

ESTUDIO DE CASOS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE SALVAGUARDAS AMBIENTALES DEL BANCO MUNDIAL EN SUBPROYECTOS DEL PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - PNIA



“Hemos aprendido que el crecimiento económico y la protección del medio ambiente pueden y deben ir de la mano”.

Christopher Dodd



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO

Ministro de Desarrollo Agrario y Riego

Federico Bernardo Tenorio Calderón

Viceministra de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

María Isabel Remy Simatovic

Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego

José Alberto Muro Ventura

Jefe del Instituto Nacional de Innovación Agraria

Jorge Luis Maicelo Quintana

Directora ejecutiva del PNIA

Blanca Aurora Arce Barboza

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Av. La Molina 1981

La Molina, Lima - Perú

(51 1) 240 2100 / 240 2350

Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción de esta publicación por cualquier medio,
total o parcialmente, sin permiso expreso.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10252.

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Av. La Molina 1981, La Molina, Lima - Perú

Primera edición, Noviembre 2020



Contenido

1. Introducción	7
2. Antecedentes	8
2.1 El Programa y sus componentes	8
2.2 Políticas Operacionales de Salvaguardas Ambientales aplicables al PIP1	9
2.3 Marco de Gestión Ambiental	9
2.4 Plan de Gestión Ambiental del Programa	11
2.5 Matriz de riesgo ambiental	12
2.6 Actividades previas de mejora para la Gestión Ambiental del Programa	13
2.7 Actividades de mejora para la Gestión Ambiental del Programa	13
3. Ciclo básico de un subproyecto en el marco del PIP1	14
4. Definición de estudios de caso	16
5. Propósito	17
6. Estudio de caso N° 1:	18
6.1 Resumen Ejecutivo del contenido técnico del Subproyecto	19
6.2 Antecedentes	20
6.2.1 Ubicación:	20
6.2.2 Beneficiario(s):	20
6.2.3 Área temática:	20
6.2.4 Problema	20
6.2.5 Situación de los beneficiarios o comunidad antes del Subproyecto.	20

6.2.6	Actividades que Desarrollaban	21
6.3	Evaluación de la propuesta	21
6.4	Aspectos característicos del Subproyecto	22
6.4.1	Objetivo Central del Subproyecto	22
6.4.2	Estrategia de ejecución	22
6.4.3	Área de Influencia del Subproyecto	22
6.4.4	Actividades del Subproyecto	23
6.5	Impactos y riesgos del SP identificados	24
6.5.1	Identificados antes de la intervención	24
6.5.2	Identificados durante la intervención	25
6.6	Gestión Ambiental del SP	27
6.6.1	Medidas de prevención y/o control de impactos ambientales negativos previstos durante la intervención.	27
6.6.2	Instrumentos desarrollados que contribuyen a la gestión ambiental.	29
6.7	Ejecución y supervisión del Contrato o SP	32
6.7.1	Resultados al cierre del Subproyecto	32
6.7.2	Resultados al cierre a nivel de indicadores relacionados a la gestión ambiental del subproyecto.	36
6.7.3	Resultados al cierre a nivel de indicadores de desempeño ambiental	38
6.8	Algunos retos durante la ejecución y como fueron solucionados.	38
6.9	Beneficios ambientales del subproyecto	39
6.10	Lecciones aprendidas del proceso de ejecución del subproyecto por los agricultores	40
	En el manejo de sistemas agroforestales	40
	En el manejo de las variedades sembradas	41
	En el manejo integrado del cultivo	41
7.	Estudio de caso N° 2	43
7.1	Resumen Ejecutivo	44
7.2	Antecedentes	45
7.2.1	Ubicación:	45
7.2.2	Beneficiarios	45
7.2.3	Área temática	46
7.2.4	Problema	46
7.2.5	Situación de los beneficiarios o comunidad antes del Subproyecto	46
7.2.6	Actividades que desarrollaban	47
7.3	Evaluación de la Propuesta	48

7.4 Aspectos Característicos del Subproyecto	49
7.4.1 Objetivo Central del Subproyecto	49
7.4.2 Estrategia de Ejecución	49
7.4.3 Área de Influencia del Subproyecto	50
7.4.4 Actividades del Subproyecto (Actividades clave del subproyecto, que hace en campo, y/o en laboratorio).	50
7.5 Impactos y Riesgos del Subproyecto Identificados	51
7.5.1 Identificados antes de la intervención	51
7.5.2 Identificados durante la intervención	52
7.6 Gestión Ambiental del Subproyecto	53
7.6.1 Medidas de prevención y/o control de impactos ambientales negativos previstos durante la intervención.	53
7.6.2 Instrumentos desarrollados que contribuyen a la gestión ambiental.	56
7.7 Ejecución y Supervisión del Contrato o Subproyecto	58
7.7.1 Resultados al Cierre del Subproyecto	58
7.7.2 Resultados al cierre a nivel de indicadores relacionados a la gestión ambiental del subproyecto	60
7.7.3 Resultados al cierre a nivel de indicadores de desempeño ambiental	60
7.8 Algunos retos durante la ejecución y como fueron solucionados.	60
7.9 Beneficios ambientales del subproyecto	61
7.10 Lecciones Aprendidas del proceso de ejecución del subproyecto	63
En cuanto a la aplicación de la biología molecular	63
En el manejo integrado del cultivo	63
En cuanto al fortalecimiento organizacional	62
8. Estudio de caso N° 3:	63
8.1 Resumen Ejecutivo.	64
8.2 Antecedentes	64
8.2.1 Ubicación	65
8.2.2 Beneficiarios	65
8.2.3 Área Temática	65
8.2.4 Problema	65
8.2.5 Situación de los Beneficiarios antes del Subproyecto	66
8.2.6 Actividades que Desarrollaban	66
8.3 Evaluación de la Propuesta	69
8.4 Aspectos Característicos del Subproyecto	70

8.4.1	Objetivo Central del Subproyecto	70
8.4.2	Estrategia de Ejecución	70
8.4.3	Área de Influencia del Subproyecto	70
8.4.4	Actividades del Subproyecto	70
8.5	Impactos y Riesgos del Subproyecto Identificados	71
8.5.1	Identificados antes de la intervención	71
8.5.2	Identificados durante la intervención	72
8.6	Gestión Ambiental del Subproyecto	75
8.6.1	Medidas de prevención y/o control de impactos ambientales negativos previstos durante la intervención.	75
8.6.2	Instrumentos desarrollados que contribuyen a la gestión ambiental.	76
8.7	Ejecución y Supervisión del Contrato o Subproyecto	77
8.7.1	Resultados al cierre del subproyecto	77
8.7.2	Resultados al cierre a nivel de indicadores relacionados a la gestión ambiental del subproyecto.	78
8.7.3	Resultados al cierre a nivel de indicadores de desempeño ambiental	79
8.8	Algunos retos durante la ejecución y como fueron solucionados.	80
8.9	Beneficios ambientales del subproyecto	80
8.10	Lecciones aprendidas del proceso de ejecución del Subproyecto	82
	En el manejo del cultivo	82
	En el manejo integrado del cultivo.	83
9.	Lecciones aprendidas a nivel de programa y recomendaciones	84
9.1	Lecciones aprendidas a nivel de programa	84
9.1.1	Sobre la implementación del Marco de Gestión Ambiental (MGA) del PNIA	84
9.1.2	Sobre la efectividad de las Salvaguardas Ambientales del Banco Mundial	85
9.1.3	Sobre los requisitos previos a la fase concursal	86
9.1.4	Sobre la precalificación de subproyectos en la fase concursal	87
9.1.5	Sobre el proceso de adjudicación de subproyectos	87
9.1.6	Sobre el proceso de ejecución de los subproyectos	88
9.1.7	Sobre el valor agregado de la aplicación de las Salvaguardas Ambientales	89
9.2	Recomendaciones	90
	Referencias bibliográficas	91



1. Introducción

Este documento ha sido elaborado con la finalidad de mostrar cómo se han gestionado las políticas de salvaguardas ambientales del Banco Mundial en el Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA, a través de uno de sus proyectos PIP 1 “Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Agraria”. Al respecto, es crucial resaltar que la aplicación de salvaguardas en el marco del Programa, dada su naturaleza, no corresponde a un aspecto aislado o independiente respecto al resto de temas o aristas de la gestión del Programa. Por el contrario, esta corresponde a un aspecto transversal e intrínseco del mismo.

La parte medular del informe contiene información de los resultados obtenidos, a partir de la selección de 03 subproyectos cerrados, considerados exitosos, que permitan demostrar cómo se implementaron las políticas de salvaguardas ambientales y pueda servir de modelo como implementación exitosa de estas a partir de las tecnologías generadas, validadas o transferidas a través de los subproyectos.

Se busca contextualizar los estudios en el Marco de Gestión Ambiental del programa, mostrar los resultados obtenidos en cada caso y los cambios generados tanto a favor de los beneficiarios como en el entorno ambiental, con la innovación generada y la adopción de la misma, así como evaluar las lecciones aprendidas tanto a nivel de cada caso, como de manera general durante las diferentes fases del Programa, en la búsqueda de esquemas de mejora de la calidad y de gestión, para futuras intervenciones.

Finalmente se plantean algunas recomendaciones que sirvan de modelo a otras iniciativas del Sector a través del INIA, para una intervención exitosa y ambientalmente sostenible.

2. Antecedentes

2.1 El Programa y sus componentes

El Programa Nacional de Innovación Agraria - PNIA, puesto en marcha el 12 de mayo del 2015 por el INIA, fue desarrollado con el fin de contribuir a incrementar la productividad, la sostenibilidad ambiental, la equidad socioeconómica y los ingresos de los agricultores del país, a través de mecanismos que apoyen la generación, transferencia y el uso de tecnologías ambientalmente viables. Además, busca fortalecer la institucionalidad y mejorar la coordinación entre los actores del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA) para lograr que más agricultores en todo el país puedan recibir asistencia técnica de calidad con un enfoque ambiental que responda a las necesidades culturales, sociales y ecológicas. Sus resultados deben estar sustentados en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en especial de la agrobiodiversidad.

Este Programa está conformado por dos proyectos de inversión pública (PIP), **PIP1: Proyecto de Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Agraria**, y **PIP2: Proyecto de Mejoramiento de los Servicios Estratégicos del Instituto Nacional de Innovación Agraria**. Estos proyectos buscan establecer condiciones adecuadas para la innovación tecnológica en el Perú, a través de la inversión en investigación y generación de conocimiento y su articulación al sector productivo, así como incorporar mejoras tecnológicas a la producción agraria para disminuir las brechas de productividad mediante el mejoramiento de los servicios de generación y transferencia de tecnología del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), e incrementar la rentabilidad y mejorar la competitividad del sector mediante la generación y adopción de tecnologías sostenibles y ambientalmente seguras.

En cumplimiento de lo establecido por las entidades financieras del Programa, los proyectos PIP1 y PIP2, deben cumplir con las políticas de salvaguardas ambientales y sociales del Banco Mundial (BM)

y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), quienes han establecido políticas con el fin de garantizar la solidez económica, financiera, social y ambiental de sus operaciones. En este contexto, el INIA es responsable de preparar una evaluación ambiental para cada una de las propuestas de inversión con el fin de determinar el alcance y naturaleza de los impactos ambientales que estas pueden generar y plantear las medidas de mitigación correspondientes.

Bajo esta premisa, la evaluación ambiental se realizó a partir del análisis detallado de las acciones establecidas en cada uno de los componentes de los dos perfiles de proyectos de inversión del PNIA (PIP1 y PIP2), las mismas que, aunque tienen una clara orientación a promover el desarrollo sostenible del agro, podrían tener repercusiones ambientales. Por ello es necesario analizar los factores de cambio buscados con los proyectos, especialmente aquellos relevantes a la degradación ambiental, el entorno natural, hábitats naturales críticos, biodiversidad, recursos hídricos y cambio climático.

El enfoque ambiental de los proyectos debe estar incorporado de manera transversal en el conjunto de las actividades. Para lograrlo, se propuso el Plan de Gestión Ambiental del PNIA, el cual permitiría un manejo adecuado de las actividades que pudieran generar impactos negativos en los diferentes componentes del PIP1 y PIP2.

Para cumplir con estos objetivos, dentro del marco del PIP1, se diseñaron dos componentes y una actividad: Componente 1: Afianzamiento del mercado de servicios de innovación, Componente 2: Impulso a la creación de competencias estratégicas en I+D+i, y la actividad Gestión del proyecto. En el primer caso, el objetivo es avanzar en el desarrollo descentralizado del mercado de servicios especializados para la innovación, contribuyendo con el fortalecimiento y empoderamiento de las organizaciones de productores demandantes de servicios, fomentando una orientación empresarial de provisión de servicios de calidad. En el segundo caso,

el objetivo es el fortalecimiento de la investigación y del desarrollo tecnológico agrario para la innovación en áreas estratégicas de importancia nacional, contribuyendo en la formación de competencias institucionales y profesionales.

El componente 1 cofinanciaría, a través de fondos concursables, subproyectos de innovación tecnológica mediante extensión, investigación adaptativa y de desarrollo de empresas semilleras para ampliar la oferta de recursos genéticos de calidad sobre la base de planes de negocios que reflejen la potencialidad de rentabilidad y sostenibilidad de los subproyectos del productor o productores. En tanto el componente 2 comprende el fortalecimiento de competencias y capacidades requeridas para la gestión de la ciencia, tecnología e innovación, a través del cofinanciamiento mediante Fondos Concursables de subproyectos de investigación estratégica a nivel nacional, así como capacitación por competencias de agentes de extensión y de operadores de servicios, a nivel regional.

2.2 Políticas Operacionales de Salvaguardas Ambientales aplicables al PIP1

Las Políticas de Salvaguardas Ambientales del Banco Mundial comúnmente activadas en proyectos del Componente PIP1, son las siguientes:

Evaluación Ambiental (OP 4.01, enero 1999), que establece los criterios para determinar una categorización ambiental de proyectos y garantizar que los diferentes tipos de subproyectos propuestos tengan la evaluación ambiental apropiada para ser considerados en el financiamiento. En este caso está referido al instrumento que permite evaluar ambientalmente el Programa.

Control de Plagas (OP 4.09, diciembre 1998), que establece que en las operaciones agrícolas financiadas por el Banco Mundial (BM), las poblaciones de plagas se controlen normalmente por medio de métodos de manejo integrado, con control biológico, prácticas de cultivo, creación y uso de variedades de cultivos que resistan o toleren las plagas. El BM puede financiar la adquisición de pesticidas cuando su uso se justifique en virtud a un método de manejo integrado de plagas, siendo los criterios para la selección y uso de estos, que tengan efectos adversos insignificantes en la salud humana; asimismo, deben demostrar su eficacia en el control

de las especies que se espera combatir y tener un efecto mínimo en las especies que no se pretende combatir y en el medio ambiente; finalmente, su uso debe tener en cuenta la necesidad de impedir que las plagas desarrollen resistencia.

Hábitats Naturales (OP 4.04, junio 2001), que promueve y apoya la conservación de los hábitats naturales y un mejor aprovechamiento del suelo mediante el financiamiento de proyectos dirigidos a integrar, en las políticas de desarrollo nacional y regional, la conservación de hábitats naturales y el mantenimiento de las funciones ecológicas que estos cumplen. Esta OP establece un marco en el cual el BM espera que los prestatarios apliquen también un criterio preventivo con respecto al manejo de los recursos naturales, a fin de garantizar oportunidades de desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental.

Bosques (OP 4.36, noviembre 2002), diseñada con la finalidad de aprovechar el potencial de los bosques para reducir la pobreza en forma sostenible, para integrarlos efectivamente en el proceso de desarrollo económico sostenible, y para proteger sus valores y servicios ambientales a nivel local y global, mediante los siguientes criterios de aplicación: los que tienen o pueden tener impactos en la salud y calidad de los bosques, los que afectan a los derechos y bienestar de las personas y a su nivel de dependencia de los bosques o a su interacción con ellos; y aquellos cuya finalidad es generar cambios en el manejo, la protección o la utilización de los bosques naturales o las plantaciones, sean de propiedad pública, privada o comunal.

2.3 Marco de Gestión Ambiental

Dentro de los mecanismos de gestión institucional que tiene el INIA no se ha encontrado una instancia que le permita asegurar que los temas ambientales se encuentran incorporados a todos los niveles de las actividades que cumple el INIA como ente rector de la investigación e innovación agraria del país. Esta situación fue confirmada con el organigrama de la institución y con las entrevistas realizadas a los funcionarios del INIA. Esto no quiere decir que no exista un interés en los temas ambientales, lo que se destaca es la ausencia de la responsabilidad en la estructura orgánica de la institución. Por ello se desarrolló un Marco de Gestión Ambiental (MGA), el cual busca fortalecer la institucionalidad en materia ambiental del INIA y dar cumplimiento a las salvaguardas del Banco Mundial.

Este marco propone algunas recomendaciones orientadas al fortalecimiento indicado líneas arriba, tales como:

- Propone la incorporación de un representante del Ministerio del Ambiente en la Comisión Nacional de Innovación y Capacitación Agraria (CONICA), a fin de asegurar que los temas ambientales sean abordados dentro de la política de investigación, desarrollo e innovación.
- Propone la incorporación de un representante de las organizaciones de desarrollo ambientalista en la CONICA, a fin de asegurar la incorporación transversal de temas ambientales en el conjunto de las actividades de la institución y componentes del PNIA.
- Propone la creación de una Unidad de Gestión Ambiental dependiente de la Secretaría Técnica, cuya función sería hacer el seguimiento y monitoreo del programa y de los subproyectos cofinanciados a través de Fondos Concursables.
- Propone realizar acciones que permitan el desarrollo de capacidades de personal técnico y de los funcionarios del INIA en temas de gestión ambiental.

A través del MGA se plantea una clasificación ambiental del programa en función de los potenciales riesgos e impactos, partiendo de un análisis de la estrategia de gestión ambiental orientado al cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y Sectorial. Este análisis tomó en cuenta la Política Operacional sobre Evaluación Ambiental (OP 4.01) del Banco Mundial, que establece criterios para determinar una categorización ambiental de proyectos y garantizar que los diferentes tipos de subproyectos propuestos tengan la evaluación ambiental apropiada. De acuerdo con la política operacional de evaluación ambiental del Banco Mundial, el PNIA ha sido clasificado en "Categoría B", requiriendo un procedimiento de gestión ambiental de las intervenciones a financiar considerando que algunas de estas podrían tener impactos ambientales específicos de escala moderada. En este sentido, con apoyo del BM el Programa establece una lista de acciones para mitigar los efectos socioambientales a través de la cual se realiza una evaluación de los riesgos o posibles efectos ambientales de las intervenciones, que en adelante se denomina "Matriz de Riesgo Ambiental" (ver Sección 2.5). Este instrumento fue incorporado a la Bases Concursables de los diferentes tipos de subproyectos.

Para poder hacer una evaluación ambiental de las actividades que el PIP1 del PNIA apoya en la ejecu-

ción a través de los Fondos Concursables en base a los requerimientos de la normativa nacional, se tendría que establecer una categorización en función a lo establecido en el Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 019-2012-AG), donde se establecen instrumentos de gestión categorizados de acuerdo con el nivel de riesgo que representan las diferentes intervenciones. Siguiendo el D.S. N° 019, para las actividades del PIP1 sería necesario, en principio, realizar un Informe de Gestión Ambiental (IGA), como se denomina al instrumento de gestión ambiental complementario que se aplica a aquellos proyectos de competencia del Sector Agrario no comprendidos en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, es decir aquellos que no se encuentran en el listado del Anexo II del Reglamento de la Ley del SEIA y sus actualizaciones. Estos, aunque guardan similitud con el tipo de intervenciones cofinanciadas por el Programa, corresponden a una escala diferente (y mayor) de desarrollo.

En base al análisis realizado respecto a la aplicación de la norma indicada, y el nivel de intervención del PNIA a través de los subproyectos, se determinó que estos no requieren la ejecución de los IGA mencionados, ya que la característica del programa es la inversión en la generación de nuevos conocimientos, transferencia de tecnologías ya probadas o validadas y la aplicación o extensión del conocimiento ya transferido, más no en el desarrollo de actividades altamente productivas o de una escala mayor.

El MGA establece un plan de monitoreo y seguimiento de impactos ambientales, a través del cual se establecen indicadores de desempeño ambiental para el PIP1, habiéndose previsto la elaboración de herramientas de seguimiento como informes de desempeño y visitas de campo. En este marco, los indicadores de desempeño considerados para el PIP1 son los que a continuación se describen:

Estos indicadores se encuentran fuera del Marco Lógico del Programa, por lo cual al inicio de este no fueron de conocimiento de los actores responsables del seguimiento y evaluación de los subproyectos a nivel de Unidades Descentralizadas (UD), y tampoco de los postulantes a los fondos. Debido a esto, fue necesario desarrollar estrategias para dar a conocer no solo el MGA sino también los indicadores de desempeño como parámetro de medición que permita evaluar el cumplimiento de las medidas correspondientes de manejo.

A fin de poder hacer seguimiento a estos indicadores se desarrolló, a través del Sistema de Se-

Tabla 1: Indicadores de Desempeño Ambiental Establecidos en el MGA para el PIP1

Indicadores de Desempeño Ambiental
Agricultores que aplican manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE
Agricultores que hacen uso de semilla certificada
Agricultores que realizan conservación in situ en el marco del Subproyecto
Área donde se implementan prácticas de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
Centros de agrobiodiversidad identificados
Costos de producción destinados a la compra de plaguicidas
Empresas semilleras que rescatan, revaloran y producen semillas
Incremento de áreas con producción orgánica
Planes de negocio en ejecución
Productores orgánicos
Reducción del uso de plaguicidas a nivel de cultivo
Rendimiento de nuevas variedades, ecotipos o razas adaptadas
Técnicas y productos articulados al mercado
Variedades, ecotipos, líneas o razas adaptadas a los Cambios Climáticos
Volumen de ventas de productos orgánicos
Subproyectos que cumplen con los criterios ambientales
Subproyectos que ejecutaron con éxito los criterios ambientales

guimiento y Evaluación (SISEV) del Programa, un módulo específico de indicadores de desempeño ambiental. Este módulo le permitió a los subproyectos identificar los indicadores relacionados con sus intervenciones y reportarlos a través del tiempo, de manera que contribuyan a demostrar el desempeño ambiental del PIP1 a través de los subproyectos.

2.4 Plan de Gestión Ambiental del Programa

El Plan de Gestión Ambiental del Programa (PGA), desarrollado en el año 2013 como parte del MGA, fue diseñado sobre la base de la evaluación ambiental de las acciones establecidas en cada uno de los componentes de los dos perfiles de proyectos de inversión del PNIA (PIP1 y PIP2).

El presente estudio de casos se enfoca en la intervención a través del PIP1, por lo que a continuación se enumeran los factores críticos identificados para este componente que podrían afectar su sustentabilidad, según lo descrito en el PGA y MGA:

- La posibilidad de que los Fondos Concursables apoyen o dejen en libertad a los operadores de

servicios que hagan uso de plaguicidas de alto riesgo en el control de plagas;

- Se corra el riesgo de liberar organismos vivos modificados (OVM) a los ecosistemas, provocando contaminación genética en variedades locales y sus parientes silvestres;
- El posible desplazamiento de semillas mejoradas y certificadas a las variedades locales de los diversos cultivos, por efectos de competitividad y mayor articulación al mercado;
- Que no promuevan la diversificación en el manejo de los cultivos priorizados;
- Que de alguna manera desplacen o releguen los conocimientos tradicionales de las comunidades con relación al manejo de cultivos seleccionados.

Los subproyectos del PIP1 se ejecutarían a través de Fondos Concursables y se enfocarían en el apoyo a la investigación adaptativa, transferencia de conocimientos a través de la extensión, formación de empresas semilleras y generación de nuevos conocimientos a través de la investigación estratégica. Estas intervenciones permitirían la implementación de procesos de:

- Adaptación al cambio climático en cultivos priorizados;
- Contribución paulatina a la reducción del uso de plaguicidas e implementación transversal de prácticas de manejo integrado de plagas en la ejecución de los subproyectos;
- Apoyo al desarrollo de la producción orgánica, conservación de la agrobiodiversidad;
- Reducción de los niveles de contaminación del suelo, agua, aire y alimentos;
- Contribución al rescate, revaloración y producción de semillas de variedades locales y nativas, y su articulación competitiva al mercado de semillas.

Para prevenir los riesgos e impactos que pudieran representar estas intervenciones, el Plan de Gestión Ambiental del Programa planteó establecer los principios, procedimientos e instrumentos de gestión ambiental del Sector Agricultura que permitan que el conjunto de actividades de los componentes del proyecto PIP1 se ejecuten en el marco institucional sectorial vigente para la gestión de los recursos naturales, y se apliquen las salvaguardas ambientales activadas del BM, para de esta manera desarrollar los procesos de investigación e innovación tecnológica orientados hacia el desarrollo sustentable del agro peruano.

En principio, a fin de cumplir con el objetivo propuesto, se identificaron criterios ambientales para los Fondos Concursables ya que las actividades de mayor impacto ambiental estarían relacionadas con la implementación de estos subproyectos.

Una vez establecidos los criterios ambientales, la preocupación se centraba en que estos criterios no lograsen ser incorporados de manera adecuada y transversalmente en la ejecución de los diferentes subproyectos, por lo que se corría el riesgo de que se convirtieran en iniciativas que impactaran a los ecosistemas y en un mecanismo para promover tecnologías que ambientalmente no fueran sostenibles. Para lograr una adecuada gestión ambiental de estos subproyectos, el PNIA con apoyo del Banco Mundial diseñó la Matriz de Riesgo Ambiental.

2.5 Matriz de Riesgo Ambiental

La Matriz de Riesgo Ambiental es un instrumento de gestión ambiental desarrollado a la medida del PIP1 - Proyecto de Consolidación del Sistema Nacio-

nal de Innovación Agraria. Cumple rigurosamente no solo con los requisitos de información requeridos por el Sector Agrario y el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), sino también con los requerimientos del Banco Mundial.

Su estructura permite hacer un análisis de los posibles riesgos y repercusiones ambientales de un subproyecto en su zona de intervención, lo que obliga a contemplar acciones en las que se articulan, de manera transversal, otras normas ambientales vinculadas a la protección de los recursos naturales renovables, las buenas prácticas agrícolas, pecuarias y forestales, y aspectos vinculados a la conservación de la biodiversidad, entre otros temas cuya regulación en el ámbito agrario tiene como marco el SEIA.

Las entidades ejecutoras deben desarrollar sus actividades en función de los riesgos ambientales identificados en la matriz, en la medida que estos se relacionen con las tecnologías a desarrollar. La descripción de las actividades permite definir los indicadores ambientales y su medición, a través de los cuales es posible evaluar los cambios ambientales positivos generados durante cada intervención.

La estructura de la Matriz de Riesgo Ambiental facilita mostrar de manera simplificada que las acciones implementadas son concordantes con las normas ambientales (generales y sectoriales), emitidas para la gestión ambiental sectorial, el manejo de residuos sólidos, aguas, efluentes, emisiones, suelos, etc., así como aspectos estratégicos vinculados a la conservación de la agrobiodiversidad a través de la biotecnología, el cambio climático y otros que pudieran corresponder. En este contexto también se cumple con los requerimientos del BM, como el hecho de que a través de cada intervención se promueve el uso de métodos de control biológico, reduciendo con ello la dependencia de pesticidas químicos sintéticos, así como la promoción de estrategias de diversificación productiva bajo un sistema agroforestal; algunas intervenciones cumplen incluso actividades de restauración forestal, que contribuyen a mantener la funcionalidad de los ecosistemas e incluso se plantean, a través de las propuestas, estrategias para conservar hábitats y establecer medidas de protección y mejoramiento del medio ambiente.

El referido instrumento no demanda pasar por un proceso de conformidad de la Autoridad Ambiental Sectorial, por tanto, su desarrollo no requiere ser elaborado por una consultora individual o colectiva registrada.

2.6 Actividades previas de mejora para la Gestión Ambiental del Programa

Durante el año 2016 se inició el proceso de revisión de la Matriz de Riesgo Ambiental, instrumento desarrollado con la participación de especialistas del Banco Mundial y el personal del PNIA, a fin de verificar si este cumplía en rigor los requisitos y las expectativas planteadas por el BM. Esta revisión se realizó sobre la base de la información presentada a través de los subproyectos adjudicados en el año 2015, puesto que este instrumento les fue proporcionado a las entidades ejecutoras junto con las bases de los Fondos Concursables. La revisión determinó que para reforzar la aplicación de la Matriz se requería un proceso de inducción, dirigido a las entidades ejecutoras cuyas propuestas resultaron ganadoras. Este proceso de inducción se desarrolló a través de talleres de capacitación, donde se incluyó una detallada explicación sobre la importancia del desarrollo de la Matriz.

Esta revisión fue necesaria ya que al partir de un enfoque ambiental¹, las entidades participantes habían entendido que sus actividades no representaban riesgo alguno, por tanto la Matriz no se desarrollaba en su totalidad. Sin embargo, en todos los casos se observaba un fuerte componente ambiental que debía ser atendido, y por lo tanto se necesitaba identificarlo.

2.7 Actividades de mejora para la Gestión Ambiental del Programa

El proceso de mejora de la Matriz de Riesgo Ambiental se inició en 2017, con la incorporación de celdas en la matriz para: (i) describir la implementación detallada de las acciones propuestas para prevenir, controlar o mitigar los riesgos identificados en cada caso, (ii) la descripción del cambio o efecto que podría generar; (iii) la definición o identifica-

ción de los indicadores ambientales que reflejen el cambio generado en cada intervención, (iv) incluir las unidades de medida (en relación con el indicador definido) y, (v) registrar los valores de cambio relacionados con la medida seleccionada.

En ese mismo año, con el desarrollo del software para el Seguimiento y Evaluación de los Subproyectos denominado SISEV, se crean los módulos para instrumentalizar la Matriz y facilitar la sistematización de la información vertida en ella, de tal manera que forme parte de los Informes Técnico Financieros (ITF) de los subproyectos manteniendo la lógica original, es decir manteniendo su estructura y considerando las celdas mencionadas en el párrafo anterior, incluyendo los indicadores ambientales derivados de las tecnologías generadas, adaptadas o transferidas. En el año 2018 se desarrollaron adicionalmente otros dos módulos, uno relacionado a los indicadores de desempeño ambiental contemplados en el PGA del Programa, y un módulo especial relacionado específicamente al Manejo de Plagas y Enfermedades, a fin de atender las particularidades de información que requiere la OP 4.09 de Control de Plagas.

En el año 2019 se perfeccionaron los módulos desarrollados en el SISEV, corrigiendo unidades de medida e incorporando módulos de reporte para facilitar la evaluación de los subproyectos y la contribución ambiental que estos iban generando.

Durante todo el proceso de mejora del instrumento de gestión ambiental, tanto en su estructura como su implementación a través del SISEV, se llevó a cabo un proceso de capacitación a través de talleres dirigidos tanto a las entidades ejecutoras como a los especialistas en seguimiento y evaluación, a fin de internalizar el enfoque del mismo y la necesidad de registrar información de calidad, contribuyendo en cada caso a orientar adecuadamente la definición de indicadores ambientales que revelen cambios ambientales positivos, acordes con el tipo de intervención o tecnologías desarrolladas.

¹ Principalmente orientado al mercado orgánico y a la aplicación de buenas prácticas agrícolas, pecuarias, forestales o de manufactura.

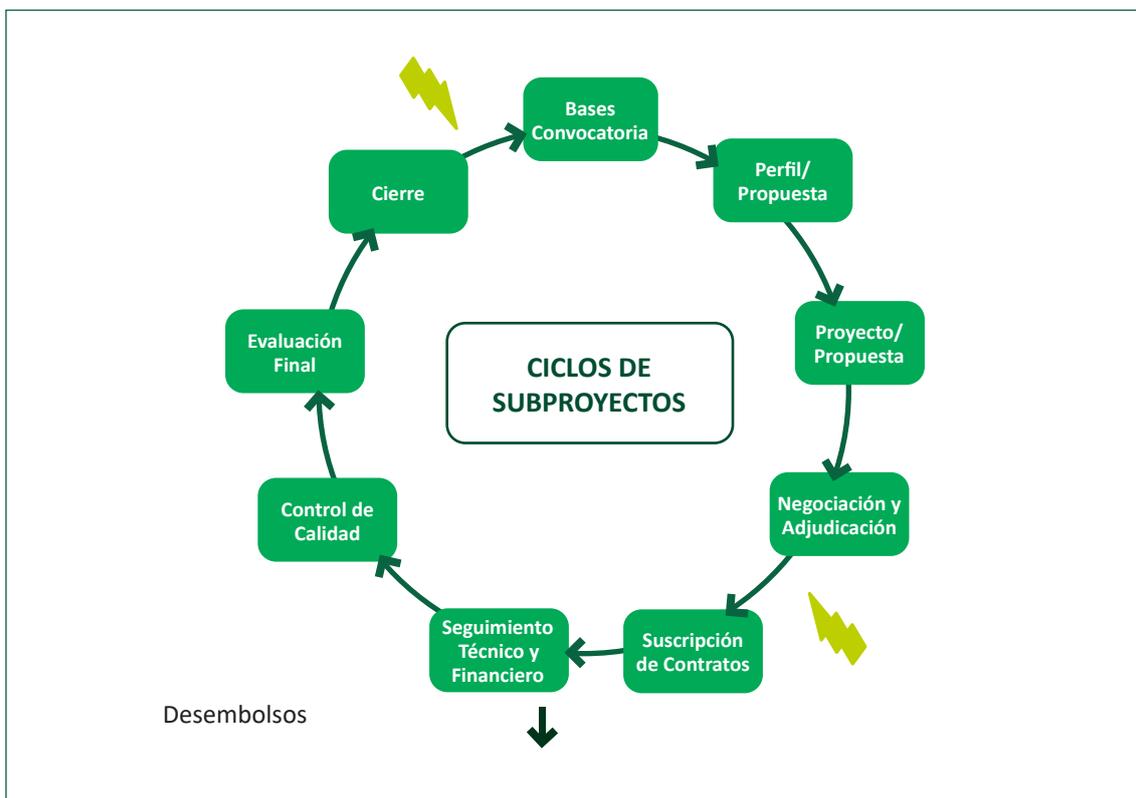
3. Ciclo básico de un subproyecto en el marco del PIP1

El gráfico 1 muestra las principales etapas por las cuales pasan los subproyectos (SP). Como se puede observar, una vez adjudicados los SP se inicia su ejecución hasta su cierre definitivo a través de una Resolución Directoral. El Programa cuenta con un Manual Operativo de Subproyectos (MOS) el cual contiene los lineamientos básicos para conducir los siguientes procesos y procedimientos: i) planificación, ii) puesta en marcha, iii) ejecución, seguimiento, evaluación y iv) cierre de los SP. En él se señalan además las obligaciones, responsabilidades y derechos de las entidades participantes

en la ejecución de los SP adjudicados y forma parte integrante de los Contratos de Adjudicación de Recursos Financieros.

Las unidades descentralizadas (UD) y las subsecciones del PNIA (SS) tienen la responsabilidad de realizar el seguimiento y evaluación (S&E) de los subproyectos, usando los procedimientos establecidos en el MOS, el mismo que, además, contempla realizar precisiones de manera complementaria, a través de directivas emitidas por la Unidad de Promoción de Mercados de Servicios de Inno-

Grafico 1: Enfoque básico del proceso de ejecución de los subproyectos



ción (UPMSI). Asimismo, las entidades ejecutoras están obligadas a usar lo definido en este Manual, así como el marco metodológico de ejecución, que también están obligadas a cumplir. Es precisamente en este marco que se generaron las directivas complementarias en materia de salvaguardas ambientales, que han permitido reflejar los efectos ambientales positivos generados.

Es importante destacar que la UPMSI es la instancia conductora e integradora de todo el proceso

de S&E de los SP. De acuerdo con esta función, las UD y SS han sido las responsables de realizar el seguimiento riguroso de los subproyectos para luego canalizar los logros y resultados alcanzados a la UPMSI. En este proceso se consideran aspectos tecnológicos, económicos, sociales, ambientales, culturales e institucionales; los especialistas en S&E son los responsables de asegurar que las entidades ejecutoras ingresen esta información a través del SISEV, además de adjuntar los sustentos y reportes.

4. Definición de estudio de casos

Los principales impactos estratégicos del PNIA apuestan por contribuir a incrementar la productividad, la sostenibilidad ambiental, la equidad socioeconómica y los ingresos de los agricultores del país, a través de mecanismos que apoyan la generación, transferencia y el uso de tecnologías ambientalmente viables.

En este contexto, en la Misión realizada por el Banco Mundial en marzo del 2019 se plantea la necesidad de sistematizar y consolidar la información generada a través de un Estudio de Casos, analizándose el cumplimiento de salvaguardas a lo largo del ciclo de un número determinado de subproyectos (desde el proceso de precalificación, adjudicación y ejecución), y poniendo en valor su contribución ambiental a partir de las tecnologías generadas, validadas o transferidas en el marco de las políticas de salvaguardas ambientales aplicables al PIP1.

Se propuso entonces cumplir con las siguientes actividades secuenciales: a) determinación de los criterios de selección de los subproyectos para el estudio de casos; b) selección de los subproyec-

tos a analizar; c) definición de contenidos de cada estudio de caso; d) desarrollo de los informes correspondientes. Todas estas actividades han sido cumplidas dentro de los plazos establecidos en la Ayuda Memoria.

Con la información disponible se ha podido avanzar en el análisis de tres (3) subproyectos seleccionados. Se trata de intervenciones de investigación estratégica, adaptativa, y de servicios de extensión.

En los 3 casos se ha podido evaluar la coherencia técnica entre lo que se buscaba resolver y su implementación ambientalmente sostenible; los resultados observados demuestran una fuerte contribución a la conservación de la biodiversidad y al proceso de adaptación al cambio climático.

En consecuencia, esta coherencia técnica es compatible con la inversión realizada. A esto se agrega la disposición al cambio y a la innovación de los diferentes actores que forman parte de este proceso, especialmente de las organizaciones de productores.



5. Propósito

El propósito de este trabajo es sistematizar los resultados a través de tres tipos de subproyectos seleccionados (Servicios de Extensión, Investigación Estratégica, Investigación Adaptativa) a fin de

identificar, documentar los logros más destacados, las lecciones aprendidas y difundir sus resultados en el marco de la implementación de las políticas ambientales requerida por el Banco Mundial.



Estudio de Caso N° 1

Subproyecto:

Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio

justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional

Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe

en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe.

Contrato N° 022-2015-INIA-PNIA/UPMSI/EXT.

6.1 Resumen ejecutivo del contenido técnico del subproyecto

El subproyecto de extensión del cultivo de café orgánico, desarrollado para promover la agricultura ecológica sostenible, tiene como objetivo contribuir a incrementar la productividad y calidad del café, así como fortalecer el sistema comercial de la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas en el ámbito del distrito de Namballe y cuencas del río Canchis-Chinchipe, región Cajamarca.

Para cumplir con este objetivo el subproyecto logró el involucramiento de 244 productores (206 hombres y 38 mujeres), en todo el proceso de trabajo para la aplicación de prácticas de producción orgánica en el cultivo de café, de las localidades de Tamana, Moreros, La Montaña, Miracasa, Linderos, Vicente de la Vega, Tres de Mayo, San Pedro, Mariscal Castilla, La Naranja, El Huabo del centro poblado Namballe; y en las localidades de Corazón de la Naranja, Cerro Bravo y Los Lirios del centro poblado Cesara. Estos productores se caracterizan por establecer pequeñas áreas de cultivo de café, cada una en promedio de 1,88 hectáreas/productor.

La principal información de campo obtenida en línea de base arrojaba indicadores muy por debajo de los niveles necesarios para garantizar una sostenibilidad económica y social de las familias involucradas. Ahora, dos años después, en la consolidación de datos de línea de cierre, se muestran algunos indicadores que son notablemente mejores a los hallados al inicio del subproyecto.

Para facilitar la adopción de los cambios tecnológicos requeridos, que permitieran mejorar los procesos de producción, poscosecha y comercialización del cultivo se instalaron 16 parcelas demostrativas con el objetivo de promover la renovación de los cafetales en cada una de las bases. Allí, los productores se capacitaron en diferentes actividades como instalación de germinadores, preparación del sustrato para el llenado de bolsas, instalación de viveros, repique de plántulas de café, trazo a curvas de nivel, instalación de sombra temporal, sombra permanente, hoyado, siembra a campo definitivo, instalación de barreras vivas, fertilización y labores culturales oportunas.

La cosecha selectiva, la estandarización de los criterios de despulpado, fermentado y lavado del producto, así como el adecuado secado y almacenamiento de éste, ha permitido el incremento de

68% a 72,28% en promedio de la calidad física, y una mejora de la calidad en taza de 78,44 a 82,24 puntos. Mediante la implementación de prácticas de fertilización orgánica se ha logrado que los productores conozcan y aprendan los beneficios de aplicar esta tecnología para la mejora de las condiciones de producción de sus cultivos, lográndose incrementar de 3,47 a 20,83% los productores que ejecutan fertilización con análisis de suelo.

La implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de café, así como las técnicas de fertilización, instalación a curvas de nivel, barreras vivas, instalaciones de sombra y otros en parcelas demostrativas, han sido un modelo experimental que está permitiendo que el productor internalice estos conocimientos y aplique todas estas técnicas en sus parcelas. El aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en sus predios, como pulpa de café, estiércol de cuy, residuos de cocina y aguas mieles para producir sus propios abonos orgánicos ha permitido reducir los riesgos de contaminación por desechos sólidos al suelo, produciendo volúmenes que van de 10 a 48 toneladas. Cabe destacarse que, al finalizarse la intervención, 96 productores tienen composteras, cuando al inicio solo las tenían 36 productores. La implementación de prácticas culturales para el control de malezas, plagas y enfermedades ha significado una reducción 30 a 15% en la incidencia. Por otro lado, la instalación de módulos de secado y almacenamiento del producto ha permitido la reducción del riesgo de contaminación del grano con el hongo Ocratoxina 1/(OTA), por la reducción del contenido de humedad en el grano de 14 a 12% durante la etapa del secado.

Al inicio de la intervención la Cooperativa Gallito de las Rocas ya contaba con 809 ha de cultivos certificados orgánicamente. Al término del subproyecto, las áreas certificadas se incrementaron a 1001 ha, debido a que los productores implementaron y reforzaron las normas orgánicas de producción y fueron bien capacitados al respecto. Adicionalmente, la organización ha logrado obtener la certificación en comercio justo, lo cual implica mayores ventajas para los asociados.

Los resultados obtenidos en la ejecución del subproyecto indican que en el año 2018 la variedad de café orgánico cultivada representó una mejor producción en la mayoría de los predios de los asociados; y, además, se observó que los agricultores cultivan ahora sus parcelas aplicando las nuevas tecnologías aprendidas en el proyecto. Con respecto a la productividad, se determinó que el rendimiento promedio fue de 16,50 q/

ha, superando el promedio registrado inicial, que era 12,54 q/ha. Igualmente, la mayoría de socios mejoraron la productividad y obtuvieron un buen rendimiento gracias a las buenas prácticas aplicadas en sus parcelas.

6.2 Antecedentes

6.2.1 Ubicación

El subproyecto se ubica en la región Cajamarca, provincia de San Ignacio, distrito Namballe, centro poblado de Namballe; abarca las localidades de Tamana, Moreros, La Montaña, Miracasa, Linderos, Vicente de la Vega, Tres de Mayo, San Pedro, Mariscal Castilla, La Naranja, El Huabo; y el centro poblado Cesara, en las localidades de Corazón de la Naranja, Cerro Bravo y Los Lirios.

6.2.2 Beneficiario(s)

Los beneficiarios del subproyecto son los socios productores de la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas Ltda., la misma que está integrada por un total de 231 socios, que representan a 231 familias.

6.2.3 Área temática

Agricultura – Agroindustria

6.2.4 Problema

El problema central, antes de la intervención, era la escasa y deficiente asistencia técnica en los procesos de producción, poscosecha y comercialización del cultivo de café de los productores de la cooperativa, lo que tenía como principales consecuencias:

1. Baja productividad/hectárea del cultivo de café, debido en primer lugar a:
 - a. Sus escasos conocimientos sobre análisis, interpretación de suelos y fertilización orgánica de los cafetales;
 - b. Inadecuado manejo de podas de sombra, control de arvenses (malezas) y elevada incidencia de plagas y enfermedades;
 - c. Alta presencia de cafetales viejos manejados tradicionalmente.
2. Bajos estándares de calidad física y sensorial del producto, ocasionados por:

- a. Malas prácticas de cosecha, con presencia de granos inmaduros, secos y con incidencia de plagas y enfermedades (broca, cercospora, ojo de pollo).
 - b. Inadecuado manejo en la etapa de poscosecha, escaso mantenimiento de los equipos de despulpado, diferencia de criterio en las horas de fermentado, uso irracional del agua, alta incidencia de contaminantes en fuentes de agua cercanas producto del lavado de café.
 - c. Limitado acondicionamiento de las áreas de secado y almacenamiento del producto.
3. Débil articulación comercial de café al mercado internacional, debido a:
 - a. Inadecuado control de calidad físico-sensorial del café.
 - b. Limitados conocimientos sobre criterios de certificación.
 - c. Escasos recursos económicos para acceder al certificado de comercio justo (Flo Cert), así como para la participación en ferias internacionales donde se puede ofertar el producto.

6.2.5 Situación de los beneficiarios o comunidad antes del subproyecto.

Los productores cafetaleros de la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, están agrupados en 16 bases en el ámbito del distrito de Namballe y juntos administran un total de 1141 hectáreas distribuidas de la siguiente manera: 407,25 ha con café en producción; 32,75 ha con café en crecimiento; 26,75 ha con pan llevar; 192,5 ha de inverna; 63,5 ha de pasto natural; 213,75 ha de purma; 200 ha de bosque y 4,5 ha de área forestal.

El rendimiento promedio del café bordeaba los 12,5 q/ha/año, totalizando un volumen de 5090,6 quintales de café pergamino seco. El rendimiento físico era de 68% y no se tenían indicadores de calidad en taza. El año 2014 la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas logró la certificación orgánica con la Agencia IMO Control, lo cual le permitió comercializar en el 2015 una pequeña parte de su producción con la Cooperativa Agraria Norandino Ltda., pero con precios que no estaban dentro de lo esperado por la organización.

La Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas es una organización legalmente constituida en el distrito de Namballe y formada por 231 productores cafetaleros, fundada el 5 de diciembre de 2012, como resultado de una propuesta del gobierno local para mejorar el sistema organizacional en el distrito. Esto permitió que la organización recibiera asistencia técnica, pero demandaba contar con recursos para seguir desarrollándose. Sin embargo, antes del SP ya habían logrado la certificación orgánica, quedando pendiente la certificación de comercio justo.

6.2.6 Actividades que desarrollaban

El 100% de encuestados (144), 117 hombres y 27 mujeres, tiene la agricultura como principal actividad y solo 21 de los 144 tienen como actividad secundaria la ganadería. Lo que se ha podido visibilizar es que en la zona hubo un tiempo de auge de la ganadería, que se ha ido perdiendo debido a la falta de pasturas y enfermedades de los animales, entre otras razones. Se hace necesario que los productores retomem algunas de esas actividades secundarias que complementan sus ingresos y así, mermar en algo los vaivenes de su producción cafetalera.

El cultivo principal es el café orgánico, siendo el plátano el principal cultivo asociado al café (como sombra), seguido del cacao, producido por 44 productores, que está teniendo auge como cultivo alternativo además del café. Este es un dato importante a tener en cuenta, porque permite la explotación de algún cultivo adicional ya que la campaña del café abarca solo de mayo a agosto, con un largo lapso en que el cultivo está en descanso o floración, periodo en el cual los productores no tienen otra fuente de ingresos.

6.3 Evaluación de la propuesta

La propuesta fue evaluada a través de un Panel de Evaluación Técnica (PET) conformado por evaluadores externos seleccionados para cada concurso por el Comité Especial de Adjudicación de subproyectos del PNIA, quienes además participaron en la evaluación de las propuestas recibidas.

El Comité Especial de Adjudicación realizó la selección de los miembros del PET a partir de las expresiones de interés recibidas por cada convocatoria.

Dicho Comité se encargaba de asignar a los profesionales seleccionados las propuestas a evaluar, tomando en cuenta la naturaleza del subproyecto recibido, su experiencia y formación específica, según la información registrada en la correspondiente base de datos. Cada PET se encargó de evaluar el mérito técnico de la propuesta sobre la base de los criterios establecidos en las bases de cada Fondo Concursable, y determinar qué propuestas debían seleccionarse y cuáles pasaban a la siguiente etapa de negociación para su posterior adjudicación.

Para el caso estudiado, los criterios y subcriterios empleados desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con el tipo de intervención, fueron los siguientes:

- **Incorporación de temas prioritarios del PNIA.**
 - Si el bien o proceso tecnológico difundido a través del servicio de extensión se considera una estrategia de adaptación de cultivos o crianzas frente a los efectos del cambio climático.
- **Conservación de los recursos naturales y el ambiente.**
 - Si el bien o proceso tecnológico difundido considera el uso eficiente del agua e insumos agroquímicos, la conservación de suelos, entre otros.
 - Si el bien o proceso tecnológico difundido por el servicio de extensión está enfocado al desarrollo y uso sustentable de la biodiversidad nativa.

Durante el proceso de evaluación se hicieron las siguientes observaciones:

- Respecto a la estrategia de adaptación frente a los efectos del cambio climático, se consideró aceptable la propuesta presentada frente al manejo de los recursos hídricos; sin embargo, el evaluador planteó mejorar el plan de capacitación pues solamente consideraba aspectos de contaminación del suelo y agua, pero no aspectos de cambio climático.
- Respecto a la conservación de los recursos naturales y el ambiente, se consideró positiva la realización de acciones de mejora en el ambiente, con responsabilidad ambiental en el recurso agua, suelo y biodiversidad; sin embargo, el evaluador propuso una mejora al plan de conservación del suelo, con prácticas culturales, anexando un plan de gestión de riesgos ambientales.

- Respecto a si la propuesta estaba enfocada al desarrollo y uso sostenible de la biodiversidad nativa, el evaluador consideró positivo que la misma considerara trabajar posteriormente con flora nativa para su desarrollo y uso sostenible; sin embargo, faltaba definir con qué flora nativa se relacionaría al café como parte de la tecnología presentada.

Cada subcriterio fue calificado entre 0 y 20 puntos, obteniéndose un promedio simple de tres evaluadores. El promedio de la nota de los diversos subcriterios que componen cada criterio fue empleado para el cálculo de la nota final de cada criterio. La nota global se obtuvo calculando el promedio simple de la nota final de todos los criterios². Como resultado de este proceso pasaban a negociación con recomendaciones si obtenían una nota global mayor o igual a 13 puntos y una nota final mayor o igual a trece (13 puntos) en los criterios 1 y 2.

Posteriormente la propuesta pasó por una nueva negociación, previa reformulación exigida por el PET, en la cual se incorporaron las mejoras recomendadas por el equipo evaluador, siendo la nota global final obtenida por la propuesta ganadora de 13,12.

6.4 Aspectos característicos del subproyecto

6.4.1 Objetivo central del subproyecto

Incrementar la productividad del cultivo del cafeto y la calidad del producto cosechado, así como fortalecer el sistema comercial de la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de Las Rocas.

6.4.2 Estrategia de ejecución

El problema que se pretendía solucionar era la escasa y deficiente asistencia técnica en los procesos de producción, poscosecha y comercialización del cultivo de café, para lo cual se planteó la siguiente estrategia:

- Fomentar el incremento de la productividad por hectárea en los pequeños productores cafetaleros de la cooperativa, a través de:
 - Charlas de capacitación sobre manejo de suelos, análisis e interpretación, fertilización orgánica.

- Capacitación en buenas prácticas agrícolas.
- Promoción de la renovación de cafetales a través de la instalación de áreas demostrativas por cada base.
- Promover el cuidado y conservación de la calidad física y sensorial del café en los pequeños productores, a través de:
 - Mejora de las prácticas de cosecha selectiva.
 - Estandarización de los criterios de despulpado, fermentado y lavado del producto con enfoque en el cuidado del medio ambiente y uso racional del recurso hídrico.
 - Promoción del adecuado acondicionamiento de áreas de secado y almacenado del producto a través de módulos demostrativos.
- Fortalecer el área de certificaciones y articulación comercial del café a nichos de mercado internacional, a través de:
 - Capacitación para la adecuación de criterios de certificación orgánica y certificación de comercio justo.
 - Mejora de la gestión y control de la calidad del café para la exportación.
 - Obtención de la Certificación del Comercio Justo.
 - Participación en la feria internacional del café de la Asociación de Cafés Especiales SCA (Specialty Coffee Association) para la oferta del producto.

6.4.3 Área de Influencia del subproyecto

El ámbito de aplicación del subproyecto abarcó el área de influencia del Santuario Nacional Tabacónas Namballe, fuera de los límites del Área Natural protegida. En ningún caso las parcelas demostrativas y demás predios de los productores se ubican dentro del área de amortiguamiento. Las fincas cafetaleras donde se ubicaron las parcelas demostrativas incluyen las 16 bases de la Cooperativa Gallito de Las Rocas, ubicadas en los caseríos Miracasa, Cerro Bravo, Linderos, Vicente la Vega, Los Lirios, Moreros, La Naranja, Mariscal Castilla, La Montaña, El Huabo, Tres de Mayo, San Pedro, Corazón de La Naranja, Tamana, Namballe y el centro poblado Cesara, en el distrito Namballe, provincia San Ignacio.

² Se precisa que los criterios aquí reflejados no son los únicos sobre los cuales fue evaluada la propuesta.

6.4.4 Actividades del subproyecto

La producción de café orgánico con certificación de comercio justo, como bien mejorado a producir, implica tomar en cuenta los criterios orgánicos, como la no utilización de insumos sintéticos, buen manejo de labores culturales, cuidado y conservación del medio ambiente, conservación del suelo, la no explotación infantil, el aseguramiento del precio justo por el producto y el fortalecimiento organizacional. Asimismo, otros aspectos favorables son que el café de la cooperativa se produce en pisos altitudinales entre 1100 a 1800 msnm lo que permite asegurar el logro de los resultados en términos de mejora de la productividad por hectárea de 12,54 a 16,50 q/ha en promedio, tiene un rendimiento físico superior a 70% y características organolépticas apreciables por los principales clientes en el mercado internacional.

Actividades claves del subproyecto:

A nivel de campo:

Se buscó fortalecer los conocimientos de los productores en los procesos de producción del cultivo de café para superar la baja productividad por hectárea. En general, tenían escasos conocimientos sobre análisis e interpretación de suelos y fertilización orgánica, manejo inadecuado de podas de café, de sombra, control de arvances (malezas) y elevada incidencia de plagas y enfermedades con alta presencia de cafetales viejos manejados tradicionalmente, incluyendo malas prácticas de cosecha.

Con ese fin se implementaron las siguientes actividades:

- Capacitación teórico-práctico de manera grupal en cada una de las bases sobre la importancia de los análisis de suelos para mejorar la rentabilidad productiva y la calidad del café. Charlas acompañadas de trípticos detallando los pasos para hacer una buena recolección de muestras de suelos de las unidades productivas, incluidas prácticas de abonamiento. El tríptico contaba con un plan de abonamiento de acuerdo con la fenología del café.
- Adquisición de 3 kits de herramientas de poda con la finalidad de capacitar a los productores a través de jornadas de trabajo en los cafetales de los mismos agricultores, jornadas realizadas en cada una de las bases con la participación de los socios. Asimismo, a través de charlas y trípticos, se les capacitó en el manejo del control de plagas y enfermedades del café.

- Renovación de los cafetales mediante la instalación de parcelas demostrativas en cada una de las bases, donde los productores se capacitaron –a través del centro de enseñanza y aprendizaje– en diferentes actividades como instalación de germinadores, preparación de sustrato para llenado de bolsas, instalación de viveros, repique de plántulas de café, trazo de curvas a nivel, instalación de sombra temporal, sombra permanente, hoyado, siembra a campo definitivo, instalación de barreras vivas, fertilización, y las labores culturales oportunas. Para realizar estas actividades se requirió la compra de semilla, bolsas, abonos, caballetes, huincha de medir, máquina hoyadora.
- Capacitación a los productores a través de jornadas de trabajo para realizar cosecha selectiva utilizando un recipiente separado para la recolección de granos sobre maduros, para lo cual se usaron canastas de bejuco o carrizo.

A nivel de planta de beneficio:

Se buscó estandarizar los criterios de despulpado, fermentado y lavado del producto con énfasis en el cuidado del medio ambiente y uso racional del recurso hídrico, además de promover el adecuado acondicionamiento del área de secado y almacenamiento, con la implementación de las siguientes actividades:

- Contratación de un especialista en calibración de despulpadoras para que realice talleres y prácticas en reparación de máquinas de despulpar, con la finalidad de mejorar la calidad física y sensorial del café.
- Estandarización de criterios de despulpado, fermentado y lavado del producto a través de charlas grupales en las bases de los productores, en el horario adecuado de fermentación del café, promoviendo la construcción de tanques tina; concientización a los productores en temas de contaminación del recurso hídrico causado por las aguas mieles, construyéndose pozas de oxidación para reducir este riesgo; instalación de plantaciones de caña Guayaquil, caña brava y otras plantas nativas en las nacientes de agua, como defensas ribereñas.
- Capacitación a los agricultores en el acondicionamiento de áreas de secado y almacenado del café a través de la construcción de un módulo de secado y la adecuación de un almacén en cada una de las bases, como centros piloto. Para esta actividad se compró mantas solares, malla anochetera y parihuelas.

A nivel de gestión:

Como en los casos anteriores, se buscó fortalecer el área de certificaciones y articulación comercial al mercado internacional, mediante la adecuación de criterios de certificación orgánica y comercio justo, mejora de gestión y control de calidad de café para la exportación y obtención de la certificación de comercio justo, implementando las siguientes actividades:

- Capacitación a través de talleres audio visuales y prácticas de manejo de documentación a los integrantes del área de certificaciones y comercial en los procesos a seguir para mantener la certificación orgánica y lograr la certificación en comercio justo. El material empleado incluyó trípticos con los criterios de certificación orgánica y comercio justo y para los integrantes del área comercial, trípticos conteniendo criterios de control de calidad y llenado de documentos de la trazabilidad del producto.
- Capacitación a los socios en el control de calidad del café exportable a través de talleres teórico-prácticos en cada una de las bases, donde se requería café, balanza gramera, calculadora, bandejas para muestras y bolsas transparentes para guardar las muestras. Como resultado, cada productor analiza ahora sus propias muestras y obtiene sus propios rendimientos, lo cual los motiva a mejorar.
- Contratación de los servicios de la certificadora Flo Cert, empresa certificadora de gran prestigio a nivel internacional, para que realice la auditoría a los socios de la cooperativa, facilitando alcanzar nichos de mercados internacionales favorables para la economía de los pequeños agricultores.

6.5 Impactos y riesgos del subproyecto identificados

6.5.1 Identificados antes de la intervención

La identificación de riesgos antes de la intervención estuvo orientada principalmente a los aspectos tecnológicos, que tenían un impacto ambiental negativo en muchos aspectos, los que a su vez afectaban la economía de los productores involucrados, principalmente por el manejo inadecuado de los recursos naturales renovables. Debe entenderse que todas las intervenciones cofinanciadas por el

BM a través del PNIA buscan resolver la necesidad del productor de mejorar no solo su producción y la sostenibilidad de esta, sino también la generación de mayores ingresos. Por esto es imposible deslindar los aspectos netamente ambientales de los financieros, ya que para hacer sostenible la adopción de una tecnología se requiere también mejorar los ingresos de los productores.

En el caso que nos ocupa, el café es cultivado dentro de un agroecosistema asociado con plátano, árboles forestales y algunos frutales, lo que genera ciertas condiciones adecuadas para producir un grano de calidad, pero la ubicación geográfica y la pendiente de los terrenos hace que las pérdidas de nutrientes ocurran constantemente, ya sea por el lavado del suelo ocasionado por las lluvias y el riego (erosión), como también por la absorción de nutrientes extraídos por las plantas, generando bajas muy significativas en la producción y calidad del producto.

Antes de la intervención, los principales puntos críticos identificados estaban en la etapa de descanso, donde no se realizaban muestreos ni análisis de suelos para una adecuada dosificación de las plantaciones; tampoco se realizaba una adecuada fertilización del cultivo de café en las etapas de floración, llenado de grano y maduración del fruto. Existían deficiencias en la realización de podas de café, podas de sombra oportunas, y uso inadecuado de herramientas para las diferentes actividades, además de la presencia de plantaciones viejas. Todas estas malas prácticas influían en la salud ambiental de las áreas de intervención.

El 60% del café que se cultiva en el distrito de Namballe está constituido por plantaciones, que van desde los 3 años a más, de híbridos de Catimor, la variedad predominante, y lo que resta de plantación lo completan las variedades Bourbon, Caturra, Pache y Typica. La constante extracción de nutrientes del suelo año tras año en las cosechas, y la escasa aplicación de abonos en los cafetales por parte de los productores, conllevó al agotamiento de la fertilidad natural del suelo y la consiguiente disminución de los rendimientos promedios, afectando la calidad de producto.

En la etapa de cosecha, se observaba una inadecuada selección en la recolección de los cerezos de café, cosechando granos inmaduros, sobre maduros, secos y muchas veces incluso con presencia de malezas. En la etapa de poscosecha, los riesgos presentados incluían la presencia de equipos de despulpa con varios años de uso y sin manteni-

miento adecuado, la irregularidad de criterios en la cantidad de horas de fermentado y la contaminación de las fuentes de agua producto del lavado de café.

Por otro lado, el secado de café se realizaba en carpas de polipropileno en el suelo, directamente expuesto al sol y con riesgo de contaminación por la presencia de materiales extraños y animales domésticos; además, el almacenaje se hacía en sitios con excesiva humedad, directamente en el suelo, lo cual generaba proliferación de hongos de la *Ocratoxina* del café, que malograban la calidad final del fruto.

6.5.2 Identificados durante la intervención

La identificación de riesgos se enfocó hacia aquellos que pudieran evitar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, incluyendo los que reflejaban la gestión ambiental; sin embargo, debe precisarse que estos fueron vistos desde el punto de vista operativo del subproyecto.

Fue recién en la etapa de ejecución, a partir del Estudio de Línea de Base, cuando se evaluó y realizó la identificación de riesgos ambientales sobre aquellos componentes del ambiente que podrían verse afectados por el subproyecto, independientemente de si afectaban o no los objetivos del proyecto. Luego, durante el proceso de seguimiento y evaluación del Estudio de Línea de Base, y con la implementación de la Matriz de Riesgo Ambiental, fue posible empezar a orientar a los beneficiarios –a través de los oferentes de servicio– acerca de cómo los riesgos ambientales identificados se relacionaban con las mejoras tecnológicas propuestas. Entiéndase que los riesgos siempre estarán expresados en sentido negativo, pero son las acciones propuestas e implementadas las que permiten prevenir o controlar que ese efecto o impacto negativo se produzca.

El estudio en referencia mostraba que una buena parte de los productores aplicaba algo de tecnología, pero insuficiente, como el uso de semilla certificada, implementación de análisis de suelos, control de plagas, entre otras; sin embargo, al momento de iniciar actividades los productores desconocían, por ejemplo, el término manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) que engloba las acciones ya indicadas.

Como resultado del análisis del contexto de la población beneficiaria con relación a la producción de café, tanto a nivel de campo como en el procesamiento agroindustrial (poscosecha), se identificaron los siguientes riesgos:

a) En cuanto a las variedades sembradas por los productores, Catimor es la principal, seguida de Caturra, Pache y Mundo Novo. Vale aclarar que los 144 productores que fueron encuestados, tienen Catimor y alguna otra variedad adicional. Esta situación es desventajosa para los productores porque esta variedad actualmente tiene poca calidad de taza y baja producción. Su única ventaja es la tolerancia a la roya, plaga a la que los productores temen por ser devastadora con las demás variedades.

El principal problema para mejorar la producción son las plagas y la falta de crédito, seguido de una falta de capacitación, lo que representa **un riesgo en cuanto al uso de agroquímicos**³, que podría contribuir a perder la certificación orgánica lograda. Debido a la experiencia con la aparición de la “roya del cafeto”, plaga que devastó las plantaciones el año 2012, muchos productores tienen temor de que al volver a sembrar variedades antiguas puedan tener nuevamente los mismos problemas. Aun así, continúan confrontando los ataques de otras plagas como el arañero, minador, ojo de pollo entre otras.

b) En cuanto a los **riesgos de erosión** identificados antes del inicio del subproyecto, del total de encuestados, al menos 109 productores (76%) aplican algún tipo de medida de protección para evitar la erosión de los suelos, como por ejemplo el chaleo; otros productores (79) consideran la siembra de árboles o barreras vivas, pero en términos generales se observa en los productores una concientización sobre la pérdida de suelos y hay un trabajo para prevenir este deterioro a través de la reforestación.

c) Los residuos generados en el predio durante la producción, especialmente durante la cosecha, constituyen un riesgo por **contaminación de residuos orgánicos al suelo**, al ser dejados al aire libre sin ningún tratamiento. Durante las encuestas, al menos 38 productores contaban con composteras artesanales en sus predios para la transformación de dichos residuos, con una producción promedio de 263 kg de abonos orgánicos por productor, lo que demostraba

³ Los riesgos identificados están en función a los descritos en la Matriz de Riesgo Ambiental – MRA.

que esta no era una práctica generalizada en la organización.

En torno a este mismo riesgo, a partir del estudio de Línea de Base, y de las visitas de campo realizadas, se muestra que algunos productores también realizan el recojo de residuos inorgánicos. Al menos 25 de los productores entrevistados recogen un estimado de 400 kg de residuos plásticos, botellas, papel, etc., lo que demuestra que el riesgo por contaminación de este tipo de residuos aún es alto, debido a que no todos los integrantes de la organización estarían poniendo en práctica la gestión de dichos residuos.

- d) Otro de los riesgos identificados durante la intervención fue la **pérdida de materia orgánica** por la constante extracción de nutrientes del suelo año tras año en las cosechas y la escasa aplicación de abonos en los cafetales. De acuerdo a los resultados de la Línea de Base, únicamente el 9,72% (14) de los entrevistados cuenta con un plan de fertilización y solo el 6,25% (9) de ellos lo aplica siguiendo las recomendaciones de su plan, por tanto, el riesgo de pérdida de fertilidad natural del suelo se consideró alto.
- e) Durante el proceso de poscosecha, el agua utilizada para despulpar y lavar se convierte en agua residual, lo que comúnmente llamamos agua miel. Estas aguas, por ser muy ácidas y ricas en materia orgánica pueden ser particularmente nocivas si se descargan en cuerpos de agua, y si se retienen en lagunas o fosas, se corre el riesgo de contaminar el agua subterránea (Molina, 1999). En este sentido, el estudio de Línea de Base reveló que al menos 78 de los 144 productores encuestados realizaban tratamiento de las aguas mieles; sin embargo, al no ser la mayoría, el riesgo de **contaminación de fuentes de agua** era alto.
- f) El 100% de los productores maneja el cultivo bajo secano, a pesar de que hay zonas donde se puede establecer algún tipo de tecnología para riego tecnificado. El riesgo de **pérdida del recurso agua** está mejor identificado en el proceso de poscosecha, donde el consumo de agua en el beneficio húmedo del café (BHC) varía de acuerdo a las tecnologías presentes en las diferentes plantas de beneficio. Como manifiesta PROARCA (2002), las cantidades de agua se ajustan actualmente según los diferentes tipos de procesos: beneficiado convencional o tradicional, con un gasto de 7,22 l/kgCc a 11,47 l/kgCc; beneficiado semiecológico o semitecnificado, donde el agua se recircula con un gasto de hasta 50%; y beneficiado ecológico
- o tecnificado, que no requiere de fermentado y utiliza una maquina desmucilagadora, disminuyendo así hasta el 90% del agua utilizada en el beneficio tradicional. En este caso, se trataba de tecnología convencional.
- g) Otro riesgo identificado no contemplado en la Línea de Base, pero sí en el seguimiento y evaluación –por su efecto en la salud–, está relacionado con la tecnología de secado: la **contaminación cruzada** del grano de café con el hongo Ocratoxina 1/ (OTA), debido al contenido de humedad en la etapa del secado del producto. La OTA es una sustancia natural muy tóxica para los riñones y posiblemente cancerígena, es producida por un moho que suele encontrarse en el café crudo o “verde”, y que no se elimina por completo con el efecto de tostado o torrefacción, afectando al consumidor. La presencia de ocratoxina A en el café se descubrió apenas en 1988. Poco después, la Unión Europea puso en marcha un programa de armonización de los reglamentos sobre la presencia de micotoxinas en los alimentos, que comprendía establecer la concentración máxima de OTA en el café, creando conmoción en la industria cafetalera. Un estudio encargado por la Federación Europea de Café (ECF) –que representa a los importadores de café verde, la torrefacción y la producción de café instantáneo– reveló que el límite establecido para la OTA, de 5 partes por mil millones (ppb) podría dar lugar al rechazo del 7% de las importaciones de café verde, y que todos los países exportadores de café sufrirían las repercusiones. La ECF señaló que aplicar medidas de control de la OTA en los puertos europeos sería mucho más costoso y mucho menos eficaz que intervenir para reducir la contaminación en el origen: los países productores de café. Estos estuvieron de acuerdo, no sólo por el interés en la inocuidad de los alimentos, sino porque más de 20 millones de familias campesinas de más de 50 países en desarrollo viven del cultivo de café y este representa una gran porción de las divisas de varios países. Por lo tanto, hay gran interés en evitar trastornos económicos debido al rechazo de enormes volúmenes del producto.
- h) Finalmente, otro de los riesgos directos identificados durante la intervención fue la **afectación a la salud y seguridad de las personas** durante las diferentes actividades previas y en el proceso de beneficio del café, relacionadas con las labores culturales para el manejo de podas, y el uso de maquinarias como hoyadora, despulpadora, motosierra, motofumigadoras, pulverizadoras y desbrozadoras.

6.6 Gestión ambiental del subproyecto

6.6.1 Medidas de prevención y/o control de impactos ambientales negativos previstos durante la intervención.

Las medidas de prevención, mitigación y/o control de impactos fueron identificadas a partir de las propuestas de solución/manejo de los puntos críticos, descritos como parte de la estrategia de ejecución del subproyecto liderado por la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas (entidad ejecutora). El manejo de los riesgos en la etapa de producción, cosecha y poscosecha está contemplado en el plan de servicios y el propio plan de negocios, y está íntimamente relacionado con el paquete tecnológico propuesto, incluso es posible asociar aspectos de riesgo no contemplados por la entidad ejecutora, pero que durante el proceso de intervención han sido puestos en valor, haciendo posible demostrar que la intervención es ambientalmente sostenible por donde se decida analizar la intervención.

A continuación, se describen las medidas adoptadas por cada riesgo identificado en asociación a la política operacional del Banco Mundial, conforme ha sido consignado en la Matriz de Riesgo Ambiental (MRA). Cabe precisar que la MRA describe una serie de posibles riesgos, asociados a las diferentes políticas operacionales del BM que se activan para el programa, no obstante, no todos los riesgos descritos en dicha matriz se pueden aplicar a este subproyecto. En este caso se han seleccionado solo aquellos que estarían relacionados al tipo de intervención.

Prevención de riesgos relacionados con la OP/BP 4.01, durante la intervención:

1. Pérdida de materia orgánica en el suelo. Se implementó un plan de fertilización orgánica balanceada con insumos externos –autorizados por la certificadora orgánica– con el objetivo de suplementar las necesidades nutricionales requeridas por el cultivo de café, debido a que se consideró que los insumos existentes en la zona para elaboración de abonos orgánicos eran insuficientes para cubrir dichas necesidades.

El proceso de fertilización implicó, además, la capacitación a los productores en temas de fertilización orgánica para la incorporación de

abonos orgánicos en las fincas de café, como parte del plan de abonamiento. El caficultor debe entender que una fertilización orgánica integral y balanceada, que representa no más del 13% de los costos de producción del cultivo, se constituye en la mejor inversión que puede hacer en su actividad cafetalera, puesto que se verá reflejada directamente y en el corto plazo en grandes beneficios para el cultivo, (mayor tolerancia a plagas y enfermedades, sequías, mayores rendimientos y calidad del grano), lo que inevitablemente marcará la diferencia entre tener pérdidas y ganancias sustanciales en su labor como caficultor.

2. Efectos erosivos en el suelo. Se instalaron barreras vivas y muertas, que juntamente con la fertilización contribuyen a la mejora de la estructura del suelo. Se ha logrado educar y hacer comprender la importancia de proteger el suelo, generando conciencia en los productores sobre la pérdida de los suelos, y hay un trabajo para prevenir este deterioro a través de la reforestación y protección de bosques con especies como latero, eucalipto, laurel, shaina, bolaina, pino, acerillo, guabas y laricaros.

Esta práctica consiste en sembrar hileras de plantas perennes, de crecimiento denso o de buen macollamiento, a manera de fajas angostas, en contra de la pendiente del terreno siguiendo las curvas a nivel o desnivel. Por ser de crecimiento denso, las barreras vivas permiten controlar la erosión, disminuyendo la velocidad del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo. Contribuye además a atrapar los sedimentos, nutrientes y contaminantes que arrastra el agua de lluvia, evitando que estos sean transportados a los cuerpos de agua. La retención de sedimentos facilita la formación de terrazas de cultivo en terrenos con pendientes y aumenta la filtración del agua ayudando a conservar por mayor tiempo la humedad en el perfil del suelo.

3. Uso de agroquímicos. Se estableció como estrategia la incorporación del certificado de comercio justo y el mantenimiento de la certificación orgánica, que no solo garantiza los incrementos proyectados en los indicadores de productividad y calidad, sino que tengan resultados comerciales positivos, además de reducir significativamente el riesgo de uso de agroquímicos. El proceso de intervención incluyó un conjunto de capacitaciones sobre la mejora de las labores culturales, jornadas de campo a través de las cuales se capacita en el manejo y control de plagas y enfermedades del café en cada una de las bases con participación de los socios. Los pro-

ductores beneficiarios se han capacitado en el control de la broca, para lo cual se han adoptado técnicas de control como la raspa (recojo de todos los granos), trampas (25 trampas/ha), aplicación de *Beauveria bassiana* (8 mochiladas/ha) a razón de 4 bolsas por ha. Con todo ello se ha reducido del 30% al 15% la presencia de la broca en los granos infestados.

Los productores han adoptado técnicas para el control de la roya, mediante la preparación de caldo sulfocálcico y caldo bórdales, aplicando 8 mochiladas/ha/año en las áreas en producción, permitiendo reducir del 20% al 10% la presencia de esta enfermedad.

4. Contaminación por desechos sólidos al suelo.

Se implementó un manejo adecuado de desechos orgánicos de pulpa de café, desechos de cocina, estiércol de cuy y aguas mieles, para la producción de abono orgánico mediante el compostaje, lo que implicó a su vez la mejora y construcción de composteras. El aprovechamiento de los residuos generados en finca, sobre todo para quienes no lo hacían antes, ha significado un cambio importante, puesto que es una forma de darle valor a un recurso anteriormente considerado residuo, pero que al ser transformado forma parte del proceso de abonamiento de sus propios predios, permitiendo incrementar el porcentaje de materia orgánica de los terrenos de cultivo.

Este proceso de transformación favorece directamente la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), que se generan cuando los residuos son desechados en algún lugar del predio sin ser transformados, debido al efecto tardío de su descomposición; previene, además, el riesgo de incineración debido a que en el proceso de descomposición se generan malos olores y presencia de moscas. Al inicio de la intervención, únicamente 38 productores de los 144 encuestados contaban con composteras artesanales en sus predios, con una producción promedio de 263 kg de abonos orgánicos. Al finalizar la intervención, 96 (66,67%) de los 144 productores cuentan con composteras, con una producción promedio de 500 kg/productor (48 t en total).

En el mismo sentido, se ha realizado el acondicionamiento de rellenos sanitarios para el almacenamiento de desechos inorgánicos, producto de la limpieza y cuidado del predio (recojo de plásticos, botellas y otro tipo de contaminantes sólidos). Al inicio, esta práctica no estaba generalizada, solo unos 25 productores de los 144 encuestados ejecutaban actividades de

recolección de residuos sólidos. Al finalizar el subproyecto, un total de 133 productores se encuentran involucrados en esta actividad, lo cual demuestra un aumento en la concientización para ejecutar actividades relacionadas al cuidado del medio ambiente.

5. **Cambios en la calidad del agua.** Debido a la contaminación por residuos líquidos generados en el proceso de beneficio húmedo del café (BHC), se implementaron pozas para el tratamiento de las primeras aguas mieles (mucílago), las mismas que fueron destinadas para el uso de la descomposición de materia orgánica y obtención de compost; para ello se capacitó a los productores en temas de BHC. La reutilización de las aguas mieles también se convierte en un recurso con valor agregado que permite la elaboración de un subproducto que es aprovechado en el proceso productivo del café. Cabe mencionar que, al inicio de la intervención, 78 encuestados hacían tratamiento de aguas mieles; al cierre, 121 (84% de los encuestados) ejecutan este proceso.

Se implementaron charlas grupales en las bases, a fin de concientizar a los productores en temas de contaminación del recurso hídrico causada por las aguas mieles. La construcción de pozas de oxidación fue una exigencia para reducir este riesgo, además de promoverse la instalación de plantaciones de caña Guayaquil, caña brava y otras plantas nativas en las nacientes de agua como defensas ribereñas.

6. **Pérdida del recurso agua.** Debido a que la actividad productiva de café es conducida bajo secano, el análisis de riesgo por pérdida del recurso agua está más bien enfocado al proceso de poscosecha. Para la etapa de lavado y fermentado es importante contar con los implementos adecuados para disminuir significativamente el gasto de agua por kilo de café producido, lo que además mitiga el riesgo de contaminación de ríos y/o quebradas cercanas. El ahorro del recurso agua está relacionado a la tecnología, por ello en el proceso de intervención se implementaron los tanques tina, recipientes para el lavado del café en el beneficio húmedo, que permiten reducir el consumo de agua desde 25 hasta 4,1 l/kg de café pergamino seco, con lo cual no sólo se logra un ahorro del recurso y de los costos que éste representa, sino que también disminuye el volumen de las aguas residuales generadas y su costo de tratamiento. El tanque-tina, a la vez, hace funcional la operación del lavado, debido a que cuenta con una rejilla a lo largo de su fondo para la descarga rápida de las aguas residuales de lavado.

Con la práctica de los enjuagues durante el lavado de grano en el tanque tina se obtienen aguas residuales con una concentración constante de carga contaminante (DQO) de entre 25.000 y 28.000 ppm, lo que la convierte en una herramienta importante para el control de la contaminación en el proceso de beneficio, y para la generación de aguas residuales homogéneas, que por su biodegradabilidad pueden ser tratadas biológicamente y permiten el buen desempeño del tanque.

- 7. Contaminación cruzada.** Relacionada con la reducción del riesgo de contaminación del grano de café con el hongo *Ocratoxina A* (OTA) a través de la tecnología de secado, para lo cual se han desarrollado módulos de secado y almacenamiento del producto. En total, se han implementado 16 módulos de secado solar (carpa solar) de un área de 8 x 11 m, con capacidad de 5 q de café por secado. Así se ha logrado reducir la humedad de café al 12% en 4 días de sol; asimismo, es una estrategia para mejorar la calidad física y organoléptica del café, evitando la contaminación del producto por efecto del suelo, polvo y animales.

Este proceso incluye la capacitación a las 16 bases de la Cooperativa Gallito de las Rocas con el objetivo de mejorar y ayudar al conocimiento de los productores en lo referente al control de calidad del café físico al 71 % y organoléptico a 84 %, y los manejos adecuados para obtener mejores resultados. En el cultivo del café se opta por la transferencia de tecnología con capacitaciones teóricas y prácticas, además de seguir capacitando a los productores para crear conciencia con respecto al secado, transporte, y un buen almacenamiento para preservar la calidad del café a exportar.

Para garantizar la calidad del café no se debe pasar del 12% de humedad, porque porcentajes mayores al almacenarlo o comercializarlo ocasionan que pierda rápidamente su característica original de taza, y se incrementa el crecimiento de microorganismos (hongos, bacterias, mohos). Las prácticas de poscosecha son la forma más eficaz de evitar la formación de mohos y la contaminación por OTA en el café, a fin de obtener a la mayor velocidad posible un nivel de humedad que no represente riesgos y evite que el café se humedezca nuevamente.

- 8. Afectación a la salud y seguridad de las personas.** Como parte de la implementación de las

buenas prácticas agrícolas, se adquirieron 3 kits de herramientas de poda con la finalidad de capacitar a los productores a través de jornadas de trabajo en los cafetales de los mismos productores. Estas jornadas se realizaron en cada base con participación de los socios, así también a través de charlas y material informativo (trípticos) se capacitaron en el manejo de plagas y enfermedades de café, a fin de evitar cortes, laceraciones, intoxicaciones, etc.

También se les capacitó en el uso de equipos de protección personal para labores culturales como manejo de podas, maquina hoyadora, calibración y reparación de maquina despulpadora, motosierras, motofumigadoras, pulverizadoras y desbrozadoras. Esto significó, además, capacitar a los productores a través de jornadas de trabajo para realizar la cosecha selectiva utilizando un recipiente separado para la recolección de granos sobre maduros, preferentemente canastas de bejuco o carrizo, además de contar con asistencia técnica para la calibración de las despulpadoras usadas en los talleres y prácticas en reparación de máquinas de despulpar, con la finalidad de mejorar la calidad física y sensorial de café. Similar situación se dio con el uso de los equipos empleados en las diferentes labores culturales.

6.6.2 Instrumentos desarrollados que contribuyen a la gestión ambiental.

Plan de Negocios⁴

El Plan de Negocios es el principal instrumento de gestión desarrollado previo a la ejecución del subproyecto. Este plan se orienta en primer lugar a resolver los puntos críticos relacionados con la producción, poscosecha y comercialización del cultivo del café, está íntimamente relacionado con los procesos tecnológicos y que requieren de la adecuada asistencia técnica, para que tanto a corto como mediano plazo les permita mejorar las condiciones de competitividad y diferenciación entre competidores y aliados.

El referido plan está orientado a fortalecer el sistema comercial de la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de Las Rocas, pero para lograrlo

⁴ Los instrumentos de gestión ambiental utilizados hoy en día tienen diversos orígenes y naturaleza. Algunos de ellos se utilizan desde tiempo atrás y han sido actualizados en los últimos años (ej. regulación directa, educación). Otros, en cambio, son de más reciente promoción, como es el caso de los instrumentos económicos que están dirigidos a hacer que las fuerzas del mercado sean las principales promotoras del cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad. Un plan de negocios es un instrumento económico diseñado para la captura de los recursos domésticos dirigidos a la gestión ambiental.

requiere no solo demostrar que el producto final es de calidad, sino que los procesos que involucra también lo sean, y de por medio está el considerar el manejo adecuado de los recursos naturales y las medidas adoptadas para que el producto no solo conserve las características organolépticas requeridas para su consumo, sino que no exista el menor indicio de elementos contaminantes que afecten su calidad, o que durante el proceso se afecten negativamente los recursos naturales que forman parte del proceso e incluso que afecten la integridad de los actores, en este caso de los productores beneficiarios.

Este mismo instrumento desarrolla estrategias y acciones orientadas a producir un bien, en este caso café orgánico, cuyo proceso sea ambientalmente sostenible, por lo que busca asegurar que se cumplan las siguientes condiciones:

- No uso de insumos sintéticos;
- Manejo adecuado de labores culturales;
- Cuidado del medio ambiente, conservación del suelo además de la implementación de buenas prácticas agrícolas;
- Comercio justo, que implica la no explotación infantil, el aseguramiento de precio justo y el fortalecimiento organizacional desde la fase de precosecha, cosecha y poscosecha, buscando resolver los puntos críticos de la producción (manejo de suelos, prácticas culturales, control de plagas y enfermedades, manejo del recurso hídrico, etc.); y,
- Reducir los riesgos que un inadecuado manejo de los aspectos señalados pudiera representar.

Puntos críticos a resolver a través del Plan de Negocios

El Plan de Negocios busca prever puntos críticos en la etapa de comercialización como, por ejemplo, la caída del precio internacional del café, lo cual puede afectar de manera importante al producto debido a la falta de recursos económicos para poder: a) lograr la certificación de comercio justo, el cual asegura un precio mínimo de refugio de US\$ 190 dólares/q de café oro exportable (certificación orgánica y comercio justo) y b) participar en ferias internacionales donde se pueden obtener contratos de exportación directa del producto.

Manejo de puntos críticos identificados

Fortalecimiento del área de certificación y articulación comercial al mercado internacional de café de los pequeños productores de la Cooperativa de

Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, donde los puntos críticos son:

- a) La implementación o mejora del sistema interno de control para fortalecer los criterios de cara a la obtención de la certificación de comercio justo y el mantenimiento de la certificación orgánica;
- b) Charlas de capacitación sobre rendimiento físico y calidad de taza del producto;
- c) Lograr mejores condiciones de negociación con la obtención del certificado de comercio justo y la participación en la feria internacional de cafés especiales (SCAA por sus siglas en inglés).

La importancia del Plan de Negocios como instrumento económico de gestión ambiental radica en la estrategia de comercialización planteada, que busca en primer lugar que:

- a) El café de la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas logre posicionarse en los principales nichos de mercado que exigen calidad a través de la certificación orgánica y de comercio justo. Se espera lograr comercializar como exportación directa el 100% de la producción de la organización;
- b) La obtención de ventajas diferenciales por contar con la certificación orgánica y de comercio justo, lo cual garantiza la comercialización del producto a un precio mínimo de US\$ 190 dólares, donde está incluido el diferencial Flo Cert (US\$ 20) y Orgánico (entre US\$ 20 y US\$ 30).

El proyecto involucra lograr la exportación directa del café que oferta la Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas Ltda., para lo cual es necesario contar con recursos económicos para hacer frente a los diferentes gastos que implica el proceso. Con la incorporación del certificado de comercio justo y el mantenimiento del certificado orgánico se reducen los riesgos ante una caída del precio en el mercado internacional del café, garantizando con la ejecución del subproyecto que los incrementos proyectados en los indicadores de productividad y calidad tengan resultados comerciales positivos.

Plan de Abonamiento

El objetivo de la introducción del Plan de Abonamiento es brindar a la cooperativa y sus miembros un instrumento de corto y mediano plazo que les permita planificar e implementar el uso racional y sostenible del terreno en las fincas, contribuyendo a la conservación del ambiente y al mejoramiento de la productividad y la rentabilidad.

La Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas entrega a sus asociados este documento guía que describe la propuesta técnica de fertilización aplicativa e importante en la nutrición de este cultivo, que le permite al caficultor un mejor entendimiento del tema, que lo oriente a un manejo integral de la nutrición del cultivo y a una utilización óptima y eficiente de los fertilizantes y materiales orgánicos.

El plan determina las acciones para el abonamiento, tomando como base el análisis del suelo como paso previo a la elaboración de las recomendaciones de fertilización, además de determinar las características fisicoquímicas del mismo. Los agricultores dependen de estos análisis para determinar las necesidades nutricionales del suelo. Este instrumento busca institucionalizar la implementación de un fondo rotatorio de insumos para la fertilización orgánica y generar una política de inversión desde los productores para la aplicación de un paquete de fertilización orgánica.

Plan General de Producción Orgánica

Este plan está orientado a la capacitación de los productores asociados de la Cooperativa de Servicios Múltiples de Gallito de las Rocas Ltda., en temas de podas, cosecha selectiva, análisis de suelos, renovación de cafetales, proceso de poscosecha (despulpado, lavado, fermentado, secado y almacenamiento), control de calidad, normas orgánicas y criterios de comercio justo. Los objetivos son:

- a. Proporcionar orientación e información relativa de los objetivos de la cooperativa, su organización, funcionamiento, normas, estrategias y políticas;
- b. Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran la totalidad de requerimientos para el cumplimiento de las normas y/o criterios de producción orgánica y de comercio justo;
- c. Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en áreas especializadas de las actividades agrícolas;
- d. Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y de rendimiento colectivo dentro de la cooperativa.

Las acciones para el desarrollo de este plan incluyen temas que permiten a los productores enriquecer sus conocimientos concernientes a las prácticas medioambientales y labores de acuerdo con las normas orgánicas y los criterios de comercio justo, aplicadas por cada uno de ellos dentro de su unidad productiva. Las actividades realizadas incluyeron:

- a. Fomento al incremento de la productividad por hectárea del cultivo de café;
- b. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de café;
- c. Promoción de la renovación de cafetales a través de parcelas demostrativas;
- d. Cosecha selectiva del cultivo de café;
- e. Estandarización de los criterios de despulpado, fermentado y lavado del producto, promoviendo la instalación de tanques tina, construcción de pozos de oxidación para reducir el riesgo de contaminación del recurso hídrico, instalación de plantaciones de caña Guayaquil, caña brava y otras plantas nativas en las nacientes de agua como defensas ribereñas;
- f. Adecuado secado y almacenamiento del producto;
- g. Adecuación de los criterios de certificación orgánica y comercio justo y capacitación en criterios de control de calidad y llenado de documentos de la trazabilidad del producto;
- h. Mejora de la gestión y control de calidad del café exportable.

Cada acción contemplada incluyó además capacitaciones teórico-prácticas a través de charlas grupales en cada una de las bases.

Reglamento del Sistema Interno de Control.

El Sistema Interno de Control (SIC) constituye un mecanismo de control que se implementa con el propósito de garantizar el cumplimiento de los estándares, normativas y reglamentos para la producción y procesamiento de café orgánico.

Este sistema interno debe de ser manejado eficientemente por el equipo técnico o los productores líderes de la organización, previamente capacitados para dicha función, ya que de él dependerá la sostenibilidad del programa de certificación orgánica. Ayuda a la consolidación de la organización; genera mayor destreza de los productores inscritos en la certificación orgánica; permite el intercambio de experiencias en el manejo agroecológico con otras organizaciones y baja los costos de la certificación, además de generar confianza entre los socios productores y el consumidor del café.

En este documento se detallan los puntos resalantes a tomar en cuenta en el proceso de certificación orgánica, dicho reglamento se tiene que cumplir en su totalidad. La cooperativa cuenta en su organización con un área de certificaciones y un responsable técnico, cuyas funciones le permiten

apoyar el proceso de organización de los integrantes de las bases, delinear planes operativos de producción, cosecha y poscosecha y coordinar acciones puntuales para que se realice una adecuada comercialización, además de asesorar al equipo de extensión o dar facilidades para que estos asesoren a los demás productores, a los inspectores internos y al comité de certificación interna; preparar la documentación requerida por la agencia certificadora e informar a la cooperativa de los avances en el proceso de certificación y cumplimiento de las recomendaciones.

Igualmente cuenta con un Comité de Certificación Interna, conformado por el responsable del SIC, el presidente del Consejo de Administración y un delegado de base. Dicho comité tiene la tarea de revisar toda documentación de la inspección interna y emitir los veredictos de la condición de los productores: orgánico, en transición, sancionados y retirados. Cuenta además con un equipo de inspectores internos encargados de realizar todas las inspecciones a sus unidades productivas que han entrado al proceso de certificación orgánica.

El reglamento interno, además de establecer los deberes y obligaciones de la cooperativa, establece el proceso de admisión de nuevos socios, los periodos de transición a la producción orgánica, los principios de la producción orgánica, requerimientos de

la poscosecha, las condiciones para las inspecciones, la lista de sanciones y las condiciones para su apelación según amerite.

El documento del SIC permite verificar y evaluar el manejo de las actividades establecidas en el plan anual de producción, así como el análisis de costos y beneficio; contiene la Ficha Básica de Diagnóstico de la unidad productiva, el Plan Anual de Producción y su reglamento interno. Además, cuenta con un servicio de extensión y asistencia técnica.

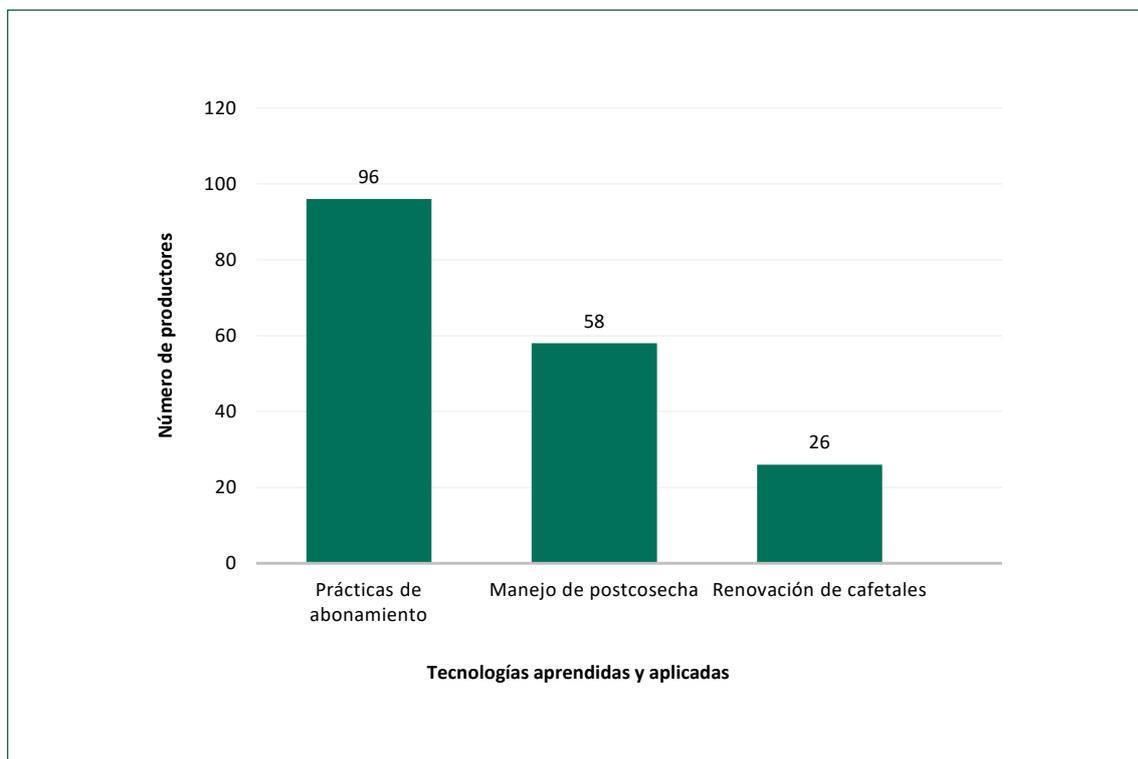
6.7 Ejecución y supervisión del subproyecto

6.7.1 Resultados al cierre del subproyecto

Manejo del cultivo

Al inicio del subproyecto, de los 144 productores encuestados solo 1 aplicaba el control de plagas como tecnología aprendida, contrastando significativamente con el hecho de que en la encuesta inicial todos habían manifestado estar satisfechos con la capacitación y asistencias técnicas recibidas anteriormente, en otros proyectos. Sin embargo, al inicio del subproyecto no se visualizaba la puesta en práctica de lo aprendido en dichas capacitaciones.

Grafico 2: Tecnologías difundidas por el subproyecto



Al finalizar el subproyecto se pudo observar que 137 productores estaban replicando las tecnologías promovidas, que incluyen prácticas de abonamiento, renovación de cafetales y manejo poscosecha, lo que ha permitido mejoras en la producción, productividad y calidad del producto.

La renovación de cafetales. Incorpora la técnica de poda selectiva y renovación mediante la adquisición de herramientas (serrucho, tijeras de podar, winchas). Se realizó un promedio de 30 ha de poda selectiva y 30 ha de renovación (plantaciones mayores de 6 años), para obtener nuevos brotes a una altura de 25 a 35 cm del nivel del suelo, lo que ha permitido mejorar la productividad.

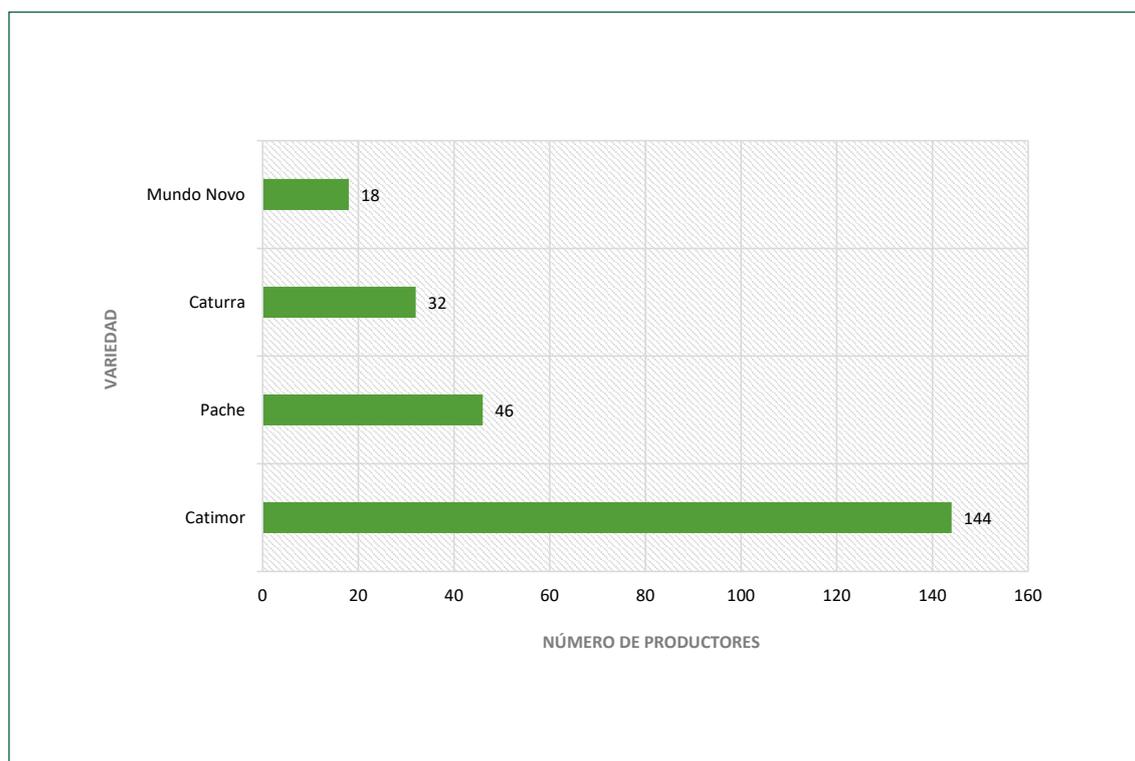
El proceso de renovación incluyó a Catimor, la principal variedad de café sembrada por los productores, seguida de Pache, Caturra y Mundo Novo y alguna otra variedad. Así también, se han realizado podas de árboles para el manejo de sombra en 120 ha de cafetales, lo que ha permitido mejorar el tamaño del grano y la calidad de taza, habiéndose comprobado una mayor longevidad de las plantaciones bajo sombra, lo que se traduce en una producción más sostenible

Prácticas de abonamiento. Se implementó el plan de abonamiento de acuerdo al reglamento interno con abonos autorizados por las certificadoras. Son

3 abonamientos por campaña (el primero en la etapa de floración: octubre-noviembre; segundo, en la etapa de llenado de grano: enero-febrero; y, tercero, en la etapa de maduración de grano: abril-mayo), con una dosis de 1233 kg/ha/abonamiento (300 kg de guano de isla, 100 kilos de sulfato de potasio y 833 kilos de compost) de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelos, considerando una densidad de 3300 plantas/ha, proceso que ha permitido mejorar las condiciones del suelo en términos de **materia orgánica**. Los análisis de suelo demuestran un incremento de 2,45 a 4% de contenido de materia orgánica de acuerdo a las necesidades del cultivo, promedio obtenido de las 16 parcelas experimentales (1 ha c/u).

Control fitosanitario. Los productores beneficiarios se han capacitado en el **control de la broca**, para lo cual se han adoptado técnicas de control como la raspa (recojo de todos los granos), trampas (25 trampas/ha), aplicación de *Beauveria bassiana* (8 mochiladas/ha) a razón de 4 bolsas/ha. Estas prácticas han permitido **reducir la presencia de la broca** del 30% al 15% de granos infestados (evaluación a nivel de parcela demostrativa). Los productores también han adoptado técnicas para el **control de la roya** mediante la preparación de caldo sulfocálcico y caldo bórdales, aplicando 8 mochiladas/ha/año, en las áreas en producción, permitiendo **reducir la presencia de roya** de 20% a 10%.

Grafico 3: Variedades sembradas por los productores



Protección del suelo. Del total de productores encuestados, 132 (91,67%) aplican algún tipo de medida de protección para evitar la **erosión de los suelos**, un incremento del 15,67% en comparación con la situación previa. La mayoría de productores considera la siembra de árboles o las barreras vivas como la principal medida de protección. Mediante la capacitación se ha logrado hacerles comprender el tema de protección de suelos, que era un tema confuso entre los productores.

Se ha logrado concientizar a los productores sobre la pérdida de suelos y ahora hay un trabajo de prevención de este deterioro a través de la reforestación y la protección de bosques con especies como latero, eucalipto, laurel, shaina, bolaina, pino, ace-rillo, guabas y laricaros.

Mediante este proceso se ha logrado instalar 16 ha nuevas de café en curvas de nivel con barreras vivas y muertas.

Producción de abonos orgánicos. Al inicio del subproyecto solo 38 productores contaban con composteras artesanales en sus predios, con una producción promedio de 263 kg de abonos orgánicos por productor (10 t en total). Al finalizar, 96 productores (66,67%) cuentan con composteras, con una producción promedio de 500 kg por productor (48 t en total). El aprovechamiento y manejo de desechos de la pulpa de café, desechos de cocina y guano de cuy para la producción de abono orgánico mediante el compostaje contribuye a reducir el riesgo de **contaminación de suelos por residuos**

generados y al mismo tiempo reduce las emisiones, los malos olores y evita la presencia de insectos no deseados. El abono se usa en las fincas de café, permitiendo incrementar el porcentaje de materia orgánica de los terrenos con cultivo.

Otro resultado importante al cierre del subproyecto es el manejo de desechos inorgánicos, producto de la limpieza y cuidado del predio (recojo de plásticos, botellas y otros contaminantes sólidos) mediante el acondicionamiento de rellenos sanitarios para su almacenamiento. Al inicio, unos 25 productores ejecutaban actividades de recolección de residuos sólidos; al finalizar, 133 productores estaban involucrados en esta actividad, lo que demuestra un cambio de conciencia por ejecutar actividades relacionadas al cuidado del medio ambiente. Como resultado, el **volumen de residuos sólidos inorgánicos reutilizados** se incrementó de 400 kg a 1235,57 kg en total (9,29 kg por productor), residuos que antes no eran aprovechados y se dejaban en el campo.

Los frascos plásticos generados en el predio y en los hogares son reutilizados para la instalación de trampas. Se requieren hasta 25 trampas/ha, lo que significa un total aproximado de 6750 envases para las 270 ha de café de los 144 productores encuestados; este valor se incrementa si se suman las demás áreas de café de los 231 productores fundadores de la organización, incluyendo las áreas de los 13 productores adicionales que se involucraron durante la intervención, por lo cual se ven obligados a pedir envases plásticos de las organizaciones vecinas para cubrir su demanda.

Gráfico 4: Medidas adoptadas

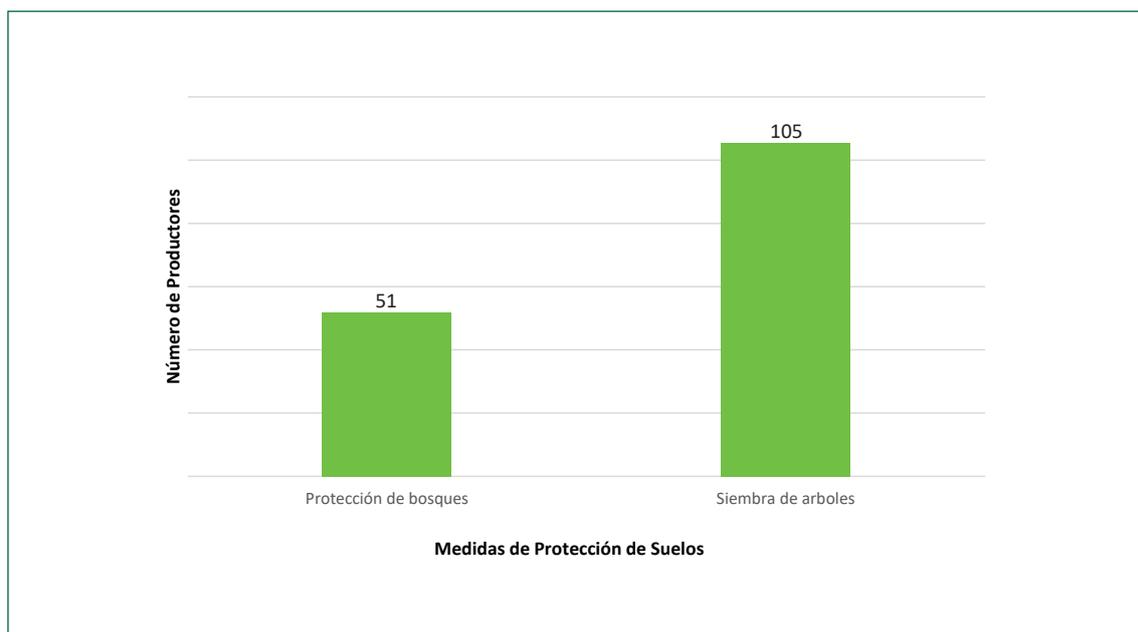
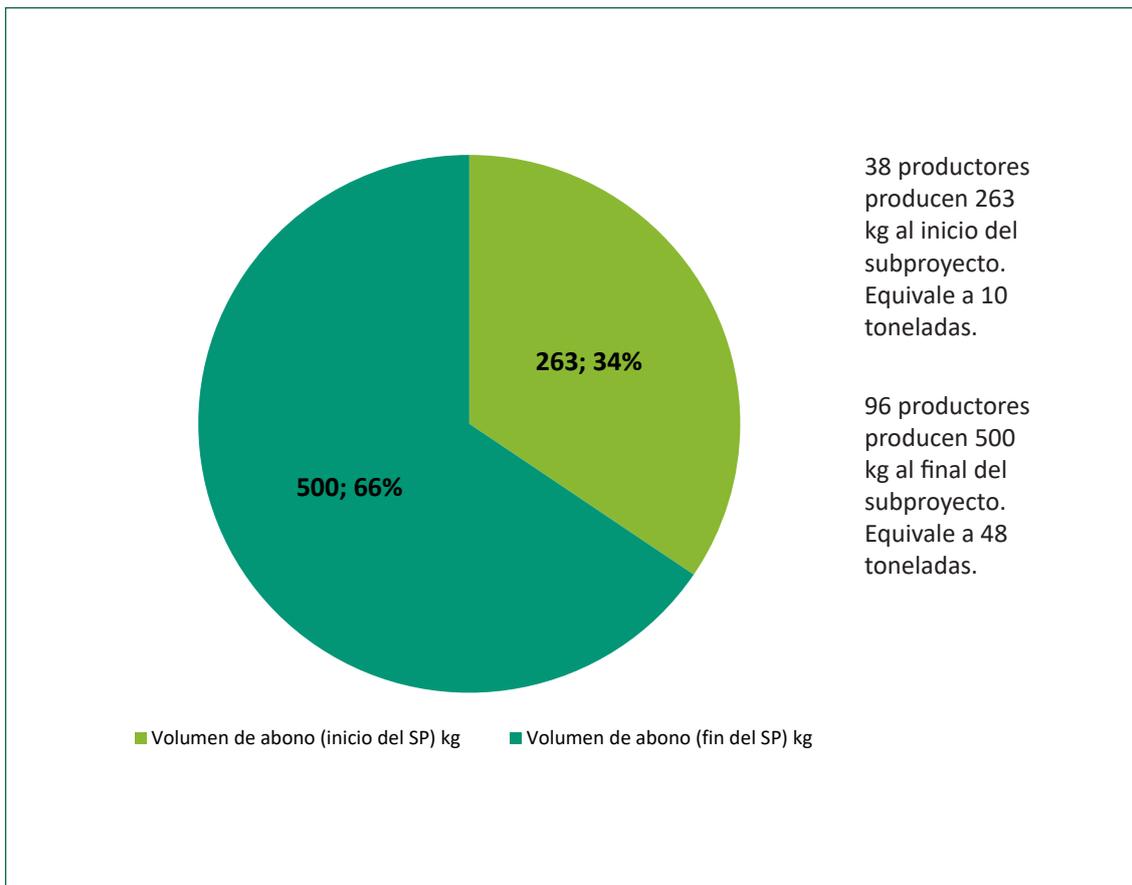


Grafico 5: Aprovechamiento de residuos generados



De igual modo, las bolsas plásticas de otros insumos utilizados en el campo, como las provenientes del guano, son aprovechadas para trasladar el compost que elaboran. Una vez que los residuos reutilizados cumplen su vida útil, e incluso los que no son reciclados, son llevados a los rellenos sanitarios establecidos en los predios de cada productor, de acuerdo con las normas de certificación orgánica y comercio justo. En algunos casos, los productores que se ubican cerca de la ciudad los trasladan al relleno municipal (ver sección 5.7.2).

Poscosecha

Estandarización en el proceso de despulpado, fermentado y lavado del producto

Despulpado adecuado del café cerezo mediante el uso correcto de máquinas despulpadoras bien calibradas para evitar la quebradura de los granos y posteriores reducciones en el volumen de venta por descarte. Esta es la fase inicial del proceso que consiste en desprender la pulpa de la parte del mucílago adherido a ella, enviándola a depósitos para su posterior disposición, en tanto el café despulpado, con su remanente importante de mieles, continúa hacia el proceso de desmucilagado.

Fermentado y lavado, colocando el café despulpado en tanques tina, lo que permite eliminar de manera rápida en forma continua el mucílago del grano. Este proceso de descomposición del mucílago que cubre el pergamino del café por acción de los microorganismos dura entre 8 a 16 horas dependiendo de la zona, facilita el lavado de café, reduciendo el tiempo que conlleva fermentarlo naturalmente. Para lograr la estandarización requerida y obtener un café de mejor calidad física y organoléptica, los tanques tina pueden ser rectangulares o cuadrados con esquinas redondeadas, en este caso las dimensiones establecidas fueron de 1 m de altura x 1.5 de largo y 1 m de ancho, lo que permite lavar en una hora 5 q de café. Con esta mejora se logró **reducir el volumen de agua empleado en el proceso** de 441 l/q a 386 l/q.

Asimismo, el agua utilizada para despulpar y lavar (beneficio húmedo) se convierte en aguas residuales o aguas mieles, que por ser muy ácidas y ricas en materia orgánica pueden ser nocivas si se descargan a cuerpos de agua. La naturaleza química de las aguas residuales del BHC está relacionada con la composición fisicoquímica de la pulpa y el mucílago, debido a que estos dos elementos durante

el proceso proporcionan partículas y componentes durante el contacto turbulento e intenso con el agua limpia.

El material orgánico disuelto puede retirar o consumir muy rápidamente el oxígeno del agua en un proceso natural de oxidación, por lo que la pulpa y el mucílago contenidos en un kg de café cerezo pueden retirarle todo el oxígeno. Las aguas residuales del proceso ocasionan una contaminación unitaria equivalente a 115 gr de DQO⁵ por kg de café cerezo, de los cuales el 73,7% se origina durante las operaciones de despulpado y transporte de pulpa y el restante 26,3% durante las operaciones de lavado y clasificación (Zambrano, 1989). Debido a ello se concientizó a los productores en temas de **contaminación del recurso hídrico** causada por las aguas mieles, exigiendo la construcción de pozas de oxidación para reducir el riesgo de contaminación y alteración de la calidad del agua, promoviendo igualmente la plantación de caña Guayaquil, caña brava y otras plantas nativas en las nacientes de agua como defensas ribereñas.

Las aguas mieles tratadas han sido destinadas a la descomposición de materia orgánica y obtención de compost, con lo cual es posible generar un beneficio ambiental, mediante el aprovechamiento del residuo y el uso del subproducto en la propia finca. Según la línea de base, 78 productores hacían tratamiento de aguas mieles; al cierre, 121 ejecutan esta acción (84,03%). El volumen promedio de tratamiento de aguas mieles para el proceso pos-producción se ha incrementado de 5000 a 10 000 litros anuales.

Secado. Incorporación de un secado uniforme mediante la implementación de 16 módulos de secado solar (carpa solar) de un área de 8 x 11 m, con capacidad de 5 q de café por secado, para reducir la humedad de café al 12% en 4 días de sol; 68 productores han incorporado esta estrategia para mejorar la calidad de café físico y organoléptico, evitando la contaminación del producto por efecto del suelo, polvo y animales. Mediante el sistema de secado implementado se ha logrado reducir de 14 al 12% el contenido de humedad de los granos, lo que previene la formación de OTA (Ocratoxina A). Las pruebas realizadas confirmaron que las recomendaciones de la OIC respecto al contenido máximo de 12,5% de humedad en el café verde es correcto para evitar la formación de organismos productores de OTA.

Durante todo el proceso de producción de café se le debe proteger de la humedad, la descomposición y la **contaminación cruzada**. En condiciones de almacenamiento prolongado debe mantenerse un estricto control de la humedad. En condiciones de humedad relativa inferior al 60% el café seguirá secándose, pero si la humedad relativa es superior al 80% el café comenzará a absorber agua.

En el lugar de almacenamiento la humedad puede originarse por humedad del suelo o de las paredes, la lluvia (impulsada por el viento o por filtraciones), la falta de circulación del aire y por la mezcla de café seco con café húmedo. Unas instalaciones de almacenamiento adecuadas, el uso de buenas prácticas de almacenamiento y la vigilancia constante pueden prevenir o reducir estos problemas. Por ello, los factores decisivos de una gestión acertada son las buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena, un secado rápido, así como garantizar que el almacenamiento y el transporte se lleven a cabo en condiciones de higiene para evitar que el café se humedezca de nuevo. Prevenir la formación de moho a partir de mejoras en el proceso de secado reduce la presencia del hongo de la Ocratoxina A, que está clasificado como “posiblemente cancerígeno para el ser humano” por sus propiedades carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas, siendo específicamente nefrotóxico e inmunotóxico

6.7.2 Resultados al cierre a nivel de indicadores relacionados a la gestión ambiental del subproyecto.

Los indicadores ambientales relacionados con la gestión de subproyecto fueron identificados y medidos en función al riesgo ambiental a través de la Matriz de Riesgo Ambiental, instrumento de gestión ambiental para evaluar las acciones implementadas, obteniéndose los siguientes resultados:

El monitoreo, a nivel de campo fue realizado por la especialista de salvaguardas a nivel central, así como por los especialistas de las Unidades Descentralizadas responsables. Los resultados fueron reportados por las Entidades Ejecutoras a través de sus informes técnicos por cada paso crítico y de acuerdo con la temporalidad establecida para su medición.

² DQO, Demanda Química de Oxígeno son unos de los parámetros más importantes en la caracterización (medición del grado de contaminación) de las aguas residuales.

Tabla 2: Indicadores de la Matriz de Riesgo Ambiental

Política Operacional del BM	Riesgo ambiental evitado	Acciones implementadas	Indicador	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
OP/BP 4.01	Contaminación de desechos sólidos al suelo	Producción de abonos orgánicos; mejora y construcción de composteras, mediante el aprovechamiento de pulpa de café, estiércol de cuy, residuos de cocina, aguas mieles de café.	Volumen de residuos orgánicos transformados en compost por campaña	Tn	10	48
		Acondicionamiento de rellenos sanitarios para el almacenamiento de desechos inorgánicos producto de la limpieza y cuidado del predio (recojo de: plásticos, botellas y otro tipo de contaminantes sólidos).	Volumen de residuos sólidos inorgánicos reutilizados	Kg	400	1235.57
	Cambios en la calidad del agua.	Implementación de pozas de tratamiento de aguas mieles, las cuales son destinadas para uso en la descomposición de materia orgánica para la obtención de compost.	Volumen de aguas mieles reutilizadas en la descomposición de la materia orgánica.	Lt	5000	10000
	Perdida de materia orgánica del suelo	Implementación de su plan de abonamiento, mediante la capacitación en fertilización orgánica para la incorporación de abonos orgánicos en las fincas de café.	Contenido de materia orgánica	Porcentaje (%)	2.45	4
OP/BP 4.01	Efectos erosivos en el suelo	Instalación de parcelas demostrativas a través de curvas a nivel, instalación de barreras vivas y muertas.	Área instalada de cafés en curvas a nivel	Ha	0	16
	Perdida del recurso agua	Implementación de tanques tina que reduce el gasto de agua por kilo de café en el proceso de postcosecha	Volumen de agua empleado en el proceso de fermentado	lt/qq	441	386
OP/BP 4.09	Uso de plaguicidas:	Implementación de prácticas culturales para el control de malezas, plagas y enfermedades; aplicación de caldo sulfocalcico, y caldo bórdales; Raspa (recojo de todo grano), trampas (25 trampas/ha), <i>Beauveria bassiana</i> (8 mochiladas/ha)	Incidencia de plagas	Porcentaje (%)	30	15
			Incidencia de enfermedades	Porcentaje	20	10
OP/BP 4.01	Contaminación cruzada	Reducción del riesgo de contaminación del grano con el hongo Ocratoxina 1/ (OTA) en la etapa del secado del producto, a través de módulos de secado y almacenamiento del producto.	Reducción del contenido de humedad en los granos	Porcentaje (%)	14	12
	Riesgos a la salud por el uso de equipos e insumos durante la actividad productiva.	Uso de equipos de protección personal para las labores culturales para el manejo de podas, maquina hoyadora, calibración y reparación de maquina despulpadora, motosierras, motofumigadoras, pulverizadoras y desbrozadoras).	Incidentes ⁶ registrados	N°	5	0

⁶ Respecto a las "Incidencias registradas", se hace referencia a los riesgos de accidentes como cortes, laceraciones, incluso mutilaciones por el uso inadecuado de los equipos tanto en las labores culturales como en el proceso de poscosecha, los casos registrados se obtuvieron durante las visitas de campo bajo encuestas verbales a los productores a fin de determinar históricamente las situaciones presentadas y al finalizar la intervención para conocer si mediante las capacitaciones y asistencia técnica proporcionada por los oferentes del servicio se presentaron nuevos casos.

6.7.3 Resultados al cierre a nivel de indicadores de desempeño ambiental

Los indicadores de desempeño ambiental del Programa relacionados con el subproyecto fueron identificados y seleccionados en función del tipo de intervención y en concordancia con las acciones implementadas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Los resultados de este subproyecto demuestran que la cooperativa ha potenciado su gestión con la elaboración e implementación de un plan general de producción orgánica, que ha permitido planificar sus ventas al mercado internacional y ha desarrollado herramientas de gestión que ha posibilitado a los socios productores identificar sus ventajas. La implementación del Sistema de Control de Calidad (SIC) asegura las ventas desde la cooperativa.

La cooperativa ha renovado las certificaciones de comercio justo de 1001 ha de café, lo cual ha permitido cumplir con los contratos con Interamerican Coffee Alemana, Pro del Sur-Perú y Hamburgo Coffee Company-Alemania. Su mayor contribución ha sido posicionarse en la región como productora de café orgánico y modelo de experiencia exitosa de asociatividad y negocio sostenible, con efecto multiplicador en la economía local para la generación de productos de calidad de agroexportación.

6.8 Algunos retos durante la ejecución y cómo se solucionaron

Algunos retos que se presentaron durante la ejecución del subproyecto, que tuvieron que ser superados fueron recuperar la confianza de los productores en el proceso de intervención para convencerlos de adoptar la tecnología difundida, y cambiar algunas formas tradicionales de producción que no favorecían a la obtención de buenos resultados en

campo y eran contrarios al buen manejo de los recursos naturales. A continuación, se describen estos retos con mayor detalle:

- El principal reto al inicio de la intervención fue lograr el involucramiento de los productores beneficiarios del subproyecto, quienes no conocían en su totalidad el contenido de la propuesta, lo que generaba desconfianza entre los socios, debido a intervenciones pasadas en las cuales no obtuvieron ningún resultado por parte de los directivos de la organización. El cambio se produce en 2015 con los nuevos directivos y la contratación de nuevo personal a través del subproyecto, con quienes se inicia una serie de reuniones para la presentación de la propuesta, así como convocatorias para la capacitación de los productores.

Superada la desconfianza inicial, definir a los 16 beneficiarios con los cuales se empezaría a trabajar y establecer las parcelas demostrativas fue otro reto, porque al menos el 50% (115) del total de socios de la organización deseaban ser parte del proceso y contar con todos los beneficios de la inversión, pero lamentablemente no todos cumplían con las condiciones para el establecimiento de dichas parcelas. Para superar este hecho se establecieron los siguientes requisitos: contar con una hectárea de terreno disponible para la instalación de la parcela, contar con fuentes de agua cercanas para el riego de los germinadores y viveros; y, contar con variedades resistentes a plagas y enfermedades (Catimor principalmente) para abastecerse de semilla. Una vez identificados los productores que reunían dichas condiciones (al menos 40 de los 115), se llevó a cabo un sorteo a fin de facilitar la selección de los predios a trabajar.

- Iniciado el subproyecto, a través de los trabajos realizados en parcelas demostrativas, los productores se fueron involucrando progresivamente en su desarrollo al ver las mejoras en las parcelas instaladas. Las capacitaciones en selección de semilla, manejo de germinadores, instalación

Tabla 3: Indicadores de Desempeño Ambiental del Subproyecto

Indicador de desempeño ambiental	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
Incremento de áreas con producción orgánica	Ha	809	1001
Productores orgánicos	N°	147	244
Planes de negocio en ejecución	N°	0	1
Técnicas y productos articulados a mercado	N°	0	1
Volumen de venta de productos orgánicos	QQ	4154	7044

de viveros, instalación de la parcela, siembra de plántones a campo definitivo, abonamientos, manejo de plagas y enfermedades, control de malezas, podas de formación, cosecha selectiva, preparación de abonos orgánicos, además de la preparación de caldos sulfocálcicos y caldos bórdales, fueron dando sus frutos. Los resultados alcanzados han permitido que los productores se incorporen progresivamente, logrando finalmente que al menos el 50% (115 productores) hayan realizado instalaciones nuevas y 30% (69 productores) realicen podas de renovación y selectivas, además de todas las prácticas implementadas; asimismo, 47 de los ahora 244 productores involucrados realizan todas las prácticas implementadas, recuperando con ello la confianza en la Junta Directiva de la organización.

- Otro reto importante tuvo que ver propiamente con el cultivo del café, porque demandaba cambiar sus costumbres: antes sembraban café silvestre y no era una siembra ordenada, pero con limpieza y siembra ordenada, en 3 bolillos en terrenos de pendiente, un menor número de plantas y una parcela más tecnificada con instalaciones de pozas de aguas mieles, secadores, pozos ciegos, pulpera, han empezado a ver mejoras en la calidad de su café. Antes no había uniformidad y los rendimientos eran muy bajos, de 10 a 15 q/ha, ahora han dado un gran salto de 40 a 70 q/ha de acuerdo al terreno, hay un mayor conocimiento que va desde el manejo del cultivo hasta el proceso de poscosecha, cambiando totalmente su forma de trabajo.

6.9 Beneficios ambientales del subproyecto

Entre los beneficios ambientales derivados del subproyecto se pueden identificar aquellos relacionados con la prestación de servicios ecosistémicos, como son la regulación del agua y el control de la erosión mediante el acondicionamiento y estabilización del suelo; además, la reutilización de los desechos y el incremento de la circulación de los nutrientes reduce el peligro de contaminación del agua subterránea y reduce la utilización de energía no renovable al haber disminuido la necesidad de sustancias agroquímicas. La gestión utilizada para la devolución de los residuos de las cosechas al suelo y la utilización de cubiertas vegetales contribuyen a

la fijación del nitrógeno incrementando la devolución del carbono al suelo, lo que eleva la productividad y favorece el incremento de carbono.

El logro de todos estos beneficios ambientales contribuye a hacer que el paquete tecnológico resulte más atractivo para la organización beneficiaria, incluidas las comunidades locales que viven en las zonas aledañas. El objetivo de obtener una gama de resultados positivos también está en línea con las salvaguardas ambientales del Banco Mundial porque, entre otras cosas, al tratarse de una agricultura orgánica, se promueve el uso de métodos de control biológico, etológico y/o cultural, así como el uso de variedades de cultivos que resisten o toleran plagas y que reducen la dependencia de pesticidas químicos sintéticos. Además, se establecen medidas de prevención y reducción de la contaminación y de los niveles de emisiones a estándares aceptables por el BM y por las normas contempladas por el Estado Peruano.

En línea con los criterios y subcriterios de evaluación de la propuesta, los resultados alcanzados permiten demostrar los beneficios ambientales generados, los mismos que están asociados al paquete tecnológico difundido⁷, por lo que resulta necesario resaltar algunos aspectos de dicha contribución, tales como:

- **Respecto a la conservación de recursos naturales y el ambiente, así como el uso eficiente de los recursos naturales y la biodiversidad, el paquete tecnológico contribuye a lo que denominamos Economía Circular**, con el reaprovechamiento de residuos y uso de subproductos, como la elaboración de compost que incorpora desechos de la pulpa de café, desechos de cocina y guano de cuy, con lo cual se logra no solo reducir el riesgo de contaminación del suelo, de emisiones, malos olores y presencia de insectos no deseados, sino también contar con un subproducto que es aprovechado por el productor en dos sentidos: reincorporando al suelo un insumo que favorece al enriquecimiento de los suelos en sus predios, y posibilitando la generación de ingresos adicionales por la venta de los excedentes de abono orgánico a otros productores.

Un aspecto que dinamiza el ciclo de nutrientes es el hecho de que el subproyecto plantea el cul-

⁷ Cada uno de los temas abordados, como la selección de la variedad de café, la producción de abonos orgánicos, la implementación de pozas de tratamiento de aguas mieles, la implementación de un plan de abonamiento, la instalación de barreras vivas y muertas, la implementación de tanques tina en el proceso de fermentado del café, las prácticas de control de plagas y enfermedades, la implementación de un nuevo proceso de secado del grano hasta su almacenamiento, corresponden a tecnologías de mejora y juntas forman un paquete tecnológico.

tivo de café bajo arreglos agroforestales con al menos un 30% de sombra. La presencia de árboles dentro del cultivo de café ayuda a lograr un equilibrio en el que el ciclo de los nutrientes funciona de forma parecida a como lo hace en un ecosistema de bosque natural, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad. Las plantas de café pueden obtener del suelo los nutrientes que requieren para su crecimiento y desarrollo, regulan la humedad ambiental y crean un microclima más estable al interior del cultivo y ayudan a regular el ciclo hidrológico, además, los árboles de sombra también ayudan a regular el crecimiento de malas hierbas.

- **En relación con la incorporación de temas prioritarios establecidos por el PNIA y la adopción de una estrategia de adaptación de cultivos o crianzas frente a los efectos del cambio climático**, la instalación de variedades resistentes, el buen uso de fertilizantes, el uso adecuado del recurso agua en el proceso de transformación, el aprovechamiento de residuos orgánicos en la elaboración de compost, el manejo de coberturas -dejando los restos de plantas sobre el suelo después de la cosecha-, contribuyen al aumento del nivel de materia orgánica, favoreciendo el contenido de carbono. Así, mediante la instalación de sombra temporal y permanente, se evitan superficies sin cultivos o suelos descubiertos y desprotegidos reduciendo el riesgo de erosión y la pérdida de nutrientes. Estas actividades contribuyen al secuestro de carbono, previenen la deforestación e incrementan la biodiversidad ayudando a luchar contra el cambio climático. Igualmente, el tratamiento de aguas mieles contribuye a la reducción de emisiones de CO₂, es por ello que el 100% de los socios han instalado sistemas de tratamiento de aguas mieles, con lo que han conseguido pasar la auditoría de la certificadora.
- **Otros beneficios generados se relacionan con la calidad, sanidad e inocuidad.** La calidad depende en un 50% de un buen beneficio de las cerezas, desde el despulpado hasta el secado y el empaque, de lo contrario por más orgánico que sea el producto, tendrá como resultado una taza sucia o con demasiados defectos. Un aspecto que asegura los estándares de calidad esperados y que son expresión de una agricultura limpia con buenas prácticas de manufactura, es contar con el sello que certifica que un producto es “orgánico”. Esta certificación le brinda al consumidor la seguridad de que cuando compra un producto como “orgánico” en realidad lo es. Por otro lado,

la certificación de “comercio justo” garantiza también la adherencia a rigurosas normas sociales que fomentan condiciones de trabajo saludables y prohíben el trabajo de menores. Estas normas ambientales garantizan que no se degradarán los sistemas ecológicos naturales y que la tierra cultivada se usa de forma sostenible.

Asimismo, un aspecto importante desde el punto de vista de sanidad e inocuidad es la prevención de la formación de mohos a partir de las mejoras en el proceso de secado, reduciendo la presencia del hongo de la Ocratoxina A, el cual, cómo ya se explicó, está clasificado como “posiblemente cancerígeno para el ser humano” por sus propiedades carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas siendo específicamente nefrotóxico e inmunotóxico, Los factores decisivos de una gestión acertada en ese sentido son las buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena, un secado rápido y evitar que el café se humedezca de nuevo garantizando que el almacenamiento y el transporte se lleven a cabo en condiciones de higiene.

6.10 Lecciones aprendidas del proceso de ejecución del subproyecto por los agricultores

En el manejo de sistemas agroforestales

- Con la reforestación y protección de bosques con especies como latero, eucalipto, laurel, shaina, bolaina, pino, acerillo, guabas y laricaros, las laderas pueden ser rentables a condición de aplicar una serie de prácticas y tecnologías que requieren baja cantidad de insumos externos, y de mejorar la producción y productividad del pequeño productor, de tal manera que pueda estabilizarse y diversificarse con cultivos adaptables a la zona.
- La respuesta a los cambios climáticos externos (sequías y lluvias) es la cobertura del suelo; con el sistema agroforestal se facilita la retención de mayor cantidad de agua en época de sequía y se evita el deslizamiento de tierras en épocas de exceso de lluvias, la instalación de sombra temporal y permanente es de bajo costo y es acorde a las condiciones socioeconómicas de los productores. Se pueden mejorar los recur-

tos naturales al mismo tiempo que se incrementa la producción.

- Cuando se trabaja en un sistema agroforestal se incrementa la cantidad de árboles y arbustos, lo que permite el mejoramiento del microclima y hay más retención de humedad, mayor incremento de micro y macro organismos, no hay presión sobre el bosque por leña, se incrementa la cantidad de materia orgánica y se mejoran los rendimientos con menos insumos externos (fertilizantes y herbicidas) y poca mano de obra, disminuyendo los costos de producción hasta en un 50% después de cuatro o cinco años de trabajar en la misma parcela.
- Cuando los productores implementan prácticas como la no quema, y tecnologías como manejo de rastrojos, distanciamientos de siembra, plantaciones en curvas a nivel, cero labranzas y manejo de árboles en su parcela, se garantiza la producción. En ese sentido, aunque se presenten condiciones climáticas adversas, el productor tiene menos riesgo de perder su cosecha.

La utilización de especies forestales con doble propósito, además de las prácticas y tecnologías que el productor introdujo en su sistema, permitieron la estabilidad de la parcela durante varios ciclos del cultivo, pudiendo diversificar otras áreas de la misma con cultivos alimenticios como el plátano y la guaba, que dieron buenos resultados. Todo ello ha contribuido a darle valor agregado a los predios y a que comprendan la importancia del manejo porque antes, al no saber qué variedades podían usarse como barrera viva, utilizaban especies como la eritrina que genera problemas de plagas. Siembra de plantas de piña y de árboles de eucalipto como barreras vivas: las primeras se aprovechan para consumo y el eucalipto, después de siete años, empieza a producir madera que el agricultor puede utilizar para la construcción y venta de especies.

- El ordenamiento de la parcela con la formación de calles donde se instalan los cultivos para sombra que, por su ubicación dispersa, permiten que el sistema radicular no tenga mucha competencia con el cultivo de café. También permite espaciar la biomasa en cantidades significativas sobre el suelo con poca mano de obra.
- La diversificación de la producción al interior de la finca cafetalera juega un rol muy importante en la sostenibilidad de la economía familiar. La georreferenciación de las parcelas o fincas es de utilidad para iniciar una planificación agrícola.

En el manejo de las variedades sembradas

- La variedad Catimor aún es la predominante entre los productores y hay que seguir instando al cambio debido a que esta variedad no tiene muchas ventajas en cuanto a calidad de taza, sin embargo, se le considera importante por su resistencia al ataque de la roya. Hay un importante trabajo respecto al cambio de variedad y son 26 productores los que ya han iniciado la renovación de los cafetales con variedades de mejor calidad.
- La calidad física de la variedad Catimor se ha visto incrementada en 72,28%, lo cual es un buen logro para mejorar el producto y, por tanto, también el precio. Dicha calidad física tiene mucho que ver con el manejo del grano en campo, así como en la poscosecha, manejo que ha sido mejorado durante la intervención del subproyecto.
- Obtener semillas de los mismos predios ha permitido a los productores darse cuenta de que con buen manejo no solo se mejora la calidad de taza, sino que también las semillas se hacen más resistentes a plagas y enfermedades. Han aprendido a diferenciar cada variedad por el color del fruto y existe mayor conciencia sobre la importancia de realizar buenas prácticas agrícolas para lograr mejores resultados y beneficios económicos. Asimismo, han aprendido que la preparación y programación de actividades debe ejecutarse tomando en cuenta el comportamiento, las variaciones y los cambios de clima.
- Un aspecto importante al trabajar con variedades locales del cultivo es que permiten asegurar la continuidad de la vida familiar y de la organización, fomentando que la sostenibilidad esté basada en sus propios recursos y capacidades; y la complementariedad de ingresos permite cubrir necesidades alimenticias externas,

En el manejo integrado del cultivo

- Las prácticas más importantes para combatir la broca han sido la raspa, el control de cultivo y la poda de árboles de sombra. En el caso de la roya, las podas selectivas del café han mejorado el rendimiento y la calidad.
- Las prácticas de control etológico, como el uso de trampas en botella colgadas en la planta con esencia de café, alcohol etílico, agua y detergente, funcionaron muy bien en el control de la broca y picudo. Para el control del arañero se han

realizado podas de árboles de sombra y el uso de caldos sulfocálcicos.

- Existía conocimiento previo para la elaboración de caldos sulfocálcicos, pero no se le ponía en práctica. Con el subproyecto su uso se ha masificado entre los productores, lo que ha permitido ir reduciendo la presencia de plagas y enfermedades.
- Se ha reducido significativamente, de 30% a 15%, la presencia de plagas y enfermedades.

Ahora, los productores son conscientes de que para obtener producciones aceptables en el cultivo de café se deben realizar siete actividades claves de Buenas Prácticas de Manejo: producción de plántones de calidad de vivero; manejo y conservación de suelos; nutrición y abonamiento; podas, donde se incluye renovación de cafetales; manejo de sombra; cosecha selectiva y poscosecha; y, manejo integrado de plagas.



Estudio de Caso N° 2

Subproyecto:

Identificación y validación de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) nativos eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín.

Contrato N° 037-2015-INIA-PNIA/UPMSI/IE.

7.1 Resumen ejecutivo

El subproyecto de investigación apuesta por una línea de investigación en biofertilización y bioprotección de cultivos agrícolas mediante el uso de microorganismos endófitos en el marco de una agricultura ecológica y amigable con el ambiente. Esta investigación tiene por objetivo contribuir a la búsqueda de soluciones a la infertilidad de los suelos y a mecanismos de defensa contra patógenos sobre hospederos de importancia económica. Para lograr este objetivo se planteó una alternativa de intervención de corto y mediano plazo, la misma que ha permitido identificar especies dominantes (adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas) de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en los cultivos de café y sachá inchi.

La investigación se inició con la colecta, identificación y multiplicación de morfotipos dominantes de HMA nativos en café y sachá inchi; la identificación taxonómica y molecular de especies dominantes de HMA en ambos cultivos; la identificación de especies dominantes de HMA con potencial bioprotector y biofertilizante en café y sachá inchi en condiciones de vivero; y la validación en campo de HMA nativos altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en ambos cultivos. En estos experimentos se registraron parámetros morfológicos (altura, área foliar, grado de infección, etc.), fisiológicos (absorción de N, P, K) y ecológicos (riqueza, densidad de esporas, abundancia relativa, frecuencia de aislamiento, índice de Shannon, etc.) en plantas de café y sachá inchi.

En la región San Martín se identificaron cinco morfo-especies dominantes de HMA en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), siendo las dominantes *Claroideoglossum claroideum* y *Funneliformis geosporum*, ubicadas en las provincias de Lamas, San Martín y Bellavista; la morfo-especie dominante *Glomus sp. 1* ubicada en las provincias de Lamas y El Dorado; y las morfo-especies dominantes *Glomus sp. 2* y *Glomus microcarpum* específicas de las provincias de San Martín y El Dorado, respectivamente. Del mismo modo se identificaron 07 morfo-especies dominantes de HMA en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.), siendo las dominantes *Glomus microcarpum* ubicada en las provincias de Lamas, El Dorado y Moyobamba; las morfo-especies dominantes *Acaulospora mellea* y *Funneliformis geosporum* se encuentran dispersas en las provincias de Lamas, Moyobamba y San Martín; y las morfo-especies dominantes *Glomus macrocar-*

pum, *Claroideoglossum claroideum*, *Claroideoglossum etunicatum* y *Rhizoglossum fasciculatum* registradas únicamente en la provincia de San Martín.

En cuanto al aislamiento y multiplicación de morfo-especies dominantes de HMA identificadas en suelo rizosférico de sachá inchi y café, el sector Palmiche, ubicado en la provincia de Lamas, presentó las mayores densidades de *Funneliformis geosporum*, *Claroideoglossum claroideum*, *Glomus sp. 1*, *Glomus sp. 2*. De igual modo, en el sector Cocha Negra, en la provincia de Moyobamba, las mayores densidades fueron de *Acaulospora mellea* y *Glomus microcarpum*. En el suelo rizosférico de estas dos localidades se obtuvieron aproximadamente 36.000 esporas de HMA, las mismas que fueron utilizadas como inoculantes para su multiplicación como cultivos específicos utilizando plantas trampa de sorgo, alfalfa y brachiaria.

Se identificaron taxonómicamente 32 especies de HMA en el cultivo de sachá inchi, logrando describirlas por su color, forma y distribución de tamaño. De igual forma se identificaron 30 especies de HMA en el cultivo de café, descritas por su color, forma y tamaño. Existen 14 especies de HMA nativas que se encontraron en ambos cultivos: *Acaulospora mellea*, *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora spinosissima*, *Claroideoglossum claroideum*, *Claroideoglossum etunicatum*, *Diversispora spurca*, *Rhizoglossum fasciculatum*, *Glomus sp.1*, *Glomus sp.2*, *Glomus sp.3*, *Glomus sp.4*, *Glomus sp.5*, *Glomus sp.6* y *Dominikia sp.*

En lo que respecta a la identificación molecular, se logró aislar 500 esporas de HMA del suelo rizosférico de cultivos de café y sachá inchi previamente multiplicadas en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, pudiendo desinfectarlas con una solución compuesta por Estreptomicina 200 ppm, Cloramina T 2% y Tween. Posteriormente se consiguió extraer el ADN de 2 grupos de esporas (10-20 esporas/grupo) utilizando el DNeasy Plant Mini Kit – QIAGEN. Se logró amplificar el ADN vía PCR de 07 grupos de esporas de HMA, utilizando los primers (marcadores genéticos) descritos por Kruger, et al., 2009, logrando clonar el fragmento amplificado de 02 morfo-especies de HMA en bacterias electrocompetentes de *E. Coli*.

En cuanto a la identificación de especies dominantes de HMA con potencial bioprotector y biofertilizante en café y sachá inchi en condiciones de vivero, a la fecha se cuenta con fuentes puras de inóculo conteniendo esporas multiplicadas a gran escala de *Rhizoglossum intraradices* y *Diversispora*

sp., las cuales son muy eficientes en la simbiosis micorrízica con plantas de café y sachá inchi, siendo el *Rhizoglyphus intraradices* la especie mejor adaptada a condiciones de vivero, altamente simbiótica en ambos cultivos.

El proceso de validación en campo de HMA nativos altamente eficientes como biofertilizantes y bioprotectores en café y sachá inchi concluye que la mejor especie adaptada a las condiciones locales en estudio es *Rhizoglyphus intraradices*, y en la combinación de fuente de inóculo de ambos hongos posiblemente *R. intraradices* sea la que esté favoreciendo en mayor medida que la *Diversispora sp.*, debido a que, al comparar los resultados individuales de cada hongo, *R. intraradices* es la que tiene mejores resultados. Se afirma, además, que la colonización radicular es muy variada entre los HMA, ya que difieren en las características genotípicas entre familias, géneros y especies, siendo probablemente la colonización de *R. intraradices* más rápida que la de *Diversispora sp.* Finalmente, se concluye que ambas especies de HMA demostraron ser simbiotas de los cultivos de café y sachá inchi, ya que tuvieron resultados superiores al control no inoculado, en condiciones de campo definitivos.

7.2 Antecedentes

La presencia de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en café fue inicialmente observada por Jansen en 1987; desde entonces numerosos estudios reportan la presencia natural e importancia de la simbiosis micorrízica en café, especialmente en suelos altamente degradados y de baja fertilidad (Theodoro, et al., 2003; Muleta, et al., 2007). Adicionalmente el café ha sido considerado como un cultivo altamente dependiente de micorrízica, especialmente en estado de plántula y formación de granos (Siqueira, et al., 1993; Habte & Bittenbender 1999). Un trabajo realizado en Brasil demostró que las plántulas de café micorrizadas pueden tener un incremento de 72% en la producción de grano cuando son transplantadas a suelos de baja fertilidad, lo que representa un incremento económico. Siqueira, et al., 1998 y Trejo D., et al., 2000, concluyeron que las plantas de café inoculadas con HMA presentaron mejor desarrollo que aquellas con adición de fertilizantes. Además de mejorar el estado nutricional, estos microorganismos tienen un efecto bioprotector contra una amplia gama de bacterias y hongos del suelo (Borowicz, et al., 2001; Arnaud, et al., 2005), asimismo se ha reportado que las micorrizas pueden frenar el ataque de nematodos (Pozo, et al., 2007; Elsen, et al., 2008).

En café, se mostró que plantas preinoculadas con HMA resisten a la infestación de *Meloidogyne sp.*, debido a que desarrolla una cutícula radicular más gruesa; por tanto, la tasa de infestación es baja (Alban, et al., 2013).

Para sachá inchi existe elevada tasa de infestación por *Meloidogyne sp.*, reportes recientes sobre plantaciones de sachá inchi establecidas en la provincia de Yunnan (China) mostraron una elevada incidencia de *Meloidogyne javanica* sobre el sistema radicular de plantas establecidas en campo (Wang, et al., 2014); estas evidencias demuestran que el nematodo del nudo es el fitoparásito más importante en el cultivo y que puede estar presente en diferentes condiciones agroecológicas. Tian, et al. (2013), en un estudio basado en la inoculación de plantas de sachá inchi con HMA mostró que estos microorganismos estimularon el crecimiento y mejoraron la tolerancia a sequía, por alteraciones en las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas de las plantas. Las plantas inoculadas con estos microorganismos tenían significativamente una mayor área foliar y volumen de raíz en comparación con el control sin inocular, indicativo de que la simbiosis micorrízica es una práctica efectiva en el cultivo de sachá inchi y que podría ser una estrategia para disminuir poblaciones elevadas de nematodos. Estas evidencias demuestran el efecto o beneficio de los HMA en los cultivos de café y sachá inchi. Sin embargo, en San Martín existe escasa exploración en la identificación y validación de cepas de HMA altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes adaptados a diferentes condiciones agroecológicas.

7.2.1 Ubicación

De las parcelas experimentales de café: provincia de San Martín, localidad de Huayali; provincia de Lamas en el sector Alto Palmiche; provincia El Dorado, en el sector Requena y provincia de Moyobamba, en el sector Jepelacio. De las parcelas experimentales de sachá inchi: provincia de San Martín, en el sector Bello Horizonte; provincia de Lamas, sector Palmiche; provincia El Dorado, sector Santa Rosa y provincia de Bellavista, sector Dos de Mayo, áreas accesibles en cualquier época del año.

7.2.2 Beneficiarios

Los beneficiarios potenciales del subproyecto son los productores cafetaleros y sachá incheros de la región San Martín, distribuidos en la provincia de Moyobamba, en las localidades de Santa Rosa,

Santa Cruz, Barranquita, Palestina, Requena y San Juan de Talliquihui; provincia de Lamas, en las localidades de Pampamonte, Morillo, Palmiche, Pamashto, Alto Palmiche y Pueblo Nuevo; provincia de San Martín, en las localidades de Barco Chacra, Bello Horizonte y Banda de Shilcayo, Nuevo Lamas, Nuevo Porvenir y Santa Rosa de Wayali; y provincia de Bellavista, Barranca, Nuevo Progreso y Dos de Mayo. En total 12 agricultores sacha incheros y 12 agricultores cafetaleros. Sin embargo, se puede resaltar el beneficio directo a un total de 8 productores, que participaron directamente en el subproyecto en la instalación de las parcelas experimentales y el mantenimiento de estas, involucrándose en todo el proceso experimental.

Con relación al conocimiento generado, la población beneficiaria está constituida por personal técnico, profesionales y socios de la Cooperativa Agraria Cafetalera y de Servicios Oro Verde Ltda., quienes participaron como entidad colaboradora. Asimismo, profesionales y socios de la Empresa Shanatina SAC, quienes participaron como entidad colaboradora.

7.2.3 Área temática

Agricultura

7.2.4 Problemas

Bajo nivel tecnológico utilizado por los productores y desconocimiento de alternativas biológicas para el control de plagas y enfermedades, que generaba bajos niveles de productividad y calidad del café y el sacha inchi.

Desconocimiento de los agricultores del potencial de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) como bioprotectores y biofertilizantes de sus cultivos de café y sacha inchi, por lo que una de las principales alternativas para el control de plagas y enfermedades en sus parcelas era la aplicación de productos químicos. Estos cultivos, al igual que otras especies vegetales cultivadas, son atacados por diversas plagas y enfermedades, lo que se agrava por la escasez de suelos fértiles para su aprovechamiento. Todo ello predispone a que estos cultivos no se desarrollen normalmente ni expresen plenamente su potencial productividad.

A pesar de su importancia económica, los cultivos de café y sacha inchi enfrentan limitaciones que les impiden un mejor posicionamiento en el mercado internacional, por sus bajos índices de productivi-

dad debido a la falta de innovaciones tecnológicas de bioprotección y biofertilización que mejoren el desarrollo de las plantas y consecuentemente la cantidad y calidad de las cosechas.

Por otro lado, la comunidad académica, que conoce el beneficio de manera superficial, no ha tomado interés en su utilidad, en primer lugar por falta de estudios e investigaciones en este tema, y en segundo lugar, porque las empresas productoras de agroquímicos posicionadas en la región San Martín, por interés económico, han captado a muchos profesionales agrícolas idealizando la aplicación de productos químicos a diferentes cultivos como una alternativa de solución rápida, no permitiendo ni explorando otras alternativas de solución ambientalmente sostenibles. A pesar de la importancia de estos microorganismos para la producción y sostenibilidad de los cultivos, hay un gran desconocimiento a nivel general de cepas con potencial bioprotector y biofertilizante en la región San Martín.

7.2.5 Situación de los beneficiarios o comunidad antes del subproyecto.

Los productores desconocían totalmente la utilidad de los HMA como inoculantes en beneficio de sus cultivos de café y sacha inchi y una de las principales alternativas para el control de plagas y enfermedades en sus parcelas era la aplicación de productos químicos.

Ambos cultivos actualmente tienen mucha demanda en todo el mundo; sin embargo, la producción nacional no logra cubrirla debido a la falta de innovaciones tecnológicas. En este sentido, las especies de hongos micorrízicos (microorganismos endófitos) altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizadores en los cultivos de café y sacha inchi, garantizan la fertilidad de los suelos, como indicador de salud de los agroecosistemas. A pesar de la importancia de estos microorganismos para la producción y sostenibilidad de los cultivos, hay un gran desconocimiento a nivel general de cepas con potencial bioprotector y biofertilizante en la Región San Martín.

Actualmente la producción de café y sacha inchi se realiza bajo un manejo orgánico debido a las exigencias del mercado internacional, siendo la fertilización uno de los problemas de manejo ya que muchos productores al no fertilizar sus plantaciones las hacen susceptibles a plagas, en especial al nematodo del nódulo (*Meloidogyne incognita*),

considerado una de las plagas potenciales de estos cultivos, debido a que son microorganismos microscópicos que se encuentran en casi todos los suelos amazónicos.

Estos cultivos enfrentan problemas de infertilidad de los suelos, por lo que es necesario realizar una adecuada preparación de campo y conocer sus contenidos nutricionales. Los HMA interactúan simbióticamente con el 80% de familias de plantas terrestres con las cuales son capaces de formar Micorrizas Arbusculares (MA), encontrándose en casi todos los ecosistemas terrestres (Smith y Read, 2008). Estos hongos han sido utilizados en la agricultura como bioinoculantes ya que favorecen la absorción de nutrientes esenciales como fósforo, nitrógeno y agua, además brindan protección a la planta contra organismos patógenos.

7.2.6 Actividades que desarrollaban

El cultivo de café en el ámbito de intervención corresponde a un manejo agroforestal multiestrato lo cual representa un mayor potencial de mantenimiento de la capacidad productiva del suelo, permitiendo la sostenibilidad de los ingresos de las familias productoras. Estos sistemas optimizan los efectos ecológicos y benéficos proporcionados por

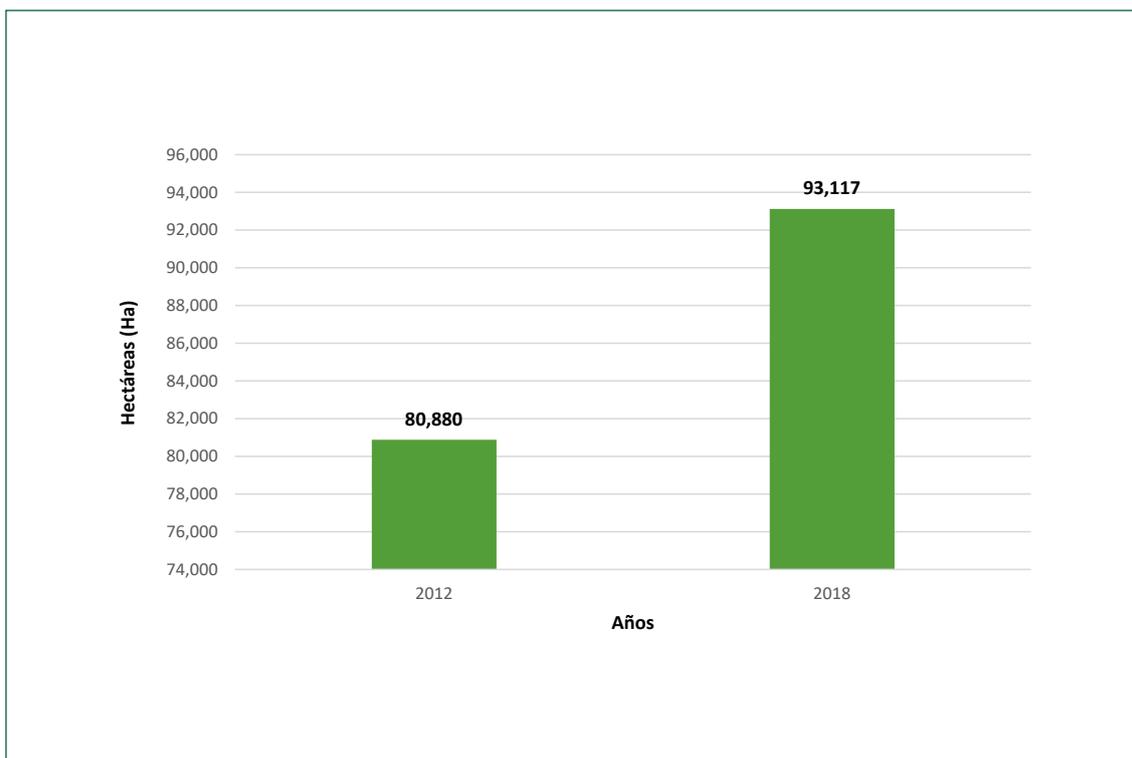
la asociación del café y el reciclaje de nutrientes, mejorando la fertilidad del suelo en cuanto a sus características físicas y químicas, controlando los procesos erosivos. Las raíces profundas de los árboles absorben los nutrientes del subsuelo y los retornan a la superficie en forma de hojarasca, proporcionando nutrientes al suelo a través del proceso de descomposición.

La superficie de producción de café en la región San Martín durante el año 2012 llegó a 80.880 hectáreas. Con el pasar de los años se evidenció un incremento, llegando a una producción de 93.117 hectáreas en 2018.

Otro indicador de la producción de café es el rendimiento del cultivo. En el 2012 los rendimientos llegaron a 867 kg/ha, mientras que en el 2018 subieron a 987 kg/ha, probablemente por condiciones ambientales favorables y factores como reducción del ataque de la roya, aplicaciones de abonos y biofertilizantes del cultivo, entre otros. Los precios en chacra experimentaron una ligera caída entre 2012 y 2018 de 6,33 a 5,51 soles el kilogramo. No obstante, en el año 2014 hubo un incremento que elevó a 7,21 soles el kilogramo.

Las plantaciones de sacha inchi en Tarapoto corresponden a sistemas de producción en monocultivo

Grafico 6: Hectáreas instaladas de café



y asociado. Los costos de producción son mayores en el caso del monocultivo, lo cual es compensado con un mayor rendimiento por hectárea. El cultivo de sacha inchi se ha extendido en Tarapoto entre los pequeños agricultores, quienes poseen áreas de entre 0,5 y 1,5 hectáreas bajo el sistema de cultivo asociado. A la fecha no se ha logrado desarrollar una semilla certificada que haga posible el cultivo industrial bajo la modalidad de monocultivo.

El empleo de semilla certificada es insuficiente y el acceso de los productores organizados a la información agraria, escaso y, además, les falta capacitación. Se debe considerar la necesidad de certificar la semilla para ayudar a mejorar los niveles de productividad y hacerla inmune a las plagas de la zona.

Las hectáreas dedicadas a la producción del cultivo de sacha inchi han mostrado un leve aumento entre 2012 y 2018, probablemente por el incremento de precios y las diferentes tecnologías ofertadas a los productores a través de empresas cooperativas, productoras. Adicionalmente, la Dirección Regional de Agricultura de San Martín ha implementado y desarrollado estrategias y tecnologías para el incremento y mejora del cultivo. Así, mientras en el año 2012 había 591 hectáreas en producción, en 2018, se llegó a 1330 hectáreas.

Otro indicador de producción del sacha inchi es el rendimiento del cultivo. En el 2012 los rendimientos llegaron a 1536 kg/ha mientras que en el 2018 subieron a 1656 kg/ha, probablemente por el aumento de precios, las tecnologías implementadas, la extensión y el apoyo del Gobierno Regional de San Martín, entre otros factores. En cuanto a los precios en chacra, entre 2012 y 2018 aumentaron de 7,33 a 11,84 soles el kilogramo. Sin embargo, desde fines del 2018 hasta la actualidad los precios del cultivo han caído considerablemente llegando hasta 2,32 soles el kilogramo.

Al inicio de la intervención los productores carecían de un paquete tecnológico, desconocían los rendimientos de producción, no existían estándares de costos de producción, no existía una variedad de semilla validada o certificada, desconocían el manejo integrado de plagas y enfermedades. La oferta actual no cubre la demanda y hace que exista una demanda insatisfecha. Existe escasa transferencia tecnológica, el manejo cultural es incipiente y hay un deficiente manejo agronómico respecto al cultivo de sacha inchi en cuanto a selección de semillas, preparación del terreno, siembra, fertilización, control de malezas, podas, con-

trol fitosanitario, cosecha y poscosecha, así como comercialización. Por otro lado, los productores padecen una debilidad organizacional y una alta incidencia de trabajo individual debido a la desconfianza de trabajar organizadamente.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son deficientes y existe una carencia de información en los temas ambientales, también existe mucho desorden en el manejo productivo del cultivo, por lo que la opción de desarrollar estos nuevos conocimientos son una opción económica y sostenible.

7.3 Evaluación de la propuesta

La propuesta fue evaluada a través de un Panel de Evaluación Técnica (PET) conformado por evaluadores externos seleccionados para cada concurso por el Comité Especial de Adjudicación de subproyectos del PNIA, quienes además participaron en la evaluación de las propuestas recibidas.

El Comité Especial de Adjudicación de subproyectos realizó la selección de los miembros del PET a partir de las expresiones de interés recibidas por cada convocatoria. Dicho Comité es el que se encargaba de asignar a los profesionales seleccionados las propuestas a evaluar tomando en cuenta la naturaleza del subproyecto recibido, su experiencia y formación específica según los datos registrados en la base de datos correspondiente. Cada PET se encargó de la evaluación del mérito técnico de la propuesta, sobre la base de los criterios establecidos en las bases de cada Fondo Concursable, este PET determinaba qué propuestas debían ser seleccionadas y cuáles pasaban a la siguiente etapa de negociación para su posterior adjudicación.

Para el caso que nos ocupa, los criterios y subcriterios empleados desde el punto de vista ambiental fueron los siguientes:

- **Impactos ambientales**
 - Conocimientos o tecnologías que una vez difundidos contribuirán efectivamente a mejorar la sostenibilidad medioambiental.
 - Recursos de agua y suelo optimizados.
 - Biodiversidad garantizada, mejorada y racionalmente utilizada.

Durante el proceso de evaluación se hicieron las siguientes observaciones:

- En lo que respecta a la contribución ambiental del conocimiento o tecnología a generar, la propuesta obtuvo la máxima calificación de 20 y un puntaje de 0,80 de acuerdo con el factor de conversión establecido para su evaluación, no existiendo observaciones o recomendaciones al respecto.
- En lo que se refiere a la optimización de los recursos agua y suelo, obtuvo una calificación de 18 y un puntaje de 0,36 de acuerdo con el factor de conversión establecido para su evaluación.
- En cuanto a si la propuesta garantizaba la conservación, mejora y uso racional de la biodiversidad, también obtuvo la máxima calificación con un puntaje de 0,80, al igual que el primer criterio considerado.

En ningún caso se realizaron recomendaciones; el evaluador consideró que los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), al ser aislados en su propio ambiente y utilizados para la mejora de los productos en estudio, tendrían un claro impacto positivo.

Cada subcriterio fue calificado entre 0 y 20 puntos, obteniéndose un promedio simple de tres evaluadores; el promedio de la nota de los tres subcriterios que componen cada criterio fue empleado para el cálculo de la nota final de cada criterio. La nota global se obtuvo calculando el promedio simple de la nota final de todos los subcriterios. Por supuesto los criterios aquí reflejados no son los únicos sobre los cuales fue evaluada la propuesta. Como resultado de este proceso pasaban a negociación con recomendaciones si obtenían una nota global mayor o igual a 13 puntos. La propuesta pasó a negociación, siendo la nota global final obtenida de 19,39.

7.4 Aspectos característicos del subproyecto

7.4.1 Objetivo central del subproyecto

Generar una tecnología biológica eficiente y ecológica de bioprotección y biofertilización mediante el uso de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) nativos en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín.

7.4.2 Estrategia de ejecución

El problema que se pretende solucionar es el escaso y deficiente conocimiento de la utilidad de los

HMA en el proceso productivo de los cultivos de café y sachá inchi, para lo cual se planteó la siguiente estrategia:

- Identificación y multiplicación de morfotipos dominantes de HMA nativos en café y sachá inchi, a través de:
 - Colectas de raíces y suelo rizosférico (muestras biológicas) en fincas cafetaleras y plantaciones de sachá inchi.
 - Evaluaciones de colonización micorrízica, micelio extra radical y parámetros ecológicos (riqueza de morfotipos, densidad de esporas, abundancia relativa, frecuencia de aislamiento, índice de Shannon, etc.) en laboratorio.
- Identificación taxonómica y molecular de especies dominantes de HMA en la rizósfera de café y sachá inchi, a través de:
 - Extracción de esporas de los cultivos monospóricos, previamente multiplicados.
 - Identificación taxonómica de especies de HMA, basada en la clasificación actual de especies (Redecker, et al., 2013) y las claves disponibles de la International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (<http://invam.caf.wvu.edu>), Janusz Blaszkowski of the Szczecin University of Agronomy (<http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski>) and the Glomeromycota Phylogeny (<http://www.lrz-muenchen.de/schuessler/amphylo>).
 - Identificación molecular de especies de HMA, mediante la extracción de ADN de esporas utilizando el Kit Power Soil ADN Isolation.
 - Identificación de especies dominantes de HMA con potencial bioprotector y biofertilizante en café y sachá inchi en condiciones de vivero, que implica la colecta y desinfección de semillas de café y sachá inchi, para luego ser germinadas en sustrato estéril y luego repicadas e inoculadas con esporas dominantes de HMA, para su posterior evaluación de potencial como biofertilizante y luego como bioprotector.
 - Validación de HMA nativos altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en café y sachá inchi, mediante la instalación de 8 parcelas experimentales, 4 por cada cultivo, en las cuales se realizaron evaluaciones de parámetros fisiológicos, morfológicos y ecológicos; y, en el caso de sachá inchi, producti-

vos, a fin de poder validar la eficiencia como bioprotectores y biofertilizantes de los HMA en condiciones de campo.

Las parcelas experimentales fueron instaladas en campos de agricultores, de forma tal que los productores estén involucrados con los trabajos de investigación y tengan participación directa en todas las actividades. Las parcelas fueron validadas bajo diferentes condiciones edafo-climáticas de la región.

7.4.3 Área de influencia del subproyecto

El subproyecto tuvo como área de influencia la provincia de Lamas, en fincas cafetaleras ubicadas en los sectores Alto palmiche, Pueblo Nuevo y Pamaschto; así también en la provincia El Dorado, en fincas cafetaleras en los sectores Palestina, Requena y San Juan de Tallaquihui; provincia de San Martín, en los sectores Nuevo Lamas, Nuevo Porvenir y Santa Rosa de Wayali; y en la provincia de Moyobamba en los sectores Palmeras, Cocha Negra y Barranquita. Se intervino también en parcelas de sacha inchi de la provincia El Dorado en los sectores de Santa Cruz, Santa Rosa y Barranquita; provincia de San Martín, en los sectores de Barco Chacra, Banda de Shilcayo y Bello Horizonte; provincia de Lamas, sectores Pampamonte, Morillo y Palmiche; y provincia de Bellavista, sectores Barranca, Nuevo Progreso y Dos de Mayo. Todos estos lugares con alta productividad de café y sacha inchi identificados como zonas de colecta para realizar las evaluaciones de colonización micorrízica, micelio extra radical y parámetros ecológicos (riqueza de morfotipos, densidad de esporas, abundancia relativa, frecuencia de aislamiento, índice de Shannon, etc.) en laboratorio.

En el proceso de validación de HMA nativos altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en café y sacha inchi en condiciones de campo, se establecieron parcelas experimentales en un área efectiva de 1360 m² para sacha inchi y 480 m² para café. Las parcelas experimentales del cultivo de café fueron instaladas en el distrito de Pinto Recodo, provincia de Lamas (localidad de Alto Palmiche); distrito de Sauce, provincia de San Martín (localidad de Santa Rosa de Huayali); distrito de San Martín de Alao, provincia El Dorado (localidad de Requena); y distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba (localidad de Barranquita). Las parcelas experimentales del cultivo de sacha inchi fueron instaladas en el distrito de Pinto Recodo (localidad

de Palmiche); distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín (localidad de Bello Horizonte); distrito de Santa Rosa, provincia El Dorado (localidad de Santa Rosa); y distrito de San Pablo, provincia de Bellavista (localidad Dos de Mayo).

7.4.4 Actividades del subproyecto (actividades clave del subproyecto, qué se hace en campo, y/o en laboratorio)

La bioprotección y biofertilización a través de la simbiosis micorrízica desempeña un papel fundamental en los ecosistemas agrícolas. La eliminación de los fertilizantes y plaguicidas químicos se suma a los efectos biológicos para lograr un aumento muy significativo de la rentabilidad agrícola y reducción de la contaminación ambiental. El uso de HMA se considera una alternativa eficiente de bioprotección y biofertilización en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín.

Actividades claves del subproyecto:

A nivel de campo:

- Selección e identificación de parcelas de café y sacha inchi para la colecta de muestras biológicas (suelo rizosférico de 0 a 15 cm de profundidad) en las provincias de San Martín, Lamas, El Dorado, Bellavista y Moyobamba.

A nivel de vivero:

- Implementación del proceso de secado en vivero, a temperatura ambiente bajo sombra de las muestras biológicas colectadas; posterior tamizado para eliminar restos de piedras o raíces que pudieran contaminar las muestras.
- Elaboración del sustrato para la multiplicación masiva de HMA, con una fracción de la muestra de suelo mezclada con vermiculita y arena gruesa de río en proporción 2:1:1 respectivamente.
- Aislamiento de las esporas para determinar su densidad por gramo de suelo. Una vez determinada la densidad de esporas por cada sustrato se realizaron los bioensayos de biofertilización y bioprotección.
- Realización de ensayos de biofertilización y bioprotección tanto en café (variedad Caturra) como en sacha inchi (accesión Shanantina), inoculadas con cultivos puros de *Rhizoglyphus intraralices*, *Glomus sp*, y la combinación de

ambas especies; posteriormente a la inoculación con HMA estas mismas plantas fueron infestadas con 3000 nematodos juveniles estadio 2 (J2) de *Meleiodogyne incognita* por cada maceta. Finalmente se realizaron evaluaciones morfológicas (diámetro de tallo, altura de plántula, número de hojas, peso seco y fresco, grado de infección por nematodos, etc.) en cada uno de los tratamientos en estudio. Todos estos bioensayos fueron realizados para determinar e identificar cuál de las especies de HMA tiene potencial bioprotector o biofertilizante en condiciones de vivero.

A nivel de laboratorio:

- Una fracción de suelo que fue conservada a 4°C fue utilizada para el aislamiento de esporas con el objetivo de determinar los parámetros ecológicos (riqueza de especies, densidad de esporas, índice de Shannon, índice de Pielot, frecuencia de aislamiento, abundancia relativa, etc.).
- Identificación taxonómica de todas las especies aisladas en las 24 parcelas muestreadas. Se realizaron análisis moleculares a aquellas especies que no se identificaron. Para los análisis moleculares se extrajo ADN de cada espora, el que fue utilizado para la amplificación de fragmentos específicos vía PCR (reacción en cadena de la polimerasa).
- Purificación del fragmento amplificado a partir del gel de garosa, seguidamente cuantificado y ligado en el vector 2.1-Topo, finalmente el vector fue insertado en *Escherichia coli* mediante electroporación. Las células transformadas (*E. coli* con fragmento invertido) fueron lizadas para la extracción del ADN plasmidial.
- Secuenciación nucleotídica del ADN a través de la Empresa MAGRO GEN-Corea. Las secuencias resultantes fueron analizadas, alineadas y comparadas con otras secuencias disponibles (Gen Bank) de otras especies de HMA, utilizando el Software Mega. Los resultados de los árboles filogenéticos y la descripción taxonómica confirmaron la existencia de nuevos géneros y/o especies presentes en suelos rizosféricos de café y sachá inchi en la región San Martín.

En campo definitivo:

- En cada provincia se identificaron y prepararon 500 m² de terreno para la instalación de parcelas experimentales. En cada parcela se instalaron únicamente plántulas de café y sachá inchi inoculadas con cultivos puros de HMA (*Rhizo-*

glomus intraralices, *Glomus sp.*, y la combinación de ambas especies) altamente eficientes como biofertilizantes y bioprotectores seleccionadas en condiciones de vivero. En total se instalaron 8 parcelas experimentales, 4 por cada cultivo.

- Realización de evaluaciones de parámetros morfológicos y fisiológicos (porcentaje de colonización micorrízica, altura de plántula, área foliar, diámetro de tallo, contenido de clorofila, etc.) en cada parcela experimental, instaladas en campos de agricultores, de tal forma que los agricultores estén directamente involucrados con los trabajos de investigación. Para la instalación de las parcelas experimentales se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 05 tratamientos, 03 bloques y 5 unidades experimentales por cada repetición. Cada planta representó una unidad experimental.

7.5 Impactos y riesgos del subproyecto identificados

7.5.1 Identificados antes de la intervención

El café es cultivado dentro de un agroecosistema asociado con plátano, especies forestales y algunos frutales, y en ocasiones como monocultivo. En algunos casos la ubicación en pendiente hace que las pérdidas de nutrientes ocurran constantemente, ya sea por el lavado del suelo ocasionado por las lluvias y el riego (erosión), pero también por la absorción de nutrientes extraídos por las plantas, generando bajas muy significativas en la producción y calidad del producto. Situación similar se presenta en el cultivo de sachá inchi el cual generalmente es instalado bajo condiciones de monocultivo en áreas con pendiente bajo un sistema de espalderas y/o tutores vivos.

Antes de la intervención se identificaron puntos críticos, principalmente en la etapa de descanso donde no se realizaban muestreos ni análisis de suelos para una adecuada dosificación de las plantaciones; en las etapas de floración, llenado de grano y maduración del fruto, no se realizaba una adecuada fertilización del cultivo de café. Además, se encontraron deficiencias en la realización de podas de café, podas de sombra oportunas, uso de herramientas poco adecuadas para las diferentes actividades y presencia de plantaciones viejas.

A pesar de su importancia económica, los cultivos de café y sachá inchi enfrentaban limitaciones para alcanzar un mejor posicionamiento en el mercado internacional por sus bajos índices de productividad, debido a la falta de innovaciones tecnológicas de bioprotección y biofertilización que mejoraran el desarrollo de las plantas y consecuentemente la cantidad y calidad de las cosechas.

Los cultivos de café y sachá inchi, al igual que otras especies vegetales cultivadas, son atacadas por diversas plagas y enfermedades; adicionalmente, la escasez de suelos fértiles para su aprovechamiento afecta su normal desarrollo, impidiéndoles alcanzar su potencial productivo.

7.5.2 Identificados durante la intervención

Durante la intervención se corroboró que los productores manejan otros cultivos generalmente asociados con el cafeto como plátano, yuca y maíz, los cuales también pueden desarrollarse como cultivos secundarios. Existía desconocimiento de ciertas tecnologías, pero sí había disposición al pago de nuevas tecnologías que les ofrezcan mejoras en el manejo del cultivo.

Una buena parte de los productores aplicaba algo de tecnología, pero insuficiente, como semilla certificada, implementación de análisis de suelos, control de plagas, entre otras; sin embargo, al momento de iniciar la intervención los productores desconocían la utilidad de los HMA como inoculantes en beneficio de sus cultivos de café y sachá inchi. En ese sentido, una de las principales alternativas para el control de plagas y enfermedades en sus parcelas era la aplicación de productos químicos.

Analizando el contexto a nivel del campo en el cual se encontraba la población potencialmente beneficiaria del subproyecto en relación a la producción de café y sachá inchi, el principal riesgo identificado fue precisamente no contar con alternativas amigables con el medio ambiente que les permitiera reducir los altos costos de los insumos aprobados por las casas certificadoras. Ello propiciaba el uso de insumos no aprobados, afectando sus plantaciones. En ese sentido, el uso de micorrizas es una alternativa natural, amigable con el medio ambiente, aprobada para usarse en la producción orgánica y constituye un producto de costo moderado al alcance de los pequeños productores.

Actualmente existe suficiente evidencia científica de que los hongos micorrizógenos arbusculares

(HMA) mejoran la salud y el crecimiento de las plantas de importancia agrícola, hortícola y forestal. La red de hifas producidas por los HMA en el suelo, por su asociación con la planta huésped, incrementan el área de expansión radicular influyendo en una mayor superficie de absorción que los pelos radiculares y, por lo tanto, aumentan significativamente la captación de los iones relativamente inmóviles, como fosfato, cobre y zinc. En la mayoría de suelos tropicales, el fósforo disponible es muy bajo, limitando el desarrollo de las plantas, además, se ha demostrado que las plantas micorrizadas tienen mayor tolerancia a metales tóxicos, a patógenos de la raíz, sequía, altas temperaturas, salinidad, pH desfavorable del suelo y al choque por trasplante que sufren las plantas no micorrizadas (Mosse et al., 1981; Bagyaraj, 1990; Bagyaraj and Varma, 1995).

En este contexto, por donde se analice, la propuesta representaba una alternativa sostenible y saludable a favor del medio ambiente y al manejo de los recursos naturales, principalmente porque contribuye a la eliminación de fertilizantes y plaguicidas químicos, a lo cual se suman los beneficios biológicos para lograr un incremento significativo en la rentabilidad agrícola y reducción de la contaminación ambiental, al considerarse a estos microorganismos (HMA) una alternativa eficiente de bioprotección y biofertilización en los cultivos de café y sachá inchi; sin embargo, durante la intervención se evaluaron otros aspectos favorables desde el punto de vista ambiental, como:

- a) La instalación de parcelas experimentales de café en curvas a nivel y uso de plantas de cobertura (*Crotalaria sp*) en la provincia de San Martín, distrito de Sauce, como mitigación frente al cambio climático, favoreciendo la **estructura del suelo mediante la incorporación de abonos verdes, reduciendo el riesgo de pérdida de fertilidad del suelo.**
- b) La instalación de árboles frutales como la guaba asociados al cultivo de café en las 04 parcelas experimentales de café (500 m² c/u). Las cuatro parcelas instaladas con sembríos de guaba como árboles de sombra permitirán minimizar el impacto del cambio climático, **reduciendo el riesgo de las escorrentías y erosión causadas por fenómenos naturales.**
- c) El proceso de identificación taxonómica y molecular de especies dominantes de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en café y sachá inchi con potencial biofertilizante y bioprotector, contribuyen igualmente a **redu-**

cir la presencia de nematodos en los sistemas radiculares de los plántones de ambos cultivos mediante la aplicación de micorrizas arbusculares, contribuyendo de manera exitosa a la reducción de pesticidas.

- d) La identificación de especies dominantes de HMA con potencial de bioprotección y biofertilización en café y sacha inchi a nivel de vivero permite proteger el sistema radicular, el ingreso de patógenos y los microorganismos dañinos, facilitando el crecimiento y desarrollo en ambos cultivos, contribuyendo al mismo tiempo a minimizar la **pérdida de agrobiodiversidad** de estos microorganismos al poner en valor su potencial.
- e) Durante las actividades de laboratorio fue posible identificar otros riesgos controlados como la **contaminación por residuos líquidos**, así como los riesgos que estos pudieran representar para la salud por el uso de geles de agarosa con compuestos cancerígenos, los cuales actualmente son envasados en los mismos frascos, etiquetados y almacenados en un espacio debidamente señalado en un ambiente de laboratorio para luego ser entregados a una empresa especializada en el manejo de este tipo de residuos (ECOTERRA). Anteriormente estos residuos eran envasados en bolsas sin etiquetar y almacenados en un espacio no señalado, quedándose en dicho lugar por tiempo indefinido.
- f) Otro riesgo importante identificado a nivel de laboratorio fue la **pérdida del recurso agua**, que se ha minimizado mediante la implementación de un nuevo protocolo, que permite utilizar un menor volumen de agua durante el aislamiento de esporas. Anteriormente, para el lavado de cada muestra de suelo se utilizaban 5 litros de agua, debido a la poca solubilización de la muestra por el corto tiempo de remojo; actualmente, con la mejora del protocolo, que implica incrementar el tiempo de remojo de la muestra, se ha logrado reducir el número de lavados utilizando solo 1 litro por cada muestra.
- g) Por último, y no menos importante, están los **riesgos a la salud** relacionados con las actividades a nivel de laboratorio por parte del equipo de investigadores y tesisistas, por el uso de equipos e insumos durante las actividades de investigación. Con la implementación de protocolos de bioseguridad para el adecuado manejo de los reactivos y equipos a nivel de laboratorio, se ha logrado generar destrezas entre los tesisistas que acompañan al equipo investigador, reduciendo el número de incidentes de 4 a 1.

7.6 Gestión ambiental del subproyecto

7.6.1 Medidas de prevención y/o control de impactos ambientales negativos previstos durante la intervención

Se identificaron las medidas de prevención, mitigación y/o control de impactos, partiendo no solo de la hipótesis planteada para el desarrollo de la investigación, sino de las condiciones medioambientales propicias para resolver los problemas en los cultivos de café y sacha inchi, a partir de haber mostrado evidencias del gran efecto benéfico de los HMA como bioprotectores y biofertilizantes adaptados a diferentes condiciones agroecológicas.

Prevención de riesgos relacionados con la OP/ BP 4.01 durante la intervención:

1. Efectos erosivos en el suelo. Las cuatro parcelas de café instaladas en curvas a nivel cuentan con sembríos de guaba (*Inga edulis*) como árboles de sombra. Este árbol de múltiples propósitos puede reciclar nutrientes por medio de su abono orgánico en descomposición, reducir la erosión y conservar la humedad del suelo, controlar plagas y malezas, y por lo tanto incrementar la productividad de suelos degradados en los trópicos.

Los árboles de sombra en los cafetales reducen los efectos que los períodos de déficit hídrico imponen sobre la producción, mantienen la fertilidad del suelo, reducen la erosión, reciclan nutrientes, aportan materia orgánica, incrementan las poblaciones de epífitas y la biodiversidad.

La guaba (*Inga sp*) se usa principalmente como árbol de sombra en cultivos perennes como el café, también es seleccionado como buen árbol para sombra por su fácil germinación por semilla, rápido crecimiento, capacidad de fijar nitrógeno, adaptabilidad a una amplia variedad de suelos -incluyendo los ácidos y mal drenados-, producción de abundante materia orgánica, todo lo cual contribuye al control de arvenses, transferencia de nutrientes y conservación de la humedad del suelo; atrae hormigas que defienden la planta contra herbívoros y tiene la posibilidad de combinarse con otras especies del género, lo que contribuye a la diversidad genética. Los árboles de sombra, sobre todo frutales como la guaba, cumplen una importante misión como reguladores del agua en el ambiente. Los

árboles interceptan una buena cantidad de precipitación, protegiendo los suelos de los golpes directos de lluvia, aminorando la erosión.

La incorporación de árboles de sombra en los cafetales se presenta como una buena alternativa de adaptación para amortiguar los efectos de eventos climáticos extremos y reducir los riesgos que enfrenta la caficultura del futuro. Esta argumentación hace parte de una lógica de fortalecer los servicios ecosistémicos en agroecosistemas a través de la agroforestería. Entre los servicios directos se mencionan la producción de provisiones (alimentos) (servicios de aprovechamiento) o la regulación de ciclos como inundaciones, degradación de suelos, plagas y enfermedades (servicios de regulación). Mientras, en los beneficios indirectos se destaca su colaboración en la fotosíntesis, formación y almacenamiento de materia orgánica, ciclo de nutrientes, creación y asimilación del suelo (todos servicios de apoyo), entre otros (Ash et al. 2010).

- 2. Pérdida de fertilidad del suelo.** En las parcelas experimentales de café se usaron plantas de cobertura (*Crotalaria sp.*). En este caso los cultivos de cobertura tienen el propósito de mejorar la fertilidad, proteger el suelo contra la erosión, mejorar la estructura del suelo y suprimir plagas, incluyendo malezas, insectos y patógenos. Algunos de los beneficios generales del uso de plantas de cobertura son resumidos por Lal et al. (1990).

La principal característica de las plantas leguminosas es que tienen capacidad de fijar el nitrógeno presente en el aire a través de los nódulos de sus raíces y transformarlo en nutriente aprovechable para la planta. La *Crotalaria sp.* es una especie apta para ser usada como cultivo de abono verde o como cultivo de cobertura para proporcionar materia orgánica y nitrógeno en el período entre el cultivo comercial de verano y el de invierno. Puesto que *Crotalaria sp.* puede producir importantes cantidades de biomasa y nitrógeno

en tan sólo 6 semanas después de la siembra, fácilmente puede introducirse en los sistemas de producción sostenible de corta rotación.

En el caso de cultivos permanentes, como el café, las coberturas vivas se pueden sembrar durante la instalación o cuando el cultivo ya está instalado. Las coberturas vivas cumplen un rol importante al suministrar nutrientes y reducir la erosión en plantaciones de café con escasa sombra, principalmente en los primeros cuatro años. Luego, a medida que los árboles de sombra crecen y empiezan a incorporar sus hojas al suelo, las coberturas vivas van desapareciendo para dar paso a la cobertura muerta. Las semillas de coberturas vivas se instalan en los camellones del café con distanciamientos de 50 cm entre hileras y entre golpes. En los primeros meses se realiza el control de malezas hasta lograr que las coberturas cubran los camellones del café. Posteriormente, se realiza el plateo de las plantas de café para evitar que las coberturas invadan a la plantación.

- 3. Pérdida de la agrobiodiversidad.** En el caso del sacha inchi, el mismo proceso de identificación de morfo-especies dominantes de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) permitió determinar un total de 05 morfo especies dominantes en las cuatro provincias en estudio, distribuidas de la siguiente manera:

En cuanto al café, en las cuatro provincias en estudio se identificaron un total de 07 morfo-especies dominantes, distribuidas de la siguiente manera:

También se identificaron nuevas especies de HMA, aumentando la diversidad de microorganismos.

- 4. Contaminación por residuos líquidos.** Cuatro miembros del equipo técnico fueron capacitados en manejo y tratamiento de aguas residuales a fin de minimizar el efecto perjudicial sobre la salud, y se les proporcionó los corres-

Tabla 4: Morfo-especies dominantes de HMA en el cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*)

Morfo-especies dominantes	Provincia
Claroideoglossum claroideum	Lamas, San Martín y Bellavista
Funneliformis geosporum	
Glomus sp. 1	Lamas y El Dorado
Glomus sp. 2	San Martín y El Dorado
Glomus microcarpum	

Tabla 5: .Morfo-especies dominantes de HMA en el cultivo de Café (*Coffea arabica* L.)

Morfo-especies dominantes	Provincia
Glomus microcarpum	Lamas, El Dorado y Moyobamba
Acaulospora mellea	Lamas, Moyobamba y San Martín
Funneliformis geosporum	
Glomus macrocarpum	San Martín
Claroideoglomus claroideum	
Claroideoglomus etunicatum	
Rhizophagus fasciculatum	

pondientes equipos de protección personal. Se realizaron capacitaciones constantes sobre el manejo y tratamiento de aguas residuales, facilitando el cuidado de la salud de los integrantes del equipo técnico y del medio ambiente. En laboratorio -donde es necesario conocer los riesgos y la peligrosidad para el medio ambiente de los productos químicos empleados- se implementaron buenas prácticas de manipulación de los geles de agarosa, empleados en el proceso de extracción de ADN a partir de un conjunto de esporas de hongos micorrízicos arbusculares, y durante el proceso de amplificación y clonación de fragmentos específicos de ADN, a partir de esporas de HMA. Esas prácticas incluyen la identificación y aplicación de la normativa de seguridad ambiental aplicable al envasado, etiquetado, almacenamiento y transporte de materias químicas.

- 5. Pérdida del recurso agua.** Se redujo el volumen de agua empleado en el aislamiento de esporas de hongos micorrízicos arbusculares mediante el lavado de cada muestra de suelo. Antes se utilizaban 5 litros de agua, debido a la poca solubilización de la muestra por el corto tiempo de remojo. Actualmente, con la mejora del protocolo, que implica incrementar el tiempo de remojo de la muestra, se ha logrado reducir el número de lavados utilizando solo 1 litro por cada muestra. En cada paso crítico se realizan aproximadamente 500 aislamientos de esporas (tamizados), lo que antes de la mejora implicaba usar 2500 litros de agua durante el proceso, con la mejora se ha reducido a 500 litros.
- 6. Riesgos a la salud.** En vista de que los reactivos y el manejo de otras sustancias requieren destreza y cuidados del personal, se implementó y dotó de buen material de trabajo a todo el personal del laboratorio, así como medios de protección:

maskarillas, guardapolvo, guantes, entre otros, a fin de evitar incidentes como irritaciones a la piel, enrojecimiento o dolor ocular, etc.

Prevención de riesgos relacionados con la OP/ BP 4.09, durante la intervención:

Uso de plaguicidas. Mediante el proceso de identificación taxonómica y molecular de especies dominantes de HMA se ha logrado identificar una especie de hongo micorrízico arbuscular (*Rhizoglomus intraradices*) con potencial bioprotector y biofertilizante en plántulas de café y sachá inchi.

Se ha logrado aislar e identificar dos cultivos puros: *Rhizoglomus intraradices* y *Diversispora sp.*, multiplicados y adaptados en condiciones ex situ, en camas de multiplicación, con cultivos trampa como sorgo, alfalfa, maíz y brachiaria, que han resultado muy eficientes en la simbiosis micorrízica con plantas de café y sachá inchi. Sin embargo, la mejor especie adaptada en condiciones de vivero y que resultó altamente simbiote de los cultivos de café y sachá inchi es *Rhizoglomus intraradices*.

A nivel de campo, en las parcelas experimentales de café y sachá inchi previamente inoculadas, los resultados han mostrado que la mejor especie de HMA adaptada a cada condición de las localidades en estudio es *Rhizoglomus intraradices*, pero en la combinación de fuente de inóculo de ambos hongos, posiblemente *R. intraradices* sea la que contribuya en mayor medida al proceso de adaptación, ya que al comparar los resultados individuales de cada hongo, *R. intraradices* tiene mejores resultados que *Diversispora sp.* La diferencia entre las características genotípicas entre familias, géneros y especies influye en la colonización radicular entre los HMA, siendo la colonización por parte de *R. intraradices* más rápida que la de *Diversispora sp.*

Ambas especies de HMA demostraron ser simbioses de los cultivos de café y sacha inchi, ya que tuvieron resultados superiores al control no inoculado, en condiciones de campo definitivo. Utilizar plántulas inoculadas con *R. intraradices* permitirá reducir el uso de productos químicos en plantaciones de café y sacha inchi.

7.6.2 Instrumentos desarrollados que contribuyen a la gestión ambiental

Los instrumentos de gestión desarrollados por el subproyecto se enmarcan en el contexto de la investigación y están orientados a la implementación de la tecnología utilizada en la identificación, selección y validación de microorganismos endófitos eficientes como bioprotectores y biofertilizantes. Desarrollar un paquete tecnológico de bioprotección y biofertilización en base a Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en los cultivos de café y sacha inchi, disponible para todos los agricultores de tales cultivos, les permitirá mantener e incrementar la productividad a través del tiempo, tornándose cultivos rentables.

Esta tecnología se cataloga como limpia y no produce desechos, no hay posibilidad de impactos negativos durante su producción. Los factores ambientales tampoco son impactados negativamente por su aplicación, debido a que estos microorganismos se encuentran normalmente en los suelos agrícolas y forman simbiosis de manera natural con la mayoría de las plantas cultivadas. Esta tecnología reducirá significativamente el uso de agroquímicos utilizados actualmente y generará un menor impacto sobre el suelo, agua y la salud de los agricultores. Estos microorganismos no afectan los ecosistemas y por el contrario contribuyen a la recuperación de suelos y al mejoramiento de la fertilidad.

Los instrumentos desarrollados para la gestión ambiental están orientados a la gestión del conocimiento, contribuyendo indirectamente a los beneficios ya referidos, puesto que permiten identificar aquellos HMA más eficientes. Se desarrollaron tres tipos de protocolos, los mismos que han sido adaptados de acuerdo con las necesidades de la investigación. Esos protocolos no solo contienen el diseño de la investigación dirigida a dar solución a la problemática, sino que están vinculados a procesos que posibilitan su ejecución viable y sostenible. Dichos procesos muestran un nivel de complejidad que es asumido por el investigador, por lo que resulta importante la experiencia personal en la ges-

ción y evaluación de los protocolos. A continuación, se describen en síntesis los procesos establecidos en cada uno de los protocolos desarrollados y que han servido para cumplir con los objetivos de la investigación propuesta:

Protocolo de multiplicación de cultivos puros de HMA bajo condiciones ex situ

1. Aislar esporas de HMA a partir de 10 g. de suelo rizosférico de campo utilizando el método del tamizado húmedo y decantación (Gerdemann y Nicolson, 1963) con modificaciones, seguido por una centrifugación en sacarosa 20% y 60% (Sieverding 1984).
2. Separar y agrupar esporas de HMA en base a características homogéneas como color, forma y tamaño. Todo este proceso es realizado bajo un microscopio estereoscópico (7X).
3. Seleccionar e identificar esporas viables de cada grupo homogéneo. Este proceso se realiza en base a criterios específicos como turgencia y homogeneidad de color, para evitar seleccionar esporas no viables y parasitadas.
4. Tamizado y autoclavado de suelo de campo y arena gruesa de río a 121°C/30 minutos. Este proceso se realiza por 3 días consecutivos. El suelo de campo autoclavado se tiene que dejar reposar por 3 semanas antes de ser utilizado como sustrato, para volatilizar los gases que se concentran durante el proceso de esterilización.
5. Mezclar suelo de campo, arena gruesa de río y vermiculita en proporción 2:1:1. Esta mezcla será el sustrato utilizado para la multiplicación de las morfo-especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares.
6. Desinfectar las semillas de *Sorghum vulgare L.*, alfalfa (*Medicago sativa L.*), *Brachiaria sp.* y sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) usando hipoclorito de sodio (0,5%) por 10 minutos.
7. En macetas de 3 kg adicionar el 75% del sustrato autoclavado, seguidamente agregar entre 10 a 50 morfo-especies puras en la superficie del sustrato y 5 semillas de *Sorghum vulgare L.*, alfalfa (*Medicago sativa L.*), *Brachiaria sp.* y sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Estas semillas servirán para establecer la asociación micorrízica y la multiplicación de las esporas de las nuevas especies de HMA.
8. Cubrir las semillas con el 25% restante del sustrato autoclavado. Los cultivos en maceta se mantienen en un invernadero a 29°C y 38,2°C como temperatura mínima y máxima, respectivamente.

9. Las macetas se riegan cada dos días y se fertilizan con una solución nutritiva Long Anston (Hewitt 1966) cada dos semanas, con contenido reducido de fósforo (reducción del 60%).
10. Se recomienda realizar las evaluaciones para determinar la densidad de esporas finales 5 meses después de haber iniciado el proceso de multiplicación.
9. Seleccionar varias colonias recombinantes usando primers universales M13F/M13R y realizar la extracción de ADN plasmidial.
10. Analizar el ADN plasmidial en un secuenciador de ADN automatizado (Analizador de ADN ABI 3730XL-Macrogen Inc) para determinar la secuencia nucleotídica de cada HMA.
11. Finalmente, la secuencia nucleotídica será editada y analizada en el Programa MEGA V18

Protocolo para la identificación genética de especies de HMA

1. Aislar esporas grupales o individuales que se encuentren sanas e intactas.
2. Limpiar superficialmente las partículas de suelo adheridas a la superficie de las esporas; realizar este proceso por fricción sobre papel de filtro de celulosa (Whatman, Grado 50; Corazon-Guivin et al. 2019b).
3. Posteriormente, esterilizar superficialmente las esporas (Mosse 1962) utilizando una solución de cloramina T (2%), estreptomycin (0,02%) y Tween 20 (2–5 gotas en un volumen final de 25 ml), durante 20 minutos y enjuagar cinco veces en mili-Q.
4. Seleccionar dos o más grupos independientes de esporas estériles bajo una campana de flujo laminar y transferir individualmente a tubos Eppendorf PCR como se describe en Corazon-Guivin et al. (2019b).
5. El extracto crudo de ADN se obtiene de triturar los grupos de esporas individuales con un microbristle desechable estéril en 23 μ L de agua milli-Q, según lo descrito por Palenzuela et al. (2013).
6. Amplificar una región específica de ADN (SSU parcial, ITS1, 5,8S, ITS2 y ADNr parcial de LSU) utilizando concentraciones de 0,4 μ M de cada primer (SSUmAf/LSUmAr y SSUmCf/LSUmBr). Para esto utilizar el ADN crudo obtenido inicialmente.
7. Confirmar electroforéticamente en geles de agarosa al 1,0% la presencia del fragmento amplificado del tamaño esperado (~1500 pb). Aislar la banda del tamaño esperado con un bisturí y purificar utilizando el Kit GFX™ PCR DNA y Gel Band Purification Kit (Sigma-Aldrich).
8. Clonar el fragmento purificado (~1500 pb) en el vector pCR2.1 (Invitrogen, Carlsbad, CA, EE. UU.) y transformarlo en One Shot® TOP10 químicamente competente *Escherichia coli* (Invitrogen, Carlsbad, CA, EE. UU.).

Protocolo de producción de plántulas de café y sachá inchi Inoculadas con cultivos puros de HMA

1. Aislar esporas de HMA de las macetas de multiplicación a partir de 10 g. de sustrato utilizando el método del tamizado húmedo y decantación (Gerdemann y Nicolson, 1963) con modificaciones, seguido por una centrifugación en sacarosa 20% y 60% Sieverding (1984). (Repetir este paso 3 veces).
2. Realizar el conteo del número total de esporas existentes en los 10 gramos de sustrato (realizar este paso para las 3 muestras). El número promedio de esporas será considerado con la densidad de esporas por 10 gramos de suelo del sustrato a utilizar como inoculante micorrízico.
3. Antes de la inoculación desinfectar superficialmente las semillas a utilizar con hipoclorito de sodio (0,5%) por 10 minutos y secarlas a temperatura ambiente.
4. Para la inoculación de semillas se llenan bolsas almacigueras de 1 kg de capacidad con sustrato (suelo de campo + arena) en proporción (2:1), debidamente esterilizadas. Posterior a su llenado, las bolsas son regadas hasta el tope y se hace un pequeño orificio de 3 x 5 cm en el centro. En el orificio se coloca el inóculo a razón de ½ espóra/gramo de suelo y enseguida la semilla, se cubre la semilla con sustrato estéril.
5. Inoculación de plántulas: inicialmente las semillas son lavadas y desinfectadas usando hipoclorito de sodio (0,5%) por 10 minutos y secadas a temperatura ambiente. Posteriormente, las semillas son colocadas en camas de germinación con arena estéril, el riego se aplica cada vez que se inocula una planta, para evitar que sufra estrés. Paralelamente se llenan bolsas de 1 kg de capacidad con sustrato (suelo de campo + arena) en proporción (2:1) debidamente esterilizadas, estas son regadas hasta el tope y se hace un pequeño orificio de 3 x 10 cm en el centro. En el orificio se coloca el inóculo a razón de ½ espóra/gramo de suelo y enseguida el brote, el cual se cubre con sustrato estéril.

7.7 Ejecución y supervisión del contrato o subproyecto

7.7.1 Resultados al cierre del subproyecto

El presente subproyecto tuvo como propósito generar una tecnología biológica eficiente y ecológica de bioprotección y biofertilización mediante el uso de Hongos Micorrízicos Arbusculares nativos en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín.

Resultados a nivel de propósito:

- Haber logrado conservar en condiciones ex situ 05 cepas puras (*Rhizoglo-mus intraradices*, *Microglomus Plukenetiae*, *Microkamienshia peruviana*, *Funneliglo-mus sanmartinensis* y *Aucalospora excavata*) en el banco de germoplasma de Hongos Micorrízicos Arbusculares.
- Se logró identificar taxonómica y molecularmente 05 especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares (*Rhizoglo-mus intraradices*, *Microkamienshia peruviana*, *Funneliglo-mus sanmartinensis* y *Aucalospora excavata*) aislados a partir de suelo rizosférico de café y sachá inchi.
- Se logró identificar a *Rhizoglo-mus intraradices* con potencial bioprotector y biofertilizante en los cultivos de café y sachá inchi en la región San Martín.
- Se logró identificar que el inóculo a base de *Rhizoglo-mus intraradices* presentó mayores beneficios bioprotectores en plántulas de café y sachá inchi en condiciones de vivero.
- Se logró el aislamiento y multiplicación de 02 morfo-especies dominantes (*Rhizoglo-mus intraradices* y *Microglomus plukenetiae*) de sachá inchi, utilizando plantas trampa de sorgo, alfalfa y brachiaria bajo condiciones de vivero.
- Tres profesionales del proyecto fueron capacitados en identificación taxonómica y molecular de hongos micorrízicos arbusculares en la estación experimental del Zaidin, Granada, España.
- Se logró identificar taxonómica y molecularmente tres nuevos géneros de HMA: *Funneliglo-mus sanmartinensis*, *Nanoglo-mus plukenetiae* y *Mi-crokanienskia peruviana*.
- Se logró incluir a 08 agricultores con los cuales se implementaron parcelas experimentales (04 parcelas de café y 04 parcelas de sachá inchi) en sus chacras.
- Seis jóvenes en formación profesional fueron capacitados en temas de interés social ambiental y agrícola, basados en la importancia y manejo de hongos micorrízicos como biofertilizantes y bioprotectores de los cultivos de café y sachá inchi, conservación de la biodiversidad, actividades de conservación de suelos, manejo ambiental, efectos benéficos de los micorrízicos arbusculares, entre otros aspectos.

Resultados a nivel de componentes:

- Se logró el aislamiento y multiplicación de 03 morfo-especies dominantes (*Microkamienskia peruviana*, *Funneliglo-mus sanmartinensis*, y *Aucalospora excavata*) de café, utilizando plantas trampa de sorgo, alfalfa y brachiaria bajo condiciones de vivero.
- Se logró validar el efecto bioprotector y biofertilizante de *Rhizoglo-mus intraradices* en 08 parcelas experimentales instaladas con plantas de café y sachá inchi en la región San Martín.
- Se logró identificar taxonómica y molecularmente a *Rhizoglo-mus intraradices*, *Microglomus plukenetiae*, *Microkamienskia peruviana*, *Funneliglo-mus sanmartinensis* y *Aucalospora excavata* aislados a partir de suelo rizosférico de café y sachá inchi en la región San Martín.
- Se logró identificar que el inóculo a base de *Rhizoglo-mus intraradices* (HMA) presentó mayores beneficios biofertilizantes en plántulas de café y sachá inchi en condiciones de vivero.

Este subproyecto ha logrado identificar a *Rhizoglo-mus intraradices* y *Diversispora sp.* como especies eficientes en la simbiosis micorrízica con café y sachá inchi, siendo la primera de ellas la mejor adaptada en condiciones de vivero y altamente simbiote con ambos cultivos. Los resultados definitivos obtenidos en campo concluyen, igualmente, que la mejor especie HMA adaptada a cada condición de las localidades en estudio es *Rhizoglo-mus intraradices*, y que, en la combinación de fuente de inóculo de ambos hongos, *R. intraradices* probablemente favorezca en mayor medida que *Diversispora sp.*, ya que, al comparar los resultados individuales de cada hongo, *R. intraradices* tiene mejores resultados que *Diversispora sp.*

7.7.2 Resultados al cierre a nivel de indicadores relacionados a la gestión ambiental del subproyecto

Los indicadores ambientales relacionados con la gestión del subproyecto han sido identificados y

Tabla 6: Indicadores de la Matriz de Riesgo Ambiental

Política operacional del BM	Riesgo ambiental evitado	Acciones implementadas	Indicador	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
OP/BP 4.01	Contaminación por residuos líquidos	Manejo y tratamiento de residuos líquidos (geles de agarosa) mediante el envasado de los mismos frascos etiquetados y confinados en espacios debidamente señalados, previo a su disposición final a través de una empresa especializada, a fin de minimizar el efecto perjudicial sobre la salud.	Volumen de residuos líquidos manejados	Litro	10	10
	Pérdida de la agrobiodiversidad	Instalación de árboles frutales (<i>Inga sp.</i>) en 04 parcelas experimentales de 500 m ² cada una, instaladas con plántulas de café inoculadas con HMA	Parcelas instaladas con frutales	N°	0	4
		Identificación de nuevas especies dominante de Hongos Micorrízicos Arbusculares, con potencial bioprotector y biofertilizante en café y sachá inchi en condiciones de vivero que contribuyen al incremento de la diversidad de microorganismos del <i>Phylum glomeromycota</i> a nivel mundial.	Nuevos géneros de HMA identificados	N°	0	3
	Efectos erosivos en el suelo	Instalación de parcelas experimentales de café en curvas a nivel y uso de plantas de cobertura (<i>Crotalaria sp.</i>) en las provincias de San Martín, distrito de Sauce	Áreas instaladas de café y sachá inchi en curvas a nivel	Ha	50	80
	Pérdida del recurso agua	Implementación de un nuevo protocolo de aislamiento de esporas de micorrizas con menor volumen de agua y con la misma eficiencia. La mejora del protocolo implica el incremento del tiempo de remojo de la muestra, lo que permite una mejor solubilización de la muestra de suelo y la consecuente reducción del número de lavados, y del volumen de agua empleado por muestra, de 5 a 1 litro.	Volumen de agua empleado en el aislamiento de la muestra	Litro	2500	500
OP/BP 4.09	Uso de plaguicidas	Identificación taxonómica y molecular de especies dominantes de Hongos Micorrízico Arbuscular (HMA) en café y sachá inchi con potencial bioprotector y biofertilizante. La especie identificada <i>Rhizoglyphus intraradices</i> , al ser inoculada permite reducir el uso de productos químicos en plantaciones de café y sachá inchi.	Grado de infestación de nematodo a nivel vivero	Porcentaje (%)	80	50
OP/BP 4.01	Riesgos a la salud por el uso de equipos e insumos durante la actividad productiva	Implementación y uso de equipos de protección personal para los miembros del equipo que trabajan en el laboratorio. El equipo técnico del proyecto, que trabajó en el Laboratorio de Biología y Genética Molecular contó con toda la indumentaria requerida (guardapolvos y guantes) para desarrollar sus trabajos de investigación.	Incidentes registrados	N°	4	1

medidos en función al riesgo ambiental evaluado a través de la Matriz de Riesgo Ambiental, desarrollado como instrumento de gestión ambiental para el subproyecto vs las acciones implementadas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

7.7.3 Resultados al cierre a nivel de indicadores de desempeño ambiental

Los indicadores de desempeño ambiental del Programa relacionados con el subproyecto fueron identificados y seleccionados en función del tipo de intervención y en concordancia con las acciones implementadas. Los indicadores seleccionados se derivan del interés de los productores de café y sachá inchi en los beneficios generados a través de la investigación y adopción de tecnologías, como la incorporación de nuevas especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares nativos con potencial bioprotector y biofertilizante en los cultivos en mención. Esta tecnología constituye una alternativa para generar una mejor adaptación y producción en las parcelas de los agricultores a través de la producción de plántones micorrizados. A continuación, se presenta el resultado obtenido:

Esta alternativa permitió identificar especies dominantes (adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas) de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en los cultivos de café y sachá inchi. En este sentido, en el presente proyecto de investigación estratégica se realizó: 1) colecta, identificación y multiplicación de morfotipos dominantes de HMA nativos en café y sachá inchi. 2) Identificación taxonómica y molecular de especies dominantes de HMA en café y sachá inchi. 3) Identificación de especies dominantes de HMA con potencial bioprotector y biofertilizante en café y sachá inchi en condiciones de vivero. 4) Validación en campo de los HMA nativos altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en café y sachá inchi. En estos experimentos se registraron parámetros morfológicos (altura, área foliar, grado de infección, etc.), fisiológicos (absorción de N, P y K) y ecológicos (riqueza, densidad de esporas, abundancia relativa, frecuencia de aislamiento, índice de Shannon, etc.) en plantas de café y sachá inchi.

La validación de los HMA nativos altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en café y sachá inchi, se realizó mediante la instalación de 8 parcelas experimentales, 4 por cada cultivo, en las cuales se realizaron evaluaciones de parámetros fisiológicos, morfológicos y ecológicos; y, en el caso de sachá inchi, evaluaciones de parámetros productivos, a fin de poder validar su eficiencia como bioprotectores y biofertilizantes en condiciones de campo.

7.8 Algunos retos durante la ejecución y cómo fueron solucionados

Multiplicación de cepas puras (especies) de Hongos Micorrízicos Arbusculares en condiciones ex situ

- El reto más importante estuvo relacionado con el proceso de multiplicación ex situ de los HMA, debido a que bajo los protocolos convencionales publicados en los artículos científicos no se consiguió multiplicar estos microorganismos, superando el tiempo inicialmente considerado de 6 meses para cumplir con dicho proceso, por lo cual se tuvo que modificar el protocolo inicialmente testeado. El nuevo protocolo consistió en realizar bioensayos adicionales utilizando diferentes tipos y concentraciones de sustratos (suelo de campo, arena y vermiculita), así como también diferentes plantas hospedadoras (sorgo, brachiaria, alfalfa y maíz). Así se logró una multiplicación de HMA eficiente, pero en un período adicional de tiempo que abarcó 15 meses aproximadamente.

Identificación de *Meloidogyne* sp. con potencial de infestación en los cultivos de café y sachá inchi

- Paralelamente a la multiplicación de cepas puras de HMA, se identificó cuál de las especies de nematodos del género *Meloidogyne* era responsable de causar agallamiento en el sistema radicular de las plantaciones de café y sachá inchi en campo de agricultores. Para la identificación de esas especies se realizaron cortes perineales de

Tabla 7: Indicadores de desempeño ambiental a nivel de subproyecto

Indicador de desempeño ambiental	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
Agricultores que realizan conservación in situ en el marco del subproyecto	N°	0	8

nematodos hembras aislados de las raíces de café y sachá inchi. Si bien la identificación taxonómica de especies de nematodos no estaba programada en el subproyecto, fue necesaria para posteriormente producir cultivos libres de ese parásito. Los cultivos puros identificados y multiplicados fueron utilizados en los bioensayos de bioprotección en los cultivos de café y sachá inchi.

Identificación molecular de los Hongos Micorrízicos Arbusculares

- Otro desafío importante fue el proceso de identificación molecular de los HMA puesto que, al ser microorganismos de tamaño inferior a 100 micras, se dificulta la obtención de ADN de cada espora, que es la estructura utilizada para su identificación. Inicialmente para la obtención de ADN se utilizaron varios kits de extracción, infelizmente con ninguno de ellos se logró obtener ADN suficiente para los procesos posteriores de amplificación de fragmentos específicos de ADN, purificación, ligación y transformación en *E. Coli*. Ante esto se logró identificar que el ADN crudo de las esporas obtenido a partir de la lisis de esporas individuales proporcionaba cantidades suficientes de ADN para la correcta identificación genética de los HMA. Para ello, las esporas individuales fueron colocadas en microtubos estériles de 0,2 ml y reventadas con la ayuda de una aguja estéril bajo la lupa de un microscopio.

Identificación de Rhizoglosum intraradices con potencial bioprotector y biofertilizante en los cultivos de café y sachá inchi

- Para la identificación taxonómica y molecular de las especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares con potencial bioprotector y biofertilizante fue indispensable capacitar al personal técnico en temas moleculares en la estación experimental del Zaidin, de Granada, España. Así mismo, para la identificación taxonómica fue indispensable la consultoría brindada por el Dr. Fritz Oehl, de nacionalidad alemana, quien ha identificado más de 30 especies nuevas, publicadas en revistas científicas de alto impacto a nivel mundial.

7.9 Beneficios ambientales del subproyecto

La bioprotección y biofertilización a través de la simbiosis micorrízica desempeña un papel funda-

mental en los ecosistemas agrícolas. La eliminación de los fertilizantes y plaguicidas químicos se suma a los efectos biológicos para lograr un incremento de la rentabilidad agrícola y reducir la contaminación ambiental. El uso de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) se considera una alternativa eficiente de bioprotección y biofertilización para el cultivo de café y de sachá inchi. Ello se debe a que los hongos micorrízicos son órganos que captan nutrientes, afectan la fisiología de la planta y pueden ser manipulados para mejorar la productividad vegetal. Algunos investigadores señalan que de la asociación simbiótica planta-hongo micorrízico, las plantas obtienen mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, se promueve su crecimiento foliar, se intensifica la tasa fotosintética y se fortalecen las condiciones propias de la planta para tolerar el estrés hídrico.

Numerosos estudios coinciden en que los principales beneficios que recibe una planta colonizada por HMA son el mejoramiento del enraizamiento, establecimiento y crecimiento de la planta principalmente en suelos con bajos contenidos de nutrientes; el aumento de la captación de iones; una mayor capacidad de absorción de nutrientes poco móviles del suelo como fósforo, zinc y cobre; mayor capacidad de absorción de agua y tolerancia a la sequía; y más protección contra patógenos de la raíz, entre otros. Por su parte Guerrero et al. (1995) menciona que los beneficios de los HMA no deben restringirse al ámbito de la productividad vegetal inmediata, sino que también deben considerarse los **beneficios ambientales**, tales como el control de la erosión o la regeneración de la cobertura vegetal en suelos degradados, siendo importante señalar que dentro de la concepción de desarrollo sustentable, los hongos micorrízicos constituyen un factor de obligatorio manejo, puesto que no solo afectan positivamente la productividad vegetal, sino que producen **beneficios ambientales** en términos de *uso racional de los fertilizantes y plaguicidas y de mayor agregación del suelo* a través del micelio extra radical que se extiende en él.

Debido a lo anterior, es necesario dar paso a prácticas sustentables como la agricultura orgánica, donde los hongos formadores de micorrizas son considerados una herramienta de gran potencial (Moreira, Siqueira y Brussard, 2006). El alto costo de los insumos agrícolas sumado a la creciente demanda de tecnologías menos agresivas para el ambiente, han incidido en la búsqueda de un manejo ecológico de los HMA como una práctica que permita el desarrollo de sistemas agrícolas más

eficientes (Cardona, Peña-Venegas y Arcos, 2008; Melo, Ribeiro y Sagin, 2010).

Antes de la intervención, el café era cultivado mediante una estrategia productiva orientada a la producción orgánica, sin aplicación de insumos de síntesis química; sin embargo, para ser introducido en los mercados orgánicos, debía producirse con prácticas agroecológicas desde el semillero hasta la cosecha. En fase de producción de plantas en vivero se inocularon los HMA como biofertilizantes en sustitución de los productos químicos, permitiendo la colonización de la rizósfera o del interior de la planta y, por ende, su crecimiento gracias al incremento o mejora de los requerimientos nutricionales del cultivo, sin contaminar el cultivo ni el suelo.

7.10 Lecciones aprendidas del proceso de ejecución del subproyecto

En cuanto a la aplicación de la biología molecular

- Las técnicas de biología molecular enfocadas en principio a implementar las técnicas moleculares más sencillas y económicas aplicadas a diversas problemáticas actuales de la región San Martín han permitido estudiar la integridad y fidelidad de la composición del ADN, lo cual provocó una revolución en la identificación de nuevas especies de microorganismos, e identificar material genético de un organismo foráneo, siendo esto de crucial importancia para acrecentar la diversidad de una región.

En el manejo integrado del cultivo

- La importancia ambiental y socioeconómica de los HMA en los cultivos de café y sachá inchi debe ser evaluada bajo un enfoque integral, esto quiere decir que su manejo, uso y conser-

vación esté integrado al tipo de material genético utilizado y a todas las prácticas de cultivo (control de plagas y enfermedades, podas, sombra, riego, fertilización y cosecha).

- La aplicación de micorrizas altamente eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en plántulas de café y sachá inchi corrobora la capacidad simbiótica de ambos cultivos para asociarse a los HMA, al haber logrado reducir la presencia de nematodos en los sistemas radiculares de ambos cultivos, generando impacto y tecnologías amigables con el medio ambiente que van a contribuir de manera exitosa en la reducción del uso de pesticidas.
- Las especies dominantes de HMA identificadas permitirán mejorar y proteger el sistema radicular, el ingreso de patógenos y de microorganismos dañinos, facilitando un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas de café y sachá inchi.

En cuanto al fortalecimiento organizacional

- Los agricultores del estudio de caso cuentan con importantes fortalezas, entre ellas la organización, lo cual facilita procesos que promuevan y conduzcan a rescatar la producción bajo una concepción agroecológica, que valore e incluya la producción orgánica y la activación de procesos biológicos en el sistema de producción del café y el sachá inchi como alternativa sustentable.
- La ejecución del presente subproyecto marcó una de las primeras experiencias de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, en la administración de proyectos de investigación. En ese sentido, para la correcta ejecución en la compra de materiales, insumos, reactivos, equipos y servicios, el equipo técnico del subproyecto tuvo que programar reuniones periódicas con el área de administración de la universidad para la correcta ejecución de los requerimientos.



Estudio de Caso N° 3

Subproyecto:

Adaptación de la tara (*Caesalpinia spinosa* (MOL.) o. KUNTZ)

en la provincia de Jorge Basadre, región Tacna, bajo riego y

manejo adecuado de las plantaciones.

Contrato N° 074-2017-INIA-PNIA/UPMSI/IA.

8.1 Resumen ejecutivo

El subproyecto busca caracterizar, a través de la investigación, diferentes variedades de tara y determinar al menos dos (02) variedades resistentes a los niveles de toxicidad del agua proveniente de las filtraciones de los relaves. Al mismo tiempo busca priorizar la investigación en tecnificación del riego, manejo de suelos y praderas, uso sostenible de recursos genéticos, desarrollo forestal, bioseguridad, mejoramiento genético y control de enfermedades. También, generar mayor resistencia del cultivo a plagas y al cambio climático, y orientarlo a actividades que generen valor. Para cumplir con este objetivo, se planteó realizar la caracterización e identificación de las diferentes variedades de tara que tienen los socios de la Asociación de Productores La Flor de Tara de Pampa Sitana-APFT-PS, con el fin de determinar las variedades más resistentes y que den mejores rendimientos.

Una vez identificadas las dos variedades más resistentes, se les sometió a diferentes condiciones de riego con altas dosis de aguas tóxicas, evaluando luego las condiciones de manejo productivo por parte de los productores para determinar si los bajos rendimientos eran consecuencia de la mala calidad del agua o de un inadecuado manejo agronómico. Asimismo, se realizó un análisis de las vainas de tara y una determinación de la cantidad de taninos en ellas. Sin embargo, durante el proceso de identificación y caracterización se determinó que no existen variedades taxonómicamente establecidas, solo biotipos y lugares de procedencia, como Ayacucho, Tarata, Arequipa y Cajamarca.

La caracterización morfológica es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. Las características morfológicas se han venido utilizando para estudiar la diversidad genética, identificar plantas cultivadas y conservar recursos genéticos (Onamu et al., 2012), no obstante, pueden presentar limitaciones como la influencia que ejerce el ambiente (Gepts 1993). Actualmente no se disponen de caracteres morfoagronómicos identificados para tara que permitan seleccionar individuos para un programa de mejora genética, es por ello que el objetivo se centró en explorar y determinar marcadores morfoagronómicos que puedan asistir en la selección de caracteres deseables para esta especie.

Finalmente, se ha realizado la colección de muestra de frutos (vainas) y de hojas, las cuales son medidas y descritas, a la vez que se analiza su varianza con

el sistema estadístico SPSS para su validación. Se debe decir que existe una gran influencia ejercida según el tipo de manejo agronómico que se utilice, determinándose que las condiciones de manejo, como la disponibilidad de agua de riego, podas, fertilización, hacen que las plantas se comporten de diferentes maneras, aunque provengan del mismo semillero.

8.2 Antecedentes

La *Caesalpinia spinosa* es una especie originaria de la región andina, conocida comúnmente como tara o taya, que crece de manera silvestre o cultivada en varios países de la región sudamericana (Narváez et al., 2009). Ha sido muy empleada por las culturas preincas e incas en la elaboración de tintes, curtido de pieles así como por sus propiedades medicinales (Villanueva, 2007); en la actualidad, este fitorrecurso está siendo revalorizado comercialmente y se está convirtiendo en un factor importante para la economía de numerosas familias campesinas debido a que se comercializa tanto la vaina del fruto -del cual se extraen los taninos para la industria de la curtiembre- como la semilla, de la que se aprovecha el endospermo para extraer la goma de tara que se utiliza en la industria alimentaria, mientras que el embrión (o germen de la tara) se utiliza para la elaboración de alimento concentrado para vacunos (Novoa y Ramírez, 2007). Además, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Europea (código E417) han considerado la harina de semillas de tara como un aditivo seguro para su uso en el sector alimenticio.

El Perú presenta la mayor área de bosques de tara, seguido de Bolivia, Chile, Ecuador y Colombia (Cattell, 2012), y es el principal productor mundial de tara con más del 80% de la producción mundial de este recurso aproximadamente. Sin embargo, no logra cubrir la demanda internacional por lo que varios países se han interesado en su comercialización (Dodds, 2015). En el Perú su distribución abarca desde Piura hasta Tacna por la costa, y en la sierra se cultiva en los departamentos de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Junín y Pasco (Dostert et al., 2009).

El conocimiento de la diversidad genética de especies distribuidas ampliamente es importante para su conservación, distinción genética y fenotípica, ya que generalmente muestran variación morfológica y/o fisiológica y en la estructura genética de sus poblaciones (Wen y Hsiao, 2001), esta variación estaría

íntimamente ligada a las condiciones ambientales, por lo que es común encontrar diferentes fenotipos de una misma especie (Ohsawa et al., 2008). En nuestro país existen pocos trabajos publicados relacionados con el estudio de la diversidad genética de tara y el área de procedencia. López et al. (2013) reportan un número cromosómico de $2n=24$ para poblaciones de tara en la región Junín; Linares (2014) y Orihuela (2014) analizan la diversidad genética de poblaciones de tara utilizando proteínas seminales y marcadores RAPDs respectivamente, Portal (2010) diferencia biotipos de tara en la región Ayacucho según su distribución altitudinal.

8.2.1 Ubicación

En el centro poblado Pampa Sitana, ubicado en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, región Tacna, latitud sur $17^{\circ}34'43.1''$ S y latitud oeste $70^{\circ}51'20.2''$ W, con una altitud de 795 msnm.

8.2.2 Beneficiarios

La Asociación de Productores La Flor de Tara de Pampa Sitana, cuenta actualmente con 61 socios, su principal cultivo es la tara, pero cuentan también con otros cultivos como el orégano. La distribución de las áreas de siembra es de 5 hectáreas por parcela. La Asociación fue constituida con el objetivo de consolidarse como productora de un cultivo alternativo a la siembra de cultivos de consumo directo, debido a las restricciones que enfrentan los socios por usar agua de riego originada en filtraciones de relave minero. La Asociación está constituida por 44 hombres y 17 mujeres.

8.2.3 Área Temática

Forestal – Agroindustria

8.2.4 Problema

Los principales problemas son la contaminación del agua del río Locumba con alto contenido de boro (8 mg/l) y arsénico (0,6 mg/l), que sobrepasan los límites permisibles para consumo humano; el vertimiento a dicho río de aguas residuales y de las que provienen de los relaves mineros, que contiene elementos metálicos, pero son usadas para riego por los agricultores de Pampa Sitana, y la infiltración que contamina los acuíferos de quebrada Honda.

Es necesario mencionar la falta de gestión por parte de la municipalidad para disminuir y/o erradicar los diferentes problemas ambientales, especial-

mente en lo referente al tratamiento de aguas residuales, descontaminación del río y construcción de un relleno sanitario para el tratamiento de los residuos sólidos.

La zona abarca los valles de Locumba y Cinto, donde se siembra principalmente cebolla y pastos para la actividad ganadera, además de fruta (uvas y durazno). Los cultivos característicos en Pampa Sitana son los de tallo alto, que son regados con agua de las filtraciones mineras de Quebrada Honda; pero, a pesar del alto riesgo de contaminación que eso representa, se ha cultivado orégano como su principal producto.

La zona de intervención del proyecto cuenta actualmente con autorización de uso de agua emitido por la autoridad del agua (Resolución Administrativa N° 008- 2016-ANA-AAA CO-ALA.CL.), que limita el uso de agua solo para el riego de plantas de tallo alto y/o forestal, de allí la importancia del cultivo de la tara como alternativa a esa restricción.

El cultivo de tara en Pampa Sitana era muy rústico, sin un manejo óptimo, no se realizaban fertilizaciones con las cantidades adecuadas de estiércol descompuesto; se observó que el cultivo solo era regado y eventualmente fertilizado cada dos años. En ese sentido se debe indicar que el módulo de riego es de 2 horas cada 5 a 7 días en promedio, en riego tecnificado y en riego por gravedad, de 3 horas cada 5 días a 6 días en promedio. El uso de fertilizantes de origen biológico, como el estiércol de cuy, es el más usado, pero se colocaba al pie del árbol, sin su respectiva incorporación ni descomposición con anterioridad, hecho que se subsanó con la intervención.

Conflictos de uso y administrativos:

- Conflicto entre la empresa Southern Peru Copper Corp (SPCC), por el uso de los Derechos de Uso de Tierras Eriazas (DUTE), con los agricultores instalados en los terrenos anexos a las concesiones mineras bajo su administración.
- Conflicto por el uso de las aguas decantadas de la presa de relaves de Quebrada Honda, entre la Southern Peru y los agricultores, dado que las aguas que utilizan los agricultores serán reutilizadas en la ampliación de la concentradora Toquepala (que duplicará su volumen de producción de 60.000 t/año a 120.000 t/año). También interviene en el conflicto el Ministerio de Agricultura, que no ha autorizado el uso de las aguas ni la expansión agrícola de Pampa Sitana.

- Ocupación de espacios por nuevos asentamientos humanos, conflicto por la ocupación informal de esas áreas, donde la municipalidad realiza programas de vivienda: Viñas del Sur y Villa Locumba.

8.2.5 Situación de los beneficiarios antes del subproyecto

La Asociación de Productores La Flor de Tara fue constituida con el objetivo de consolidar a sus socios como productores de un cultivo alternativo a la siembra de cultivos de consumo directo, debido a las restricciones a las que se enfrentan por usar agua de riego originada en filtraciones de relave minero. La Asociación está constituida por 44 hombres y 17 mujeres, con una distribución de áreas de siembra de 5 hectáreas por parcela.

Es una organización legalmente constituida en el distrito de Locumba y fundada el 10 de octubre de 2013, como resultado de una propuesta del gobierno local para mejorar el sistema de producción con cultivos alternativos como la tara, a fin de evitar el riego en plantaciones de tallo corto, ya que el agua con la que regaban las plantas provenía del relave de la empresa SPCC. Esto ha permitido que la organización reciba asistencia técnica, pero necesitaba

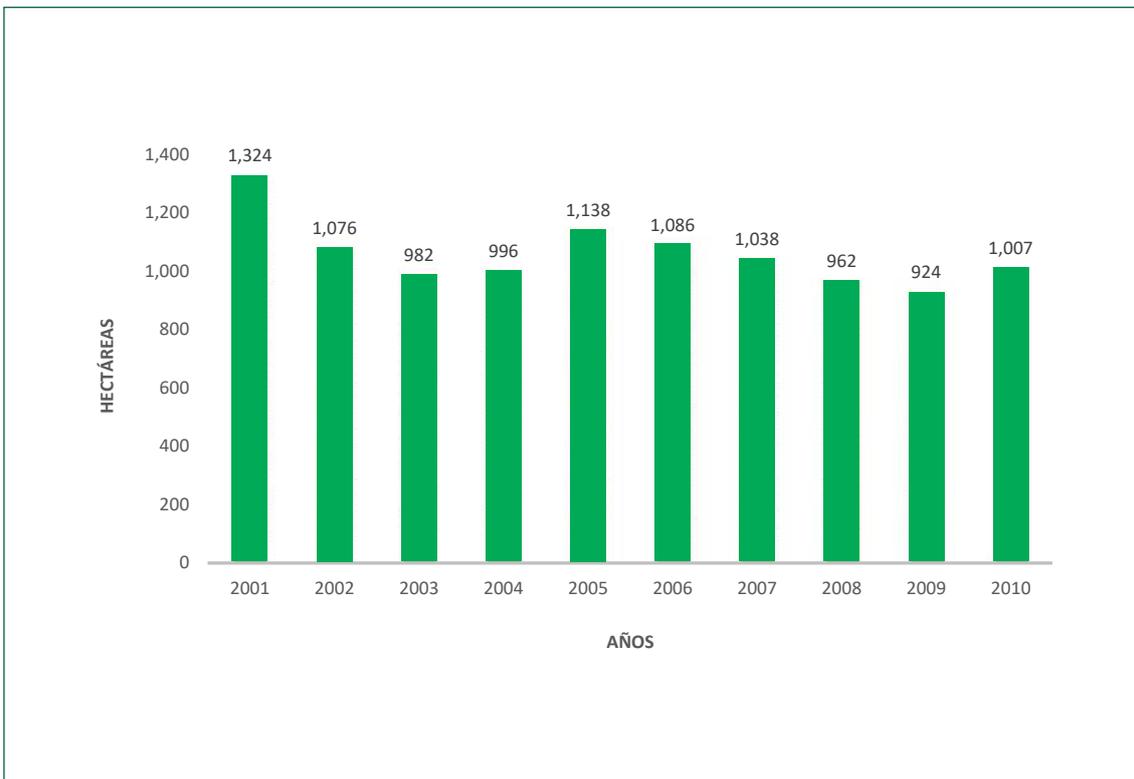
contar con recursos para seguir desarrollándose. Sin embargo, antes del subproyecto ya habían logrado recibir el apoyo del Programa de Compensaciones para la Competitividad AGROIDEAS, mediante el cual recibieron plantines, abono de guano de las islas, estiércol, dos fumigadoras estacionarias medianas y en menor cantidad abonos químicos como fosfato diamónico.

8.2.6 Actividades que desarrollaban

Según la estructura por actividad económica en el distrito, la actividad agrícola y los servicios gubernamentales son el soporte del empleo actual; la actividad agrícola es la que demanda mayor empleo de mano de obra no calificada, principalmente en los cultivos de cebolla y ají. La Municipalidad Provincial de Jorge Basadre, para la ejecución de sus proyectos, demanda mano de obra calificada y no calificada en la administración pública. Asimismo, en Locumba ambas actividades (agricultura y administración pública) generan empleo temporalmente; la actividad de comercio está focalizada en la zona urbana y genera empleo familiar.

La producción agrícola del distrito de Locumba descendió de 37.293 t en el año 2001 a 30.447 t en

Grafico 7: Locumba: Comportamiento de la superficie agrícola 2001-2010



Fuente: Anuario Estadístico DRA/Publicada por la DIA.

el año 2010, lo que significa una disminución de 18,35%, comportamiento que se puede apreciar en el gráfico siguiente.

En el año 2010, en el distrito de Locumba se cultivaron 1007 ha. Los cultivos forrajeros como alfalfa y maíz chalero representaron el 44,3% y 5,9% respectivamente, con un total de 50,2% de la superficie productiva, lo que señala a la ganadería como actividad principal, seguida por el cultivo de cebolla roja con 24,53% y maíz amiláceo con 10,63%. También se sembraban cultivos como la vid y el orégano en Cinto y Pampa Sitana.

En relación con el valor bruto de la producción agrícola en el año 2010, el cultivo de alfalfa fue el de mayor valor productivo, con un 40,65%, seguido por cebolla roja con 39,5%, maíz amiláceo con 5,56%, y ají con 3,2% de valor productivo.

Los productos forrajeros como la alfalfa y el maíz ocupaban las mayores áreas, con 446 y 56 ha respectivamente, pese a que estos cultivos tienen mucha demanda de agua, denotando la vocación pecuaria del distrito de Locumba. La cebolla constituía uno de los principales cultivos para la comercialización, con 247 ha el año 2010. Este cultivo se ha adaptado de forma favorable en los suelos del valle

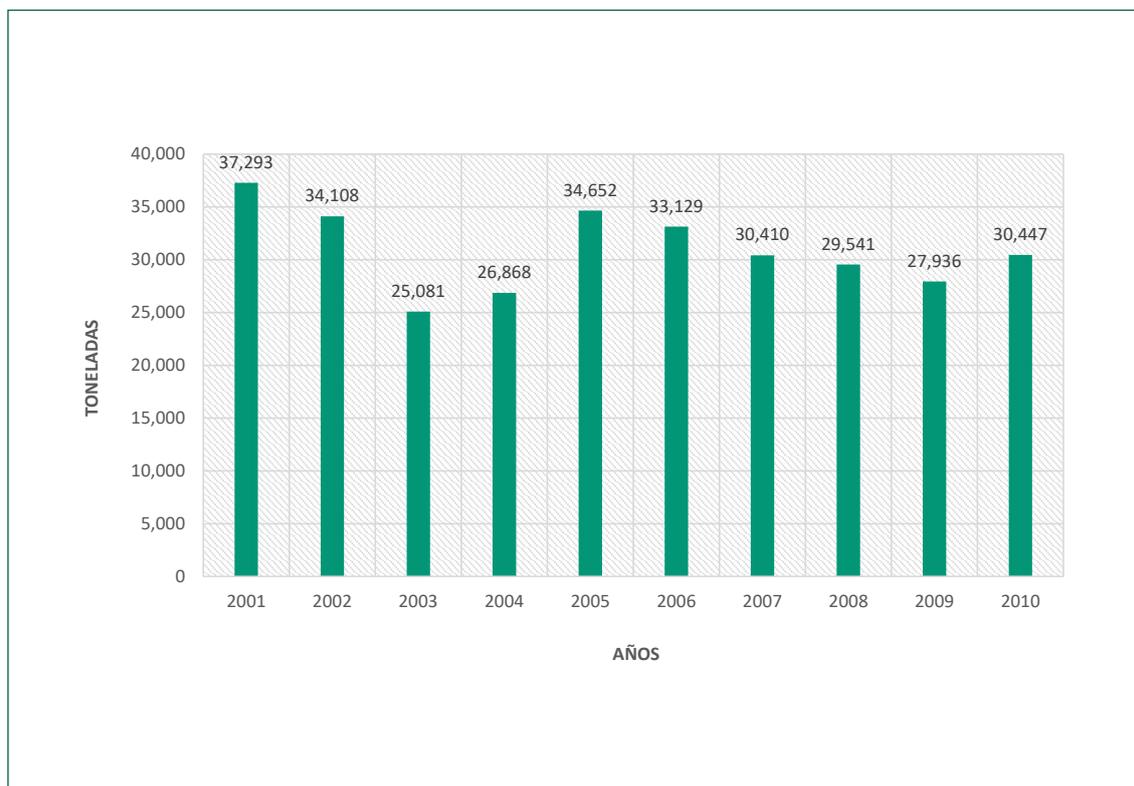
de Locumba, demostrando la soportabilidad de las aguas del río Locumba, siendo el nivel de producción promedio de 25 a 30 t/ha actualmente.

En ese año, la población pecuaria en Locumba estaba compuesta por 43,91% de población caprina, 21,08% de vacuno para carne, 20,5% de población ovina, 7,7% de población porcina y 6,78% de vacunos de leche. La población total ascendía a 4782 unidades de ganado, siendo la población vacuna para leche la de mayor producción; el aporte de la producción pecuaria en el distrito era de 96,01% del total de la producción, seguida por vacunos de carne que aportaba el 2,98%.

Como se aprecia en el cuadro, en el distrito de Locumba la crianza de vacunos era la más importante, incluyendo a las vacas para producción lechera, cuyo producto era comercializado a Gloria S.A., con un rendimiento promedio anual por vaca de 11,85% en ese entonces.

Una de las actividades que se puede potenciar es la crianza y comercialización del camarón de río como fuente de beneficio económico y de alimentación para los pobladores; según estudios existen condiciones para el desarrollo de esta especie en el río Locumba.

Gráfico 8: Locumba: Comportamiento de la producción agrícola 2001-2010



Fuente: Anuario Estadístico DRA/Publicada por la DIA 2011

Tabla 8: Locumba: producción, superficie y rendimiento agrícola

Cultivo	Año 2009			Año 2010		
	Producción (t)	Superficie (ha)	Rendimiento kg/ha	Producción (t)	Superficie (ha)	Rendimiento kg/ha
Ají escabeche	566	63	8984	210	22	9545
Ají Panca	80	10	8000	0	0	0
Ajo	22	2	11 000	66	6	11 000
Cebolla dulce	70	2	35 000	0	0	0
Cebolla roja	5149	150	34 327	7685	247	31 113
Maíz amiláceo	333	111	3000	321	107	3000
Maíz chala	2485	63	39 444	2440	59	41 356
Maíz choclo	176	23	7652	232	32	7250
Papa	106	7	15 143	102	6	17 000
Trigo	20	7	2857	18	7	2571
Zapallo	442	17	26 000	290	14	20 714
Alfalfa	18 313	420	43 602	18 910	446	42 399
Damasco	4	1	4000	3	1	3000
Melocotón	90	20	4500	85	20	4250
Orégano	0	0	0	6	3	2000
Vid	72	15	4800	75	15	5000
Otros		13			22	
Total		924			1007	

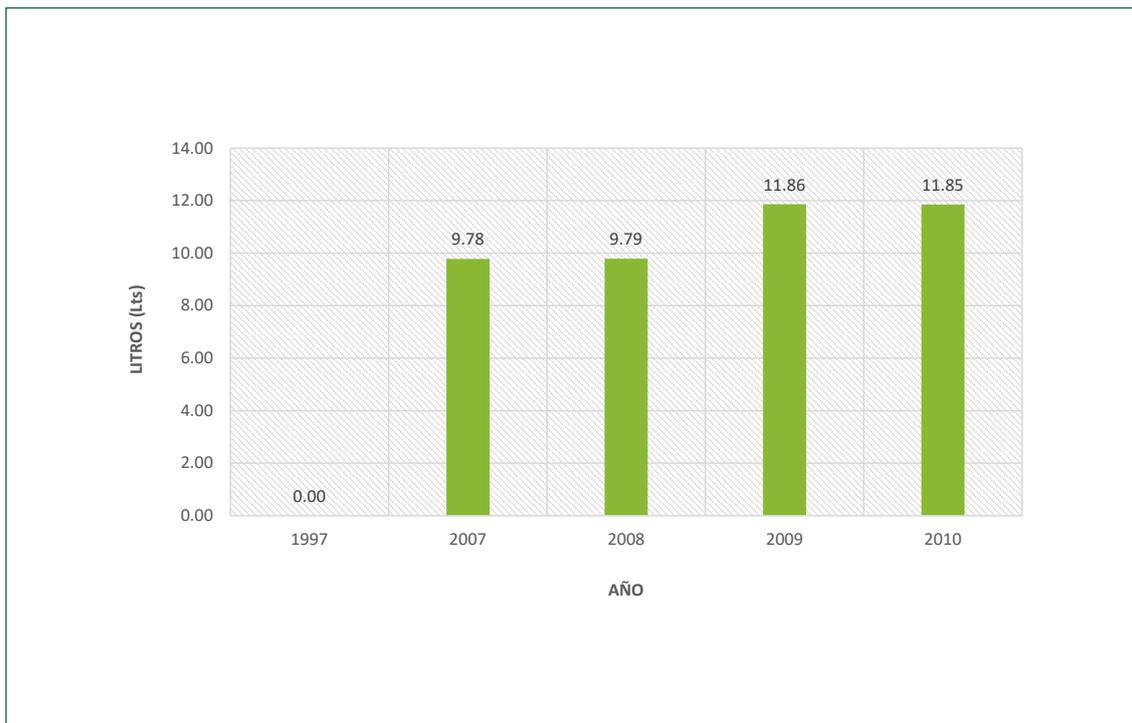
Fuente: OIA, Dirección Regional de Agricultura Tacna, 2011.

Tabla 9: Locumba: Población pecuaria - 2010

Especies	Población		Producción	
	Unidades	%	Toneladas	%
Vacunos de carne	1008	21,08	43,51	2,98
Vacunos de leche	324	6,78	1401,60	96,01
Ovinos	980	20,49	3,60	0,25
Porcinos	370	7,74	7,44	0,51
Caprinos	2100	43,91	3,66	0,25
Total	4782	100,00	1459,81	100,00

Fuente: OIA, Dirección Regional de Agricultura Tacna, 2011.

Grafico 9: Locumba: Rendimiento anual de producción lechera l/día



Fuente: OIA-DRAT

8.3 Evaluación de la propuesta

La propuesta fue evaluada a través de un Panel de Evaluación Técnica (PET) conformado por evaluadores externos seleccionados para cada concurso por el Comité Especial de Adjudicación de subproyectos del PNIA, quienes además participaron en la evaluación de las propuestas recibidas.

El Comité Especial de Adjudicación de subproyectos realizó la selección de los miembros del PET a partir de las expresiones de interés recibidas por cada convocatoria. Dicho Comité es el que se encargaba de asignar a los profesionales seleccionados las propuestas a evaluar tomando en cuenta la naturaleza del subproyecto recibido, su experiencia y formación específica, según los datos registrados en la base de datos correspondiente. Cada PET se encargó de la evaluación del mérito técnico de la propuesta, sobre la base de los criterios establecidos en las bases de cada Fondo Concursable, este PET determinaba qué propuestas debían ser seleccionadas y cuáles iban a la siguiente etapa de negociación para su posterior adjudicación.

Para el caso que nos ocupa, los criterios y subcriterios empleados desde el punto de vista ambiental fueron los siguientes:

- **Impactos ambientales**
 - Identificación de posibles efectos sobre los recursos naturales (agua, suelo, flora, fauna, etc.) como consecuencia de la ejecución del subproyecto.
 - Medidas de mitigación que se tomarán en el desarrollo del subproyecto para prevenir los riesgos ambientales identificados, sean permanentes o temporales.

Durante el proceso de evaluación se hicieron las siguientes observaciones:

- Respecto a la identificación de posibles efectos sobre los recursos naturales como consecuencia de la ejecución del subproyecto, la propuesta obtuvo una nota de 5 y una ponderación de 0,50 de acuerdo al factor de conversión establecido para su evaluación, no existiendo aspectos negativos a considerar que pudieran afectar el medio ambiente ni a la sociedad, de acuerdo a lo expresado por el evaluador. Sin embargo, se consideran algunos aspectos a mejorar como que en la descripción del subproyecto se pongan de manifiesto los beneficios que el subproyecto representa para el ambiente.
- Respecto a las medidas de mitigación propuestas, se obtuvo una calificación de 5 y una ponderación de 0,50 de acuerdo al factor de conversión

establecido para su evaluación, considerando que el subproyecto afecta positivamente al medio ambiente y no afecta hábitats naturales críticos. Como este es un aspecto no destacado en la propuesta, el evaluador recomienda indicar como mejora en la descripción del subproyecto los efectos beneficiosos al medio ambiente, por el aprovechamiento de un recurso natural (suelo) y otro ya afectado (agua de relave).

8.4 Aspectos característicos del subproyecto

8.4.1 Objetivo central del subproyecto

Incrementar los rendimientos de tara en las plantaciones de los productores de la Asociación de Flor de Tara de Pampa Sitana.

8.4.2 Estrategia de ejecución

El problema que se pretende solucionar son los bajos rendimientos en tara, determinando si la causa es consecuencia de la mala calidad del agua, o se trata de un inadecuado manejo agronómico, para lo cual se planteó la siguiente estrategia:

- Caracterización e identificación de las diferentes variedades de tara que tienen los socios de la Asociación La Flor de Tara, con el objeto de determinar las variedades más resistentes y que brinden mejores rendimientos, a través de:
 - Implementación del proceso de identificación y caracterización de las variedades de tara.
 - Taller informativo, dirigido a los socios, de todas las variedades y principales características encontradas en las visitas de identificación.
 - Caracterización de las plantas y determinación de la taxonomía biológica de cada variedad encontrada.
 - Taller informativo, dirigido a los socios, de las variedades identificadas y sus características.
- Elección de las dos variedades más resistentes, a fin de realizar pruebas y someterlas a diferentes condiciones de riego con altas dosis de aguas tóxicas, a través de:
 - Capacitación del equipo técnico sobre aguas tóxicas de relaves.
 - Tratamiento de diferentes niveles de aguas tóxicas, fertilización y podas.

- Desarrollo de la propuesta tecnológica para el manejo del cultivo, guía para los socios, a partir de los resultados de la fase experimental.
- Evaluación de las actuales condiciones de manejo productivo que desarrollan los productores y determinar también si los bajos rendimientos se deben a malas prácticas productivas, a través del:
 - Diagnóstico de los procesos productivos, evaluación de la densidad de plantas por hectárea, fertilización, tipo de suelos, y manejo de plagas y enfermedades.
- Determinación de la cantidad de taninos contenidos en las vainas de tara y determinar si sus resultados son favorables para los mercados, a través de:
 - Toma de muestras por parte del equipo técnico.
 - Análisis de laboratorio para determinar los porcentajes de taninos en la producción de tara.
 - Taller de sistematización de los resultados obtenidos.

8.4.3 Área de influencia del subproyecto

El centro poblado Pampa Sitana presenta un área total de 86 317 km²; el área de influencia del proyecto abarca 2841,65 ha distribuidas en 564 parcelas, con un promedio de 5,0 ha por parcela. Los límites de Pampa Sitana son:

- Por el norte limita con el departamento de Moquegua.
- Por el este limita con terrenos eriazos del Estado.
- Por el oeste limita con el departamento de Moquegua.
- Por el sur limita con el anexo Alto Camiara.

8.4.4 Actividades del subproyecto

El servicio de investigación adaptativa se realizó basándose en el principio “aprender haciendo”, con fuentes científicas (estudios, análisis y ensayos) y capacitaciones, metodología que permitió brindar asesoramiento técnico permanente a los productores en sanidad y manejo del cultivo de tara (en parcela demostrativa, en gabinete y en forma teórica).

Actividades claves del subproyecto:

A nivel de campo:

- Selección e identificación de la unidad muestral de tara, con colectas llevadas a cabo en el mes de abril de 2018 en las parcelas de los 58 socios de la Asociación de Productores La Flor de Tara del Centro Poblado Pampa Sitana, ubicado en el distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre. La muestra estuvo constituida por plantas de tara en estado de fructificación.
- Instalación de una parcela demostrativa donde se realizaron los ensayos que permitieron determinar el paquete tecnológico a ser replicado con los productores para incrementar sus producciones.
- Realización de una pasantía con el propósito de conocer otras realidades que pudieran replicarse en la zona de intervención. Esta pasantía se dio en zonas de producción donde se realiza un cultivo semiintensivo y no en bosque natural, pues las condiciones de producción son diferentes. La evaluación de la pasantía se realizó mediante un cuestionario entre los productores participantes para evaluar el aprendizaje obtenido por el grupo.

A nivel experimental:

- Identificación y caracterización de las diferentes variedades de tara que tienen los socios de La Flor de Tara, a fin de determinar las variedades más resistentes y que den los mejores rendimientos productivos.
- Caracterización de las diferentes variedades de plantas encontradas en campo y determinación de la taxonomía biológica de cada variedad encontrada.
- Tratamiento de las variedades de tara identificadas en el componente anterior, con diferentes niveles de aguas tóxicas, fertilización y podas.
- Determinación de los porcentajes de taninos en la producción de tara en la Asociación.

A nivel de gestión

- Capacitación en la Universidad Católica Santa María del equipo técnico sobre aguas tóxicas de relave.
- Difusión mediante talleres de los resultados de la investigación.
- Fortalecimiento de las capacidades de asociatividad y liderazgo en los productores líderes.
- Ejecución de charlas a cargo de los productores evaluados, con testimonios de la experiencia vivida para reforzar el aprendizaje y su capacidad

para transmitir conocimientos, multiplicando los efectos logrados en los demás productores a fin de adecuar las tecnologías observadas a su realidad local.

8.5 Impactos y riesgos del subproyecto identificados

8.5.1 Identificados antes de la intervención

El principal problema ambiental era la contaminación del agua del río Locumba con alto contenido de boro (8 mg/l) y arsénico (0,6 mg/l), sobrepasando los límites permisibles para consumo humano. Otro problema era el vertimiento al río Locumba de aguas residuales y de las aguas provenientes de los relaves mineros, que contienen elementos metálicos que, a su vez, son usados por los agricultores de Pampa Sitana para regar sus cultivos, así como la infiltración que contamina los acuíferos de Quebrada Honda.

Por otro lado, los suelos en Pampa Sitana presentan limitaciones naturales por salinidad, baja fertilidad y poca profundidad, mientras que en el Valle Locumba los suelos presentan problemas de drenaje y riesgo de inundación. Las tierras con calidad agroológica se ubican en los Valles de Locumba y Cinto.

Existía escasa tecnología en el cultivo de tara debido al desconocimiento del manejo agronómico del cultivo, así como a la escasa infraestructura disponible para la propagación de plantones. Había un escaso desarrollo de capacidades técnicas para la agroindustria rural, debido al desconocimiento de técnicas para la transformación de productos. Tampoco existían adecuados mecanismos de promoción y articulación de mercados, desaprovechándose oportunidades como la participación en ferias para promocionar sus productos.

Existía también desconocimiento de técnicas para la instalación de parcelas de tara, propagación de plantones, manejo fitosanitario, poda, riegos, cosecha y poscosecha del cultivo. No se contaba con conocimientos para darle valor agregado a los productos, ni acceso a las experiencias del cultivo de tara en otras zonas. El desconocimiento en el manejo de tara generaba bajos rendimientos y, por ende, menores ingresos para el agricultor. Al no contar con el conocimiento técnico y financiero necesario, los agricultores no realizaban una buena transacción

de sus productos y optaban por otros cultivos u otras actividades que les generaran mayores ingresos. La limitada capacidad de gestión económica y empresarial ocasionaba pérdida de oportunidades de mercado.

8.5.2 Identificados durante la intervención

Los productores del centro poblado Pampa Sitana se dedicaban principalmente al cultivo de alfalfa, maíz, orégano, tara y otros en menor proporción. De las 2975,04 hectáreas solo se trabajaban 564,6 ha, tal como se muestra en la siguiente tabla:

El Gráfico 10 muestra cómo se reparte la célula de los cultivos, con el 33,74% de hectáreas para el cultivo de orégano, 21,25% para maíz forrajero, 16,74% alfalfa, 12,40% tara, 11,78% tuna y otros en menor proporción.

En cuanto a la superficie de tara, para el año 2015 se tenían registradas 191 ha instaladas en Pampa Sitana, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Durante la intervención se corroboró que la zona de intervención tenía una autorización de uso de agua emitida por la Autoridad del Agua mediante Reso-

lución Administrativa N° 013-2012-ANA-AAA del 03 de abril del 2012, que otorgó a la Asociación de Agricultores de la Cuenca Locumba-Pampa Sitana un permiso de uso de agua residual de filtración de hasta 98,05 l/s., equivalente a una masa anual de hasta 3092 MMC/año, para uso productivo agrario de cultivo de tallo alto. Esta Resolución beneficia a los productores de este subproyecto.

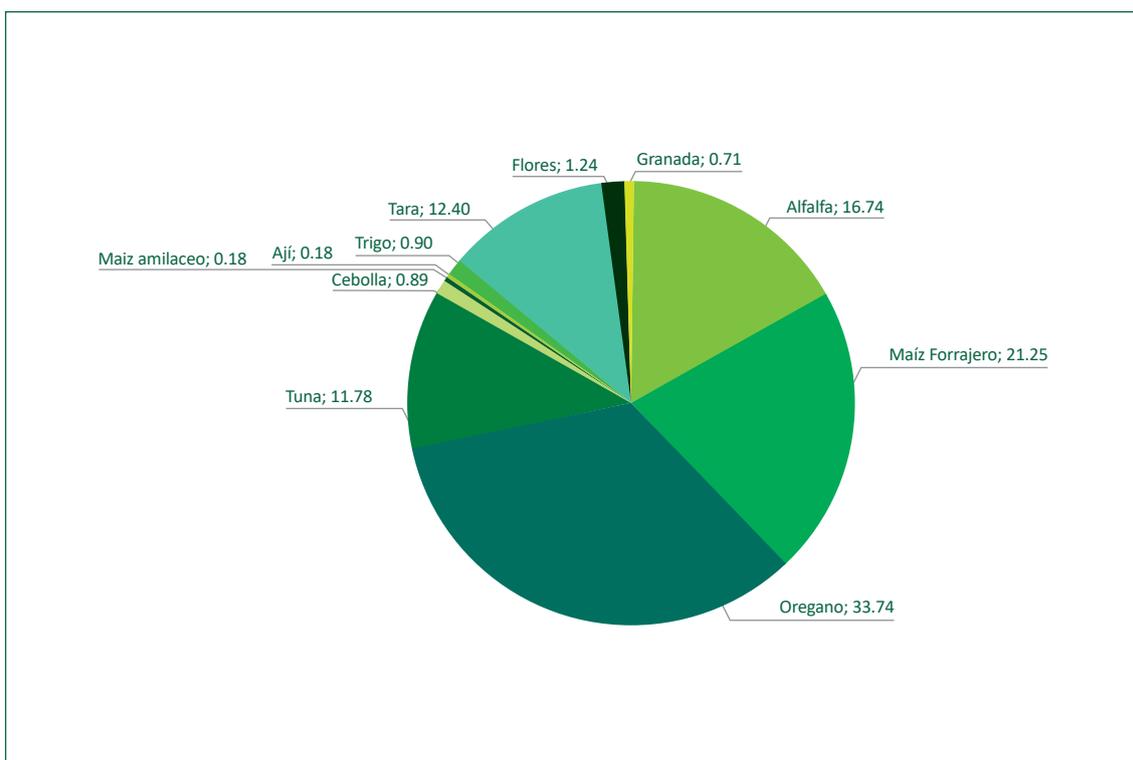
Pampa Sitana se ubica a 7 km de Quebrada Honda, sector donde se acumulan los relaves de la mina Toquepala de Southern. La minera se había comprometido a realizar los estudios relacionados al uso del recurso hídrico que usa Pampa Sitana, pero al momento de la intervención aún no habían comenzado, pero ya la Asociación de Productores La Flor de Tara contaba con casi 50 ha de tara, con bajos rendimientos y sin saber si el producto se estaba contaminado al regarse con aguas provenientes de filtraciones de los relaves.

Para el análisis de calidad del agua se tomó como punto de muestreo la zona del estanque y del emisor en la parcela demostrativa. En total se realizaron 4 análisis de agua, dos de metales pesados y 2 nutricionales, las muestras difieren por las zonas de colección. Este análisis se realizó en la parcela demostrativa.

Tabla 10: Célula de cultivos de Pampa Sitana

Nombre	Área total (ha)
Alfalfa	94,50
Maíz opaco mal paso	120,00
Orégano	190,50
Tuna	66,50
Cebolla	5,00
Ají	1,00
Maíz amiláceo	1,00
Trigo	5,10
Tara	70,00
Flores	7,00
Granada	4,00
Total	564,60

Gráfico 10: Célula de cultivos en Pampa Sitana



Fuente: Diagnóstico Agropecuario – Locumba 2011

Tabla 11: Superficie de Tara

Cultivo	N° de hectáreas
Tara en producción	131
Tara en crecimiento	60
Total	191

Fuente: Proyecto Forestación 2015

Tabla 12: Geolocalización de la parcela demostrativa

Vértice	Coordenadas geográficas	
	Este	Norte
1	300707	8051255
2	300600	8051254
3	300614	8051221
4	300706	8051258

Propietario: Juan Simón Dávalos Manzano, Socio de la APFT-PS

Tabla 13: Análisis de agua

Lugar	pH	CE mS/cm	RAS	Aptitud para riego
Pampa Sitana	8,48	5,84	6,81	C4-S1

5840 µS/cm = 5,84 mS/cm

De acuerdo con los resultados de análisis de calidad de agua en la parcela experimental, se obtuvo un pH de 8,48, y una conductividad eléctrica de 5,84 mS/cm, resultado que se muestra en el siguiente cuadro:

Con estos resultados, se determinó que la calidad del agua en la parcela experimental tiene una aptitud para riego de C4-S1, cuyas características se describen a continuación:

El suelo en el área de intervención presenta un relieve plano, con aptitud natural para producción agrícola bajo riego, presenta características de suelos profundos, estratificados, con afloramientos salinos por partes, sin desarrollo genético con perfiles tipo A/C; de coloración en húmedo pardo (5 YR 6/6), de textura media, franco arenoso, sobre un estrato de gravillas sub-angulares en matriz de arena gruesa hasta más de 100 cm, de buen drenaje y permeabilidad rápida. Esta zona también es irrigada con aguas procedentes de los relaves mineros.

Sus características químicas presentan un pH de 8,28 moderadamente básico, altamente salino (conductividad eléctrica 11,57 d S/m), bajo contenido de materia orgánica (menor de 1,0%). La presencia de fósforo es media (mayor de 6,0 ppm) y la de potasio disponible es baja (438,20 ppm). La capacidad de intercambio catiónico y la presencia

de cationes cambiabiles es baja. Estas características configuran una baja fertilidad natural.

La superficie agrícola en el centro poblado de Pampa Sitana asciende a 2975,04 hectáreas, de las cuales solo 564,60 ha se encuentran bajo riego, teniendo 2410,44 ha (81,02%) sin irrigar, debido a la poca disponibilidad de agua para riego.

El método de riego utilizado es por inundación o gravedad, con particiones en todo su recorrido, con acequias secundarias desde el canal principal hasta las parcelas, existen pérdidas por conducción de hasta 26% y por infiltración de hasta 65% en las áreas de inundación, en estas condiciones ha existido y existe una pérdida permanente de agua.

La frecuencia de riego por cada parcela es de 20 días calendarios, con un tiempo de riego de 1,20 horas por parcela de 5 ha (los usuarios cuentan con reservorios de aprox. 100 m³ para el almacenamiento de agua). Para controlar la partición de agua se tiene un sectorista encargado de verificar el rol de riego. El riego se realiza durante las 24 horas del día.

El área de siembra de tara varía entre 1 y 4 ha; el 59% de agricultores conduce 2 ha de tara y tan solo el 1% cultiva más de 5 ha, lo cual demuestra la marcada atomización del cultivo.

Tabla 14: Aptitud para riego

Tipo	Calidad y normas de uso
C4	Agua de salinidad muy alta (2,250 – 5,000 μ S/cm) que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
S1	Agua con bajo contenido de sodio (RAS = 0 - 10) apto para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

Fuente: Laboratorio Nacional de Salinidad de los EE. UU

Tabla 15: Superficie agrícola en el centro poblado Pampa Sitana

Descripción	Número de usuarios	Área total (ha)	Área bajo riego (ha)	Área agrícola disponible (ha)
Superficie agrícola Pampa Sitana	530	2975,04	564,60	2410,44

Fuente: Diagnóstico Agropecuario Locumba 2011

Tabla 16: Sistema de riego en el centro poblado Pampa Sitana

Descripción	Sistema de riego			Total (ha)
	Gravedad (ha)	Aspersión (ha)	Goteo (ha)	
Área Agrícola Pampa Sitana	530	2975,04	564,60	2410,44

Fuente: Diagnóstico Agropecuario Locumba 2011

En el área de influencia, solo el 17% aplicaba fertilizantes, el otro 83% no, porque no lo creían tan necesario como en otros cultivos. La preparación del terreno se realizaba con maquinaria agrícola. El trasplante se realizaba a un distanciamiento entre surcos de 5 m en hilera simple y de 4 m entre plantas.

Por otra parte, tan solo el 30% de agricultores aplicaba estiércol en la preparación del terreno. No se realizaba deshierbe en el cultivo de tara, porque la presencia de malezas es mínima. El cultivo de tara en Pampa Sitana es muy rústico debido a que no realizan un manejo óptimo del mismo. El uso de fertilizantes de origen biológico, como el estiércol de cuy, es el más utilizado; sin embargo, este se colocaba al pie del árbol, sin incorporarlo ni descomponerlo con anterioridad, falencia que fue subsanada con la intervención. Esporádicamente algunos productores hacían uso de fertilizantes químicos como la úrea y el fosfato triple, a razón de 200 gramos por planta (un puñado).

El sistema de riego que predomina en el área de influencia es el de gravedad, sin embargo, algunos productores han instalado el sistema de riego por goteo en sus parcelas, siendo la frecuencia de riego cada 15 a 20 días, ya que así está distribuida la jornada de riego en Pampa Sitana; asimismo, los agricultores han optado por instalar y habilitar sus propios reservorios de riego (con una capacidad de 100 m³ aproximadamente). Se debe enfatizar que el módulo de riego es de 2 horas cada 5 a 7 días en promedio. En riego tecnificado y en riego por gravedad, de 3 horas cada 5 a 6 días en promedio.

La principal plaga que afecta al cultivo es el pulgón, que se presenta en toda el área foliar de la tara, la mielecilla que deja como excretas es una fuente de inóculo del hongo fumajina el cual cubre toda la planta con una película negra, lo que imposibilita realizar de manera óptima la fotosíntesis, así mismo produce encrespamiento de hojas y frutos y la caída de estos. Para combatirla se realizan fumigaciones con productos de origen organofosforados, como el methomyl -producto altamente nocivo para los demás seres vivos-, práctica que se debe erradicar para proteger a las poblaciones de insectos benéficos, como las abejas, entre otros. La enfermedad que se presenta en el cultivo es el oídium, causado por un hongo que se desarrolla en los racimos de tara. En las hojas el síntoma se presenta en forma de ceniza blanca, cubriendo parte o totalmente las vainas y no permitiendo que alcancen su tamaño y peso normal. Esta enfermedad se queda en el fruto hasta el momento de la cosecha.

Una buena parte de los productores aplicaba algo de tecnología que aún era insuficiente, como riego tecnificado, control de plagas, entre otros; sin embargo, al momento de iniciar actividades, los productores desconocían las características de las variedades de tara más resistentes y las condiciones de manejo adecuadas para obtener mayores rendimientos. De allí que una de las principales alternativas para el control de plagas y enfermedades en sus parcelas era la aplicación de productos químicos.

Si analizamos el contexto en el cual se encuentra la población potencialmente beneficiaria del subproyecto con relación a la producción de tara, a nivel de campo, el principal riesgo identificado fue, precisamente, no contar con un paquete tecnológico replicable que les permitiera un manejo óptimo de fertilizantes o enmiendas, control sanitario, manejo cultural entre otras prácticas para incrementar los rendimientos del fruto cosechado.

8.6 Gestión ambiental del subproyecto

8.6.1 Medidas de prevención y/o control de impactos ambientales negativos previstos durante la intervención

La propuesta representa una alternativa sostenible y saludable a favor del medioambiente y el manejo de los recursos naturales, principalmente porque contribuye a la eliminación de los fertilizantes y plaguicidas químicos, a lo cual se suman los efectos biológicos para lograr un incremento significativo en la rentabilidad agrícola y la reducción de la contaminación ambiental; sin embargo, durante la intervención se evaluaron otros aspectos favorables desde el punto de vista ambiental, como:

Prevención de riesgos relacionados con la OP/BP 4.01, durante la intervención:

1. Tratamiento magnético del agua: es un tratamiento físico que consiste en la instalación de un acondicionador magnético, confeccionado con 8 imanes de 2000 gauss, en dos entradas, como alternativa a las altas concentraciones de bicarbonatos y demás sales que afectan la **calidad del agua**.
2. Incorporación de materia orgánica: mediante la aplicación al suelo de insumos orgánicos (compost, guano, microorganismos aceleradores de

descomposición y nutrientes naturales); aplicación de fertilizantes de sulfato de magnesio, nitrato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio y úrea. Incluye el Programa de Fertirriego y Fertilización, que permite mejorar el **contenido de materia orgánica en el suelo y corregir su grado de acidez.**

3. Proceso de caracterización e identificación morfológica: a fin de determinar las variedades de tara más resistentes y que den mejores rendimientos, contribuyendo al mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. Permite estudiar la diversidad genética, **identificar plantas cultivadas y conservar recursos genéticos.**
4. Otro riesgo controlado es la **pérdida del recurso agua**, mediante la instalación de riego por goteo con microaspersores. Al inicio se usaron mangueras, pero debido a la concentración de sales se cambió a microtubos. Se implementaron tres tipos de sistema de riego, para lo cual se midieron 3 volúmenes diferentes de agua, uno por emisores mixtos, otro con microtubos solamente y otro con microaspersores. El mejor resultado se obtuvo con los microtubos, que dependen del tiempo de riego. Adicionalmente se hace uso de hidrogel (sólido) aplicado para la retención de agua.
5. Un aspecto importante contemplado durante la investigación, e implementado en la parcela experimental, ha sido el de prevenir el riesgo por **contaminación de residuos sólidos al suelo**, mediante el aprovechamiento de residuos animales (estiércol de cuy y vacas) y rastros de mayorana (*Origanum majorana*), para la elaboración de compost a través de la instalación de composteras. También, con el aprovechamiento de residuos de materia orgánica fresca, rumen de vaca, suero de leche, rocoto, ruda, ortiga, cáscara de naranja, melaza y levadura para elaboración de Biol, mediante la implementación de un biodigestor.
6. Por último, aunque igualmente importante, está la prevención a los **riesgos a la salud** relacionados con las actividades de campo por parte del equipo de investigadores y tesisistas, a través del uso de equipos e insumos durante las actividades de investigación, además del desarrollo de capacidades en los productores para un manejo adecuado de los equipos agrícolas siguiendo los parámetros establecidos en las BPA, así como el uso de equipo de protección personal (máscaras, guantes, botas, mandiles, barbijos) en las labores culturales, aplicándolas en horas de menor viento para controlar riesgos.

Prevención de riesgos relacionados con la OP/ BP 4.09, durante la intervención:

Se ha minimizado el riesgo del **uso de plaguicidas** mediante un manejo integrado de plagas y enfermedades. Para el control de pulgón se usa la higuera ruda, rocoto, ortiga y aceite vegetal, previa cocción éste preparado se macera durante 15 días, el zumo obtenido se cuela y se utiliza luego en la fumigación. El control de la presencia de *Oidium* se ha disminuido mediante podas eficientes.

Otra forma de controlar plagas es mediante el uso de plantas de maíz, hospederos naturales de insectos benéficos como la crisopa, un predador que controla el pulgón, y que reduce su incidencia cuando se combina con las demás prácticas. Además, se han instalado pegatrapas con adherente temocyd (blancas, celestes y amarillas) para el control de insectos voladores adultos como trips, pulgón y polilla.

8.6.2 Instrumentos desarrollados que contribuyen a la gestión ambiental.

Plan de desarrollo estratégico

El plan de desarrollo estratégico tiene como objetivos gestionar proyectos de desarrollo productivos en alianzas interinstitucionales, articular empresarialmente a los productores con las empresas exportadoras de tara, establecer un sistema de información de precios y desarrollar capacidades de fortalecimiento organizacional y negocios. Este instrumento desarrolla estrategias y acciones orientadas a los siguientes objetivos:

- a) Aprovechar la presencia de instituciones promotoras en la zona interesadas en apoyar temas de manejo forestal, fortalecimiento organizacional y comercialización, para lo cual la asociación debe formular proyectos de desarrollo productivo para su cofinanciamiento y ejecución por parte de estas instituciones en beneficio de los asociados.
- b) Aprovechar la creciente demanda internacional y la generación de nuevos usos de la tara en alimentos de animales y otros, para lo cual la asociación, una vez fortalecida organizacional y empresarialmente, debe establecer contactos comerciales con las empresas exportadoras de tara. Con ese fin, se deberán realizar visitas a las empresas, entrevistas con los gerentes y miembros de los directorios, ofreciendo los productos

para llegar a acuerdos concretos de suministro de la vaina de tara u otros productos nuevos que se generen como consecuencia del desarrollo de capacidades y la mejora continua.

- c) Enfrentar la inestabilidad de precios que causa desequilibrios en el negocio, para lo cual la asociación implementará un sistema de información de precios de los diferentes productos y subproductos de tara en los mercados locales, nacional e internacionales. Estos precios serán difundidos a los productores para evitar distorsiones.
- d) Aprovechar y satisfacer la creciente demanda nacional e internacional, para lo cual es necesario fortalecer las capacidades organizacionales, administrativas y de negocios mediante la organización de talleres de capacitación en gestión organizacional, administrativa, control de calidad, oferta y demanda, cadenas de valor y estrategias de negociación.

8.7 Ejecución y supervisión del contrato o subproyecto

8.7.1 Resultados al cierre del subproyecto

El presente subproyecto tuvo como propósito generar un paquete tecnológico con un protocolo óptimo de manejo del cultivo, sus fertilizantes o enmiendas, control sanitario, manejo cultural entre otras buenas prácticas que permitan incrementar los rendimientos del fruto cosechado.

Resultados a nivel de propósito:

- Se ha logrado determinar y conocer la calidad de la tara a través de los porcentajes de taninos. Las concentraciones de taninos se deben principalmente a las condiciones genéticas de la especie, sin embargo, esta puede ser influenciada por condiciones como la concentración de fertilizantes nitrogenados.
- Se determinó que no existen variedades taxonómicamente establecidas, solo biotipos o lugares de procedencia de semilla, de Ayacucho y Cajamarca.
- Se logró incrementar los rendimientos de tara por hectárea, de 5 kg/árbol a 6,4 kg/árbol en las parcelas de tratamiento.
- Se cuenta con una propuesta técnica de mane-

jo agronómico de la tara, acorde con las condiciones del lugar de la plantación en Pampa Sitana, donde existen características propias de agua y suelo.

Resultados a nivel de componentes:

- Respecto a la calidad del agua, tras el análisis de metales pesados y características nutricionales, se determinó que el principal elemento nocivo es el bicarbonato.
- Se determinó que las condiciones de manejo, como disponibilidad de agua de riego, podas y fertilización, hacen que las plantas se comporten de diferentes maneras así provengan de un mismo semillero.
- Como parte de los estudios, se diseñaron tres tipos de sistema de riego (microtubos, goteo autocompensado y microaspersión) y tres niveles de fertilización de origen netamente orgánico (guano de islas en tres niveles); así mismo, se optó por dos podas radicales al año con el propósito de realizar una sincronización de la cosecha (se aplicó a todas las plantas por igual), actualmente la tara se cosecha durante todo el año con poca producción, lo que no permite realizar un acopio y venta en grandes cantidades.
- Al principio de la intervención se determinó una mejor uniformidad de riego con microaspersión, pero después de dos meses se observó taponamiento de los emisores por efectos de la sal, obteniéndose mejor resultado con los microtubos. Igualmente, al inicio se usaron mangueras y luego microaspersores, pero debido a la concentración de sales se cambió finalmente a microtubos.
- Se usaron tres volúmenes diferentes de agua para emisores mixtos (microtubos + emisor autocompensable). El autocompensado facilita su eficiencia con la presión de agua, descarga 4 l/hora, es regulable y su limpieza es fácil; los microtubos solamente dependen del tiempo de riego (2 horas/día alternado), y los microaspersores descargan 6 l/hora.
- El mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T2 (riego con sistema microtubos y un nivel de fertilización de 1,5 kg/planta de guano de isla), alcanzando 6,4 kg/planta, con dos cosechas al año.
- En concentraciones de taninos los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento T2 (59,30% de taninos). La concentración de tani-

nos se debe principalmente a condiciones genéticas de la especie, sin embargo, esta puede ser influenciada por otras condiciones, como la fertilización, específicamente con fertilizantes nitrogenados.

El proyecto es de muy alta relevancia en el contexto de la recuperación o rehabilitación de tierras degradadas para fines de forestación, mejoramiento sustancial del suelo y, particularmente, es una excelente fuente de ingresos para pequeños agricultores que, asociativamente, pueden producir volúmenes importantes que justifiquen inversiones para su industrialización y alto valor agregado. Adicionalmente, el proyecto puede contribuir al secuestro de carbono mediante el almacenamien-

to de CO₂, función que debería evaluarse en una próxima etapa de la investigación.

8.7.2 Resultados al cierre a nivel de indicadores relacionados a la gestión ambiental del subproyecto

Los indicadores ambientales relacionados con la gestión de subproyecto han sido identificados y medidos en función al riesgo ambiental y evaluados a través de la Matriz de Riesgo Ambiental, desarrollada como instrumento de gestión ambiental para el subproyecto vs las acciones implementadas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 17: Indicadores de la Matriz de Riesgo Ambiental

Política operacional del BM	Riesgo ambiental evitado	Acciones implementadas	Indicador	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
OP/BP 4.01	Contaminación por residuos sólidos	Aprovechamiento de residuos animales (estiércol de cuy y vacas) y rastrojos de mayorana, para elaboración de compost, mediante la instalación de composteras.	Volumen de residuos orgánicos transformados en compost	Tn	0	40
		Aprovechamiento de residuos de materia orgánica fresca, rumen de vaca, suero de leche, rocoto, ruda, ortiga, cáscara de naranja, melaza y levadura para elaboración de Biol, mediante la implementación de un biodigestor.	Volumen de Biol producido	Litro	0	200
OP/BP 4.01	Cambios en la calidad del agua	Tratamiento magnético del agua, es un tratamiento físico mediante la instalación de un acondicionador magnético confeccionado en base a 8 imanes de 2000 gauss en dos entradas, como alternativa a las altas concentraciones de bicarbonatos y demás sales.	Concentración de sales o CE	mS/cm	5,84	2,50
	Pérdida de la agrobiodiversidad	Caracterización e identificación de las diferentes variedades de tara.	Biotipos de tara identificados	N°	0	2
OP/BP 4.01	Pérdida del recurso agua	Instalación de riego por goteo con microaspersores. Al inicio se usaron mangueras, pero debido a la concentración de sales se cambió a microtubos. Se miden 3 volúmenes diferentes de agua, implementando tres tipos de sistema de riego: con emisores mixtos, con microtubos, y con microaspersores. El mejor resultado es con microtubos, que dependen del tiempo de riego. Adicionalmente se usa hidrogel (sólido) para la retención de agua.	Volumen de agua empleado en el riego	M3/ha	4000	2228

Política operacional del BM	Riesgo ambiental evitado	Acciones implementadas	Indicador	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
	Pérdida de materia orgánica	Incorporación de materia orgánica, mediante la aplicación de insumos orgánicos (compost, guano, microorganismos aceleradores de descomposición y nutrientes naturales al suelo). Aplicación de fertilizantes: sulfato de magnesio, nitrato de calcio, fosfato mono amónico, nitrato de potasio y urea. Incluye el Programa de Fertirriego y Fertilización.	Contenido de materia orgánica	Porcentaje	0.5	4
OP/BP 4.09	Uso de plaguicidas	Uso de higuera como insecticida para el control de pulgón, con maceradores: ruda, rocoto, ortiga y aceite vegetal (previa cocción y macerado durante 15 días, el zumo obtenido después del colado se utiliza en la fumigación). Control de la presencia de oídium mediante podas eficientes. Uso de plantas de maíz como hospederos de insectos benéficos como la crisopa, un predador que controla el pulgón, reduciendo la incidencia. Se usa combinado con las demás prácticas.	Reducción del número de aplicaciones	Aplicaciones/ha	18	8
			Reducción de la incidencia de pulgón	Porcentaje (%)	10	5
			Severidad	Porcentaje (%)	70	15
		Instalación de pegatrampas (blancas, celestes y amarillas) para el control de insectos voladores adultos como trips, pulgón y polilla con adherente temocyd.	Trampas instaladas	N°	0	60
OP/BP 4.01	Riesgos a la salud por el uso de equipos e insumos durante la actividad productiva	El equipo técnico del proyecto, que desarrolló trabajos en el Laboratorio de Biología y Genética Molecular usa implementos de aislamiento como guardapolvos, guantes, barbijos, lentes, para desarrollar sus trabajos de investigación.	Incidentes registrados	N°	3	0

8.7.3 Resultados al cierre a nivel de indicadores de desempeño ambiental

Los indicadores de desempeño ambiental del Programa relacionados con el subproyecto fueron identificados y seleccionados en función del tipo de intervención y en concordancia con las acciones implementadas. Estos derivan al mismo tiempo en una percepción del interés mostrado por los productores en el proceso de adopción de un paquete tecnológico replicable en la producción de tara, el cual establece protocolos de manejo óptimo de fertilizantes o enmiendas, manejo sanitario, manejo cultural, riego entre otros que permitan incrementar los rendimientos de fruto cosechado. El resultado obtenido es el siguiente:

Resultados del subproyecto que ponen en valor su contribución a los indicadores de desempeño del Programa:

De 58 socios, 32 implementaron la poda como mecanismo de estandarización de la producción. Se promovió el uso de pesticidas y abonos de origen orgánico con la finalidad de mejorar la estructura del suelo y no causar la muerte de abejas.

Se diseñó un paquete tecnológico que propone el manejo cultural del cultivo con actividades agronómicas como poda, fertilización y riego que permitan incrementar su rendimiento por hectárea. Se obtuvo 3,2 kg por planta con dos cosechas al año, haciendo un total de 4038,30 kg por hectárea/año.

Tabla 18: Indicadores de Desempeño Ambiental del Subproyecto

Indicador de desempeño ambiental	Unidad de medida	Línea de base	Línea de cierre
Agricultores que aplican manejo integrado de plagas y enfermedades	N°	0,00	32,00
Área donde se implementan prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades	Ha	55,72	68,00
Costos de producción destinados a la compra de plaguicidas	S/	1350,00	1045,00
Planes de negocio en ejecución	N°	0	1
Reducción del uso de plaguicidas a nivel de cultivo	Aplicaciones/ha	18	8
Técnicas y productos articulados al mercado	N°	0	1
Rendimiento de nuevas variedades, ecotipos o razas adaptadas	Kg/ha	1930,00	4038,30

Aún no se cuenta con variedades establecidas, pero sí se determinó el lugar de procedencia de la semilla de las actuales plantaciones: Ayacucho y Tarata. En el 60% de las plantaciones establecidas la semilla proviene de Ayacucho.

8.8 Algunos retos durante la ejecución y cómo fueron solucionados

Retos que propician las condiciones necesarias para demostrar la implementación de las políticas de salvaguardas activadas para el caso en evaluación en lo que respecta al manejo de recursos naturales.

- El principal reto fue lograr que los socios se comprometieran con el tema de investigación en tara y demostrarles que así podrían mejorar sus condiciones de producción. En el tema técnico se buscaba dar una alternativa de manejo de agua frente a la enorme cantidad de carbonatos de calcio y otras sales encontradas, que ocasionaban problemas de riego, fertilización y atentaban contra las condiciones sanitarias de la planta.
- Actualmente no se disponen de caracteres morfoagronómicos identificados para tara que permitan seleccionar individuos para un programa de mejora genética, por lo que el objetivo de la investigación ha sido explorar y determinar marcadores morfoagronómicos que puedan asistir en la selección de caracteres deseables para esta especie.
- Para hacer sostenible la investigación del subproyecto se propone un protocolo o ficha técnica

de manejo que permite realizar un planteamiento estratégico que permita incrementar los rendimientos. Se debe incentivar el uso de fertilizantes o enmiendas de origen biológico para no incrementar la salinidad del suelo. La interacción entre nivel de fertilización, disponibilidad de agua y manejo sanitario son aspectos fundamentales en el rendimiento de vaina de tara/hectárea/año.

8.9 Beneficios ambientales del subproyecto

Los resultados identificados contribuyen a hacer que el paquete tecnológico resulte atractivo para la organización beneficiaria. Los resultados alcanzados están en línea con las salvaguardas ambientales del Banco Mundial, porque entre otras cosas promueven el uso de métodos de control biológico, etológico y/o cultural. En los predios agrícolas de manejo orgánico del cultivo de tara se emplean fungicidas de origen botánico u orgánico, destacándose aquellos con efectos de prevención y control del pulgón, como el jabón potásico y el extracto de ají o rocoto.

Combinada con las demás prácticas también se usan plantas de maíz como hospederas de insectos benéficos, como la crisopa, un predador que reduce y controla la incidencia del pulgón.

Se logró implementar un manejo integrado de plagas y enfermedades, amigable con el ambiente. Así mismo, en el riego se han utilizado diferentes volúmenes de agua que permiten optimizar el uso del agua a través de la implementación del riego por

goteo. La fertilización realizada ha sido con guano de isla y compost.

Entre los beneficios ambientales identificados con la intervención resaltan los siguientes:

- El aprovechamiento de residuos animales (estiércol de cuy y vacas) y rastrojos de mayorana mediante su reciclaje para elaboración de compost, así como el aprovechamiento de residuos de materia orgánica fresca, rumen de vaca, suero de leche, rocoto, ruda, ortiga, cáscara de naranja, melaza y levadura para elaboración de Biol, con lo cual se contribuye a reducir el riesgo de contaminación, se reducen las emisiones, los malos olores y los insectos no deseados. Adicionalmente, esta práctica permite contar con dos subproductos que son aprovechados de dos maneras: los residuos animales son reincorporados al suelo de los predios de los propios productores como insumo para enriquecerlos; y el Biol se aprovecha como abono foliar para que las plantas estén verdes y den frutos. De esta manera se contribuye a conservar los recursos naturales, se ahorra materia prima, y se reducen los costos de recolección de basura y disposición final.
- La tecnología de tratamiento magnético del agua, que muestra como el agua al pasar por un campo magnético sufre modificaciones en sus características fisicoquímicas que la hacen reaccionar diferente. Cuando el agua circula por el campo magnético creado por los acondicionadores, sobre los iones de las sales que están disueltos en el agua, inciden en las líneas del campo magnético, surgiendo fuerzas que los mueven de su posición de equilibrio y, por tanto, el agua modifica algunas propiedades fisicoquímicas, como el pH, la solubilidad, la susceptibilidad magnética y la conductividad eléctrica entre otras. Estas modificaciones posibilitan los beneficios que esta agua provoca en las instalaciones agropecuarias.
- El acondicionador magnético provoca un cambio fundamental: el aumento de la solubilidad de las sales en el agua. Ello provoca beneficios antiincrustantes en los sistemas industriales,

mejoras en los cultivos y en las tierras de los sistemas agrícolas, beneficios de limpieza en sistemas hidro-sanitarios de las casas y centros de servicios, disminución del consumo de productos químicos y reducción de costos de mantenimiento.

- En los precios de cada productor se realizó la identificación de plantas madre, las cuales servirán como semilleros por sus características de tolerancia a plagas y enfermedades, mayor número de inflorescencias, tendencia de crecimiento en forma de paraguas. De este modo el productor cuenta con una fuente confiable de producción de semillas adaptadas a las condiciones climáticas de Pampa Sitana.
- El contenido en taninos de la tara varía mucho según las distintas condiciones ecológicas en que se encuentre la planta, ubicándose entre 35 % y 60%. El tanino contenido en las vainas de tara es de singular valor para la obtención de curtidos de color claro, debido a que da poco color al cuero y además es muy apropiado para las pieles de oveja, produciendo un cuero suave casi blanco (FAO, 1975). Los resultados del estudio de taninos de tara expresados en base al fruto seco, considerando las muestras de la parcela demostrativa, variaron entre 37,14% a 59,30%, con un valor promedio de 45,87%. Según la FAO, las clasificaciones de concentración de taninos para tara varían de 35% a 60%. Para la evaluación de los ensayos realizados, se ha usado los criterios de calidad del principal comprador actual de la Asociación, la empresa Molinos Asociados SAC.

Del cuadro se puede deducir que los tratamientos T2 y T3 cuentan con un contenido clasificado como excelente, según el principal comprador actual de la Asociación.

Los taninos se emplean en la industria del cuero, por su gran poder curtiente que permite teñir una gran variedad de cueros, que se diferencian en flexibilidad y resistencia, los hacen inmunes al ataque bacteriano, aumentan la temperatura de encogi-

Tabla 19: Clasificación de calidad de vaina en contenido de taninos, según lo que solicita el mercado. (Empresa Molinos Asociados SAC)

Clasificación	Contenido de Taninos	Resultados del Ensayo
Mala	Menor a 40%	T4, T7
Buena	De 40 a 54%	T1, T5, T6, T8, T9
Excelente	Mayor a 54%	T2, T3

miento, impiden que las fibras colágenas se aglutinen en grumos al secar, para que quede un material poroso, suave y flexible.

En medicina se prescriben como astringentes; los preparados a base de drogas ricas en taninos, como las decocciones, se emplean para detener pequeñas hemorragias locales; en inflamaciones de la cavidad bucal, catarros, bronquitis, quemaduras, hemorroides y otras afecciones. Como medicina para el tratamiento de enfermedades que afectan órganos internos son útiles contra la diarrea, gripe intestinal (inflamación de la mucosa del estómago por causa de un virus), afecciones vesiculares y como contraveneno en caso de intoxicación por alcaloides vegetales. En general, en la industria farmacéutica, se emplean para contraatacar el efecto de los alcaloides y el envenenamiento por sales de metales, inactivándose estos por precipitación.

En la industria alimentaria, se usan en la clarificación de los vinos y dan origen al característico sabor astringente a los vinos tintos (de cuyo bouquet son en parte responsables) al té, al café o al cacao. Los taninos hidrolizables encuentran amplia aplicación en la industria de alimentos debido a sus propiedades antioxidantes y su habilidad para formar complejos solubles e insolubles con las proteínas. Por ello, por ejemplo, se emplean como estabilizadores en la fabricación de cerveza: al agregarse taninos, el nivel de proteínas es disminuido a un valor apropiado aumentando así el tiempo de almacenamiento de ese producto. Asimismo, puede ser usado para remover impurezas proteínicas por precipitación con taninos; y, debido a sus propiedades antisépticas y antioxidantes, se emplea en la preservación y maduración de alimentos.

8.10 Lecciones aprendidas del proceso de ejecución del subproyecto

En el manejo del cultivo

- Se considera que, si se siguen las recomendaciones de la fase experimental del equipo técnico, la producción crecerá en 38% en las plantaciones de 4 años a más (cosecha 2019). Debe indicarse que la investigación se realizó con solo un abonamiento, es decir si se continua con esta fertilización y control fitosanitario la planta contará con suficientes reservas e incrementará
- la producción, pero al segundo, tercer y cuarto año en el que se estandariza la producción, las plantas, además, lograrán su madurez.
- La continuidad y rentabilidad del cultivo de tara se basa en su manejo adecuado en función de las condiciones medioambientales con que se cuenta en la zona. Según la demanda al alza del mercado internacional, puede decirse que su comercialización es sostenible.
- El incremento del volumen de producción en las 68 ha, de 133.200 kg a 183.600 kg y el aumento en el promedio de producción, de 1958,82 kg/ha/año a 2700 kg/ha/año, se debe a la intervención y asesoría del proyecto, pero también es influenciado por la edad de la plantación del cultivo, ya que cuanto más añeja la planta, mayor es la capacidad de producción en vaina de tara.
- En la zona de intervención del subproyecto actualmente se cuenta con una autorización de uso de agua emitida por la autoridad del agua (Resolución Administrativa N° 008-2016-ANA-AAA CO-ALA.CL), que limita el uso de agua para riego a plantas de tallo alto y/o forestal. De allí la importancia del cultivo de tara como alternativa a esta restricción.
- El cultivo de tara en Pampa Sitana es muy rústico, debido a las características de suelo y calidad del agua que, al contener altas cantidades de bicarbonato, propicia la formación de cristales de sales que obturan los emisores de las tuberías de riego, por lo que un 90% de los emisores de microaspersión se obstruyeron parcialmente, al igual que los emisores autorregulables que también presentaron obstrucción, aunque en menor grado. No se recomienda la instalación de emisores tipo microaspersor debido al mayor costo que demanda su mantenimiento por el alto contenido de sales de Sitana.
- Una solución importante al detectarse el problema del alto contenido de sales en el agua en los sistemas de riego instalados fue la limpieza con ácido fosfórico de los emisores de microaspersión taponeados por las sales presentes en el agua.
- Se recomienda que la cosecha se realice dos veces al año, con ayuda de las podas. La tara es una planta con floración indefinida, es decir se puede encontrar en floración, fructificación o en emisión de brote, por ello la importancia del manejo de podas para estandarizarlas en

dos anuales. Sabiendo que el contenido de taninos es variable según su desarrollo fenológico, el mejor momento de cosecha es entre el 5to y 6to mes después de la floración. Un estudio³ demuestra que los contenidos de taninos con acidez titulable, porcentaje de ácido gálico y sólidos solubles son constantes desde los 2½ a 5½ meses después de la floración, pasado este tiempo va disminuyendo. Se recomienda que la cosecha sea al quinto mes, cuando la vaina se desprende naturalmente. Su recolección debe realizarse sin que se le exponga al sol por mucho tiempo, así se evita la contaminación y pérdida de la calidad dada por el contenido de taninos y goma.

- Cuando un productor requiere niveles altos u óptimos de producción, necesariamente requerirá de la aplicación de fertilizantes químicos. Incluso en casos de producción orgánica, en algún momento del ciclo productivo se requerirá la aplicación de fertilizantes inorgánicos, y eventualmente la dependencia de éstos disminuirá en la medida que se apliquen otros manejos. La adición de estiércoles, compost o lombricomposta es factible. Si se busca mejorar el suelo, se requieren cerca de 50 t/ha, sin embargo, hay que considerar la tasa de mineralización, ya que la lombricomposta no cubre todo el requeri-

miento de nitrógeno. Su tasa de mineralización el primer año es de alrededor del 60%.

- La investigación cobra importancia para los productores por las mejoras económico-productivas que se obtienen, principalmente con la implementación de un manejo de fertilización con fuentes orgánicas, que no solo mejoran las condiciones de fertilidad del suelo, sino que es amigable con el ambiente y más rentable a largo plazo que una fertilización química.

En el manejo integrado del cultivo.

- Para combatir el pulgón y oídium en el cultivo de tara lo más importante ha sido el empleo de fungicidas de origen botánico u orgánico; con efecto preventivo ha sido el jabón potásico y el extracto de ají o rocoto.
- Se realizó la instalación de trampas pegantes de color amarillo, celeste y blanco. Sin embargo, las amarillas debieron retirarse a los dos días de instaladas debido a que se encontró una gran cantidad de abejas, causado por las grandes inflorescencias de color amarillo que tiene la tara y que atrae a las abejas. Las de color celeste y blanco continuaron usándose en el campo.

³ Melo Ferrari M.; Glorio Paulet P.; Tarazona Reyes G. Efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de tara, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.

9. Lecciones aprendidas a nivel de programa y recomendaciones

9.1 Lecciones aprendidas a nivel de programa

9.1.1 Sobre la implementación del Marco de Gestión Ambiental (MGA) del PNIA

- Los requerimientos plasmados en el MGA, marco orientador de lo que se debe tener en cuenta durante la intervención del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA), a través de los subproyectos, deben calzar con la realidad de la intervención. En efecto, el Informe de Gestión Ambiental (IGA), inicialmente recomendado como instrumento de gestión ambiental a ser desarrollado a través de los subproyectos cofinanciados por el PNIA, no es el indicado para llevar a cabo la gestión del programa, puesto que los requerimientos, dimensiones de su contenido y procedimientos para su aprobación resultan inviables dado el contexto en el cual se ejecuta. Así, ante la necesidad de reflejar el cumplimiento tanto de las políticas operacionales del Banco Mundial como las relacionadas a la política sectorial, se desarrolló un instrumento alternativo denominado Matriz de Riesgo Ambiental.
- A partir del análisis realizado para el desarrollo del MGA del PNIA ha sido posible identificar la ausencia de mecanismos de gestión institucional que incorporen temas ambientales de manera transversal en las actividades que cumple el INIA en su condición de ente rector de la innovación agraria en el Perú. En efecto, no contar dentro de la institución con una unidad orgánica que se ocupe de asegurar la implementación de las políticas ambientales nacionales y sectoriales de su competencia en cada una de las intervenciones del INIA, constituye una debilidad. Sin embargo, los esfuerzos por cumplir con los diferentes aspectos de la normativa ambiental existente en materia agraria se han visto favorecidos a partir del MGA desarrollado para el Programa. No obstante, para que un mecanismo de gestión se institucionalice se requiere disposición para el cambio por parte de sus autoridades, así como presupuesto y recursos humanos capacitados.
- La Matriz de Riesgo Ambiental ha servido de referencia para que los actores, a través de cada intervención o subproyecto, puedan identificar fácilmente los posibles riesgos ambientales (de baja escala) de sus diferentes actividades productivas. Dicha matriz constituyó para el programa un instrumento de gestión ambiental a través del cual las entidades ejecutoras han podido establecer medidas y/o acciones estratégicas para prevenir y/o reducir los riesgos ambientales durante la ejecución de los subproyectos, permitiendo con ello identificar y medir a través de las acciones propuestas, indicadores ambientales que reflejan cambios positivos importantes en relación con el manejo de recursos naturales renovables y su entorno.
- Los casos analizados en el presente documento cumplen no solo con las políticas operacionales del BM sino también con otros aspectos del marco normativo ambiental sectorial analizado a través del MGA. En efecto, las acciones implementadas respecto al control de plagas y enfermedades, así como el uso de plaguicidas, guardan concordancia con las leyes del sector

- agrario y las Políticas Operacionales de Salvaguardas Ambientales del Banco Mundial, como son la Ley General de Sanidad Agraria (DL 1059) que regula el uso de plaguicidas, productos biológicos para el control de plagas y el proceso de registro de uso y comercialización de plaguicidas químicos, así como la reglamentación para reforzar acciones de control de posregistro de plaguicidas químicos de uso agrícola (DS N° 008-2012-AG). Asimismo, las acciones contempladas en los casos expuestos guardan coherencia con la promoción del uso de semilla certificada, al amparo de la Ley N° 27262, Ley General de Semillas, modificada con DL N° 1080 y su Reglamento DS N° 006-2012-AG, que norma la promoción, facilitación, supervisión y regulación de las actividades relativas a la investigación, producción, certificación, acondicionamiento y comercialización de semillas de buena calidad. Igualmente guardan relación con la promoción de la producción orgánica en el marco de los principios que regulan la producción orgánica en nuestro país, en la Ley N° 29196 Ley de Promoción de la Producción Orgánica o Ecológica y su Reglamento DS N° 010-2012-G.
- Las prácticas implementadas en cada uno de los casos analizados están alineadas con temas de interés estratégico, contemplados en el MGA, como la prevención o reducción del riesgo a la variabilidad climática, a través de la instalación de variedades resistentes, buen uso de fertilizantes, uso adecuado del agua. En efecto, el aprovechamiento de residuos orgánicos, dejando los restos de plantas sobre el suelo después de la cosecha, contribuyen al aumento del nivel de materia orgánica favoreciendo el contenido de carbono. Es por eso que, mediante la instalación de sobra temporal y permanente, se evita superficies sin cultivos o suelos descubiertos y desprotegidos reduciendo con ello el riesgo de erosión y pérdida de nutrientes, actividades que contribuyen al secuestro de carbono. En cuanto al uso de plaguicidas, la implementación de buenas prácticas agrícolas, promoviendo el manejo integrado de plagas y enfermedades a través de métodos alternativos como el uso de insumos orgánicos -como caldos sulfocálcicos y bórdales-, así como prácticas etológicas y biológicas en concordancia con la producción orgánica, reducen al mismo tiempo el riesgo de contaminación al suelo, agua y aire por sustancias altamente tóxicas. Además, incorporan actividades comunitarias de reforestación, contribuyendo a la biodiversidad con visión de negocios, cumpliendo con la normativa de las agencias certificadoras.
 - Un aspecto importante vinculado al MGA es el desarrollo de capacidades de los recursos humanos, en especial cuando los agricultores reciben algún nivel de asistencia técnica, considerando sin lugar a duda que se implementen tecnologías ambientalmente sostenibles. Esto se refleja principalmente porque el paquete tecnológico incorpora o contiene todos los aspectos ambientales que permiten identificar indicadores ambientales, medibles y comparables que reflejan cambios positivos importantes respecto al manejo de los recursos y, al mismo tiempo, refleja un incremento en la adopción de tecnologías que contribuyen a la mejora sostenible de los recursos naturales renovables.
- ### 9.1.2 Sobre la efectividad de las salvaguardas ambientales del Banco Mundial
- Las salvaguardas del Banco Mundial y la normativa nacional fueron efectivas con respecto al tema ambiental, ya que no se registró ningún daño ambiental de envergadura, debido al muy bajo impacto de cada una de las intervenciones analizadas. En efecto, las medidas adoptadas en cada caso han sido suficientes y no existieron problemas relacionados al cuidado de la biodiversidad, ni presentes ni futuros. La Matriz de Riesgo Ambiental desarrollada para los subproyectos adjudicados a través de los Fondos Concursables ha cumplido en buena medida con la instrumentación de la gestión ambiental requerida, permitiendo a través de ella relacionar los posibles riesgos de cada intervención con las políticas operacionales correspondientes, de tal manera que las entidades ejecutoras (EE) no solo se familiaricen con las políticas ambientales del BM aplicables al programa, sino también establecer o señalar las acciones a realizar para minimizar los riesgos detallados en la referida matriz.
 - Cada una de las intervenciones analizadas se apoya en una estrategia que promueve el uso de métodos de control biológico y reduce la dependencia de plaguicidas químicos sintéticos. En cada caso las plagas se controlan normalmente por medio de métodos de manejo integrado, como el control biológico, las prácticas de cultivo y el uso de variedades de cultivos que resisten o toleran las plagas.
 - Entre los casos analizados se considera el establecimiento de cultivos bajo sombra y el uso de especies de rápido crecimiento que permiten un aprovechamiento selectivo no invasivo. Estas acciones

favorecen la coexistencia con especies de flora y fauna, contribuyendo a mantener o fomentar la funcionalidad de los ecosistemas, además de brindar al agricultor la oportunidad de diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales y otros productos agrícolas.

- En línea con las políticas operacionales, se distingue entre los casos analizados la visión de protección, el propósito de contribuir al mantenimiento y la rehabilitación de hábitats naturales y sus funciones, en el caso de que se puedan ver comprometidas áreas de interés estratégico como las Áreas Naturales Protegidas (ANP). En efecto, en uno de los casos analizados se consideró en el título de la propuesta la intervención en el área de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, sin embargo, luego de verificarse la ubicación exacta de los predios de los beneficiarios, la evaluación ambiental reveló que el subproyecto, a pesar de que su nombre lo indica, no estaba realmente ubicado dentro de la zona indicada, por lo que el ANP no sería afectada en ningún sentido. Sin embargo, de haber sido el caso, lo que se debe contemplar es el cumplimiento previo de ciertos requisitos, establecidos en la Ley de Áreas Naturales Protegidas y su Reglamento (D.S. N° 003-2011-MINAM), como la tramitación de la Compatibilidad del Área o la Opinión Técnica Previa Vinculante de Compatibilidad otorgada por el SERNANP en su calidad de autoridad del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, o al menos haber realizado la consulta de no superposición del área antes de otorgar el título al subproyecto. Afortunadamente en este caso, la propuesta no requirió dicha certificación. De haberse determinado que la intervención afectaría un ANP, hubiera sido necesario contar con una Declaración de Impacto Ambiental -como paso previo a la postulación a los Fondos Concursables-, con la conformidad de la Autoridad Ambiental Sectorial, así como con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) emitido por el Instituto Nacional de Cultura, mediante el cual se pronuncia de manera oficial y técnica en relación al contenido o no de vestigios arqueológicos en el lugar de intervención.

La orientación de las acciones propuestas es correcta, sin embargo, la lección aprendida en este caso es que no se debe presentar una propuesta con una idea que se vea atractiva, solo por obtener el cofinanciamiento, sino que la intervención debe ofrecer alternativas compatibles con el enfoque de salvaguardas, sin exagerarlas para

llamar la atención de los evaluadores durante la fase concursal. De haberse determinado que la intervención, en efecto, afectaría el área antes referida, el programa hubiera incurrido en una falta, al no haber solicitado como requisito la presentación previa de los documentos mencionados. Esto significa, además, que en el futuro las bases de los Fondos Concursables en los casos en que la propuesta plantee una probable afectación a un ANP, deberán incluir entre sus requisitos la presentación de los instrumentos pertinentes debidamente aprobados por las autoridades competentes, sin lo cual no podrían ser sujetos de adjudicación de fondos por parte del PNIA.

9.1.3 Sobre los requisitos previos a la fase concursal

- La inexistencia de indicadores ambientales en el Marco Lógico (ML) del Programa distrae, en cierta forma, la importancia que tiene para el Banco Mundial y el propio PNIA reflejar el cumplimiento de las políticas de salvaguardas ambientales. En efecto, no contar con indicadores ambientales expresos que orienten los objetivos del programa, demandó un mayor esfuerzo y dedicación no solo para dar a conocer a los actores, internos y externos, la importancia de poner en valor el Marco de Gestión Ambiental desarrollado para el programa, sino para la construcción de indicadores ambientales relacionados con las tecnologías propuestas a través de los subproyectos. Por un lado, se desconocía el contenido del MGA, que incluye indicadores que permiten medir el desempeño ambiental del programa que, de haber sido tomados en cuenta durante la elaboración del Marco Lógico del Programa, hubieran facilitado una mejor orientación a los resultados esperados a través de los diferentes actores. Sin embargo, lo importante al haber retomado este aspecto y fortalecer el conocimiento sobre la aplicación de la OP/BP del BM, ha sido no solo dar a conocer los indicadores de desempeño, sino también identificar aquellos que se relacionan con cada una de las tecnologías desarrolladas e, incluso, lograr estandarizar indicadores por tipo de intervención, por ejemplo, en el caso relacionado al proceso de producción y posproducción en cultivos agroindustriales como el café. Ello fue cobrando importancia a través del proceso de seguimiento y evaluación a los subproyectos y al desarrollo del SISEV.
- El nivel de intervención que tiene el PNIA a través de los subproyectos cuya orientación está vinculada a la generación del conocimiento, no

demanda la presentación de un instrumento de gestión ambiental como el Informe de Gestión Ambiental (IGA), considerado en el marco de la política ambiental sectorial y sugerido inicialmente en el MGA. En este sentido, no es requisito previo para la postulación, porque por un lado la envergadura de las intervenciones no calza con el nivel de intervención que se requiere para el desarrollo del referido instrumento: los contenidos de dicho instrumento y los procedimientos para su aprobación demandarían mayores costos para los actores antes de su postulación. Por otro lado, se trata de subproyectos de conglomerado, que además están por debajo del nivel de riesgo que representan en relación a proyectos de desarrollo. La única situación en la que podría demandarse la presentación previa de un instrumento como el IGA, o su equivalente como una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), sería si dicha intervención estuviera afectando un área de interés estratégico, como un Área Natural Protegida (ANP), y por la naturaleza de los instrumentos establecidos como requisitos por la autoridad competente para dar autorización a una posible intervención, además de otros requisitos establecidos por otras instancias o entidades que tienen competencias compartidas en dichos ámbitos.

9.1.4 Sobre la precalificación de subproyectos en la fase concursal

- A pesar de que el Programa ya contaba con un Marco de Gestión Ambiental (MGA), este no fue puesto a disposición ni conocimiento de los actores, y si bien estaba publicado en la página web del PNIA, no fue adecuadamente difundido. Sin embargo, es una responsabilidad compartida, puesto que las organizaciones interesadas, al postular a los Fondos Concursables deberían haberse interesado en conocer todos los documentos relacionados con el Programa, dado que el MGA está disponible para el público en general. Por otro lado, el propio personal que inicialmente manejaba los Fondos Concursables desde el PNIA no conocía en su totalidad el MGA, solo se difundieron en los anexos de las bases, las condiciones de las políticas operacionales del BM activadas para el Programa y la Matriz de Riesgo Ambiental. No hubo interés en conocer el contenido total de dicho documento, pese a ser parte importante del acervo del programa. De haberlo hecho, se hubiera entendido mejor el contenido total del marco normativo en el cual se desarrollaba la intervención del programa, y se hubiera

comprendido mejor la aplicación de las políticas de salvaguardas al momento de postular. No obstante, este fue un proceso subsanable a medida que se fueron implementando los talleres de inducción para socializar este documento y conocer la importancia de la aplicación de las políticas operacionales del Banco Mundial, además de contribuir a identificar y seleccionar los indicadores ambientales que mejor reflejen los cambios tecnológicos generados.

- La falta de orientación previa en la fase concursal sobre la utilidad de la Matriz de Riesgo Ambiental y la aplicación de las políticas de salvaguardas ambientales del Banco Mundial, mediante un proceso de inducción a los postulantes a los Fondos Concursables, no permitió inicialmente que la matriz como tal cumpliera su función. Efectivamente, la lógica identificada por los postulantes a los fondos, como no afectación al medio y a los recursos naturales renovables, era que sus propuestas bajo un sistema de producción orgánica que involucra buenas prácticas agrícolas no afectarían ambientalmente en ningún sentido. La estructura inicial de la matriz consideraba la opción de marcar Sí o No respecto al riesgo, por lo que bajo el enfoque indicado las organizaciones optaron por el No, dejando de desarrollar la matriz en su totalidad. Ello condujo a que la matriz en referencia inicialmente no fuera adecuadamente implementada.

9.1.5 Sobre el proceso de adjudicación de subproyectos

- No contar con un especialista en temas relacionados a las áreas protegidas en el proceso de negociación, que pudiera alertar sobre los riesgos de consignar en el título del subproyecto o en el contenido de la propuesta la probable intervención en un área natural protegida por el Estado, significa poner en riesgo la intervención del propio programa, por las implicancias normativas que ello representa. Efectivamente, es necesario considerar la inclusión de especialistas en temas estratégicos como el ya mencionado entre los equipos de negociación o miembros del Comité Especial de Adjudicaciones, como último filtro en el proceso de adjudicación, a fin de evitar incurrir en falta por incumplimiento como programa de las políticas ambientales, sean sectoriales o nacionales, puesto que el Panel de Evaluación Técnica (PET), por su enfoque más bien orientado a los detalles técnico-científicos de la intervención propuesta, no garantiza que durante su evaluación considere aspectos de carácter legal.

- Considerar planes operativos para toda la vida útil de cada subproyecto, en lugar de planes anuales operativos, impiden la posibilidad de reprogramar con facilidad actividades que pudieran requerir ajustes. En efecto, considerar un plan operativo para toda la vida del subproyecto se convierte en una camisa de fuerza, especialmente cuando se trata de generar nuevos conocimientos —o cuando se trata de investigaciones estratégicas— que permitan redireccionar presupuestos que, con una adecuada justificación técnica, podrían mejorar la intervención, permitiendo replantear estrategias para un mejor resultado o porque en el proceso de investigación se detectó un mejor camino para obtener el resultado esperado. Por el contrario, un Plan Anual Operativo brinda flexibilidad al proceso, permitiendo reprogramar los saldos presupuestales y redireccionar presupuestos hacia actividades que no fueron consideradas al comienzo, porque la propuesta inicial se basaba en una determinada hipótesis que podría variar durante la intervención o porque los resultados de medio término demostraron que no era el camino a seguir. Con un plan anual, incluso es posible hacer ajustes antes de culminar el año en ejecución, sin afectar el presupuesto para actividades futuras.

9.1.6 Sobre el proceso de ejecución de los subproyectos

- La mala interpretación del manual de seguimiento y evaluación de los subproyectos conduce a paralizar los desembolsos por no haberse cumplido en su totalidad con las actividades previstas, o por haber logrado un avance parcial en los indicadores de paso crítico identificados por la entidad ejecutora. En efecto, fue un error no considerar experiencias anteriores, realizadas bajo términos similares en cuanto a ejecución de los subproyectos y las diferentes situaciones que afectan o que podrían afectar el normal desarrollo de las actividades de un subproyecto, lo que dio lugar a que durante las actividades de seguimiento y evaluación de los subproyectos si una entidad no cumplía al 100% con los indicadores de paso crítico, se le retuviera el desembolso, a pesar de que el propio esquema de seguimiento a través de los informes técnicos financieros de los subproyectos está diseñado para reportar avances parciales no condicionados a la retención del desembolso, siempre que dichos retrasos no afecten los objetivos de la intervención. La única condicio-
- nante está más bien orientada a determinar en qué momento del siguiente paso crítico se estarían concretando los indicadores propuestos en la etapa inicial, acompañada además de la eficiencia del gasto, es decir que tanto los gastos como las actividades desarrolladas hasta la presentación de los ITF, sean concordantes o guarden proporcionalidad. De haberse interpretado adecuadamente, los desembolsos se hubieran realizado sin retrasos, incluso realizando desembolsos parciales en función de sus saldos presupuestales y de las contrapartidas parciales o totales realizadas por las entidades ejecutoras, con el compromiso de completarlos en cuanto cumplieran con la totalidad de los indicadores propuesto por paso crítico.
- Las mejoras en la Matriz de Riesgo Ambiental, aunadas al proceso de inducción dirigido a los evaluadores de las Unidades Descentralizadas del PNIA y a las entidades ejecutoras una vez adjudicados los subproyectos, contribuyó a una mejor comprensión de los riesgos medidos, ya que aun cuando las intervenciones sean de bajo impacto, la probabilidad de que ocurra algo que afecte negativamente el entorno, siempre existe. El desarrollo de la matriz reveló una serie de acciones para controlar dichos riesgos, a partir de lo cual también fue posible establecer indicadores ambientales de fácil medición que reflejen en buena medida la adopción de tecnologías por parte de los productores y los cambios positivos generados, dado que los indicadores en referencia guardan relación con las tecnologías propuestas.
 - La internalización y comprensión de la importancia de la Matriz como instrumento de gestión para el desarrollo de cada subproyecto significó una mayor inversión de tiempo. En efecto, la mejora de dicho instrumento fue una inversión de tiempo, así como la capacitación del personal en seguimiento y evaluación de los subproyectos a nivel de las Unidades Descentralizadas, las entidades ejecutoras y los oferentes de servicios. Las modificaciones complementarias realizadas en la Matriz de Riesgo Ambiental, desarrollada en un primer momento por el Programa en coordinación con el Banco Mundial, fue un aspecto positivo, especialmente por mantener su lógica de doble entrada, relacionando el riesgo identificado vs las acciones implementadas en cada subproyecto o intervención, así como la construcción de indicadores ambientales que guarden coherencia con las acciones implementadas. Esa lógica fue trasladada al Sistema de Seguimiento y Evaluación (SISEV), dando lugar a una innovación

en el proceso de medición del efecto e impacto a través de indicadores medibles y comparables, permitiendo al mismo tiempo reflejar los cambios positivos generados en una situación sin el subproyecto y con el subproyecto.

9.1.7 Sobre el valor agregado de la aplicación de las salvaguardas ambientales

- La aplicación de las políticas de salvaguardas ambientales a través del subproyecto ha permitido cimentar los principios sobre los cuales se puede desarrollar una tecnología sustentable e innovadora, generando que los productores tomen conciencia y responsabilidad ambiental, como un elemento que permite disminuir costos por los riesgos, y mejorar sus oportunidades de mercado a través de la innovación. El valor agregado se traduce en el empleo eficiente de los recursos y la reducción de la contaminación asociada a sus actividades. Las políticas implementadas permiten a las organizaciones internalizar las prácticas desarrolladas como una necesidad urgente de canalizar su accionar en función de intereses colectivos. El hecho de que la producción esté orientada no solo a la producción orgánica, sino también a la implementación de buenas prácticas de manufactura en el proceso de poscosecha permite crear valor para la organización y para sus clientes, mientras implementa tecnologías sustentables.
- Pensar en una intervención sin considerar la aplicación de las políticas señaladas no es posible, la calidad, el valor y la sensibilidad son muy importantes, sobre todo para aquellos subproyectos que cuentan con un plan de negocios, como los de extensión e investigación adaptativa que forman parte de este estudio, y cuyos beneficiarios deben competir tanto en el mercado local como en el internacional para poder salir adelante, cumpliendo además con las políticas de certificación de producción limpia y comercio justo. Se trata de principios de ética ambiental que contribuyen a construir una relación de confianza entre la organización, como empresarios y sus clientes, les permite asumir compromisos basados en el respeto a la salud, el bienestar ambiental y los valores. Situación similar se da con las oportunidades que se generan mediante mejoras tecnológicas para obtener mejores rendimientos, con nuevas variedades de un determinado cultivo como la tara y los beneficios que se obtienen de ella, brindando oportunidades a las organizaciones productoras.
- Las organizaciones en función de sus actuaciones tomarán un lugar privilegiado, o, dicho de otra manera, aquellos cuyos principios descansan en las “4R” de la sabiduría ecológica: reparación, reacondicionamiento, reutilización y reciclaje, tienen un futuro garantizado desde el punto de vista de la sostenibilidad y el cumplimiento de estándares ambientales (Elkinton, 2001). Las industrias basadas en estas “4R” florecen. Estas organizaciones tienen un claro potencial creador de salud: tienen una viabilidad a largo plazo; se ajustan a las leyes naturales de la ecología y resultan más apropiadas para un sistema económico sostenible. El medio ambiente se considera, por consiguiente, como una oportunidad de negocio: la demanda de instrumentos para controlar o reducir el nivel de contaminación o de productos menos agresivos para la naturaleza ofrece amplias posibilidades a las organizaciones con talante innovador (Comisión de Comunidades Europeas 2001). Estas estrategias se valoran como una aportación positiva al bienestar de la sociedad en general en la medida que contribuyen a mejorar el medio ambiente, en este caso el desarrollo sostenible se incorpora como un elemento esencial de la estrategia de la organización. No se trata de iniciativas parciales o puntuales desarticuladas o desconectadas, sino de una dimensión sistémica e integradora que condiciona todo el funcionamiento de la organización como empresa. En el mismo sentido, la aplicación de las políticas de salvaguardas en subproyectos de investigación estratégica, como el relacionado al aprovechamiento de HMA, propuesta desarrollada por la Universidad Nacional San Martín y que forma parte de la selección de los casos que aquí presentamos, contribuyen también a poner en valor su contribución a la biodiversidad.
- El Marco de Gestión Ambiental (MGA) y la Matriz de Riesgo Ambiental, desarrolladas como instrumentos de gestión ambiental para los subproyectos, han permitido evidenciar acciones específicas para el control de riesgos identificados durante la intervención. Efectivamente, ambos instrumentos han contribuido a mostrar cambios importantes generados por el proceso de adopción de las tecnologías a través de indicadores ambientales, medibles y comparables, vinculados a las tecnologías desarrolladas, que reflejan cambios positivos sobre el aprovechamiento de los recursos naturales y el comportamiento de los productores que hacen posible evidenciar dichos cambios. Incorporar la lógica de la Matriz de Riesgo Ambiental en el Siste-

ma de Seguimiento y Evaluación (SISEV), para incorporar las acciones vinculantes y los indicadores, facilita la gestión de la información y el análisis de los efectos e impactos que el subproyecto ha generado.

- Las políticas de salvaguardas se enmarcan perfectamente en el marco de la política nacional ambiental y sectorial. Lo que permite incrementar potencialmente las ganancias de cualquier nivel de inversión para desarrollar y operar el sistema, en la medida que optimizan el esfuerzo de generar información sobre el manejo de los beneficios y riesgos de tipo ambiental y sobre la forma en que las salvaguardas están siendo abordadas y respetadas mediante la implementación de acciones, contribuyendo a la sostenibilidad de los resultados.

9.2 Recomendaciones

- El Marco de Gestión Ambiental (MGA) que se prepare para el Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA en una posible II Fase debería tomar en cuenta la experiencia previa, tanto con el actual programa de innovación, como con el precedente INCAGRO, en lo referente a la naturaleza de los subproyectos cofinanciados a través de los fondos del Banco Mundial, a fin de que las exigencias sobre la instrumentalización sean concordantes con el nivel de intervención.
- En cuanto a los requisitos que debe satisfacer el consultor responsable de la elaboración del MGA, debe incluirse un pleno conocimiento y dominio en la aplicación de la normativa nacional y sectorial ambiental, a fin de que no se cometan errores de interpretación respecto al instrumento de gestión ambiental requerido para proyectos de conglomerado.
- Dado que finalmente la Matriz de Riesgo Ambiental desarrollada para el PIP1, ha cumplido adecuadamente su función como instrumento de gestión ambiental para el proyecto, lo recomendable será mantener su aplicación en una siguiente fase; sin embargo, será conveniente brindar la capacitación correspondiente a los postulantes a los Fondos Concursables, a fin de que conozcan la función que cumple y la importancia de su aplicación.
- Será conveniente que el Marco Lógico del Programa en una posible II Fase, contemple indicadores ambientales específicos, tanto relacionados al objetivo central del programa como a nivel de componentes, de modo tal que faciliten medir el desempeño del Programa, independientemente de los indicadores técnico-ambientales que se generen a través de los subproyectos de acuerdo con las diferentes tecnologías generadas o transferidas.
- Considerar, tanto en el Panel de Evaluación Técnica (PET) como en el equipo de negociación para el proceso de adjudicación de los subproyectos, al menos un especialista entendido en gestión ambiental, gestión de áreas naturales protegidas, manejo de bosques de protección, entre otros temas que demanden el cumplimiento de normas específicas en los casos en que se considere la intervención en un ámbito cercano o al interior de áreas de interés estratégico, y que pueda alertar de la necesidad de cumplir con algún trámite anterior a la adjudicación e incluso durante la postulación, con previo conocimiento sobre la necesidad de cumplir con requisitos como el CIRA del Ministerio de Cultura, tomando en cuenta el tipo de patrimonio que podría estar en juego de existir intervenciones en áreas específicas como las ANP.
- A fin de fortalecer la gestión institucional del INIA en su condición de ente rector de la innovación agraria en el país, se recomienda la incorporación en su estructura orgánica de una Unidad Responsable de la Gestión Ambiental tanto para sus proyectos como para sus programas estratégicos, la misma que se ocupe del desarrollo de mecanismos e instrumentos de gestión que aseguren un adecuado desempeño ambiental en sus diferentes intervenciones, estableciendo indicadores ambientales específicos para cada tipo de intervención, que puedan ser monitoreados y evaluados. Esto, con la finalidad de mostrar los cambios ambientales positivos generados, así como el proceso de adopción de tecnologías por parte de los diferentes actores del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA).
- En línea con lo recomendado en el párrafo anterior, se requiere generar capacidades internas, previamente o en paralelo con la modificación de la estructura organizacional del INIA en materia ambiental, desarrollando estrategias que incluyan la incorporación de especialistas en gestión ambiental, con conocimiento pleno del manejo de recursos naturales renovables, así como de la normativa ambiental nacional y sectorial y su aplicación. A su vez, capacitar personal que acompañe el proceso de seguimiento y evaluación ambiental de las diferentes intervenciones tanto a través de sus proyectos en sus diferentes áreas estratégicas como en los programas adscritos a su cargo.

Referencias bibliográficas

- **(PNIA, 2016)**, Manual de Acompañamiento de Proyectos del PIP1, Proyecto de Inversión Pública – Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Agraria. www.gob.pe/pnia#publicaciones.
- **(PNIA, 2014)**, Manual Operativo de Subproyectos – MOS, Programa Nacional de Innovación Agraria, Proyecto Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Agraria. www.gob.pe/pnia#publicaciones.
- **(PNIA, 2016)**, Bases Integradas del Concurso de Servicios de Extensión, Programa Nacional de Innovación Agraria, Convocatoria N°2-EXT-PNIA. www.gob.pe/pnia#publicaciones.
- **(PNIA, 2016)**, Bases Integradas del Concurso de Investigación Adaptativa, Programa Nacional de Innovación Agraria, Convocatoria N°2-IA-PNIA. www.gob.pe/pnia#publicaciones.
- **(PNIA, 2016)**, Bases Integradas del Concurso de Investigación Estratégica, Programa Nacional de Innovación Agraria, Convocatoria N°2-IE-PNIA. www.gob.pe/pnia#publicaciones.
- **2014**, Estudio de Pre-Inversión a Nivel de Factibilidad, Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA) – PIP1. www.gob.pe/pnia#publicaciones.
- **More More Miguel Ángel, 2015**. Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://172.168.3.18/EvaluacionFondosPortal>.
- **Corazón G., Mike A., 2015**. Identificación y validación de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) nativos eficientes como bioprotectores y biofertilizantes en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Región de San Martín. Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ciencias Agrarias. Recuperado de <https://172.168.3.18/EvaluacionFondosPortal>.
- **Valencia Sales, Madeline Sori, 2017**. Adaptación de la tara (*Caesalpinia spinosa* (MOL. o. KUNTZ) en la provincia de Jorge Basadre bajo riego y manejo adecuado de las plantaciones. Asociación de Productores La Flor de Tara de Pampa Sitana – APFT-PS. Recuperado de <https://172.168.3.18/EvaluacionFondosPortal>.
- **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2016)**. Informe de Línea de Base, proyecto: Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2018)**. Informe de Línea de Cierre, proyecto: Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2017)**. Plan de Abonamiento, proyecto: Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.

- conas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2017).** Plan de Producción Orgánica de Café, proyecto: Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2017).** Reglamento del Sistema Interno de Control, proyecto: Incrementar la productividad del cultivo de café orgánico comercio justo en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y en las Cuencas del Río Canchis-Chinchipe en la línea fronteriza Perú-Ecuador en el Distrito de Namballe. Cooperativa de Servicios Múltiples Gallito de las Rocas, Ltda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2017).** Informe de Instalación de Parcelas Demostrativas en las 16 Bases de la Cooperativa Gallito de las Rocas. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Gallito de las Rocas, Cooperativa de Servicios Múltiples (2016).** Informe de Medio Término. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2016).** Selección e identificación de fincas de café (*Coffea arabica* L.) y parcelas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en cuatro provincias de la región San Martín. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2016).** Aislamiento e identificación de morfoespecies dominantes de hongos micorrízicos arbusculares de café (*Coffea arabica* L.) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Orbe Pérez, Gaby Mariana (2019).** Tesis: “Efecto bioprotector de diferentes especies de hongos micorrízicos arbusculares sobre nematodos del nódulo (*Meloidogyne incognita*) en plántulas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)”. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2017).** Multiplicación de morfo-especies dominantes de hongos micorrízicos arbusculares utilizando plantas trampa en cultivos de sorgo (*sorghum spp.*), alfalfa (*Medicago sativa*) y brizantha (*Brachiaria decumbens*). Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2018).** Identificación y selección de especies dominantes de HMA eficientes como biofertilizantes y bioprotectores en vivero. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Solano Bocanegra, Yen Brian (2018).** Tesis: Identificación de especies de *Meloidogyne spp.* asociados al cultivo de café (*Coffea arabica* L.) y el daño causado en plántulas bajo condiciones de vivero en la región San Martín. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2018).** Identificación molecular de HMA nativos específicos de café (*Coffea arabica*) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2018).** Identificación taxonómica de HMA nativos específicos de café (*Coffea arabica*) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2019).** Informe de Cierre del subproyecto: Identificación y validación de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) nativos eficientes como BIOPROTECTORES Y BIOFERTILIZANTES en los cultivos de café (*Coffea arabica* L.) y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2019).** Identificación y selección de HMA eficientes como protectores y biofertilizantes en campo (parcelas experimentales). Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
 - **Corazón Guivin, Mike Anderson (2018).** Instalación de parcelas experimentales con plántulas de café y sacha inchi inoculadas con HMA eficientes como bioprotectores y biofertilizantes. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.

- **Dávalos Manzano, Juan S. (2018).** Línea base proyecto: adaptación de la tara (*Caesalpinia spinosa* (MOL.) o. KUNTZ) en la provincia de Jorge Basadre bajo riego y manejo adecuado de las plantaciones. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Dávalos Manzano, Juan S. (2018).** Identificación de biotipos de tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Knutz) en la Asociación de Productores Flor de Tara Pampa Sitana. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Huacollo Álvarez, Marco A. (2018).** Informe de la Fase Experimental con los tratamientos de riego, fertilizantes y poda. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Dávalos Manzano, Juan S. (2019).** Informe de ensayos de análisis de taninos. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Dávalos Manzano, Juan S. (2019).** Plan de Desarrollo Estratégico. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Dávalos Manzano, Juan S. (2019).** Informes de rendimiento de tara por hectárea en las parcelas de tratamiento. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Osorio Ramos, Henry José (2019).** Eficacia de tres sistemas de manejo cultural para obtener mejores rendimientos en el cultivo de tara (*Caesalpinia spinosa*) en el centro poblado Pampa Sitana, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Dávalos Manzano, Juan S. (2019).** Determinar la calidad de taninos con diferentes niveles de fertilización y tipos de riego. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.
- **Dávalos Manzano, Juan S. (2019).** Informe de Línea de Cierre o Salida del Subproyecto Adaptación de la Tara (*Caesalpinia spinosa* (MOL.) o. KUNTZ) en la provincia de Jorge Basadre bajo riego y manejo adecuado de las plantaciones. Asociación de Productores La Flor de Tara de Pampa Sitana – APFT-PS. Recuperado de <https://apps.pnia.gob.pe/sisev2>.



PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - PNIA

Blanca Aurora Arce Barboza

Directora ejecutiva

César Augusto Berríos Ordóñez

Director de Operaciones

Yan Carlo Mercado García

Jefe de la Unidad de Apoyo al Fortalecimiento de los Servicios del INIA

Fiorella Scarlet Puccinelli Sánchez

Jefa de la Unidad de Promoción del Mercado de los Servicios de Innovación

Mariel Sifuentes Cruz

Consultora



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
Lima - Perú
(51 1) 240/2100 / 240 2350
www.inia.gob.pe

