elegibles establecidos en el Reglamento Operativo. El monto

---

<sup>1</sup> Áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Decreto 2372 de 2010), otras estrategias complementarias de conservación definidas en el mismo decreto y aquellas contempladas en la resolución 097 de 2017 (Registro de Ecosistemas y Áreas Ambientales).

máximo por financiar por beneficiario será de US\$3.000. Se dará prioridad al financiamiento de bienes públicos o colectivos necesarios para el desarrollo de los proyectos, aunque se podrán financiar apoyos directos, exclusivamente para pequeños productores, (de acuerdo con la definición contenida en la Ley 607 de 2002), que garanticen el buen desarrollo del proyecto asociativo. En todos los casos, (al igual que en el componente 1), se exigirá que todo proyecto para su aprobación contenga un plan de sostenibilidad (ambiental, social, económica y financiera) que asegure la continuidad del proyecto una vez culminada la etapa de intervención del programa. En todas estas intervenciones se buscará apoyar de manera prioritaria proyectos que incluyan mujeres jefas de familia y/o que promuevan la participación de grupos étnicos para el desarrollo de sus necesidades productivas y comerciales.

- 1.4 **Componente 3: Fortalecimiento de capacidades técnicas de los actores locales y regionales para la estructuración e implementación de subproyectos (US\$14 millones).** El componente incluirá tres líneas de acción: (i) generación de capacidades técnicas en estructuración de proyectos, (ii) estructuración de proyectos, y (iii) estudios técnicos ambientales complementarios para proyectos de los Componentes 1 y 2. La primera busca otorgar recursos para el fortalecimiento de las capacidades técnicas en estructuración de proyectos de las entidades territoriales, organizaciones locales y comunidades ubicadas en ZPC. La segunda línea, consiste en financiamiento para la estructuración integral de proyectos presentados por los beneficiarios ubicados en las ZPC y que cumplan con criterios de elegibilidad establecidos en el ROP. Dicha estructuración se llevará a cabo directamente por grupos de consultores contratados por el programa quienes deberán adelantar el diseño desde el territorio con la participación de la propia comunidad beneficiaria. La tercera línea de acción busca apoyar la preparación de estudios técnicos (por ejemplo, hídricos, aptitudes de suelo, florísticos y zonificación ambiental de municipios priorizados) necesarios para la preparación de los proyectos del Componente I y que ayuden a la focalización de intervenciones que promuevan la integración de los Componentes 1 y 2 del programa.
- 1.5 Se prevé que el número de familias beneficiarias del programa ascienda a las 38.000. El programa se focalizará inicialmente en un grupo de 318 municipios ubicados en la denominada Zona de Posconflicto ([CONPES 3850](#) y [Decreto 893 de 2017](#)) seleccionados con base en los siguientes criterios: (i) Nivel de pobreza, en particular, de pobreza extrema y de necesidades básicas insatisfechas; (ii) categorías de ruralidad, (iii) el grado de afectación derivado del conflicto armado; (iv) la debilidad institucional administrativa y de la capacidad de gestión; y (v) la presencia de cultivos de uso ilícito y de otras economías ilegítimas.
- 1.6 Los proyectos a ser financiados serán seleccionados en procesos de convocatorias públicas dirigidas por el OE y aprobados por el CD. Los proyectos que se financiarán con recursos del programa serán evaluados y deberán cumplir con rigurosos criterios de elegibilidad y de priorización<sup>3</sup> que fueron acordados durante la preparación y que se encuentran detallados en el ROP. Dichos criterios comprenden cuatro dimensiones analíticas (ambiental, ordenamiento territorial, social, y económica/financiera).
- 1.7 El proceso inicia con convocatorias para identificar perfiles de proyecto o proyectos

---

<sup>2</sup> Pequeños productores rurales. Son pequeños productores agropecuarios los propietarios, poseedores o tenedores a cualquier título que exploten un predio rural, que no supere el área y los ingresos de dos unidades agrícolas familiares y siempre que deriven de su actividad agropecuaria, forestal, agroforestal, pecuaria, piscícola, silvícola o de zootecnia por lo menos el 70% de sus ingresos.

<sup>3</sup> La priorización será definida mediante la aplicación de puntajes que se determinarán en las respectivas convocatorias.

estructurados que deberán cumplir los criterios establecidos. Los perfiles seleccionados pasan a la etapa de formulación por parte de un grupo de expertos estructuradores (contratados por el programa) en conjunto con la comunidad. Una vez formulados, los proyectos entran en la etapa de evaluación para su aprobación por parte del Consejo Directivo del FCP. La implementación de los proyectos se llevará a cabo por el operador que acompañó la presentación del proyecto al Programa. El seguimiento y monitoreo será realizado por la UTC quien verificará si la implementación se está desarrollando de acuerdo con el plan aprobado y que las metas propuestas se están alcanzando.

- 1.8 **Beneficiarios.** El Proyecto financiará principalmente proyectos asociativos, cuyos beneficiarios directos podrán ser pequeños productores o familias rurales. Los proyectos podrán ser presentados por instituciones gubernamentales del orden nacional, regional o local, universidades y centros de investigación, organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales (incluyendo organizaciones comunitarias y de pequeños productores legalmente constituidas, organizaciones y asociaciones indígenas y/o afrodescendientes), empresas del sector privado, cámaras de comercio, asociaciones empresariales u otras entidades legalmente constituidas del sector privado, que a través de sus proyectos contribuyan al cumplimiento de los objetivos del Proyecto. Para la ejecución directa de los recursos del financiamiento se usará la figura de operadores (EEEs y EOAs) quienes serán los que se responsabilicen de aplicar los recursos a los proyectos. Dichos operadores podrán ser propuestos por los propios beneficiarios o contratados por el programa cuando el proyecto se presente sin uno identificado. Para participar en el programa, los operadores deberán haber suscrito un contrato y/o convenio con la entidad fiduciaria en la que se determine la forma de transferir los recursos y las obligaciones de dichas entidades en la ejecución de los proyectos financiados por el programa. La idoneidad de dichos operadores deberá ser confirmada como parte del proceso de evaluación de los proyectos presentados a las convocatorias de acuerdo a requisitos establecidos en el ROP.
- 1.9 El programa no tendrá cupos pre-asignados por tipo de beneficiario o región geográfica. Sin embargo, en cada Plan Anual de Inversión (PAI)<sup>4</sup>, se podrán enfocar recursos por áreas geográficas y/o temáticas de acuerdo con las necesidades que se identifiquen en el marco del programa. Los recursos del programa se asignarán por tres tipos de modalidades de acceso: (i) convocatoria abierta; (ii) convocatoria cerrada; y (iii) asignación directa en caso de organismos públicos que sean los únicos con la posibilidad de ejecución de un tipo de proyecto determinado. Estas modalidades no son excluyentes entre sí, por lo tanto, podrán ser simultáneas y de acuerdo al PAI que defina el CD del programa.
- 1.10 En razón a la baja capacidad tanto institucional como de las comunidades en las ZPC y a los altos estándares técnicos establecidos para la aprobación de los proyectos, el programa ha previsto recursos para financiar el diseño de las iniciativas. Las convocatorias se abrirán en consecuencia, tanto para estructuración de proyectos (sobre la base de presentación de perfiles), como para el cofinanciamiento de la implementación de proyectos ya estructurados.
- 1.11 En este marco la ADR y la ART, junto con instancias regionales como los Consejos Municipales de Desarrollo Rural y los Consejos Seccionales de Desarrollo Agropecuario,

---

<sup>4</sup> El PAI es la herramienta de planificación de la inversión que permite operacionalizar los objetivos y metas establecidas. A través de este se determina el conjunto de planes, programas y proyectos que, de manera prioritaria, se incorporarán en el presupuesto anual.

actuarán como vehículo para divulgar el programa y apoyar el proceso participativo de identificación de propuestas en los territorios.

- 1.12 Dados los bajos niveles de formalización de la propiedad en las ZPC (que limitan tener título formal de propiedad) se podrán financiar proyectos en predios de poseedores que acrediten, de acuerdo con la Ley vigente, posesión pacífica, tranquila e ininterrumpida.

## II. INDICADORES DE PRODUCTO

- 2.1 A continuación, se detallan los productos, indicadores y los hitos que se definieron con la Unidad Ejecutora, así como la forma de medición de los mismos y la fuente de verificación. Estos se encuentran también detallados en la matriz de resultados de la operación.

**Tabla 1. Indicadores de Producto**

<b>Componente 1: Mejorar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos</b>		
<b>Producto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Responsable</b>
Producto 1.1: Área en proceso de restauración en Áreas de Especial Importancia Ambiental	Indicador: Número de ha en proceso de restauración	UTC/ informes semestrales de ejecución
Producto 1.2: Área bajo esquemas alternativos de conservación y Pago por Servicios Ambientales	Indicador: Número de ha bajo esquemas alternativos de conservación y Pago por Servicios Ambientales	UTC/ informes semestrales de ejecución
<b>Componente 2: Prácticas e inversiones productivas sostenibles, bajas en carbono y con medidas de adaptación al cambio climático</b>		
Producto 2: Proyectos productivos sostenibles implementados	Indicador: Número de proyectos.	UCEP/informes Semestrales de ejecución
<b>Componente 3: Fortalecimiento de capacidades técnicas de los actores locales y regionales para la estructuración e implementación de subproyectos</b>		
Producto 3.1: Proyectos productivos formulados	Indicador: Número de proyectos formulados.	UCEP/infores Semestrales de ejecución
Producto 3.2: Acciones de formación de competencias realizadas	Indicador: Número de Personas capacitadas	
Producto 3.3: Estudios técnicos desarrollados	Indicador: Número de estudios	

**Tabla 2. Costo anual por producto (US\$ miles)**

Productos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Costo Total
<b>Componente 1: Mejorar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos</b>						
Producto 1.1: Área en proceso de restauración en Áreas de Especial Importancia Ambiental	1,000	5,000	3,000	3,000		12,000
Producto 1.2: Área bajo esquemas alternativos de conservación y Pago por Servicios Ambientales	500	1,500	2,500	2,500		7,000
<b>Componente 2: Prácticas e inversiones productivas sostenibles, bajas en carbono y con medidas de adaptación al cambio climático</b>						
Producto 2.1: Proyectos productivos sostenibles implementados	10,600	12,100	28,500	8,900	3,900	64,000
<b>Componente 3: Fortalecimiento de capacidades técnicas de los actores locales y regionales para la estructuración e implementación de subproyectos</b>						
Producto 3.1: Proyectos productivos formulados	2,000	3,000				5,000
Producto 3.2: Acciones de formación de competencias realizadas	500		600	200	200	1,500
Producto 3.3: Estudios técnicos para los proyectos de restauración y Pago por servicios ambientales (PSA) y estudios asociados al recurso hídrico desarrollados	5,000	2,500				7,500
Administración, seguimiento, evaluación y auditorías	400	900	400	400	900	3,000
Costos totales:	20,000	25,000	35,000	15,000	5,000	100,000

### III. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

- 3.1 El DAPRE será el OE, que ejecutará el Programa a través del FCP, el cual opera como un Patrimonio Autónomo adscrito a la Entidad. Para ello, contará con una UTC con dedicación exclusiva para el programa, responsable de la planificación, gestión técnica, evaluación de los proyectos, gestión de las adquisiciones y contrataciones, ejecución física y financiera, seguimiento y evaluación del programa; y, de una entidad fiduciaria (EFd), a ser seleccionada por el OE, y que será contratada (a través del método de Selección Directa justificado de acuerdo al artículo 3.10 de la Política GN-2350-9 para la contratación de servicios de consultoría) y que tendrá a su cargo los procesos de contratación y pagos, de acuerdo con los lineamientos que reciba del DAPRE a través de la UTC, quien gestionará la transferencia de recursos a la EFd. Se creará un Comité Técnico del Programa (CTP), que será la instancia de ratificación de los Proyectos seleccionados a ser presentados ante el Consejo Directivo (CD) del FCP que se constituirá en la última instancia de aprobación de los mismos.
- 3.2 El CD estará conformado por representantes de entidades públicas con responsabilidades directas en el manejo de la política de posconflicto<sup>5</sup>. A partir de la

<sup>5</sup> El Comité Directivo del Programa está conformado por: Ministerio de Hacienda, DNP, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Agencia Presidencial para la Cooperación, Alta Consejería para el Posconflicto y el Gerente del FCP. CONPES 3867 (P. 71).

aprobación de los proyectos, se contará con operadores (Entidades Ejecutoras Elegibles -EEE y Entidades Operadoras de Apoyo - EOA) que recibirán los recursos y serán responsables de ejecutar sus proyectos; con el acompañamiento, seguimiento y monitoreo de la UTC. Dado que el programa funcionará con base en convocatorias públicas, resulta indispensable contar con un ROP que detalle los criterios de elegibilidad de beneficiarios y proyectos, defina las reglas específicas, tanto de acceso a los recursos como de evaluación y aprobación de los proyectos por parte del programa y que incluya entre otros elementos los requerimientos ambientales y sociales del MGAS.

- 3.3 Adicionalmente, debido al tipo de operación que requiere un elevado nivel de especialización en tareas de ejecución y monitoreo en múltiples áreas temáticas y geográficas se requiere contar con una Unidad Técnica responsable del manejo operativo del Programa. De acuerdo con el SECI adelantado por el Banco, el DAPRE como organismo ejecutor no cuenta con la capacidad suficiente para adelantar un proceso eficiente de manejo de los recursos del financiamiento. Por lo anterior se hace necesaria la contratación de una entidad fiduciaria especializada encargada de la administración y pago con recursos de la operación. Para la contratación el ejecutor usará procedimientos análogos a los establecidos en las políticas de adquisiciones del Banco.
- 3.4 Las funciones de la UTC incluirán la planificación, gestión y monitoreo del programa, elaborar instrumentos de planificación, coordinar la contratación del personal especializado tanto para la evaluación de los proyectos que se presenten en cada una de las convocatorias como para llevar a cabo la estructuración de los proyectos que resulten aprobados. Adicionalmente, la UTC deberá consolidar y presentar al Banco la información financiera, los informes de seguimiento y evaluación, entre otras establecidas en el Reglamento Operativo. Será condición previa al primer desembolso, Evidencia de la creación de la Unidad Técnica de Coordinación (UTC) y que cuente con suficiente capacidad administrativa, presupuestaria, gestión de adquisiciones, técnica, operativa, legal y financiera. Asimismo, esta UTC deberá contar con un equipo designado de dedicación exclusiva al Programa.

**a. Instrumentos para el Monitoreo del Programa**

- 3.5 **Reglamento Operativo del Programa (ROP).** La ejecución del programa estará regida por el ROP, que establece las normas y procedimientos para la programación de actividades, gestión financiera-contable, adquisiciones, auditorías, y seguimiento y evaluación del programa. Asimismo, incluye: i) procedimientos y responsabilidades de las entidades participantes; ii) criterios de elegibilidad de proyectos y beneficiarios; iii) detalles de ejecución de cada componente; y iv) el IGAS. Será condición previa al primer desembolso, que el DAPRE haya aprobado y puesto en vigencia el ROP previamente acordado con el Banco.
- 3.6 **Plan Operativo Anual (POA).** El POA consolida todas las actividades que serán desarrolladas durante determinado período de ejecución, por producto y cuenta con un cronograma físico- financiero. La UTC presentará semestralmente, como parte integral de los informes semestrales de seguimiento, el POA y el Plan de Ejecución de Proyecto (PEP) para los siguientes dos semestres, incluyendo las actividades, cronogramas y presupuestos estimados para los productos financiados el año anterior y aquellos propuestos para el año siguiente. El POA y PEP finales del primer año serán incluidos en el informe inicial de la operación.

- 3.7 **Plan de Ejecución de Plurianual (PEP).** El PEP contiene la programación de la ejecución del programa, incluyendo calendario de los desembolsos (número y monto de los desembolsos) en función de los indicadores de desempeño, ya incluidos en la Matriz de Resultados, y el tiempo de ejecución del proyecto.
- 3.8 **Plan de Adquisiciones (PA).** El programa sólo contempla la adquisición de bienes y servicios relacionados y la contratación de servicios de consultoría, no se contemplan obras. Las adquisiciones de bienes y la contratación de servicios se realizarán de conformidad con las prácticas y procedimientos establecidos en las políticas GN-2349-9 y GN 2350-9 del Banco y conforme a lo establecido en el Contrato de Préstamo y el Acuerdo y Requisitos Fiduciarios del Programa (ver Anexo III) que incluye el Plan de Adquisiciones (PA) para los primeros 18 meses. Dicho PA será actualizado anualmente o cuando se presenten cambios sustanciales, sujeto a la aprobación del Banco. Las adquisiciones se podrán realizar aplicando la modalidad de revisión ex post conforme a lo establecido en el Anexo III.
- 3.9 **Visitas de Inspección anuales** se realizarán con la finalidad de monitorear las actividades del Programa. El Jefe de Equipo realizará al menos una visita semestral a los proyectos del Programa. También se apoyará de Misiones de Administración anuales con el objetivo de analizar los avances del Programa y tratar temas específicos identificados.

**b. Presentación de Informes**

- 3.10 La UTC presentará al Banco los siguientes informes: (i) evaluación de medio término, a los 90 días contados a partir de la fecha de compromiso del 50% de los recursos del préstamo; y (ii) evaluación final, a los 90 días contados a partir de la fecha de desembolso del 90% de los recursos. Estos informes incluirán: (i) análisis de la ejecución financiera por componente y fuente de financiamiento; (ii) avance en el logro de productos, resultados e impactos; (iii) efectividad en la aplicación del ROP; (iv) nivel de cumplimiento de las cláusulas contractuales; (v) resumen de los resultados de las auditorías socio-ambientales y cumplimiento del MGAS; y (vi) resumen de los resultados de las auditorías del programa sobre estados financieros, adquisiciones, desembolsos y control interno. El informe de evaluación final incluirá además los resultados de la medición de impacto del programa conforme al plan acordado. Todas las evaluaciones se realizarán de manera independiente y serán financiadas con recursos del préstamo.

**c. Sistema de Monitoreo**

- 3.11 El Programa contará con un Sistema de Seguimiento y Monitoreo computarizado, de acceso multi-usuario, restringido por contraseña, cuyo diseño incluye una base en la sede central localizada en la Unidad Técnica Coordinadora del Programa (UTC) que permitirá visualizar para cada proyecto aprobado su formulación (estudio de preinversión) y su acuerdo de voluntades (convenio de alianza) en caso se haya definido su alcance bajo esta figura. Igualmente permitirá monitorear su ejecución mensual a través del plan operativo de cada proyecto aprobado y sus principales componentes (socio empresarial, técnico productivo, ambiental, de agronegocio y financiero). El sistema también permitirá incorporar las decisiones de su instancia de gobernanza (actas de ejecución de cada proyecto) así como los informes mensuales de la implementación a cargo de la organización operadora, e informes trimestrales de monitoreo que deberá realizar la UTC con base en estos informes mensuales. El sistema así mismo, permitirá llevar un control de todo el proceso, desde las

convocatorias, la presentación de iniciativas, la selección, los desembolsos por proyecto, la implementación y el uso de los recursos hasta la terminación del proyecto.

- 3.12 El sistema será computarizado y emitirá informes para los distintos niveles de veeduría, monitoreo y evaluación de resultados. El sistema generará informes para la gerencia y para la rendición de cuentas del programa a los distintos niveles de veeduría, así como para el monitoreo y evaluación de resultados. Dicho sistema será actualizado para que permita capturar información microeconómica detallada en el momento de las convocatorias sobre los beneficiarios de tal forma que permita vincular las metas físicas establecidas en la Matriz de Resultados y el avance financiero de los recursos de la operación a nivel de cada componente.
- 3.13 Con base en este sistema, la UTC elaborará y enviará al Banco informes semestrales del progreso de la ejecución a más tardar 60 días después del fin de cada semestre de ejecución del programa. Estos informes indicarán el nivel de cumplimiento y avance, físico y financiero del programa en base a los indicadores especificados en la Matriz de Resultados, como de las actividades estipuladas en el POA y Plan de Adquisiciones, analizando los problemas encontrados y presentando las medidas correctivas para garantizar la ejecución exitosa del programa. Los informes del segundo semestre incluirán además el POA del año calendario siguiente, con un pronóstico de desembolsos y el PA actualizado.

#### IV. PLAN DE TRABAJO Y PRESUPUESTO

- 3.14 Las principales actividades relacionadas con el monitoreo del programa, su costo de implementación, el principal responsable y fuente de financiamiento están detalladas en la Tabla 2. Estas actividades son responsabilidad del Banco y de la unidad ejecutora y serán financiadas principalmente con recursos del programa, presupuestos de supervisión y presupuesto administrativo.

**Tabla 3. Cronograma de Actividades, Presupuesto (US\$) y Responsables**

Actividades	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				Costo	Fuente
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Adaptación sistema de monitoreo <sup>6</sup>																					\$ 50,000	PdP*
Evaluación																					\$ 80,000	PdP
Diseño de encuestas y Levantamiento Línea base																					\$400,000	PdP
Evaluación Final																					\$200,000	PdP
Visitas de Inspección																					\$ 60,000	BID
Misiones de Admón																					\$ 25,000	BID
Auditoría Externa																					\$200,000	PdP
Auditoría Final																					\$ 50,000	PdP
<b>TOTAL</b>																				<b>\$1,065,000</b>		

\* PdP = Presupuesto del Programa

<sup>6</sup> Dado que el Ministerio de Agricultura ya tiene un sistema de monitoreo y evaluación que fue implementado para el programa de Alianzas Productivas, se acordó adaptarlo a este programa.

DOCUMENT OF THE INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK

COLOMBIA

PROYECTO FONDO COLOMBIA SOSTENIBLE

(PFCS)

EVALUACIÓN DE IMPACTO

Abril 10 de 2017

Universidad de los Andes, Bogotá

Rachid Laajaj

Con la valiosa colaboración de Daniel Espinosa Castro

# **1 La evaluación de impacto del proyecto con fines económico y del proyecto con fines ambientales (o híbrido)**

## **1.1 Introducción**

El presente documento presenta el método de la evaluación de impacto del *Proyecto Fondo Colombia Sostenible* (FPCS). Este documento pretende crear una hoja de ruta para medir los diferentes impactos que pueda tener el FPCS tanto a nivel económico y del bienestar de los productores como a nivel medioambiental. La descripción de las evaluaciones de impacto incluye el método para cuantificar el impacto, la medición de los impactos, y los detalles del estudio, incluyendo cálculos de poder, rondas de encuestas necesarias, tamaño de muestra y costo.

El *Fondo Colombia Sostenible* dará financiación a tres tipos de proyectos: algunos con propósitos mayoritariamente económicos, otros con propósitos ambientales y proyectos híbridos con estos dos componentes. Debido a esto, después de una breve descripción del contexto, el documento propone dos diseños de evaluación de impacto, uno que se adapte a proyectos con propósitos mayoritariamente económicos y un segundo que se enfoque en los proyectos ambientales (en cualquier caso, también la metodología podría aplicarse a un proyecto híbrido si no se puede aplicar a un proyecto puramente ambiental).

El informe empieza con una presentación del contexto, antes de dividirse en dos grandes partes, una para cada evaluación de impacto. Cada parte se divide en las siguientes secciones. Primero, se presenta el tipo de proyecto evaluado y la pregunta de investigación. Segundo se presenta una revista de la literatura. Después se expone la metodología y los detalles de su implementación. La cuarta sección presenta los indicadores de impacto. Finalmente, la quinta sección presenta los cálculos de poder y los costos.

## **1.2 Contexto**

### **a. Objetivos del Proyecto Fondo Colombia Sostenible**

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia Presidencial de Cooperación (APC-COLOMBIA), el objetivo del programa se enfoca en el desarrollo rural y en asegurar la sostenibilidad ambiental, que sirva para poder enfrentar los desafíos del cambio climático (ACP 2017). Para esto se busca apalancar recursos internacionales,

públicos y privados usando recursos por cien millones de dólares (ACP 2017), USD100'000'000, del BID en áreas afectadas por el conflicto armado interno (BID 2017).

Entre los objetivos principales del programa de acuerdo al BID están: promover la sostenibilidad ambiental y socioeconómica en los municipios priorizados por el Proyecto, restaurar y proteger el capital natural, mejorar los ingresos de la población rural beneficiaria y fortalecer las capacidades técnicas de los actores locales y regionales involucrados para la estructuración de proyectos

### **b. Resumen del conflicto y los acuerdos**

Desde la década de 1940 Colombia ha sufrido de conflictos y violencia<sup>1</sup>, que posteriormente derivaron en el surgimiento de grupos guerrilleros. El más grande de estos grupos guerrilleros fue Las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia, FARC, que fue fundada en 1964. Como bien lo muestra el acuerdo de paz que recientemente alcanzó el gobierno de Colombia con las FARC<sup>2</sup>, se ha interpretado que los elementos que sostuvieron el conflicto entre la guerrilla y el gobierno fueron las siguientes:

- i) Acceso a la tierra y pobreza rural
- ii) Exclusión del sistema político
- iii) Los Estupefacientes

Es por esto que el acuerdo de paz intenta solucionar estas causas al mejorar el acceso a la tierra, disminuir la pobreza en el campo, dar participación política a los guerrilleros, generar un estatuto de oposición, permitir participación política de otros grupos y finalmente solucionar el problema de los narcóticos con estrategias mixtas y no sólo represivas.

### **c. Aspectos históricos y causas**

Según Yaffe (2011) existen varias visiones sobre los orígenes y razones que han sostenido el conflicto armado. Varias de las razones económicas vienen del argumento de que ante la desigualdad económica, y de oportunidades en regiones apartadas en el país, sumando

---

<sup>1</sup> Para mayores detalles ver Oquist, P. H. (1978). *Violencia, conflicto y política en Colombia* (Vol. 1 y 2). Instituto de Estudios Colombianos. Pécaut, D. (1987). *Orden y violencia: Colombia 1930-1953* (Vol. 1). Siglo Veintiuno Editores.

<sup>2</sup> <http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/procesos-y-conversaciones/Documentos%20compartidos/24-11-2016NuevoAcuerdoFinal.pdf>

a la exclusión y discriminación hacia ciertas zonas del país, se generó y perpetuó una violencia que tenía como objetivo cambiar el statu quo. Otra visión desde el punto de vista económico tiene en cuenta que el conflicto se ha perpetuado por la codicia, en el sentido de que gracias al poder de facto de los grupos armados se podían extraer recursos para beneficios personales, como al extorsionar comerciantes o empresarios en zonas ricas de recursos naturales para cuya extracción se requieran técnicas intensivas en capital, como el petróleo.

Otras visiones sostienen que el conflicto se debe a la que el Estado ha sido un actor ausente al no proveer seguridad, justicia y una cantidad mínima de bienes públicos. A esta visión se añade la de un sistema político cerrado que ha derivado en la exclusión de voces e ideas alternativas en la democracia.

Finalmente, una visión ha entendido esta violencia como un factor arraigado en la población, por ejemplo, por medio de los deseos de venganza de personas que han perdido seres queridos a causa del conflicto.

Entender con mayor profundidad estas visiones es fundamental para el posconflicto pues lograría dirigir las políticas públicas para llevar los acuerdos de paz a buen puerto. Es por esto que es importante el trabajo de Valencia y Daza (2010), quienes investigan las motivaciones para ingresar a los grupos armados ilegales. Entre las varias razones están. La pobreza, la obligación (no hubo opción de no hacer parte del grupo armado), el deseo de reconocimiento y poder, la desigualdad, la búsqueda de seguridad (para protegerse de otro grupo armado), la búsqueda de ingresos económicos y el deseo de venganza.

De esta manera se puede observar que el conflicto se sigue atrayendo individuos por las causas que históricamente lo generaron y lo alimentaron.

Esto nos muestra que el conflicto atraviesa diferentes dimensiones y que una posible solución se encuentra en mejorar las condiciones de vida de las zonas más apartadas y pobres del país, mientras que simultáneamente el Estado logra tener presencia en todo el territorio.

#### **d. Costos del Conflicto**

De acuerdo con Stephanie y Rettberg (2008) han existido diferentes intentos de estimar el costo de conflicto armado en el país. Dependiendo de las variables, el periodo seleccionado y los métodos usados, se estima que el crecimiento económico se ha

reducido entre 1,5 y 4 puntos porcentuales por año. Las autoras logran cuantificar los resultados en varias categorías como: infraestructura, secuestro, extorción, defensa, productividad, inversión y eficiencia. Este último es de alto interés para la parte rural, según el estudio, pues una gran parte de este costo viene dado por las tierras que no fueron aprovechadas debido al desplazamiento forzado, por lo que la posibilidad que generaría la paz de que varios campesinos desplazados retornen a sus tierras con proyectos productivos no sólo mitigaría los costos, sino que también sería un elemento de justicia.

Este estudio si bien no puede cuantificar todos los costos del conflicto, pues por ejemplo cuantificar la pérdida de capital humano o de otros elementos más subjetivos es bastante complejo, sí muestra que los costos del conflicto se han distribuido a lo largo del país, pero que las zonas de conflicto son las que más caro han pagado por él. Incluso, el trabajo de Valencia y Daza (2010) muestra que, aunque en muchas ocasiones el deseo de ingresar a los grupos armados está guiado por el deseo de mejorar la vida, el ingreso también tiene altos costos psicosociales para los integrantes (paranoia, irritabilidad, agresividad, etc.).

Teniendo esto en cuenta lo anterior se logra entender que el conflicto no sólo ha tenido altos costos económicos, sino también sobre el tejido social colombiano. Es por esto que el post-conflicto debe procurar revertir varios de los costos que ha tenido el país debido al conflicto.

#### **e. El narcotráfico**

Como demuestran los trabajos de Díaz y Torres (2004) y Fergusson, Romero, y Vargas (2014), el conflicto armado ha estado íntimamente ligado con el conflicto armado. Díaz y Torres (2004) no sólo muestran que en ese año Colombia era el mayor productor mundial de cocaína, sino también de hoja de coca. Los ingresos del narcotráfico también llegaron a ser la principal fuente de financiación de los grupos armados por esos años. Según los autores, los grupos armados ilegales empezaron a ganar participación en el mercado luego de la caída de los grandes carteles de droga del país (Medellín y Cali). El gran problema según el estudio es que la violencia puede generar la expansión del cultivo de coca, junto con otras actividades, generando dispersión entre municipios. Si a esto se añade que la coca se siembra en parques naturales, reservas forestales y zonas aisladas y pobres, no sólo se tiene un problema ambiental, sino también humano. En otras palabras,

la llegada del conflicto y la violencia, atraen las actividades ilegales lucrativas, en este caso, la coca.

En relación con lo anterior Fergusson, Romero, y Vargas (2014) encuentran que la expansión del paramilitarismo generó degradación ambiental, entendida como deforestación, debido en parte a la expansión de los cultivos ilícitos.

Resumiendo lo anterior, no sólo existe un problema de economía ilegal debido al narcotráfico, debido a que en ciertas zonas es el único recurso rentable según Díaz y Torres (2004), sino que también genera degradación del medio ambiente al propiciar problemas como la expansión de la deforestación, de acuerdo con Fergusson, Romero, y Vargas (2014).

## **2 Evaluación de Impacto de Proyecto del Fondo Colombia Sostenible con Propósito Económico y Social**

### **2.1 Descripción del proyecto y pregunta de Evaluación**

Esta sección propone una evaluación de impacto de un proyecto financiado por el PFCS que está enfocado en actividades económicas productivas para mejorar las condiciones económicas de los beneficiarios. Como la selección de estos proyectos incluye la preservación ambiental como un criterio secundario, la evaluación se enfocaría en impactos económicos y sociales, y puede tratar de incluir beneficios ambientales en caso que se esperan también algunos beneficios ambientales del proyecto seleccionado para la evaluación.

El proyecto típico<sup>3</sup> que se espera estar evaluado es un proyecto que aspira a mejorar la productividad y ganancia de pequeños productores. La intervención puede incluir la combinación de un apoyo técnico (que promueve la adopción de nuevas tecnologías, prácticas, cultivos, etc.), la entrega de subsidios (o el acceso a crédito) y una facilitación del acceso al mercado. El objetivo es promover una nueva actividad económica que sea rentable y sostenible.

La principal pregunta de evaluación del estudio es medir los efectos del proyecto financiado por el PFCS sobre el bienestar económico de los beneficiarios. Para medir el impacto y entender los mecanismos, se necesitará medir el uso de la tecnología promovida, la producción y ganancia del productor (en esta actividad como en sus otras actividades) e indicadores de bienestar económico como el consumo del hogar y sus activos. Una vez estimados los beneficios del programa, se puede hacer un análisis costo-beneficio.

---

<sup>3</sup> Un ejemplo de proyecto típico de carácter económico, a cual se puede parecer el proyecto evaluado, es el Modelo Agro-empresarial Competitivo y Sostenible (MACS) para el mejoramiento de la Productividad y Competitividad de Limón Tahití en la Zona Norte del Departamento de Nariño. Su objetivo consiste en mejorar la productividad y competitividad de 550 productores de limón Tahití en 6 municipios de la zona norte del departamento de Nariño, mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas, fortaleciendo las asociaciones entre campesinos y la eliminación de intermediarios.

En caso que se esperan beneficios ambientales sustanciales, por ejemplo, un mejoramiento de la calidad o reducción de erosión del suelo. El estudio intentaría incluir estos beneficios en la medida de impacto.

Dado el contexto post-conflicto, y la voluntad del gobierno de lograr una paz sostenible, otra pregunta de investigación de interés es evaluar si los beneficios económicos del proyecto contribuyen a mantener la paz y a aliviar las consecuencias del conflicto. Para contestar esta pregunta, se podría intentar incluir mediciones de actividades ilegales (robos, cultivo de coca, actos de violencia, etc.) signos de trauma psicológico (medidas de trauma, de depresión, etc.) y analizar si las mejoras económicas permitieron avances sociales, en particular para los reinsertados, desplazados y víctimas del conflicto.

## **2.2 Literatura**

El tipo de proyecto que el PFCS quiere apoyar puede ser muy diverso. La gran mayoría de los proyectos posibles tiene como objetivo el aumento del ingreso de las poblaciones (esencialmente rurales) a través el desarrollo de nuevas actividades (cultivos, tecnología, negocio...). Sin ser más específico, la literatura que se relaciona con estos temas es demasiado amplia para estar resumida dentro de una sección de este plan de evaluación de impacto. Foster and Rosenzweig (2010) ofrece un resumen de la literatura microeconómica de los obstáculos a la adopción de tecnologías. Los principales argumentos teóricos para explicar porque no se usan tecnologías rentables incluyen mercados de entrada y salida, el acceso al crédito u otras fuentes de financiamiento, (Croppenstedt et al., 2003), la aversión al riesgo (Rosenzweig, 1992; Zimmerman and Carter, 2003), información imperfecta sobre cómo usar una tecnología (Foster and Rosenzweig, 1995), o sobre los beneficios de la tecnología (Conley and Udry, 2010). Todos estos mecanismos pueden ser relevante, y dependiendo de los componentes de la evaluación, puede contribuir a mejor entender como estos límites interactúan.

## **2.3. Metodología**

Esta sección expone las metodologías y técnicas estadísticas de la evaluación de impacto. También se expondrán algunos de los requerimientos técnicos para poder aplicar la metodología, así como las ventajas y desventajas del método.

Por otra parte, las evaluaciones de impacto deben asegurarse de contar con el suficiente “poder estadístico” para poder asegurar que no fue el azar sino el programa el que generó los impactos observados. Dicho de otra forma, las evaluaciones de impacto necesitan muestras suficientemente grandes como para poder encontrar efectos causales entre el programa y los resultados que sean estadísticamente válidas.

### *2.3.1. La unidad de tratamiento*

Una primera decisión importante es la definición de la unidad de tratamiento. Esta se define como la unidad de comparación que se usará para encontrar diferencias entre la población tratada y no tratada. Por ejemplo, al elegir como UT los hogares, se compararían hogares beneficiarios del programa con hogares que no fueron tratados. Por el contrario, si se definen los municipios como UT, se compararán municipios tratados contra municipios no tratados. Naturalmente, las unidades del grupo de tratamiento y del grupo de control deben ser comparables (parecidas) entre sí para estimar los efectos del programa.

La unidad de tratamiento tendrá efectos sobre el poder de las estimaciones, el riesgo de desbordes, y sobre cómo deben ser identificados los grupos de tratamiento y control. El anexo 1 describe cómo la elección de la unidad de tratamiento afecta estos factores, y presenta las ventajas y desventajas de usar como unidad de tratamiento proyectos, municipios, veredas o hogares.

En esta evaluación de impacto, se tomó la decisión de usar los hogares como unidad de tratamiento dado que: 1) La discusión con implementadores de proyectos similares resaltó el uso de criterios de selección que varían al nivel de hogares y que se pueden usar para la definición del contra-factual; 2) permite tener suficientes unidades de tratamiento aunque el proyecto sea pequeño o de tamaño medio; 3) tiene un mayor poder estadístico; 4) evita la dificultad de identificar quienes habrían sido las personas tratadas en una unidad de control (si hubiéramos usado municipio o vereda como unidad). Su mayor desventaja es el riesgo de desbordes entre hogares que viven en la misma vereda, pero usaremos coordenados GPS y datos sobre redes sociales para controlar por el posible desbordamiento del tratamiento.

### 2.3.2 *El método de atribución del impacto*

La principal dificultad de una evaluación de impacto consiste en generar un contra-factual riguroso. En otras palabras, cuando se observan las condiciones de los beneficiarios, es necesario poder responder a la pregunta: “¿cómo habrían sido las condiciones en ausencia de la intervención?”, para poder atribuir un impacto a un programa. Sin embargo, al no ser posible observar el contra-factual es necesario crear uno que tenga la suficiente validez para hacer creíble el efecto del programa y la inferencia causal. El anexo 2 presenta las ventajas, desventajas, rigurosidad y factibilidad de los métodos más comunes de evaluación de impacto: aleatorización, el diseño de regresión discontinua (RDD), y el emparejamiento por puntaje de propensión.

Este trabajo sugiere usar la metodología de emparejamiento por puntaje de propensión o Propensity Score Matching (PSM). Este método parece ser el más factible en este contexto dado que no requiere una asignación aleatoria del tratamiento, ni un criterio fijo de selección de beneficiarios, definido ex-ante que permita una discontinuidad en la probabilidad de ser beneficiario. No se excluye completamente la posibilidad de usar una aleatorización o el RDD<sup>4</sup> en caso que las condiciones (que aparecen en anexo 2) se cumplan, pero este documento se enfoca en el PSM dado que es el escenario más probable.

La metodología de PSM procura construir un contra-factual válido al “emparejar” la unidad tratada con unidades suficientemente similares en el grupo de control. El PSM compara cada hogar que beneficia del proyecto con un hogar que no fue tratado, pero que dadas sus características observables ex ante tenía una probabilidad muy cercana de haber sido tratada. En otras palabras, se comparan las unidades tratadas, con aquellas que ex ante tenían una probabilidad parecida de haber sido tratadas.

---

<sup>4</sup> Si bien sería deseable poder usar una Regresión Discontinua o Aleatorización, estas estimaciones requerirían un mayor compromiso por parte de aquellos que implementen el programa. Para el primer caso debería haber una condición para poder beneficiarse del programa, como la altura del predio sobre el nivel del mar, alguna característica de la calidad del suelo (nivel de acidez, de nutrientes, etc. medible y usado como criterio estricto) o característica del hogar (edad, SISBEN, etc.), que se aplique de manera muy estricta.

La aleatorización requiere una selección aleatoria de los beneficiarios, lo que requiere una cooperación importante de aquellos que implementen el programa.

La credibilidad de los resultados del PSM requiere como hipótesis subyacente que no exista ninguna característica no observable que afecte a la vez la probabilidad de ser seleccionado para el proyecto y el resultado de interés. Recoger una base de referencia permite usar el PSM conjuntamente con una metodología de Diferencias en Diferencias (Diff-in-Diff), comparando el cambio en las variables de interés entre el grupo de tratamiento y el grupo de control. Con esta especificación, la hipótesis subyacente es que no existe ninguna característica no observable que afecte a la vez la probabilidad de beneficiar del proyecto y el cambio en la variable de interés, lo que es más creíble.

### *2.3.3 Implementación y variables de emparejamiento*

La discusión con organizaciones que han implementado programas similares llevo a la conclusión que, en muchos casos, la tecnología o el cultivo que promueve el programa necesita algunas condiciones particulares. Típicamente se examinan los predios de los productores para evaluar si las condiciones son adecuadas. Por ejemplo, un proyecto de mango necesita que el predio se encuentre por lo menos a 1200 metros sobre el nivel del mar, u otras intervenciones hacen análisis de suelo y tienen criterios sobre acidez, nutrientes, materia orgánica, etc. Para facilitar el estudio, se debe: 1) seleccionar un proyecto que use estos criterios de manera tan objetiva y transparente como sea posible y 2) solicitar desde el acuerdo inicial con la organización implementadora que comparta toda la información que fue recolectada sobre los beneficiarios y los que no pasaron los criterios de selección. Esta estrategia reduce mucho los riesgos de una selección sobre la motivación u otras características de los hogares. Algunas características (como elevación sobre el nivel del mar o tipo de suelo) pueden estar relacionadas con el nivel de producción, pero hay menor riesgo que estén relacionadas con el cambio de producción entre el comienzo y fin del programa (el criterio para que la hipótesis subyacente de la metodología se satisfaga).

Estos criterios que afectan la selección, combinados con otras características observables estándares serán las variables que se usan para el emparejamiento de los hogares beneficiarios con los no beneficiarios más cercanos en probabilidad de ser beneficiarios.

Con la misma estrategia y los mismos datos, también se puede instrumentar la participación en el programa por las características que deben afectar la participación en el programa, pero no el cambio de la producción de los beneficiarios.

Con esta metodología, se puede comparar el efecto de del programa sobre los indicadores de bienestar de los hogares definidos en la siguiente sección.

#### 2.3.4 El análisis

Una vez definidas las variables que afectan la participación en el proyecto, podemos correr la siguiente regresión:

$$P(X_i) = P(D_i = 1|X = X_i)$$

Donde  $D_i$  es una variable binaria igual a 1 si el hogar  $i$  es beneficiario del programa y  $X_i$  es un vector de las características del hogar  $i$  y de sus predios que afectan la probabilidad de ser beneficiario. Esta predicción puede hacerse a partir de una estimación Logit o Probit usando la máxima de verosimilitud.

Esta regresión permite obtener la probabilidad  $\hat{P}(X_i)$  estimada de ser beneficiario de cada hogar del grupo de tratamiento y del grupo de control.

Existen diferentes métodos para elegir el emparejamiento, incluyendo, el vecino más cercano, el emparejamiento de distancia máxima o el emparejamiento por Kernel<sup>5</sup>. En el primer caso, se empareja cada individuo  $i = 1 \dots I$  del grupo de tratamiento con la observación más cercana, en probabilidad, de beneficiarse del proyecto  $C(i)$  para incluirlos en la estimación. Una vez hecho el emparejamiento, se estima el impacto promedio del programa sobre el cambio en la variable de interés  $Y_{it}$  de la observación  $i$  en el periodo  $t$  (donde  $t = 0$  es antes del tratamiento, y  $t = 1$  es después del tratamiento), usando el siguiente estimador:

$$\tau = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I [(Y_{i1} - Y_{i0}|D_i = 1) - (Y_{C(i)1} - Y_{C(i)0}|D_i = 0)]$$

Donde  $\tau$  es un estimador de la diferencia en el cambio de la variable  $Y_{it}$  entre el grupo de tratamiento y la población asignada como grupo de control por tener la probabilidad más cercana de beneficiarse del tratamiento.

---

<sup>5</sup> Ver Bernal y Pena 2011 para una descripción más detallada de los diferentes métodos.

El método requiere averiguar que las distribuciones del grupo de control y de tratamiento tengan una región de soporte común suficiente ancha.

En este modelo, el supuesto necesario a la identificación es el siguiente: no existe ninguna variable inobservable  $Z_i$  de tal manera que  $Z_i$  sea correlacionado con la probabilidad de participar al programa  $P(X_i)$  y con los cambios de la variable explicada:  $Y_{i1} - Y_{i0}$ .

La sección siguiente describe los indicadores que se van a usar como variables de interés  $Y_{it}$  en las estimaciones del impacto.

### **2.3 Indicadores y sus medidas**

El objetivo de estos indicadores, en primer lugar, es poder identificar si los hogares tratados por el programa presentan cambios en sus hábitos de producción a raíz de la intervención. Los nuevos métodos de producción adoptados por los hogares podrían generar en incrementos en sus ingresos, lo que a su vez derivaría en una mejora de su bienestar. Por lo tanto, los indicadores que se presentan en esta sección también permiten documentar este tipo de variaciones.

#### *2.3.1 Adopción o uso de insumos, tecnologías y/o cultivos promovidos por el programa*

El programa podría promover la adopción de alguna tecnología (i.e. sistema de riego). Bajo este escenario, este indicador consistiría en una variable dicótoma, la cual tomaría el valor de 1 si el hogar posee la tecnología y 0 de lo contrario. Si, por el contrario, fomenta el uso de insumos (i.e. fertilizantes, insecticidas), el indicador mostraría la cantidad (ya sea en kilogramos o litros, según corresponda) usada por el hogar en la producción. Otra medida que podría ser utilizada en este indicador es el valor monetario de la cantidad de insumo empleada por el hogar, la cual consistiría en el producto entre la cantidad de insumo empleada y el precio promedio de una unidad de insumo. El precio del insumo se obtiene de la encuesta a nivel de comunidad, la cual pregunta por el valor de una serie de productos utilizados en la producción agropecuaria.

En caso que el programa promueva la adopción de algún producto agrícola transitorio, este indicador mostraría el área que dedica el hogar a la producción de este bien. Otra manera de ver este indicador es por medio del porcentaje del predio que el hogar dedica a la producción de este cultivo. Para ello es necesario conocer el tamaño del predio y el

área que dedica a la producción del cultivo. El indicador sería igual al cociente entre el área dedicada al cultivo y el tamaño total del predio multiplicado por 100. Si el producto agrícola que promueve el programa es permanente, el indicador consistiría en el número de árboles de ese producto que el hogar haya plantado en su predio.

### *2.3.2 Valor de la producción en la tecnología y/o actividad promovida por el programa*

Como se mencionó con anterioridad, el programa podría llevar a que los hogares focalicen su producción a algunos cultivos específicos. Este indicador se concentra en calcular el valor de la producción de dichos cultivos, lo cual corresponde al monto monetario producto de la venta o el autoconsumo del bien producido.

Para su construcción, se requiere conocer la cantidad producida de este bien en los últimos 12 meses, la cantidad vendida y cuánto dinero recibieron por la venta de este producto. Con base en el cuestionario sobre la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) de la ELCA, esta información se obtiene con las siguientes preguntas:

¿Cuánta fue la producción de (cultivo) en los últimos 12 meses?

¿Qué cantidad de la producción de (cultivo) vendió en los últimos 12 meses?

¿Cuánto dinero recibió por la venta de (cultivo) en los últimos 12 meses?

Para calcular el valor de la producción se debe establecer el valor promedio de 1 kilogramo entre todos los productores encuestados de la zona. Por tal motivo, se toma la venta total de cada hogar y se divide entre la producción vendida en kilogramos del hogar. De ese cociente se obtiene el valor de cada kilogramo, el cual se promedia con el resto de hogares encuestados y así se llega al precio promedio por kilogramo. Luego, este valor se multiplica por la cantidad producida y de esta manera se obtiene el valor total de producción del cultivo.

### *2.3.3 Rentabilidad de la actividad promovida por el programa*

Para calcular la rentabilidad es necesario conocer el valor de la producción del cultivo, el cual se describió en el aparte inmediatamente anterior, y los costos en los cuales incurrió el hogar durante la producción. Con base en la siguiente pregunta, tomada del cuestionario sobre la UPA de la ELCA, se pueden identificar estos costos:

#### 2.3.4 ¿Cuántos fueron los gastos de la actividad agrícola del hogar?

Esta pregunta indaga sobre el gasto en el cual incurrió el hogar en los últimos 12 meses en semillas, alquiler de maquinaria, fertilizantes, insecticidas, asistencia técnica, mano de obra, transporte, entre otros. Una vez se obtuvo el costo total de la actividad agrícola en el último año, se procede a calcular la rentabilidad de la siguiente manera:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{(\text{Valor Producción} - \text{Costos})}{\text{Costos}}$$

Este valor hace referencia a los ingresos obtenidos por la producción del cultivo en relación con los costos de la actividad productiva.

#### 2.3.5 Ingresos totales

Para determinar si el programa tuvo algún impacto sobre los ingresos del hogar, no basta con analizar sólo el valor de la producción. Un incremento en este indicador puede deberse a un desplazamiento de la actividad económica del hogar hacia lo que el programa intenta promover. Por tal motivo, es importante revisar si hubo un incremento en los ingresos totales del hogar. Con el fin de identificarlos, es necesario determinar cuáles son las rentas que el hogar percibe por todas las actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias en las que está inmiscuido.

Con respecto a los ingresos provenientes de actividades agrícolas, es necesario conocer los productos que el hogar cultiva, la cantidad producida en los últimos 12 meses para cada cultivo y el monto de dinero recibido por la venta de la producción. Con base en el cuestionario sobre la UPA de la ELCA, se puede identificar estas características a partir de las siguientes preguntas:

¿Qué productos cultivó este hogar en los últimos 12 meses?

¿Cuánta fue la producción de (cultivo) en los últimos 12 meses?

¿Cuánto dinero recibió el hogar por la venta de (cultivo) en los últimos 12 meses?

Con esta información se puede determinar el precio de venta por kilogramo de cada producto, el precio promedio por kilogramo al cual los productores encuestados vendieron la producción y el valor total de la producción para cada cultivo (tal y como

fue reseñado en el segundo aparte de esta sección). Luego se procede a sumar los valores de producción para cada cultivo y así establecer el ingreso agrícola total.

Para los ingresos pecuarios, se emplea la información proveniente de las siguientes preguntas tomadas del módulo de la UPA de la ELCA:

Durante los últimos 12 meses, ¿qué productos pecuarios criaron y/o vendieron los miembros de este hogar?

¿Cuánto dinero reciben, en promedio, por la cría o producción de (producto)?

En este caso, sólo basta con sumar el monto reportado por los hogares para cada uno de los productos pecuarios mencionados.

Por último, para los ingresos no agropecuarios, se utilizan, en primer lugar, los ingresos reportados por el hogar en los últimos 12 meses provenientes de las siguientes fuentes: herencias, ganancias ocasionales, cobro de pólizas de seguro, venta de inmuebles, venta de negocios y venta de otros activos. Asimismo, se usan los valores percibidos por trabajos o empleos agropecuarios y no agropecuarios, pensiones, arriendos, pago de intereses o dividendos y ayudas monetarias. Estos últimos valores corresponden a rentas mensuales, por lo que es necesario multiplicarlos por 12 para obtener el ingreso anual correspondiente a estos ingresos. Una vez se han obtenido los montos percibidos para cada concepto en los últimos 12 meses, se procede a sumarlos y así encontrar el ingreso no agropecuario. Para construir el indicador, se suman los valores de los tres tipos de ingresos.

### 2.3.6 Consumo

Por medio de este indicador se busca observar si hubo cambios en el bienestar de los hogares. Para construirlo, se necesita conocer qué bienes y servicios están consumiendo los hogares, con qué frecuencia los consumen y el valor que normalmente pagan al comprarlos. A diferencia de permitir a los hogares que mencionen los bienes y servicios, se les brindará una lista de productos que normalmente se consumen en las zonas rurales del país, tomada del módulo de la UPA de la ELCA. Estos bienes y servicios pueden ser clasificados en alimentos, transporte, ocio, cigarrillos, licor, servicios públicos, vestimenta, aseo personal y utensilios domésticos.

Para encontrar el consumo mensual de los hogares, se toma el valor de la compra y se convierte a frecuencia mensual. Luego, se suman los gastos para cada uno de los artículos de la lista de bienes y servicios.

### *2.3.7 Activos*

Por medio de este indicador, se puede observar si el hogar incrementó su riqueza a lo largo del tiempo y así constituirse en una medida de bienestar de largo plazo. Al igual que en la construcción del indicador de consumo, los hogares encuestados responderán si poseen o no cualquiera de los activos contenidos en una lista tomada del módulo de hogares y de UPA de la ELCA. Además de conocer la posesión, es necesario saber el número de elementos que el hogar tiene de cada tipo de activo.

Para poder asignarle un valor a cada uno de los activos, es necesario conocer un precio de mercado (aproximado) para cada uno de estos bienes. Estos valores se obtienen del cuestionario a nivel de comunidad que se realizará durante en levantamiento de datos, donde se preguntará por un precio promedio que se obtendría de la venta de cada uno de esos activos.

El indicador consiste de una suma del número de activos que posee el hogar, cada uno ponderado por el precio promedio de mercado tomado de la encuesta a nivel de comunidad.

## **2.4 Muestra cálculos de poder y costos**

### *2.4.1. Cálculos de poder*

Dado lo anterior, la metodología requerirá una encuesta de referencia y dos encuestas de seguimiento, para observar los efectos después de un año y dos años de intervención<sup>6</sup>. En anexo 4 se encuentra el cuestionario.

Es necesario determinar el número de encuestas necesarias para la evaluación. Por lo tanto, esta sección presenta los resultados de los cálculos de poder que proporciona un estimador robusto del tamaño de muestra necesario para poder detectar el impacto del proyecto. Los cálculos de poder esencialmente buscan responder la siguiente pregunta:

---

<sup>6</sup> Este periodo puede ajustarse dependiendo de cuando empieza el proyecto y de la duración que necesita el tipo de intervención para observar los beneficios.

“¿qué tan grande debe ser la muestra para poder detectar un impacto de un tamaño específico a un nivel dado de significancia estadística?”. Para poder responder a esta pregunta, los estadísticos tienden a apoyarse en la fórmula de poder.

La fórmula básica de poder se compone de cuatro piezas de información asociadas con la hipótesis nula de que el proyecto no afecto la variable de interés  $Y_i$ . Primero, el nivel de significancia  $\alpha$ , es la probabilidad de que la hipótesis nula sea rechazada cuando en verdad es cierta. Segundo, la prueba de poder  $1 - \eta$ , donde  $\eta$  es la probabilidad de cometer un error tipo 2, el cual refleja la probabilidad de que la hipótesis nula sea rechazada cuando realmente es falsa. Tercero, el mínimo efecto detectable,  $D$ , muestra que tan grande debe ser el impacto del Project para que la nuestra estrategia detecte el efecto a unos niveles dados de significancia y poder. Finalmente, la prueba incorpora la desviación estándar,  $\sigma$ , del resultado de la variable de interés.

Suponiendo una muestra aleatoria simple de los hogares, dándole igual tamaño a los grupos de tratamiento y de control (lo que maximiza el poder de la estimación), la fórmula de poder puede escribirse de la siguiente manera:

$$N = \frac{4\sigma^2(z_\alpha + z_\eta)^2}{D^2}$$

Donde  $z_\alpha$ , es el valor crítico asociado al nivel de significancia y  $z_\eta$  es el valor crítico asociado al poder de la prueba (World Bank 2007). Consistente con el procedimiento estándar de la mayoría de los artículos de revistas científicas, los cálculos se realizarán tomando a  $z_\alpha = 1.96$ , es decir con una significancia estadística del 5%, y  $z_\eta = 0.84$ , un poder del 80%. Para asegurar una muestra suficientemente grande para realizar las pruebas de hipótesis asociadas con cada uno de los indicadores de interés.

Para el cálculo de  $D$  y  $\sigma$ , se usaron datos de la ELCA (la Encuesta Longitudinal Colombiana de la Universidad de Los Andes) de 2013. Miramos los datos de consumo de las regiones Atlántica y Central porque son las regiones que más han sufrido del conflicto dentro de las regiones cubiertas por la encuesta<sup>7</sup>. Observamos un valor promedio del consumo por mes y por persona de COP 122,342 y una desviación estándar  $\sigma = 87,074$ . Queremos ser capaces de identificar un cambio del consumo de 15%, entonces

---

<sup>7</sup> Estas regiones incluyen los municipios de Cundinamarca, Tolima en la región Central, Córdoba y Sucre en la región Atlántica. Los datos de estas regiones incluyen 2.216 observaciones. El índice de consumo fue calculado de la manera descrita en la sección de cálculo de los indicadores.

se aplica un mínimo efecto detectable  $D = 18,351$ . Con estos parámetros, obtenemos un tamaño  $N = 706$ . Para tener en cuenta una atrición posible de 10% en las encuestas de seguimiento, es necesario empezar con una muestra de 784 hogares.

#### 2.4.2. Costos de la evaluación

Basándonos en otras encuestas realizadas por la universidad de Los Andes, contratando algunas de las mejores agencias encuestadoras<sup>8</sup>, estimamos un costo por encuesta de USD76. Dado este costo, las 3 rondas de 784 encuestas costarían aproximadamente USD178.752. El resto de los costos cobre el tiempo del (de los) principal(es) investigador(es), diversos costos de logística y el overhead de la institución<sup>9</sup>

#### Costos del Proyecto Económico (USD)

Categoría	Unidad	No de unidades	Costo por unidad	Costo total
Encuesta	Encuesta	2352	\$ 76	\$ 178.752
Principal(es) Investigador(es)	Día	75	350	\$ 26.250
Visitas, viajes, logística	Costo Anual	3	\$ 4.000	\$ 12.000
Asistente de Investigación	Mes	30	\$ 1.100	\$ 33.000
Workshop, presentaciones				\$ 8.000
Overhead de la Institución				\$ 39.923
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 297.925</b>

<sup>8</sup> Como Iquartil o Sistemas Especializados de Información. Ambas han realizado encuestas de muy buena calidad para estudios de la universidad en los últimos años.

<sup>9</sup> El overhead fue calculado aplicando el porcentaje de La Universidad de Los Andes (33% del montante recibido) sin incluir las encuestas, suponiendo que la contratación de las encuestas no pasa por la institución. Este montante puede variar por institución, pero es una aproximación.

### **3 Evaluación de impacto de un proyecto del Fondo Colombia Sostenible con Propósito Ambiental**

#### **3.1 Introducción y pregunta de Evaluación**

Esta sección presenta el plan de evaluación de un proyecto del PFCS con finalidad principalmente ambiental. Podría ser un proyecto puramente ambiental, o un proyecto “híbrido” con propósito ambiental pero también económico.

El proyecto a carácter ambiental típico sería parecido a REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation). El objetivo central de este tipo de proyecto es la conservación de boscosas en riesgo de destrucción y reducir las emisiones de carbón. Se espera también obtener beneficios económicos a través de la venta de Unidades de Carbono Verificadas (VCU) provenientes de esta conservación en comunidades cercanas de dos municipios.

La principal pregunta de evaluación es evaluar si el proyecto consigo aumentar la preservación de bosques y reducir las emisiones de carbono.

Por la evaluación, debe ser medido el impacto positivo de las reducciones en la emisión de carbono, el impacto sobre la biodiversidad de la zona, y otros efectos intermedios. Aunque la decisión final del método de evaluación requiere más información sobre el proyecto, este reporte detalla la implementación de un emparejamiento por puntaje de propensión (PSM) al nivel de las veredas (y áreas asociadas a cada vereda) ya que es el método más factible. Si el diseño permite una RDD, debería estar considerada esta opción.

El uso de datos satélites es central y permite monitorear los cambios de forestación y estimar los cambios correspondientes en emisiones de carbono. El PSM permite emparejar a veredas con uso del suelo (bosque, agricultura...) más similar, que enfrentan causas y problemas de deforestación más similares, y que han conocido una trayectoria más similar en los cambios de uso del suelo durante los últimos años.

El organismo (REDD+) tiene su propia metodología (VM0006) que se debe usar para vender Unidades de Carbono Verificadas certificadas. Esta metodología estima las reducciones de CO<sub>2</sub> que resultan del proyecto. Aunque la metodología de la evaluación de impacto puede ser diferente, los datos que se necesitan son muy similares. Entonces una innovación importante en este proyecto es la intención de unir esfuerzos entre la

evaluación de impacto y el organismo que se encarga de la certificación. Para esto será muy importante que el Banco requiera, desde los pasos iniciales, que la agencia que implementa el programa se comprometa a compartir los datos que se usen para obtener la certificación.

Una recolección de datos se requiere solamente en el caso que se esperan beneficios económicos substanciales para las comunidades (proyecto híbrido). En este caso aparece una segunda pregunta de investigación, evaluando los efectos económicos del programa sobre las comunidades. También el estudio permite evaluar una tercera pregunta de evaluación más innovadora con respecto a la literatura existente: ¿en qué medida los resultados ambientales son mejores y más sostenibles cuando las comunidades tienen un beneficio económico en el proyecto?

## **3.2 Literatura**

### *3.2.1 Metodologías usadas*

Una de las características de las evaluaciones de impacto ambiental, sobre todo las que tratan temas como deforestación, conservación y degradación de bosques se apoyan fuertemente en imágenes satelitales para poder realizar su trabajo. Algunas de las bases de datos que se usan comúnmente son: LANDSAT *ETM+* y LANDSAT *TM*, debido a la disponibilidad histórica de los mismos (*ETM+* tiene datos desde 1999 y *TM* desde 1972). La ventaja de utilizar la versión *TM* es la posibilidad de usar, en versiones más recientes, diferentes espectros de luz, lo que permitiría tener mayor precisión a la hora de definir el tipo de ecosistema al que pertenece el terreno. Además de lo anterior, los datos son abiertos. Par mayor información sobre la recolección de información se puede acceder a la página de LANDSAT <https://landsat.gsfc.nasa.gov> para obtener datos, entrenamiento en el acceso e interpretación de los datos espaciales. Naturalmente, también hay otras fuentes de información como: *Google Earth*, la base de datos de la ONG *Global Forest Watch* y la base de datos de *Global Forest Change* de la universidad de Maryland. Sin embargo, para mayor riqueza de los datos se aconsejaría usar la base LANDSAT *TM*. El objetivo de estas bases es poder clasificar píxeles, o áreas, en las fotografías en distintas categorías de suelo como: bosque, bosque degradado, cultivo, suelo etc. En otras palabras, la mayoría de las evaluaciones se enfocan en comparar los cambios en las imágenes satelitales para poder comprender los efectos de los programas. Ejemplos de esta estrategia se encuentran en los estudios de Bruggeman et. all. (2015) y Gayeau et. all.

(2009). Caben resaltar dos cosas en este momento. La primera, es que el área que se toma como unidad de observación varía ampliamente dependiendo de la investigación y de la calidad de las imágenes. A mayor calidad, más pequeña puede ser la zona. La segunda, es que, para poder clasificar correctamente los suelos, no sólo es necesario tener fotografías de buena calidad, sino también fotografías tomadas con distintos filtros que permiten generar diferentes espectros de luz y así poder tener mayor información sobre los bosques, como se ve en el trabajo de Armenteras, Gast y Villareal (2003), quienes usando la base de datos de LANDSAT TM logran el color de las imágenes de la base para identificar diferentes tipos de ecosistemas. Naturalmente, fue necesario usar técnicas complementarias a la interpretación de color, como información de institutos geográficos y climáticos para poder asignar correctamente el tipo de ecosistema a cada celda de las imágenes.

Para poder generar evaluaciones de impacto sobre proyectos de reforestación o conservación, los investigadores se han concentrado mayormente en el uso de técnicas de emparejamiento o “matching”. Estas técnicas procuran comparar observaciones similares, ex ante, que hayan y no hayan sido tratadas para poder inferir el verdadero efecto causal del programa. En teoría, otras estrategias de identificación, como aleatorización o regresión discontinua podrían mejorar la identificación. Sin embargo, debido a la naturaleza de este tipo de intervención, con poca flexibilidad en sus lugares potenciales de implementación, las técnicas de emparejamiento resultan ser la metodología más usada. Varios trabajos, como el de, Arriagada, Sills y Pattanayak (2009) presentan evidencias basadas en el método de emparejamiento simple, es decir en un único periodo, mientras que Alix-Garcia, Shapiro y Sims (2012), Clements et. all. (2014), Clements y Milner-Gulland (2015) y Pfaff, Robalino, Herrera y Sandoval (2015) combinan el método de emparejamiento con el de diferencias en diferencias, permitiendo controlar por una línea base y tener en cuenta diferencias preexistentes entre los grupos de tratamiento y control.

### *3.2.2 Posibles sesgos a la estimación*

La metodología de PSM tiene como supuesto fundamental que la selección de unidades tratadas y no tratadas se debe específicamente a variables observables, como la distancia a un río o el avistamiento de algún animal específico en la zona. Por tanto, la mayor

amenaza a esta metodología estaría concentrada en dos tipos de no observables: el sesgo de selección y los efectos de contagio.

El problema de sesgo de selección viene del hecho de que las comunidades que participan al programa pueden ser diferentes de las que no participan. Los costos de transacción para participar pueden generar que muchos potenciales participantes eviten entrar al programa pues sus retornos no serían rentables. Estos que no entren pueden ser diferentes con respecto a su motivación, y muchos otros factores que pueden afectar el resultado final. Pattanayak et al. (2010) encuentra que la gran mayoría de las evaluaciones de programas de pagos para servicios ambientales no comparan los efectos con un grupo de control, o usan un grupo de control muy poco comparable.

Un ejemplo de estos costos de transacción, que explica Wunder (2007) en su investigación sobre la oferta de programas ambientales, tiene que ver con la firma de contratos individuales, o los costos asociados a la medición de la línea base y de monitoreo post-implementación. Si estos costos son muy altos, sólo los hogares o comunidades que pueden darse el lujo de recibir pagos netos más bajos serían los participantes. Si algunos de estos costos de transacción son no observables por los investigadores, es posible que la estimación que se lleve a cabo para cuantificar los impactos se vea alterada. Aunque cabe resaltar que no es el único autor que se ha enfocado en este hecho, pues incluso trabajo de Pagiola, Arcenas y Platais (2005), también ha indagado sobre estos costos y ha intentado proponer soluciones prácticas al problema, como ofrecer y cerciorarse sobre los derechos de propiedad de la tierra donde se llevar a cabo la implementación para reducir estos costos. Aunque para los propósitos prácticos de la investigación, lo más deseable sería llevar a cabo entrevistas a posibles participantes para poder controlar por estos no observables y añadir estos factores a la metodología de emparejamiento.

En el caso de efectos de contagio, lo que se busca controlar, sobre todo en programas de conservación o de creación de reservas naturales, es que una vez implementado el programa se genere una disminución de la deforestación, por ejemplo, y no sólo su traslado a un área cercana. Es decir, se busca evaluar si en lugar de corregir el problema, el programa sólo desplaza al mismo. Si no se controlara esto, se podría estar atribuyendo al programa un efecto positivo, que realmente no tuvo. Para controlar esto, investigaciones como las de Gayeau et. all. (2009) y Bruggeman et. all. (2015) se han enfocado en comparar sobre todo las áreas cercanas a las que se encuentran tratadas, pero

que no poseen ningún tipo de programa, es decir, las vecinas no tratadas. Ambos estudios concluyen que en esas implementaciones no hubo un desplazamiento significativo de la deforestación.

Alix-Garcia et al. (2012) encuentran efectos de contagio significativos en un programa de pagos para servicios ambientales en Méjico. Examinan los efectos de contagio dentro de los predios de un mismo dueño, y dentro de un mismo mercado observando los precios. Una vez tienen en cuenta los efectos de contagio, el impacto del programa se reduce de 4%.

### *3.2.3 Factores que afectan el éxito e impacto de los programas*

Además de los riesgos de sesgo, existen otros problemas que podrían afectar el éxito del programa y de esa manera producir una estimación negativa de los efectos de un programa potencialmente benéfico. En este caso, los problemas se hayan concentrados principalmente a la implementación del mismo. Dos grandes problemas se han encontrado en la literatura a la hora de implementar esta clase de programas. El primero es la localización del programa y el segundo son las instituciones y derechos de propiedad.

El primer caso busca corregir el problema que se presenta por la localización del programa. La literatura ha encontrado que las características del suelo, las necesidades económicas de los habitantes cercanos y la distancia a grandes urbes pueden alterar los resultados. Como muestran Ferraro y Hanauer (2011) y Pfaff et. all. (2015) no es lo mismo crear un programa que busque proteger bosques nativos cercanos a una ciudad que se encuentra demandando terrenos y alimentos, a conservar un bosque que a duras penas tiene contacto con los seres humanos. En casos en los que se logre implementar de manera adecuada donde existen estas clases de presiones, los resultados serían mucho mayores, pero en cualquier caso es necesario entender las dinámicas de las comunidades circundantes para poder mantener los efectos de largo plazo, como se verá más adelante.

En el segundo caso, el respeto por los derechos de propiedad y la fortaleza de las instituciones jugará un rol central a la hora de definir los resultados tal y como lo revela el trabajo de Clements et. all. (2010) al comparar distintas implementaciones de programas ambientales en Camboya. Por ejemplo, el estudio encuentra casos donde al haberse pagado directamente a algunos hogares, y no a las comunidades, generó

problemas, debido a la falta de claridad de los derechos de propiedad sobre el terreno. En estos casos, la implementación podría ser considerada a nivel de comunidad y no a nivel de hogar para evitar esta clase de conflictos y malos incentivos. Aunque para llevar este tipo de implementaciones a cabo, afirman los autores, es necesario empezar por construir instituciones para el mantenimiento del programa, lo que naturalmente elevaría los costos. Sin embargo, dependerá bastante del contexto, pues en un entorno con instituciones que hagan respetar los derechos de propiedad y la propiedad de la tierra esté bien definida, de acuerdo con el estudio, podría ser más deseable pagar directamente a los hogares para reducir costos de transacción y poder vislumbrar efectos incluso en el corto plazo.

#### *3.2.4 Efectos económicos y sociales sobre las comunidades*

Por último, pero no menos importante, las evaluaciones de impacto ambientales han empezado a enfocarse en la realización de encuestas y entrevistas a profundidad de las comunidades cercanas para entender las incentivos, necesidades y relaciones de estas comunidades con los ecosistemas de su entorno. Esto se puede ver claramente en las investigaciones de Pfaff et. all. (2015), Ferraro y Hanauer (2011) Andam et. All. (2008), Pagiola, Arcenas y Platais (2005). En estos estudios, se busca entender las motivaciones que pueden llevar a que una comunidad proteja o destruya un ecosistema cercano. No realizar este tipo de actividades podría conllevar que se presente alguno de los sesgos arriba mencionados o al fracaso del programa.

Tal y como mencionan Armenteras, et. all. (2009) para entender la deforestación y degradación de los ecosistemas, es necesario entender qué causas motivan a los habitantes de la zona a hacerlo, pues si no se comprenden estas motivaciones, no se podría entender cómo resolver de fondo el problema.

Como se menciona en un artículo de Coad et. all. (2008), hasta ese momento no habían tenido lugar evaluaciones que realmente se enfocaran en el bienestar de los hogares, sino que los análisis se limitaban a un tímido análisis costo-beneficio. Sin embargo, esta tendencia pareció cambiar y empezaron a surgir algunos trabajos como los de Ferraro y Hanauer (2011) que investiga si el desarrollo de las comunidades más pobres de Costa Rica que viven cerca de parques naturales y la preservación del medio ambiente es una situación en la que todos ganan o en la que los objetivos pueden reñir. De acuerdo con los autores, al hacer un análisis de impacto heterogéneo, se verá que el problema radica

en que aquellos factores asociados que potencialmente tienen un mayor efecto en reducción de la pobreza, son precisamente aquellos que van en contravía de la protección ambiental, como la capacidad de uso del suelo.

Naturalmente, esta no parece ser la única respuesta. Artículos como el de Cernea y Schmidt-Soltau (2006), que estudian el impacto de la creación de parques naturales en la región central del África (Camerún, República Centroafricana, Guinea Ecuatorial, Gabón, Nigeria y la República del Congo), encuentra efectos negativos sobre el bienestar de los hogares congoleños que vivían en áreas que posteriormente fueron declaradas parques naturales, al verse en la necesidad de desplazarse para poder sobrevivir, dado que al ser declarada el área un parque natural ya no se podía obtener recursos de los bosques.

En contravía, Clements et. all. (2014) no encuentran un impacto negativo sobre el bienestar de la provincia de Preah Vihear en Camboya, la cual se encuentra cerca de una área protegida por el gobierno, e incluso, encuentran que algunos habitantes de la comunidad parecen salir beneficiados.

Mientras que por su parte Clements et. all. (2015) encuentran que los efectos sobre el bienestar sobre los hogares del norte de Camboya que participaron en un programa de conservación ambiental son limitados y heterogéneos, siendo menos beneficiados los más pobres.

Finalmente, por su parte Adam et. all. (2010) encuentran que la creación de zonas de protección ambiental efectivamente reduce la pobreza. Llegan a esta conclusión luego de hacer un estudio de impacto socioeconómico en Costa Rica y Tailandia y comparando no sólo los resultados al interior de cada país, sino también teniendo la posibilidad de comparar las diferencias institucionales.

### *3.2.5 Interacción entre efectos ambientales y económicos para las comunidades*

Números estudios se han enfocado en responder preguntas sobre efectos de estos programas sobre el medio-ambiente, y algunos sobre los efectos de estos programas sobre las condiciones de vida de las comunidades que benefician de los programas. Pero la interacción entre efectos económicos y ambientales aún no ha recibido suficiente atención

Se puede pensar que no necesariamente los objetivos de desarrollo y protección del medio ambiente son rivales y que incluso. Si un programa logra salvaguardar los bosques, pero tiene pocos beneficios económicos para la comunidad ¿será viable su sostenimiento en el

largo plazo? Si las comunidades reciben beneficios de estas áreas protegidas no sólo en forma de pagos por servicios ambientales, ¿logrará que hagan las comunidades la defensa del medio ambiente su prioridad? Es importante explorar si la sostenibilidad de un programa con objetivos ambiental depende del bienestar económico de la población.

### **3.3 Metodología**

Teniendo en cuenta que la selección de las zonas donde se implementará el programa no será hecho de manera aleatoria o con métodos de exclusión claramente determinados (que permiten una discontinuidad), este estudio propone usar los métodos más comunes y usados por la literatura en este tema, es decir, una combinación entre los métodos de emparejamiento y de diferencias en diferencias. Esta sección expone las metodologías y técnicas estadísticas de la evaluación de impacto que serán usadas.

#### *3.3.1 Selección de zonas beneficiarias e identificación*

La selección de la unidad de tratamiento depende por parte de las ventajas y ventajas explicadas en anexo 1. Pero esta decisión también depende del nivel al cual interviene el programa. Nuestras discusiones con organizaciones que implementan REDD+ indican que trabajan con las comunidades. En este caso sería imposible tener como unidad de tratamiento el hogar, y la unidad más pequeña con cual podemos trabajar sería la comunidad (o vereda).

La metodología que se propone es un emparejamiento por puntaje de propensión (PSM) porque es la más factible en este contexto. Es fundamental dedicar un esfuerzo importante para seleccionar las comunidades más comparables posibles. Pattanayak et al. (2010) encuentra que la gran mayoría de las evaluaciones de programas de pagos para servicios ambientales no comparan los efectos con un grupo de control, o usan un grupo de control muy poco comparable. Aunque desde 2010 han aparecido algunos estudios que tratan con más rigurosidad el hecho de tratar de encontrar un contra-factual creíble. Por ejemplo, Alix-Garcia et al. 2012 propone una metodología que proponemos seguir, con algunas modificaciones para adaptarlo a nuestro contexto y tratar de mejorar el emparejamiento<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Las dos principales diferencias son que 1) usamos comunidades como unidad de tratamiento mientras que los autores usan hogares; y 2) Intentaremos incluir dentro de las variables de emparejamiento mas variables que se relacionan a la historia de la deforestación en el área que corresponde a la comunidad.

### 3.3.2 *El grupo de control y emparejamiento*

Por lo que entendimos, es común que el proceso de selección empiece recibiendo aplicaciones de las comunidades. En este caso, el grupo de control debe estar seleccionado dentro de las comunidades que aplicaron pero que no fueron seleccionadas para evitar o limitar el sesgo de selección debido a características no-observables como la motivación de las comunidades para resolver el problema de deforestación. Si no funciona con aplicaciones, lo importante es asegurarse que no se usa un grupo de control que no beneficie del programa porque no manifestaron la misma motivación.

Siguiendo Alix-Garcia et al. (2012), las variables que se pueden usar para el emparejamiento son las siguientes:

- Área
- Inclinación y elevación del suelo
- Tipo de bosque / arboles
- Densidad de población, de calles, de electricidad
- Índice de pobreza
- Deforestación antes del principio del programa

Cuando no está disponible al nivel de la vereda se puede usar la medida al nivel del municipio. Claramente, si la organización implementadora recoge otra información durante el proceso de selección que podría estar relacionado con participación y resultados, se deben incluir estas variables también como factores que afectan el emparejamiento.

Un elemento que resalto de la discusión con organizaciones que implementan el REDD+ y tratan de obtener la certificación de Unidades de Carbono Verificadas fue que el mejor grupo de control es un grupo con causas de la deforestación más similares. Entonces para mejor identificar los contra-factuales más apropiados, tenemos dos opciones. La primera opción es tratar de observar estas causas. En su orden de importancia las principales causas de la deforestación en Colombia son: la expansión de la frontera agrícola, la colonización, la construcción de carreteras, la construcción de infraestructura minera e hidroeléctrica, así como los efectos que causan la exploración petrolera y explotación, los cultivos ilícitos, el consumo de leña, los incendios forestales, y la producción de madera con fines comerciales. Muchas de estas causas pueden ser medidas por datos satélites de uso de suelo, o datos agregados económicos (precio, venta de madera, etc.).

La segunda opción es considerar que los sitios con causas más similares tienen una covarianza más similar en su deforestación (otros indicadores estadísticos de cambios conjuntos<sup>11</sup>). Entonces podemos usar la información muy rica de los datos satélites de los periodos anteriores para emparejar comunidades más similares en sus causas y sus cambios.

### 3.3.3 El análisis

Dado que usamos un PSM mirando el efecto sobre el cambio en las variables de interés, muchos elementos de esta sección son similares a la sección 1.3.3 (para el caso del proyecto con fines económicos).

Una vez definidas las variables que afectan la participación al proyecto (en la sub-sección anterior), podemos correr la regresión siguiente:

$$D_v = \beta_0 + \beta_1 X_{1v} + \dots + \beta_k X_{kv} + u_v$$

Donde  $D_v$  es una variable binaria igual a 1 si la vereda beneficiaria del programa y  $X_{1v} \dots X_{kv}$  son las características de las veredas (y sus áreas asignadas) que afectan la probabilidad de ser beneficiario.

Esta regresión permite obtener la probabilidad estimada de ser beneficiario de cada hogar del grupo de tratamiento y del grupo de control, dado por la regresión siguiente:

$$\hat{P}(X_v) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1v} + \dots + \hat{\beta}_k X_{kv}$$

Existen diferentes métodos para elegir el emparejamiento, incluyendo, el vecino más cercano, el emparejamiento de distancia máxima o el emparejamiento por Kernel<sup>12</sup>. En el primer caso, se empareja cada individuo  $i = 1 \dots I$  del grupo de tratamiento con la vereda más cercana en probabilidad de beneficiar del proyecto  $C(v)$  para incluirlos en la estimación. Una vez hecho el emparejamiento, se estima el impacto promedio del programa sobre el cambio en la variable de interés  $Y_{it}$  de la observación  $i$  al periodo  $t$  (donde  $t = 0$  es antes del tratamiento, y  $t = 1$  es después del tratamiento), usando el estimador siguiente:

---

<sup>11</sup> Se pueden usar los años anteriores para decidir cuáles son los indicadores de cambios comunes hasta una fecha dada que mejor predicen la tendencia después de esta fecha.

<sup>12</sup> Ver Bernal y Pena 2011 para una descripción más detallada de los diferentes métodos.

$$\tau = \frac{1}{I} \sum_{v=1}^V [(Y_{v1} - Y_{v0} | D_v = 1) - (Y_{C(v)1} - Y_{C(v)0} | D_v = 0)]$$

$\tau$  es un estimador de la diferencia en el cambio de la variable  $Y_{vt}$  entre el grupo de tratamiento y la población asignada como grupo de control por tener la probabilidad más cercana de beneficiarse del tratamiento.  $D_v$  es una variable binaria igual a 1 si la vereda beneficio del programa.

### 3.3.4 Combinar esfuerzos con la certificación de REDD+

Basándonos en la idea de *Reducción por Emisiones por Deforestación y Degradación* (REDD+), se construyen medidas en las que el impacto del programa se cuantifica por la cantidad de carbono almacenado por la biomasa de los bosques, expresado en toneladas de CO<sub>2</sub>. Tomar como referencia a REDD, y en especial la implementación hecha por REDD en el Pacífico colombiano (REDD+ en el Pacífico colombiano) permite beneficiar de la experiencia de los institutos de certificación en el cálculo de los efectos ambientales, sobre todo de las reducciones de CO<sub>2</sub>. También, dado que tenemos muchos objetivos en común (la medida y atribución de los cambios ambientales), la cooperación puede permitir un ahorro importante en la recolección de datos para medir estos efectos. Para conseguir esta cooperación, es importante obtener un acuerdo y una cooperación desde la primera fase de la selección del proyecto y de su implementación. El Banco Interamericano de Desarrollo debe requerir esta cooperación del lado de la agencia implementadora del programa REDD+ y de la institución que se encarga de la certificación de las reducciones de emisiones de carbono.

La metodología usada por REDD+ consta de seis pasos: i) estudios de deforestación y degradación; ii) selección y ajuste de metodología; iii) línea base de carbono; iv) proyección de deforestación y degradación a 30 años, v) estimación de las reducciones de emisiones y vi) monitoreo y verificación de carbono. De esos pasos, este estudio sugiere usar inicialmente: la medición de una línea base, la proyección de deforestación, la estimación de las reducciones de emisiones y finalmente, del monitoreo y verificación del carbono.

La medición de la línea base, requiere poder verificar las estimaciones de biomasa sobre la tierra en toneladas métricas de carbono por hectárea. Si se quisiera hacer de una manera rigurosa se debería tomar esta medida para distintos tipos de biomasa (bosques, bosques

degradados, pastizales, etc.). En caso de no tener suficiente financiación, se podría intentar aproximar algunos resultados por medio de los cálculos que sugiere la metodología de inventarios de bosques de Burgos y Pérez (2004).

La segunda parte, la proyección de deforestación, se puede realizar utilizando técnicas de series de tiempo, como las descritas en Hamilton (1994), y usando algunas de las variables que propone REDD+ en su metodología como: historia y dinámica en el uso del suelo, la expedición de leyes ambientales, condiciones sociales, tipos de explotación económica (minera o agricultura por ejemplo) situación social y otras. Además de esto, se tendrían que tener en cuenta las zonas donde puede haber un mayor impacto debido a la deforestación, como zonas donde la tala sea productiva, de acuerdo con REDD+.

En cuanto a la estimación de la reducción de CO<sub>2</sub> la metodología VM0006, propuesta por REDD+, hace énfasis en que además de contar con las áreas protegidas, se debe tener en cuenta el tipo de actividad que se promueva al interior de las comunidades para que reduzcan la deforestación y degradación de los bosques. Como ejemplo a esto, la metodología propone que el monitoreo forestal puede lograr una efectividad entre el 100% y el 50% para evitar la tala comercial, mientras que el mejoramiento en la tenencia de la tierra apenas lograría una mejora del 5%, de acuerdo con REDD. Como aproximación a esta metodología lo que se propone es generar ponderaciones sobre las proyecciones y la línea base dependiendo del tipo de suelo para así generar estimaciones más cercanas a lo que realmente puede llegar a suceder.

Finalmente, la metodología propone un monitoreo y verificación en la reducción del carbono. Si bien se proponen varias técnicas, como el cambio en el uso del suelo y monitoreo con estaciones remotas, podría ser una buena opción usar una metodología similar a la que se usó para medir la línea base para poder verificar efectivamente las reducciones y así no sólo fiarse de las estimaciones en la reducción sino también poder medir con más precisión la misma.

Esta parte es aproximativa por el momento, y su aclaración necesitara un dialogo importante entre investigadores encargados de la evaluación de impacto y los que implementan el proyecto y tratan de obtener las certificaciones. Se buscará un compromiso donde la evaluación de impacto beneficia de la experiencia técnica de REDD+ y de las inversiones para tomar las medidas necesarias para la certificación. Pero

la evaluación de impacto no necesita seguir la misma metodología, sobre todo en la definición del contra-factual.

### 3.3.5 Diferencias con el método tradicional de estimación de tendencias.

La principal innovación entre este proyecto y la mayoría de las estimaciones de evaluación de impacto ambiental radica en el uso de datos en comparación con la estimación de tendencias. En varios trabajos, en vez de usar datos actuales sobre lo que sucedió, como propone la metodología seguida por REDD+, usan estimaciones sobre lo que habría sido el escenario en ausencia del programa (es decir de haber continuado las tendencias de deforestación). Dado que este trabajo propone recolectar datos luego de la implementación, no sería necesario realizar estas estimaciones. Sin embargo, y tal como se explicó en la sección anterior (3.3.4), de ser necesario para hacer comparables los resultados de este estudio con otros previos o para tener un trabajo que compare las estimaciones pre y post implementación, se usarían técnicas de series de tiempo como las descritas en Hamilton (1994).

### 3.3.6 Las zonas de fuga

Dado que es una preocupación recurrente la posibilidad de que el programa termine generando un efecto de desplazamiento de acciones que se busca reducir por medio de los programas, como la tala, es importante tener en cuenta el efecto del programa sobre las zonas de fuga. Este trabajo propondría, en caso de que fuera necesario, la siguiente modificación al modelo descrito en la sección 3.3.3.

$$\tau = \frac{1}{I} \sum_{v=1}^V [(Y_{v1} - Y_{v0} | D_v = 1) - (Y_{C(v)1} - Y_{C(v)0} | D_v = 0)] \\ - [(Y_{f1} - Y_{f0} | D_v = 1) - (Y_{Cf(v)1} - Y_{Cf(v)0} | D_v = 0)]$$

La interpretación de las variables es análoga a la anterior, a excepción de aquellas que tienen el subíndice f. En este caso, la variable  $Y_{ft}$  hace referencia a las áreas de fugas, asignadas al tratamiento, y las áreas de control asignadas a las fugas, para hacer comparable su comportamiento.

En este momento es necesario tener cuidado de no mezclar las posibles áreas de control y las áreas de fuga, pues si bien pueden ser similares, tienen diferencias importantes. La primera, es que las áreas de control lo que buscan es hacer comparables las áreas de

tratamiento con unas que ex ante tenían una posibilidad similar de ser tratadas. Por su parte, las áreas de fuga lo que buscan es mirar hacia donde se podrían desplazar las actividades económicas, como la tala.

Dicho lo anterior, para seleccionar las áreas de fuga se tendrán en cuenta dos criterios tentativos principales: el tipo de madera de la zona de tratamiento y la distancia entre la fuga y el control. Se tomaría una distancia suficiente corta a la redonda de la frontera del área de tratamiento como zona de fuga, pues es posible que para aquellos que realizan la actividad, no sea demasiado costoso desplazarse unos pocos kilómetros para continuar con su actividad económica en un área no protegida por el programa. El segundo criterio, el del tipo de madera que se hallaba en el área de tratamiento, es usado pues se podría pensar que aquellos que se enfocaban en extraer ese tipo específico de madera intentarán conseguirla en otra área que no esté protegida, pero que tampoco les represente altos costos adicionales, como transporte.

### **3.4 Medición de los impactos ambientales**

Algunas de las variables que se tendrán que medir para los proyectos ambientales se presentarán a continuación. Cabe la pena aclarar que para medir algunas de estas variables será necesario ir a campo con técnicos especializados en la medición de estas variables (como el tipo de biomasa en el área), mientras que otras podrían ser medidas a distancia con ayuda de imágenes satelitales. También es posible obtener datos del IDEAM sobre inventarios de bosques según Romero (2013).

#### *3.4.1 Área deforestada:*

Para medir esta variable, se pueden usar las imágenes satelitales de LANDSAT TM. Muchos trabajos han usado los datos RED y Near InfraRed de LANDSAT para calcular un Normalized Differential Vegetation Index (NDVI). Como lo explica C.L. Meneses-Tovar (2011), este índice arroja valores estimados del “verdor” del bosque que resultan de análisis de datos obtenidos mediante satélite. El NDVI es un indicador de la salud vegetal porque la degradación de la vegetación del ecosistema quedaría reflejado en el valor más reducido del NDVI. Los datos de NDVI. Las imágenes satelitales fueron obtenidas por medio del espectrómetro de formación de imágenes de resolución

moderada (MODIS), un instrumento lanzado por la NASA a bordo de dos satélites que proporciona mediciones a gran escala de la dinámica global. Sus datos son libres de acceso (aunque se requiere la capacidad de manejar datos georreferenciados) con alta frecuencia, y ofrecen una de resolución espacial de 500 m (o 1km dependiendo de las bases de datos usadas).

El primer trabajo que se necesita es georreferenciar las áreas que se asignan a cada comunidad, para poder asociar a cada una los datos satélites que corresponden a su área. Posteriormente, se le asignaría una categoría (bosques, bosques degradados, pastos, sembradíos, deforestación, etc.) por medio del color de los píxeles, los espectros de luz e información cruzada con censos para determinar la naturaleza del suelo. El siguiente paso sería tomar el porcentaje de área deforestada, es decir la ausencia de bosques donde antes había, sobre el área total de referencia para el proyecto.

Para esto se podría utilizar la metodología de Armenteras et. all. (2011) quienes proponen además del uso de fotografías el uso de imágenes que usen diferente longitud de onda para poder estimar mejor el tipo de bosques o de terrenos. Como índice utilizan

$$R = \frac{A_{inicial} - A_{final}}{A_{inicial} * t} * 100$$

Donde R es la tasa de deforestación<sup>13</sup>, *A<sub>inicial</sub>* es el área de bosque al principio del estudio, *A<sub>final</sub>* el área de bosque al final del estudio y t el intervalo de años entre las imágenes. Por ejemplo, si se tienen 5 años entre las imágenes satelitales, t sería igual a 5. La ventaja de esta metodología es que permite calcular un R por cada unidad de observación y al final agregarlos para tener una tasa de deforestación total.

Luego, esta tasa de deforestación se le asignaría a la unidad de observación. En caso de usar veredas, por ejemplo, se podría tomar un área de 10 km a la redonda del casco veredal y se procedería a asignar las áreas requeridas por la metodología, para darle a cada vereda una tasa de deforestación. Hay que notar que esto también podría ser aplicado a hogares si se decide que estos serán la unidad de observación.

### 3.4.2 Índice de fragmentación

Siguiendo la metodología de Armenteras, Gast y Villareal (2003) para calcular los índices de fragmentación se usaría el Largest patch index (LPI) el cual se calcula como

---

<sup>13</sup> Dado que aquí el indicador ya representa un cambio, en relación con el modelo que proponemos en la sección 3.3.3, R corresponde directamente a  $Y_{v1} - Y_{v0}$ .

el porcentaje del terreno comprometido por el fragmento de mayor tamaño de del correspondiente ecosistema. En general, este indicador usa la misma técnica de asignar pixeles de una imagen satelital a una categoría. Acá simplemente se tomaría como el porcentaje de área comprometida de mayor tamaño al interior de un ecosistema.

$$LPI_i = \frac{\max\{comp_i\}}{A_i}$$

Donde se hace referencia al área comprometida sobre el área total del ecosistema i. Luego, si se desea una medida más general, se puede realizar un promedio ponderado por el tamaño de las áreas correspondientes de cada ecosistema.

### 3.4.3 Índice de Biomasa

Para calcular el índice de biomasa en la tierra sin tener que acudir al campo es posible usar la metodología de Burgos y Pérez (2004) quienes por medio de regresiones no lineales y datos sobre inventarios de reservas forestales, logran estimar la biomasa de las zonas seleccionadas. Aunque cabe notar que también podrían usarse los distintos espectros de luz de la base LAND TM. Es necesario recordar que para poder utilizar la metodología REDD+ es necesario contar con un estimativo de la biomasa y es por esto que estas estimaciones además de ahorrar costos de implementación permiten tener una estimación fiable de esta variable tan difícil de medir. Para estimar correctamente la biomasa deben seguirse las regresiones que los autores proponen en su trabajo. Para otras estimaciones alométricas podría consultarse Dauber, Terán y Guzmán (2000) o Schlegel (2001). Sin embargo, podría ser preferible usar la metodología de Burgos y Pérez teniendo en cuenta que puede aplicarse con mayor facilidad en el territorio colombiano al usar las imágenes satelitales o los inventarios de bosques en caso de no poder usar las primeras.

### 3.4.4 Toneladas métricas de carbono por hectárea

Una medida parsimoniosa que puede ser usada para calcular la cantidad de CO<sub>2</sub> retenido por los bosques está dado por las siguientes fórmulas según IPCC (2006)

$$Carbono = \frac{Biomasa}{2}$$

$$CO_2 = \frac{3}{11} Carbono = \frac{3}{11} \cdot \frac{Biomasa}{2}$$

Por lo que al usar la biomasa calculada con anterioridad podría tenerse un estimado razonable de la cantidad de CO<sub>2</sub> capturado por el proyecto.

Otra opción es usar la metodología VM0006, usada por REDD+ y anteriormente comentada, o usar como complemento la metodología CDM para proyectos de pequeña escala que en pocas palabras busca medir el cambio neto en la emisión de gases antropogénicos, es decir generados por el ser humano, en las fronteras del proyecto. Esta opción podría ser deseable si las personas que están constantemente involucradas en el mercado de bonos de carbono o de pagos por servicios ambientales cuenta con el personal necesario para llevar a cabo estas mediciones in situ.

#### *3.4.5 Indicadores de presión ambiental:*

Como se observó en la revisión de literatura la presión por parte de las comunidades para usar los recursos naturales es un determinante del éxito del programa por tanto es importante usar algunos indicadores. Estos serían:

- i) Densidad poblacional (número de habitantes por metro cuadrado)
- ii) Uso agropecuario del suelo (se tomaría como una variable categórica que señalaría si en el área circundante existe agricultura o ganadería)
- iii) Demanda por agua (litros de agua consumida por persona al día).

#### *3.4.6 Variables sobre el uso del suelo:*

A menos que se pudiera inferir el uso del suelo por medio de imágenes satelitales, lo cual se podría hacer por medio de la base LANDSAT TM, o información por parte del gobierno, usando censos por ejemplo, sería necesario hacer trabajo de campo para tomar medidas con georreferencia sobre el uso del suelo, pues según la metodología expuestas por REDD+ la cantidad de CO<sub>2</sub> que puede procesar un área no sólo depende del uso del suelo sino de la “calidad de la biomasa” que esté presente en dicha área. Por ejemplo, se puede observar por los propios datos de REDD+ que la cantidad de carbono por hectárea es menor en bosques degradados que en bosques sanos.

### **3.5 Muestra cálculos de poder y costos**

#### *3.5.1 Cálculos de poder*

Los cálculos de poder en el caso ambiental no son necesarios. Dado que el costo del manejo de datos satélites es sobre todo un costo fijo, si incluirían todas las comunidades de tratamiento del proyecto, y un número equivalente de comunidades de control.

En el caso que sea un proyecto híbrido y que se esperan cambios económicos importantes para las comunidades beneficiarias, se necesitarían encuestas de los hogares para poder contestar la segunda y tercera propuestas de investigación (en sección 3.1). En este caso, el cálculo de poder es similar al cálculo de poder que se hizo en la sección 2.5.1. Entonces también se necesitaría una muestra de 784 hogares.

### *3.5.2 Costos de la evaluación*

Aunque se pueden usar datos de monitoreo que se necesitan para la certificación de los bonos de carbono, consideramos que una encuesta de referencia será necesaria para permitir el PSM y el método de diferencia en diferencia. En esta estimación de costos, consideramos un escenario donde se necesitaría dos rondas de recolección de datos. En el caso que se decide que el proyecto debería tener muy pocos efectos económicos (positivos o negativos) sobre los beneficiarios, se podría tener solamente una o ninguna ronda de encuestas para el estudio ambiental.

Basándonos en otras encuestas realizadas por la universidad de Los Andes, contratando algunas de las mejores agencias encuestadoras, estimamos un costo por encuesta de USD76. Dado este costo, una ronda de 1568 encuestas costaría aproximadamente USD119.168.

Es posible también que se necesite obtener las georreferencias de las zonas bajo responsabilidad de cada comunidad, entonces se dedicó una parte del presupuesto para esta tarea. Una otra importante del costo se explica por la necesidad de contratar a una persona durante un periodo bastante largo para el manejo de los datos satélites. Esta tarea puede ser ejecutada por un estudiante, asistente de investigación, que ya conoce o puede aprender a usar ARCGis y otros programas dedicados a datos satélites. El resto de los costos sobre el tiempo del (de los) principal(es) investigador(es), diversos costos de logística y el overhead de la institución.

**Costos del Proyecto Ambiental Híbrido, (USD)**

Categoría	Unidad	No de unidades	Costo por unidad	Costo total
Georreferencias	Predio	200	\$ 130	\$ 26.000
Encuestas	Encuesta	1568	\$ 76	\$ 119.168
Principal(es) Investigador(es)	Día	75	350	\$ 26.250
Visitas, viajes, logística	Costo anual	3	\$ 4.000	\$ 12.000
Asistente de Investigación	Mes	24	\$ 1.100	\$ 26.400
Manejo de datos satélites	Mes	24	\$ 1.101	\$ 26.424
Workshop, presentaciones				\$ 8.000
Overhead de la Institución				\$ 49.909
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 294.151</b>

## BIBLIOGRAFIA

Agencia Presidencial de Cooperación ACP (2017). Fondo BID, Fondo Colombia Sostenible. Consultado el 3 de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.apccolombia.gov.co/pagina/fondo-bid>

Alix-Garcia, J. M., Shapiro, E. N., & Sims, K. R. (2012). Forest conservation and slippage: Evidence from Mexico's national payments for ecosystem services program. *Land Economics*, 88(4), 613-638.

Andam, K. S., Ferraro, P. J., Sims, K. R., Healy, A., & Holland, M. B. (2010). Protected areas reduced poverty in Costa Rica and Thailand. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(22), 9996-10001.

Andam, K. S., Ferraro, P. J., Pfaff, A., Sanchez-Azofeifa, G. A., & Robalino, J. A. (2008). Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(42), 16089-16094.

Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J., & Morales, M. (2011). Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change*, 11(3), 693-705.

Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J. & Morales, M. (2011). Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change*, 11(3), 693-705

Arriagada, R. A., Sills, E. O., & Pattanayak, S. K. (2009). Payments for environmental services and their impact on forest transition in Costa Rica

Banco Interamericano de Desarrollo BID (2017). Programa Colombia Sostenible (CO-L1166) Perfil del Proyecto. Consultado el 3 de marzo de 2017. Disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=40846457>

BURGOS, Javier D; PÉREZ R, Julia Andrea. Modelo de regresión lineal para la estimación de biomasa en algunos ecosistemas boscosos de Colombia. *Colombia Forestal*, [S.l.], v. 8, n. 17, p. 103-109, nov. 2004.

Cabrera, E., Vargas, D. M., Galindo, G., García, M. C., Ordoñez, M. F., Vergara, L. K., & Giraldo, P. (2011). Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional—escalas gruesa y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales—IDEAM, Bogotá, Colombia.

Cernea, M. M., & Schmidt-Soltau, K. (2006). Poverty risks and national parks: Policy issues in conservation and resettlement. *World development*, 34(10), 1808-1830.

Clements, T., & Milner-Gulland, E. J. (2015). Impact of payments for environmental services and protected areas on local livelihoods and forest conservation in northern Cambodia. *Conservation Biology*, 29(1), 78-87.

Clements, T., John, A., Nielsen, K., An, D., Tan, S., & Milner-Gulland, E. J. (2010). Payments for biodiversity conservation in the context of weak institutions: Comparison of three programs from Cambodia. *Ecological Economics*, 69(6), 1283-1291.

Clements, T., Suon, S., Wilkie, D. S., & Milner-Gulland, E. J. (2014). Impacts of protected areas on local livelihoods in Cambodia. *World Development*, 64, S125-S134.

Coad, L., Campbell, A., Miles, L., & Humphries, K. (2008). The costs and benefits of protected areas for local livelihoods: a review of the current literature. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.

D. Armenteras, F. Gast, H. Villareal, Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia, *Biological Conservation*, Volume 113, Issue 2, October 2003, Pages 245-256.

D. Armenteras, F. Gast, H. Villareal, Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia, *Biological Conservation*, Volume 113, Issue 2, October 2003, Pages 245-256

Dauber, E., Terán, J., & Guzmán, R. (2000). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. Santa Cruz: Superintendencia Forestal. Schlegel, B. (2001, October). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. In Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales (Vol. 18).

Derek Bruggeman, Patrick Meyfroidt, Eric F. Lambin, Production forests as a conservation tool: Effectiveness of Cameroon's land use zoning policy, *Land Use Policy*, Volume 42, January 2015, Pages 151-164

Fergusson, L., Romero, D., & Vargas, J. F. (2014). The environmental impact of civil conflict: the deforestation effect of paramilitary expansion in Colombia.

Ferraro, P. J., & Hanauer, M. M. (2011). Protecting ecosystems and alleviating poverty with parks and reserves: 'win-win' or tradeoffs?. *Environmental and Resource Economics*, 48(2), 269-286.

Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (2010). Microeconomics of technology adoption. *Annual Review of Economics*, 2.

Gaveau, D. L., Epting, J., Lyne, O., Linkie, M., Kumara, I., Kanninen, M., & Leader-Williams, N. (2009). Evaluating whether protected areas reduce tropical deforestation in Sumatra. *Journal of Biogeography*, 36(11), 2165-2175.

Hamilton, James D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.

IPCC (International Plant Protection Convention) 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4. Forest Land.

Louise Aukland , Pedro Moura Costa & Sandra Brown (2003) A conceptual framework and its application for addressing leakage: the case of avoided deforestation, *Climate Policy*, 3:2, 123-136

Meneses-Tovar, C.L., 2011. NDVI as indicator of degradation. *Unasylva*, 62(238), pp.39-46.

Oquist, P. H. (1978). *Violencia, conflicto y política en Colombia* (Vol. 1 y 2). Instituto de Estudios Colombianos.

Pagiola, S., Arcenas, A., & Platais, G. (2005). Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World development*, 33(2), 237-253.

Pattanayak, Subhrendu K., Sven Wunder, and Paul J. Ferraro. 2010. "Show Me the Money: Do Payments Supply Ecosystem Services in Developing Countries? Review of Environmental Economics and Policy 4 (2): 254–74.

Pécaut, D. (1987). *Orden y violencia: Colombia 1930-1953* (Vol. 1). Siglo Veintiuno Editores.

Pfaff A, Robalino J, Herrera D, Sandoval C (2015) Protected Areas' Impacts on Brazilian Amazon Deforestation: Examining Conservation – Development Interactions to Inform Planning. *PLoS ONE* 10(7): e0129460.

Romero, H. G. (2013) *Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas*. En "El Desafío del Desarrollo Sustentable en América Latina". Konrad Adenauer Stiftung 2013. Rio de Janeiro.

Schlegel, B. (2001, October). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. In *Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales* (Vol. 18).

Stephanie, Á., & Rettberg, A. (2008). Cuantificando los efectos económicos del conflicto. *Colombia Internacional*, 67.

Valencia, O. L., & Daza, M. F. (2010). Vinculación a grupos armados: un resultado del conflicto armado en Colombia. *Diversitas*, 6(2), 429-439.

Wunder, S. (2007). The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation biology*, 21(1), 48-58.

Yaffe, L. (2011). Conflicto armado en Colombia: análisis de las causas económicas, sociales e institucionales de la oposición violenta. *Revista CS*, (8), 187-208.

## **Anexo 1: Como seleccionar la unidad de tratamiento**

En primer lugar, la decisión tiene un efecto directo sobre el poder de las estimaciones. Este se define como la probabilidad de que no se pueda identificar estadísticamente un efecto del programa cuando en realidad sí lo hubo. Cuanta más alta sea esta probabilidad (menor poder estadístico), más difícil es encontrar un efecto significativo del programa.

El poder depende del tamaño de la muestra, por lo que definir la UT afecta directamente la posibilidad de encontrar un efecto del programa. Entre más grande sean las unidades de tratamiento se vuelve más difícil y costoso alcanzar un nivel de poder estadístico aceptable para estimar los resultados. Por lo tanto, definirla afecta el presupuesto necesario para realizar la evaluación. Un ejemplo claro sería elegir a los proyectos como UT, pues sería necesario contar con 30 proyectos beneficiarios del PFSC y 30 proyectos equivalentes para realizar la comparación. Adicionalmente, encontrar proyectos comparables resulta muy complicado, pues cada uno tiene diferentes metas, indicadores, efectos y objetivos. En los anexos se resumen los criterios de elegibilidad (tabla 1) y priorización para los proyectos con el objetivo de ver si alguno de estos servía para la evaluación. Sin embargo, con estos criterios no ha sido posible identificar una oportunidad para el diseño de la evaluación, en consecuencia, se considera altamente improbable elegir esta UT. Elegir a las municipalidades es posible pero se requiere que haya uno o más proyectos similares extendidos sobre suficientes municipalidades para permitir comparación. En suma, el poder es inversamente proporcional al tamaño de la UT, por lo que elegir a los hogares ofrece el mayor poder estadístico.

### Unidad de tratamiento y el riesgo de desbordes

En segundo lugar, la decisión también afecta el riesgo de tener desbordes: el riesgo de que las poblaciones de control sean contaminadas por el efecto del programa. Si las poblaciones de control son contaminadas, se estarían comparando una población tratada y una población parcialmente tratada, subestimando así los efectos. El riesgo de tener desbordes incrementa cuando las UT son más pequeñas, por ejemplo: si el proyecto va a proveer conocimientos y mejores prácticas para la agricultura a los hogares, es posible que hogares vecinos, que debían ser controles, aprendan a través de la interacción con sus vecinos. En la misma línea, por su cercanía también podrían ser beneficiados mediante externalidades ambientales. Por el contrario, los desbordes se tornan menos probables

cuando comparamos municipios, ya que hay menos contacto entre poblaciones de dos municipios diferentes.

Hay dos posibilidades para contrarrestar este problema. Primero, se puede recolectar información sobre las redes sociales que existen entre los hogares. Esto incluiría relaciones familiares entre hogares e información sobre las discusiones entre ellos en temas de agricultura, dinero, y otros relacionados con el programa. Los datos sobre las redes permitirían así controlar por las interacciones e identificar grupos de comparación válidos para realizar la estimación. Segundo, se podría utilizar una UT más grande cuando haya más riesgo de desborde, por ejemplo, veredas. Es muy probable que las interacciones entre veredas sean limitadas, reduciendo el riesgo de desbordamiento. En consecuencia sería un compromiso intermedio; se reduce el riesgo de desborde pero no se pierde tanto poder estadístico como cuando se eligen municipios. Naturalmente, esta posibilidad debe ser discutida con el organismo de implementación antes de la intervención.

Encontrar el grupo de comparación dentro de cada unidad del control (contra factual)

En tercer lugar, cabe resaltar un problema adicional al elegir las municipalidades. Con esta UT se torna difícil identificar el grupo de control, pues si en un municipio hay 100 hogares de 1000 que recibieron beneficios del programa, identificar 100 hogares comparables en otro municipio para realizar la comparación es muy difícil. Encontrar estos 100 hogares, o en su defecto un grupo de control válido, se conoce como definir el contra factual: medir lo que habría pasado si no existiese el programa. Para este problema hay dos posibles soluciones.

La primera consiste en que el tratamiento por municipio se haga en distintos momentos del tiempo. Esto permitiría seleccionar desde antes de la intervención quienes serían tratados en cada municipio, para posteriormente elegir aleatoriamente el momento del tiempo en que sería realizada la intervención para cada uno. Con este método se abre una ventana para generar un contra factual válido: se compararían municipios tratados en el año 1, por ejemplo, contra municipios tratados en el año 2, justo antes de que la intervención del año 2 tome lugar. En consecuencia, podríamos comparar los resultados de los primeros al final año 1 con las características de los segundos antes de ser afectados por los programas. Este método es fácil de implementar y permite identificar un contra factual válido, pero genera un problema para medir resultados de largo plazo. La segunda consiste en realizar encuestas aleatorias en cada municipio para así generar grupos de

control y tratamiento, pero esto limitaría el poder de las estimaciones si la intensidad de tratamiento a nivel de municipio es baja.

Una solución adaptada a los proyectos y el contexto de la evaluación

Para terminar esta discusión, se debe aclarar que la decisión de la UT puede variar de proyecto a proyecto. Debido a que cada proyecto puede tener distintos objetivos, medición de resultados esperados, tamaño, y nivel de población afectada, es recomendable ajustar la decisión a sus necesidades. Por ejemplo, para proyectos que de los que se espera un impacto ambiental es probable que sus resultados sean observados en UT mayores y no en hogares: reforestación, mejor manejo del agua, biodiversidad, reducción en emisiones de carbono etc... De esta manera, se necesitaría una unidad de comparación más grande como los municipios, o si es posible, veredas.

Por el contrario, para los proyectos principalmente enfocados en generar retornos económicos, sería más simple medir los efectos directamente sobre los hogares y recolectar datos que permitan controlar por efectos de desborde. También existe la posibilidad de usar datos a nivel de veredas, si los proyectos tienden a tratar veredas completas. A continuación, se encuentra una tabla que resume la discusión anterior y sirve de guía para tomar las decisiones correspondientes.

Tabla 2				
Unidad de Tratamiento	Requerimientos para aplicabilidad	Ventajas	Desventajas	Estrategias para mitigar Desventajas.
<b>Proyectos</b>	Que haya un número suficientemente grande de proyectos financiados.	La evaluación del Fondo Colombia Sostenible está hecha a nivel de proyecto.	<b>Los proyectos pueden no ser comparables entre sí.</b> Estos pueden tener diferentes metas e indicadores, dificultando la medición del impacto.	Establecer una <b>medida de impacto común</b> entre los proyectos. Sin embargo, esto puede subestimar otros efectos no cuantificados.
<b>Municipalidad</b>	Debe haber uno o más proyectos similares en un número suficientemente grande de municipalidades.	Se <b>reduce el riesgo</b> de caer en el problema del <b>desbordamiento</b> del tratamiento.	Se dificulta la identificación de quienes habrían sido las personas tratadas en municipalidades de control. <b>Reduce el poder estadístico</b> en comparación a medir impactos a nivel de	Uso de financiamiento <b>secuencial</b> . Se utilizan municipios tratados después como contrafactuales válidos. Hacer una comparación válida entre municipios usando características observables (PSM).

<b>Veredas</b>	Se debe poder <b>identificar veredas tratadas y no tratadas</b> al interior de una municipalidad. En consecuencia, se necesita que el organismo de implementación acepte tratar veredas en su conjunto o no tratarlas. Las medidas de objetivos y resultados esperados también deben ser	Tiene un mayor <b>poder estadístico</b> que el nivel de municipalidad. Hay menos riesgo de desbordes que al usar como unidad de tratamiento los hogares.	Existe la posibilidad de <b>desbordes</b> . El tratamiento y la recolección de datos de línea base puede no estar registrada a nivel de veredas.	Recolección de datos sobre redes sociales entre veredas. Técnicas de extrapolación de datos . Es condicional a que haya suficiente distancia entre veredas para atribuir cambios ambientales.
<b>Hogares</b>	Se debe poder <b>identificar viviendas tratadas y no tratadas</b> . Las medidas de objetivos y resultados esperados también deben ser medidas a nivel de hogares. Esto excluiría, por ejemplo, proyectos que buscan primordialmente reducir las emisiones de carbono.	Tiene el mayor <b>poder estadístico</b> para un tamaño de muestra dado. Esto permite que haya menos probabilidad de cometer error tipo II y se puedan identificar correctamente los efectos del programa, sin caer en falsos negativos.	Es posible que usando esta unidad de tratamiento haya <b>desbordes</b> del efecto ente tratados y no tratados. Esto dificulta la identificación del impacto al eliminar contrafactuales válidos.	Recolectar datos sobre las <b>redes sociales</b> de los beneficiarios y así controlar por el desbordamiento del tratamiento.

## **Anexo 2: Ventajas, desventajas, rigurosidad y factibilidad de métodos más común de evaluación de impacto**

El problema y definición de los métodos

Transversal a la discusión sobre la UT, se presenta la pregunta de qué método econométrico utilizar en la evaluación. En la tabla 3 (ver abajo) se encuentran resumidos los requerimientos de los métodos, las ventajas y desventajas de cada uno, y posibles estrategias para mitigar las desventajas. Complementariamente, esta sección pretende generar una discusión acerca de los factores que se deben tener en cuenta para tomar la decisión a partir de las características de cada método y la información disponible.

Para comenzar, es necesario aclarar lo que ocurre si simplemente se comparan los resultados para beneficiarios y no beneficiarios: un problema grande de sesgo de selección. Los beneficiarios seleccionados estarán más capacitados, motivados, y con más experiencia en actividades productivas que los no beneficiarios, haciendo que le atribuyamos el efecto de la selección al programa. Por esta razón necesitamos métodos estadísticos que permiten identificar un mejor contra factual. Los métodos que se discutirán a continuación podrán ser aplicados a cualquier unidad de tratamiento en principio, pero se debe tener en cuenta que es una decisión conjunta que afecta la rigurosidad de los resultados.

El primero de ellos es la aleatorización del tratamiento. Básicamente consiste en decidir aleatoriamente quién recibe el tratamiento y quién no y comparar los resultados de ambos grupos. Esto logra que los grupos tratados y los grupos no tratados sean comparables, pues ambos estarían balanceados en sus características. El supuesto crucial de este método es que la aleatorización esté bien hecha, por lo que su éxito depende de una implementación rigurosa del programa.

El segundo de ellos es el diseño de regresión discontinua (RDD). Este permite estimar efectos causales del programa mediante la definición de un punto de corte arbitrario en un criterio objetivo definido antes de la intervención. Se comparan UT que estén ligeramente por encima del punto de corte con aquellos que estén justo debajo, pues teóricamente son muy similares y sólo difieren en que aleatoriamente quedaron en lados opuestos. Así, si se tiene un criterio objetivo definido a priori para separar los dos grupos, este método permite la identificación de un contra factual válido.

Finalmente, queda la posibilidad de implementar un emparejamiento por puntaje de propensión (PSM). Este método pretende encontrar un contra factual al emparejar unidades tratadas con no tratadas antes de la intervención dependiendo de sus características observables. Se estima un puntaje de propensión para cada unidad de tratamiento y se emparejan la mayor cantidad de tratados con no tratados que se parezcan lo suficiente en sus características. El supuesto principal radica en que la selección entre tratamientos y controles identificados no dependan de características no observables.

Métodos distintos a los descritos anteriormente, como diferencias simples o diferencias en diferencias, no son preferidos. Gracias a su falta de rigor no pueden ser considerados métodos de evaluación de impacto.

### Rigurosidad de los Métodos

De los métodos anteriormente mencionados, la aleatorización es el más riguroso. Permite la identificación causal más limpia de los efectos del programa. Sin embargo, puede ser el más difícil de implementar como veremos más adelante. RDD puede ser igual de riguroso, pero necesita grandes tamaños de muestra alrededor del punto de corte para comparar usando la discontinuidad, lo que afecta la posibilidad de elegir UT de mayor tamaño y afecta los costos de la evaluación. Por último, el PSM es el método menos riguroso, pues requiere que la selección de ser tratados sea hecha únicamente bajo características observables. Sin embargo, puede ser combinado con la técnica de diferencias en diferencias para relajar los supuestos necesarios: se comparan cambios en las variables resultados, no niveles, lo que hace que la selección sobre no observables pueda estar correlacionada con los niveles pero no con los cambios en los niveles durante el tiempo.

### Factibilidad para su implementación

Los métodos descritos difieren en su facilidad de implementación. El método más difícil de implementar es el de aleatorización y necesitaría la mayor cooperación de la agencia que implemente el programa. Sin embargo, resulta posible aleatorizar sobre quienes son tratados o sobre en qué momento son tratados los seleccionados. Como se describió en la sección 2, esto abre la posibilidad de encontrar un contra factual válido en las poblaciones tratadas consecutivamente. El lado negativo de este acercamiento es que no permite observar efectos de largo plazo sobre las metas deseadas, lo que tornaría problemático el análisis de los beneficios ambientales que tienden a aparecer en el largo plazo.

El método de RDD sólo es posible si existe un criterio de selección medible y muy estricto para decidir quiénes son tratados y quiénes no. Ofrece beneficios al reducir la subjetividad en la selección, facilitando las labores operativas del programa. Sin embargo, requiere que haya datos previos a la implementación del programa para medir el criterio y decidir a quién se le otorga el tratamiento. Este criterio puede ser un índice compuesto de muchos criterios, por ejemplo, un puntaje de rendimiento financiero de los proyectos en el que se pueda establecer un punto de corte. Debe ser explícitamente calculado antes de la evaluación y no puede ser manipulable por los aspirantes.

Como se mencionó, este método requiere de un mayor tamaño de muestra para poder seleccionar grupos de suficiente tamaño de tratamiento y control alrededor del punto de corte. Evidentemente, la pérdida de muestra reduce el poder de las estimaciones, así que este método requiere una UT más pequeña e implica mayores costos para la recolección de datos.

Por último, el método de más fácil implementación es el de PSM. Este solo requiere datos de línea base y encuestas posteriores al tratamiento. Sin embargo, sigue siendo importante asegurarse de que su hipótesis principal se cumpla para encontrar los efectos causales del programa. Para esto es mejor que la participación en el programa este parcialmente afectada por algún factor específico al proyecto y que no afecta las situaciones económicas por otras razones. Por ejemplo, condiciones climáticas o de suelos favorables para un tipo de proyecto en particular ayudan en la identificación de los efectos del programa, pues inyectan un componente aleatorio (clima) que permite reducir el problema de selección. En este caso es posible complementar el PSM con el método de variables instrumentales, que consiste en aprovechar la pertenencia aleatoria a algunas de estas condiciones específicas como un instrumento de identificación.

¿Cómo decidir qué implementar?

La decisión final de qué método utilizar requiere de mayor conocimiento acerca del proceso de selección del programa, el compromiso de las agencias de implementación, y de la cantidad de datos que habría disponibles a priori. Sin esta información es muy difícil hacer una recomendación coherente en este momento. El éxito de cada método depende de los recursos que se disponen para la evaluación, la metodología de implementación del programa, y de los datos disponibles, por lo que aquí enunciamos los requerimientos de cada método para tomar una decisión informada una vez se conozcan estos factores con

más claridad. Cabe aclarar que esta decisión debe ser tomada en conjunto con la de UT, pues estas deben ser complementarias.

Tabla 3				
Método	Requerimientos para aplicabilidad	Ventajas	Desventajas	Estrategias de mitigación
<b>Aleatorización</b>	El organismo responsable debe estar de acuerdo con la implementación aleatoria.	Tiene el más alto nivel de <b>rigurosidad</b> . Permite identificar los efectos del programa con la mayor limpieza. Elimina problemas de endogeneidad.	Tiene una <b>implementación difícil</b> . Los proyectos elegidos al azar como tratados pueden no ser los más rentables/exitosos de acuerdo a los lineamientos del programa, reduciendo el impacto sobre el bienestar de las comunidades.	Solo puede suceder si el organismo que implementa el proyecto está motivado a hacer la evaluación rigurosamente. Aleatorizar el <b>momento del tratamiento</b> en lugar de los beneficiarios puede ser más fácil de implementar.
<b>RDD</b>	Requiere que haya un <b>criterio fijo de selección</b> de beneficiarios, definido ex-ante. Algunos ejemplos son: edad, número de hijos, lugar geográfico, etc... La medición de este criterio debe ser rigurosa. La decisión de otorgar los beneficios debe solo depender de este criterio. Este no puede ser manipulable por parte de los beneficiarios para quedar seleccionados.	Es <b>relativamente riguroso y más práctico que una aleatorización</b> . Aumenta la objetividad en la selección, eliminando posibles sesgos de selección que causen problemas en la medición del impacto.	Requiere un alto grado de <b>información ex-ante</b> de quienes serían los potenciales beneficiarios. Esto con el objetivo de poder identificar el contrafactual, que sólo debe diferenciarse de los tratados en cuanto que no cumple el criterio establecido anteriormente.	Se podría proveer ayuda económica y técnica como incentivo para obtener la información requerida para realizar la selección.
<b>Pareamiento por puntaje de propensión (PSM)</b>	Se requieren <b>datos de línea base</b> para realizar el pareamiento entre tratados y controles.	<b>Fácil implementación.</b>	Es el <b>método menos riguroso</b> , sobretodo cuando hay selección de tratados con base en características no observables (p.e motivación y capacidad emprendedora).	Usar un método de <b>PSM combinado con diferencias en diferencias</b> reduce los posibles sesgos por la selección en no-observables. También se puede identificar un grupo pequeño como contrafactual que haya sido excluido por razones exógenas. Esto podría estar de acuerdo con algunos requerimientos técnicos enunciados en los requisitos para financiar los proyectos, por ejemplo: priorización de proyectos que estén en zonas de conservación o cerca a fuentes de agua.

**Anexo 3: otros indicadores ambientales posibles (en caso que el proyecto también afecte estas dimensiones):**

Como la meta principal del proyecto es enfocarse en la conservación de bosques, se ha dejado de lado otra serie de indicadores, lo cuales se mostrarán a continuación y que podrían ser útiles en caso de que el proyecto desee expandirse y mirar otras variables que pueden impactar el medio ambiente.

**Toneladas de residuos producidos:**

Se mediría a nivel de unidad de observación, hogar o comunidad, por ejemplo, y se tomaría como una variable indirecta de emisiones de gases. Para poder medir la variable sería necesario acceder a la información del municipio sobre recolección de basuras o realizar encuestas para estimar esta cantidad.

**Uso de energías limpias:**

Otra medida importante sería poder observar el cambio en el uso de energías fósiles a limpias. Para ver esto, sería necesario estimar el uso de energía limpia, preferiblemente kilowatts-hora (kWh) de energía limpia sobre el total de energía usada en consumo y producción

$$E_l = \frac{kWh_{energía\ limpia}}{kWh_{energía\ total}}$$

**Eficiencia en el uso de combustible:**

Este indicador buscaría ver si los procesos productivos cercanos lograron que se haga un mejor uso del combustible. Una medida hedónica para este indicador sería:

$$Eficiencia\ del\ combustible = \frac{Combustible\ usado}{Producto\ producido}$$

Cabe notar que el uso del combustible sería medido en galones, o litros, y el producto producido en las unidades métricas apropiados del mismo (por ejemplo, toneladas o arrobas en el caso de cosechas).

**Variables del uso del agua:**

Algunos indicadores sobre el uso del agua que podrían ser útiles, en caso de que el proyecto busque proteger fuentes hídricas serían: índice del uso del agua, índice de

regulación hídrica, índice de aridez, índice de vulnerabilidad hídrica, demanda hídrica, índice de calidad dl agua y el índice de alteración potencial del agua.

#### **ANEXO 4: CUESTIONARIO**

El cuestionario completo se puede ver en [este link](#)

##### **Módulos del cuestionario de hogar**

Módulo 1: Características del hogar

Sección 1.1: Características de la vivienda

Sección 1.2: Información de todas las personas del hogar (sexo, edad, educación, actividad principal)

Módulo 2: Bienes y servicios e ingresos del hogar

Sección 2.1: Bienes del hogar

Sección 2.2: Transferencias

Sección 2.3: Activos y aseguramiento

Sección 2.4: Ingresos

Módulo 3: Gastos del hogar

Sección 3.1: Gasto en alimentos

Sección 3.2: Gastos personales del hogar y otros gastos del hogar (gastos mensuales del hogar, gastos trimestrales del hogar y gastos anuales del hogar)

Módulo 4: Redes (pregunta por la relación que tiene con diferentes agricultores que también fueron encuestados, si habla con ellos sobre temas relacionados con agricultura y, por último, pide al encuestado clasificar a las personas que más escucha al momento de tomar decisiones)

Módulo 5: Directorio de seguimiento

## **Módulos del cuestionario de tierras y producción**

Módulo 1: Características del predio

Módulo 2: Uso del suelo

Módulo 3: Inversiones en la finca, lote o parcela

Módulo 4: Producción agrícola

Sección 4.1: Producción agrícola (listado de cultivos, dedicación dentro de la parcela, cantidad producida, venta, problemas durante la producción)

Sección 4.2: Costos asociados a la producción agrícola

Módulo 5: Producción pecuaria

Sección 4.1: Producción pecuaria (listado de productos pecuarios, cantidad producida, venta, problemas durante la producción)

Sección 5.2: Costos asociados a la producción pecuaria

Módulo 6: Activos productivos (lista los activos productivos y animales que posee el hogar y la cantidad de cada uno de ellos)

Módulo 7: Adopción de insumo y/o tecnología promovida por el programa y comportamiento de la producción del cultivo donde fue aplicada