

Innovaciones para la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático en América Latina y el Caribe

Estudios de casos de éxito

Coordinación: Eugenia Saini

M. Soledad Hidalgo G.
Natalia Díaz F.
M. del Carmen Icaza N.
M. José Etchegaray
Camila Rey R.

División de
Cambio Climático

DOCUMENTO PARA
DISCUSIÓN N°
IDB-DP-00766

Innovaciones para la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático en América Latina y el Caribe

Estudios de casos de éxito

Coordinación: Eugenia Saini

M. Soledad Hidalgo G.
Natalia Díaz F.
M. del Carmen Icaza N.
M. José Etchegaray
Camila Rey R.

Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)

Diciembre 2019

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Fontagro - secretaria-ftg@IADB.ORG



INNOVACIONES PARA LA ADAPTACIÓN DE LA AGRICULTURA FAMILIAR AL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

ESTUDIOS DE CASOS DE ÉXITO

AÑO 2019





Esta publicación se realiza en el marco del proyecto “Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías de Cambio Climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)”. El proyecto, implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), promueve el desarrollo y transferencia de tecnologías para contribuir a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y de la vulnerabilidad al cambio climático en la región LAC, a través de la promoción y el apoyo de esfuerzos de colaboración a nivel regional; el respaldo a la planificación y los procesos de toma de decisiones a nivel nacional y sectorial; la demostración de políticas y mecanismos facilitadores, y la movilización de recursos financieros y humanos privados y públicos. El proyecto prioriza los temas de mitigación y adaptación al cambio climático en los sectores de eficiencia energética y energía renovable, transporte, monitoreo forestal y agricultura resiliente. Asimismo, incluye un componente transversal relacionado con el desarrollo de capacidades institucionales y de políticas nacionales de la región. Las actividades relacionadas con Agricultura han sido ejecutadas por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) entidad ejecutora.

Créditos y Contribuciones

Coordinación general y edición:

Eugenia Saini, Secretaria Ejecutiva de FONTAGRO

Equipo ejecutor y autores: M. Soledad

Hidalgo G., Natalia Díaz F., M. del Carmen Icaza N., M. José Etchegaray y Camila Rey R.

Edición de estilo: Ivón Ferreira

Gráfica y diagramación: Natalie Devenin

Fotos e imágenes: Banco de imágenes de FONTAGRO, Vinculo Agrario, y otras con sus respectivas autorizaciones.

Colaboración en el proyecto

(FMAM/BID): Francisco Arango, Claudio Alatorre Frenk, Claudia Hernández, Karla Espinoza. División de Cambio Climático Banco Interamericano de Desarrollo.

Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)
secretaria-ftg@IADB.ORG

Índice

	Prólogo.....	4
	Metodología.....	5
	Glosario.....	6
	Capítulo 1. Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica.....	9
	Capítulo 2. Microbeneficiado comunitario, construcción social de la calidad del cacao a partir de la biodiversidad y cultura local en regiones de alta vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos.....	29
	Capítulo 3. Revisión de estrategias para el manejo de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) para enfrentar las alteraciones climáticas en los sistemas de producción de café de bajura (<i>Coffea canephora</i>), en Panamá, Honduras y Nicaragua.....	48
	Capítulo 4. Cultivar más con menos: adaptación, validación y promoción del sistema intensivo del cultivo arrocero (SRI) en las Américas como una respuesta al cambio climático.....	77
	Capítulo 5. Reto para la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe: validación de prácticas agrícolas arroceras para mejorar el uso eficiente del agua.....	104
	Capítulo 6. Plataformas de innovación para mejorar la adopción de tecnologías adaptadas al clima por el pequeño agricultor familiar: pilotos en Honduras y Colombia.....	126
	Capítulo 7. Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género Lupinus.....	146
	Capítulo 8. Fortaleciendo la gestión de los recursos hídricos de comunidades bananeras: mayor resiliencia frente a la variabilidad climática.....	170
	Conclusiones	195

Prólogo

El Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) fue creado en 1998 y es un mecanismo de cooperación único regional para promover la investigación y la innovación agropecuaria entre sus miembros. Está integrado por 15 países, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela, y es patrocinado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

FONTAGRO tiene por misión contribuir a la innovación de la agricultura familiar por medio de la cooperación entre los países miembros, promoviendo la competitividad y la seguridad alimentaria con criterios de equidad y sostenibilidad. Sus lineamientos estratégicos y sus prioridades para la asignación de recursos y la movilización de recursos adicionales están establecidos en su Plan de Mediano Plazo (PMP) 2015-2020. El PMP considera cuatro líneas estratégicas: i) innovación tecnológica, organizacional e institucional en los países miembros, ii) adaptación y mitigación del cambio climático, iii) intensificación sostenible de la agricultura y gestión de los recursos naturales y iv) cadenas de valor y territorios competitivos en un marco de equidad y sostenibilidad.

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF, por su sigla en inglés) es una asociación para la cooperación internacional en la que 183 países trabajan conjuntamente con instituciones internacionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado, para hacer frente a los problemas ambientales mundiales. El GEF es actualmente la principal fuente de recursos para proyectos ambientales en el mundo.

Las ocho iniciativas sistematizadas en este documento se realizaron en el marco de la convocatoria anual de FONTAGRO realizada en 2014, denominada “Innovaciones para la Adaptación de la Agricultura Familiar al Cambio Climático en América Latina y el Caribe”. Esta convocatoria fue llevada a cabo por FONTAGRO y el proyecto “Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe”, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/GEF) e implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El objetivo de la convocatoria fue promover innovaciones para la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático en la región, a través de plataformas de innovación o mecanismos de coordinación que fomenten la competitividad y la sustentabilidad, constituidos por agentes públicos y privados que compartan visión, misión y objetivos, y que por tanto faciliten los procesos de innovación en la región.

Mediante esta publicación se busca fortalecer los sistemas de conocimiento e innovación del sector agropecuario de la región, a través de la difusión de resultados sistematizados de proyectos FONTAGRO, que ponen de relieve los logros y desafíos para abordar la transferencia de conocimientos y los retos de mediano y largo plazo que enfrenta el territorio.

FONTAGRO espera que este documento sirva de base para replicar y adaptar las diversas experiencias de innovación para la adaptación al cambio climático, así como para reforzar las redes de apoyo en esta temática, de manera de colaborar con el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas, organizacionales e institucionales en la región, de forma sostenible e inclusiva.

Metodología

Este documento está estructurado de forma de entregar al lector una síntesis estratégica de los aspectos más relevantes de cada uno de los proyectos analizados. La sistematización se focalizó en relevar los resultados y las experiencias más significativas que contribuyan a profundizar el conocimiento y la transferencia de dichos resultados al sector productivo, especialmente de la agricultura familiar de la región.

El documento consta de ocho capítulos, en los cuales se sistematiza cada uno de los proyectos ejecutados y terminados en el marco de la Convocatoria de proyectos 2014 de FONTAGRO. Los contenidos se elaboraron sobre la base de los informes de resultados intermedios y finales de cada proyecto, así como de otros documentos que se generaron, en algunos casos, en el marco de la iniciativa.

Cada capítulo aborda un proyecto en particular, con foco en aquellos elementos que permitan una mejor comprensión de este, para su potencial continuidad, validación o réplica en otros territorios o con otros actores de la región. De esta manera, para cada uno de los proyectos se describen los elementos del contexto territorial, cultural y productivo en que se llevó a cabo la iniciativa, los objetivos que abordó, las principales actividades que se realizaron en el marco de la metodología planteada por cada equipo de trabajo, los resultados y logros alcanzados, así como los aprendizajes y los desafíos a futuro.

De acuerdo con lo anterior, el contenido de cada capítulo está estructurado en las siguientes secciones:

1. Resumen ejecutivo
2. Executive summary
3. Esquema del proyecto
4. ¿En qué escenario se desarrolló?
5. ¿Cuáles fueron los objetivos?
6. ¿Qué actividades se realizaron?
7. ¿Cuáles fueron los principales logros?
8. ¿Cuáles fueron los aprendizajes?
9. ¿Cuáles son los próximos desafíos?

Glosario

ACC	Adaptación al cambio climático
ACV	Análisis de ciclo de vida
APPTA	Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (Costa Rica)
ASAC	Agricultura Sostenible Adaptada al Clima
ASADA	Asociación de Agricultores de Los Dajaos (República Dominicana)
AWD	Alternate wetting and drying (sistema de riego intermitente)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BYMV	Virus del mosaico amarillo del frejol (Bean Yellow Mosaic Virus)
CH4	Metano
CI	Agricultura climáticamente inteligente
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CICA-UCR	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica
CO2	Dióxido de carbono
COCABO	Cooperativa de Cacao Bocatoreña R.L. (Panamá)
ComMod	Companion Modelling (modelamiento de acompañamiento)
CONIAF	Consejo Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
DIRTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura y Ganadería - Honduras
ECA	Escuelas de Campo para Agricultores
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEDERARROZ	Federación Nacional de Arroceros (Colombia)
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GEI	Gases de efecto invernadero
GHG	Greenhouse gas (gases de efecto invernadero)
GIRD	Gestión integral del riesgo de desastres
HPLC	Cromatografía líquida de alta presión
HUMIDTROPICS	Research Program on Integrated Systems for the Humid Tropics
IDIAF	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Chile
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - Ecuador
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Argentina
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria - Costa Rica
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)

MAHFP	Meses de aprovisionamiento adecuado de alimento en el hogar
MIB	Manejo integrado de la broca del café
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario - Panamá
NaCl	Cloruro de sodio
N2O	Óxido nitroso
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organizaciones no gubernamentales
PI	Plataforma de innovación
PROINPA	Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (Bolivia)
SDG	Sustainable Development Goals (Objetivos de Desarrollo Sostenible)
SRI	System of rice intensification (sistema intensivo del cultivo de arroz)
TIR	Tasa interna de retorno
UDE	Umbral de daño económico
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UNAN	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
VAN	Valor actual neto

CAPÍTULO 1
BASES PARA LA GENERACIÓN DE
UNA ESTRATEGIA INTEGRADA DE
ADAPTACIÓN PARA SISTEMAS
GANADEROS DE LATINOAMÉRICA



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica”.

El proyecto se desarrolló entre mayo de 2015 y octubre de 2017, y fue ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile y, como coejecutores, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) de Bolivia y el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica (CICA-UCR). Participaron además como asociados al proyecto la Región Sudeste CREA de Argentina, la empresa de semillas forrajeras SEFO-SAM de Bolivia, la Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión (COLUN) de Chile y la Corporación Ganadera (CORFOGA) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica.

Autores del informe final

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) - Chile

Marta A. Alfaro
Luis Inostroza F.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Argentina

Laura Finster
Alejandro Costantini

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica (CICA-UCR) - Costa Rica

Ana Gabriela Pérez
Christina Chinchilla

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) - Bolivia

Pablo Mamani Rojas
Juan Vallejos





Resumen ejecutivo

La producción ganadera de los pequeños agricultores de Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica está basada en praderas de pastoreo, que se encuentran muy afectadas por el déficit o el exceso de precipitaciones, como consecuencia del cambio climático. En este escenario, el conjunto de entidades participantes en el proyecto decidieron organizarse y coordinar esfuerzos para evaluar tecnologías basadas en recursos forrajeros que permitieran reducir la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos al cambio climático, por medio del uso de material genético tolerante a períodos de estrés hídrico que, además, pudiera incluirse en los sistemas sin que ello generara incrementos de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Las tecnologías de adaptación evaluadas mostraron beneficios productivos y económicos en Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica, y también dieron lugar a disminuciones significativas de la intensidad de emisiones de GEI. Estos resultados son alentadores y contribuirán sustancialmente al proceso de transformación que está enfrentando la producción ganadera en América Latina y el Caribe, para responder al desafío de continuar incrementando la producción de carne y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de GEI, que tienen efectos nefastos para el medio ambiente.

El proyecto también contribuyó al desarrollo y fortalecimiento de capacidades de pequeños productores, asesores y otros profesionales, aportando a la instalación de competencias permanentes en los diversos países. Además, se inició un proceso de generación de capital social en el sector ganadero de Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica, en el que se vinculó a distintos actores de los sectores productivo, público y privado, así como del ámbito de la investigación, y se establecieron espacios de crecimiento y creación conjunta.

Los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)¹, específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y más tangencialmente del ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, y del ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

¹ Aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.





Executive summary

Livestock production by smallholder farmers in Argentina, Bolivia, Chile and Costa Rica is based on grazing meadows, which are heavily affected by rainfall deficit or excess as a result of climate change. In this scenario, the group of entities involved in the project decided to organize and coordinate efforts to evaluate technologies based on forage resources to reduce the vulnerability of livestock systems to climate change, through the use of genetic material tolerant to periods of water stress that could also be included in the systems without resulting in increases in greenhouse gas (GHG) emissions.

The adaptive technologies evaluated showed productive and economic benefits in Argentina, Bolivia, Chile and Costa Rica, as well as significant decreases in the intensity of GHG emissions. These results are encouraging and will substantially contribute to the transformation process that is facing livestock production in Latin America and the Caribbean, to meet the challenge of continuing to increase meat production while at the same time, reduce GHG emissions, which have adverse effects on the environment.

The project also contributed to the generation and strengthening of capacities of small producers, consultants and other professionals, contributing to the installation of permanent competences in the various countries. In addition, a process of generating social capital in the livestock sector of Argentina, Bolivia, Chile and Costa Rica was initiated, in which different players from the productive, public and private sectors, as well as of research were linked, and spaces for growth and joint creation were established.

The project's achievements also contribute to the attainment of the Sustainable Development Goals (SDG)², specifically the SDG13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, more indirectly for SDG 2, to end hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture, and for SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns.

² Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.





Esquema del proyecto

Entidades tecnológicas de Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica se integraron para evaluar en sistemas ganaderos de pequeños productores tecnologías de adaptación al cambio climático que generen menos emisiones de GEI

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Bases para la generación de una estrategia integrada de adaptación para sistemas ganaderos de Latinoamérica”





¿En qué escenario se desarrolló?

La creciente demanda mundial de alimentos en las últimas décadas se ha traducido en un fuerte incremento de la producción agrícola-ganadera en los países de América del Sur, en especial en el Cono Sur. Sin embargo, el sostenimiento de esta producción y su potencial desarrollo se encuentran profundamente amenazados por efecto del cambio climático, situación aún más crítica en el caso de los pequeños productores, principalmente debido a las limitaciones económicas que enfrentan para acceder a mejores y nuevas tecnologías y para innovar en sus sistemas productivos.

La producción ganadera de los pequeños agricultores de Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica está basada en praderas de pastoreo, que se encuentran afectadas por el déficit o el exceso de precipitaciones, como consecuencia del cambio climático.

En Argentina, las precipitaciones en la región pampeana, que concentra el mayor porcentaje de la producción agropecuaria nacional, han registrado variaciones importantes desde la década de 1980, con presencia de años secos o muy lluviosos, que se alternan de manera irregular, causando cambios considerables en los sistemas de producción. Por su parte, en Bolivia los productores de las regiones semiáridas andinas han reducido la tenencia de ovinos en los últimos 50 años, de 100 a solo 30 cabezas de ovinos por familia. Esta disminución se atribuye principalmente a los períodos de sequía cada vez más intensos, que influyen en la productividad de la pradera natural y cultivada. En el caso de Chile, cerca del 90% de la superficie de praderas se cultiva bajo condiciones de secano, por lo que la productividad de los sistemas ganaderos depende directamente de la intensidad y frecuencia de las precipitaciones. En los últimos años, el incremento de la frecuencia de los eventos de sequía o inundaciones extremas ha provocado que las tasas de crecimiento del forraje en praderas tiendan a cero durante estos períodos. La producción ganadera de Costa Rica también se encuentra afectada, pues la disminución de frentes fríos está alterando el equilibrio ecológico, con déficit de las precipitaciones desde noviembre hasta marzo. Esto ha redundado en el aumento de los costos de producción de la ganadería del país, que se encuentran entre los más altos de América Latina.



En este escenario, Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica comparten una problemática común en la producción ganadera de la pequeña agricultura: la disminución del rendimiento, la calidad y la persistencia de las praderas de pastoreo, como consecuencia de los efectos del cambio climático. Abordar este problema es clave, considerando que la pequeña producción pecuaria genera una parte importante de los alimentos necesarios para el consumo interno de los países de América Latina y el Caribe.

Es importante destacar que en los países integrantes del proyecto se contaba con trabajos previos para abordar la problemática planteada, enfocados en el desarrollo de recursos genéticos prateros adaptados a la sequía y a restricciones de suelos. Así, Chile y Costa Rica disponen de germoplasma de especies adaptadas para crecer y producir forraje bajo condiciones de sequía. Por su parte, Argentina y Bolivia han trabajado en el desarrollo e introducción de cultivares que pueden aumentar la productividad en ambientes marginales.



Foto: Evaluación de comportamiento agronómico de tuna forrajera (*Spuntia ssp*), Bolivia





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó generar estrategias integradas de adaptación al cambio climático en sistemas ganaderos de pequeños agricultores conducentes a aumentar la producción de las praderas en períodos críticos de escasez de agua, sin incrementar la producción de GEI. Para esto, el proyecto se enfocó específicamente en conformar un consorcio entre los equipos técnicos participantes de los distintos países, Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica, validar técnica y económicamente las estrategias integradas de adaptación al cambio climático y difundir y transferir información y conocimientos a los pequeños agricultores ganaderos de cada uno de los países.

“El proyecto buscó en cada país una alternativa de alimentación que se adaptara a sus características ganaderas y que representara una opción a la práctica que el productor ha aplicado tradicionalmente”

Marta Alfaro, Investigadora del INIA
(Chile)



Foto: Preparación en campo de la tuna forrajera (*Spuntia ssp*), para uso comestible, Bolivia





¿Qué actividades se realizaron?

Para su ejecución, el proyecto se estructuró en cuatro componentes centrales, que permitieron llevar a cabo las diversas actividades previstas para alcanzar los resultados propuestos.

Diagrama 2: Componentes principales de la metodología del proyecto



Componente 1: Conformación del consorcio entre las entidades participantes

- Realización de talleres y reuniones virtuales.
- Definición de protocolos técnicos para las evaluaciones de campo y la estimación de las emisiones de GEI.



Componente 2: Validación técnica

- Establecimiento de 10 ensayos de campo distribuidos en los países participantes.
- Evaluación de estrategias forrajeras diversas para cada país: rendimiento, calidad y persistencia de pasturas.
- Realización de mediciones de las emisiones de óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄).



Componente 3: Validación económica

- Estimación de flujos y costos con y sin la aplicación de estrategias de adaptación.
- Estimación de indicadores económicos.



Componente 4: Difusión y facilitación de conocimientos

- Realización de días de campo, talleres, seminarios, capacitaciones y formaciones.
- Producción de videos, notas de prensa, entrevistas radiales, artículos divulgativos y cartillas técnicas.






La conformación del consorcio entre entidades tecnológicas de Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica se realizó durante los primeros meses del proyecto con el objeto de establecer en forma conjunta los protocolos técnicos para las evaluaciones de campo, las estimaciones de emisiones de GEI y los análisis económicos de cada país.

La validación técnica de las alternativas de adaptación contempló la evaluación de diversos recursos forrajeros para reducir la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos al cambio climático. Para ello se usó material genético tolerante a períodos de estrés hídrico, teniendo en consideración que su inclusión en los sistemas ganaderos no generara incrementos de la intensidad de las emisiones de GEI.

Para la implementación de las evaluaciones se instalaron diez unidades experimentales en condiciones de campo, distribuidas en los cuatro países: tres en Argentina y Bolivia, y dos en Chile y Costa Rica.

Considerando las condiciones agroclimáticas y las realidades de producción de cada país, el material genético evaluado en cada territorio fue diverso, como puede observarse en el cuadro 1.

Cuadro 1: Material genético evaluado por país

País 	Material genético 	Nombre común 
Argentina	<i>Lotus tenuis</i>	Lotus pampa
Bolivia	<i>Spuntia ssp.</i>	Tuna forrajera
	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotera
	<i>Trifolium subterraneum</i>	Trébol subterráneo
	<i>Trifolium incarnatum</i>	Trébol encarnado
Chile	<i>Lotus corniculatus</i> (cv. Quimey)	Lotera
	<i>Dactylis glomerata</i> (cv. Omea)	Pasto ovilla
	<i>Bromus valdivianus</i> (cv. Poker)	Bromo
	<i>Lolium perenne</i> (cv. Bealey)	Ballica
Costa Rica	<i>Neonotonia wightii</i>	Soja forrajera

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



En Argentina, específicamente en Chascomús (cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires), se evaluó el crecimiento de *Lotus tenuis* en un sistema de producción de carne de ciclo completo, basado en el mejoramiento de la pastura natural, en comparación con la cría tradicional, que es la que realizan actualmente la mayoría de los productores en dicho territorio.

En Bolivia, se evaluó el comportamiento agronómico de ecotipos de *Spuntia* spp. bajo condiciones semiáridas en el municipio de Anzaldo (departamento de Cochabamba), para su uso en la alimentación de la ganadería local y como alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos. También se realizaron evaluaciones de especies forrajeras procedentes del INIA de Chile, *Lotus corniculatus*, *Trifolium subterraneum* y *Trifolium incarnatum*, en dos ambientes contrastantes del país, el Valle Central de Cochabamba y el Altiplano Central de Oruro.

En Chile, se realizaron evaluaciones en las regiones del Biobío y Los Ríos, en las zonas centro-sur y sur, respectivamente. En la Región del Biobío, el ensayo se estableció en el predio de un pequeño productor especializado en el rubro ganadero, ubicado en la comuna de El Carmen, sector Los Puquios. En la Región de Los Ríos, la evaluación se realizó en el predio de un productor lechero, ubicado en la comuna de Río Bueno, sector Las Mercedes. En ambos ensayos, se evaluaron las especies *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*, en forma individual y en mezclas.

En Costa Rica, se realizaron dos ensayos. En la zona norte del país, se evaluó la variedad *Neonotonia wightii* en un predio del Plan Piloto de Promoción del Pastoreo Racional, en Pataste de Guatuso, con bloques de pastura natural y *Neonotonia wightii*. En la zona Pacífico central, se estableció un ensayo en un predio ganadero con un sistema de doble propósito, utilizando una mezcla de praderas compuesta por un 75% de pasturas naturales y un 25% de *Neonotonia wightii*, para alimentación de terneros bajo manejo de pastoreo rotacional.

En todos los países se realizaron evaluaciones de las pasturas para determinar el rendimiento, en términos de kilos de materia seca en períodos críticos. También se evaluó la calidad de las pasturas, en términos de la digestibilidad y el porcentaje de proteína bruta, así como la persistencia de las nuevas especies y variedades. Además, se realizaron mediciones de las emisiones de N₂O y CH₄. En Argentina, Bolivia y Costa Rica, las estimaciones de las emisiones derivadas de la producción animal, correspondientes a las emisiones de CH₄ que provienen de la fermentación entérica del ganado, se calcularon aplicando el método de nivel 2 de las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006)³. En el caso de Chile se midió el N₂O, utilizando un equipamiento de última generación específico para este fin.

³ IPCC (2006), Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Preparado por el Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. y Tanabe, K. (eds.). Publicado por: IGES, Japón.



Para la validación económica de las estrategias de adaptación desarrolladas, se consideró la situación ex ante, es decir, sin la aplicación de estrategias, en comparación con la situación ex post, con la aplicación de estrategias de adaptación. Para el desarrollo de esta evaluación, se analizaron las distintas alternativas técnicas aplicadas en los distintos países integrantes del proyecto. Los datos fueron levantados a través de fichas productivas y económicas en cada país, y se trabajó con flujos de ingresos y costos en un mismo horizonte de tiempo.

Finalmente, la difusión y facilitación de conocimientos, información y tecnologías se realizó a través de actividades abiertas a productores, asesores y otros profesionales del agro, incluidos días de campo, seminarios, talleres y congresos, así como videos, notas de prensa, uso de redes sociales, entrevistas radiales, el sitio web del consorcio y artículos divulgativos y cartillas técnicas. Así mismo, el consorcio contribuyó a la formación de recursos humanos a través de pasantías y el apoyo de tesis de pregrado y postgrado, y a la capacitación de recursos humanos más allá del mismo consorcio, específicamente en Perú.



Foto: Establecimiento de ensayos





¿Cuáles fueron los principales logros?

Las estrategias forrajeras evaluadas en cada país presentaron resultados promisorios. Como muestra el cuadro 2, se evidenciaron incrementos significativos del rendimiento de forraje en períodos críticos de déficit hídrico, en comparación con las opciones forrajeras tradicionalmente empleadas. Se destaca el buen comportamiento de *Spuntia spp.* en Bolivia, que respondió de manera favorable a la adición de fertilizante (orgánico o inorgánico), lo que puede atribuirse fundamentalmente a los bajos niveles iniciales de fertilidad del suelo.

En Chile, la mezcla de diversas especies forrajeras también mostró resultados interesantes en términos del aumento del rendimiento, como efecto del mayor desarrollo radicular, que permitió una mejor adaptación a períodos críticos de déficit hídrico. Además, los resultados fueron positivos en cuanto

Las estrategias forrajeras aplicadas para la adaptación al cambio climático evidenciaron beneficios productivos y económicos y menores intensidades de emisiones de GEI.

a la reducción del uso de fertilizantes nitrogenados y el establecimiento de praderas de mayor persistencia, que pasaron de entre uno y dos años en el tratamiento control a entre tres y cinco años en las alternativas evaluadas. Las praderas alternativas propuestas son menos explosivas en su crecimiento anual, pero pueden sostener una producción similar por al menos cuatro años, reduciendo los costos de establecimiento y permitiendo el desarrollo de una producción más sostenible en el tiempo.

El aumento de la productividad de forraje se tradujo también en un aumento de la ganancia de peso animal. Por ejemplo, en Argentina la ganancia se incrementó en un 100% en un sistema de ciclo completo, como consecuencia del aumento de rendimiento y valor nutricional de *Lotus tenuis*. Esto también permitió reducir el período de engorde a 30 días. La mayor disponibilidad de energía y proteína del forraje, en los lotes con establecimiento de *Lotus tenuis*, en comparación con aquellos sin manejo de la pastura natural, se produce principalmente en el verano, cuando las vacas en lactancia y los animales jóvenes tienen altos requerimientos nutricionales, especialmente proteicos.






El menor aumento de rendimiento con la estrategia de forraje evaluada tuvo lugar en Costa Rica. Esto se debió principalmente a que el ensayo semicomercial realizado en la zona del Pacífico central se vio afectado por inundación de los terrenos, lo que obligó a resembrar varios potreros debido a la pérdida de plantas afectadas por plagas y enfermedades. A pesar de estos inconvenientes, se determinó que el forraje mixto aporta un alimento con mayor valor nutricional debido a la calidad de *Neonotonia wightii*, que produjo una ganancia diaria de peso en animales de doble propósito 2,4 veces más alta que la obtenida con los sistemas basados en pasturas tradicionales.

“Con técnicas de bajo costo, nosotros tratamos de promover la implantación de esta especie (Lotus tenuis) que se adapta muy bien al stress hídrico, tanto por exceso como por déficit”

Laura Finster, Investigadora del INTA (Argentina)

La reducción de la intensidad de emisión de GEI también mostró resultados alentadores. En todos los países, las disminuciones fueron importantes y se destacaron los casos de Bolivia y Costa Rica, donde se alcanzaron reducciones superiores al 50%.

Cuadro 2: Principales resultados productivos alcanzados por tipo de estrategia forrajera por país

	Argentina 	Bolivia 	Chile 	Costa Rica 
Estrategia forrajera	<i>Lotus tenuis</i>	<i>Spuntia spp.</i>	Mezclas de <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Bromus valdivianus</i> y <i>Lolium perenne</i>	<i>Neonotonia wightii</i>
Aumento del rendimiento de forraje en períodos críticos	14%	1.000%	16-96% (*)	5%
Persistencia de la pradera	Perenne	Anual	De entre 1 y 2 años a entre 2 y 4 o 5 años	Anual
Reducción de la fertilización nitrogenada	No corresponde	Requiere fertilización balanceada	60%	No corresponde
Aumento de la ganancia de peso	100%	200%	No corresponde	200%
Variación de la intensidad de emisión de GEI	- 37%	- 58%	- 73%	0 a -20% (**)

* Según variedad forrajera y zona evaluada. ** A partir del segundo año.

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Los resultados económicos de las estrategias evaluadas en cada país también fueron positivos. Los valores del VAN evidencian que el proyecto generó valor para todos los países en que se realizó la evaluación, el que va de 5 millones de dólares en Costa Rica a 193 millones de dólares en Chile. Así mismo, las rentabilidades del proyecto, dadas por el valor de la TIR, también fueron altas, con valores ampliamente superiores al 10%, utilizado como tasa de descuento para realizar el análisis.

El proyecto también aportó a la generación y fortalecimiento de capacidades de pequeños productores, estudiantes, asesores y otros profesionales, contribuyendo a la instalación de competencias permanentes en los países participantes. Para esto, se realizaron diversas actividades de formación, de facilitación de conocimientos y tecnologías y de difusión. El cuadro 3 resume las principales actividades realizadas en el marco de la iniciativa.

Se han generado y fortalecido las capacidades de los pequeños productores ganaderos.

Cuadro 3: Número de actividades de formación, facilitación de conocimientos y tecnologías y difusión

Tipo de actividades			
Formación	Presentaciones en congresos y seminarios	Número	8
	Asesoría internacional	Número	1
	Formación a nivel Institucional: tesis de pregrado y postgrado, pasantes	Número	14
Facilitación de conocimientos y tecnologías	Talleres para la identificación de las barreras de adopción a las tecnologías	Número	5
	Capacitación técnica a productores, asesores, estudiantes y profesionales	Número de personas	706
	Mujeres	Porcentaje	25
	Hombres	Porcentaje	75
Difusión	Medios de divulgación: videos, notas de prensa, redes sociales	Número	49

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Los logros alcanzados en el proyecto contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, y el ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.





¿Cuáles fueron los aprendizajes?

La importancia de enfrentar desafíos en forma conjunta



Durante la ejecución del proyecto quedó en evidencia que los desafíos que enfrentan los sistemas ganaderos de la pequeña agricultura son muy similares en los distintos países, aun en ecosistemas muy diferentes. Esto permitió desarrollar opciones dirigidas a superar las limitaciones que enfrentan los sistemas para adaptarse al cambio climático mediante un esfuerzo coordinado, posible de aplicar en más de un país, y generando un mayor impacto.

Las evaluaciones de largo plazo son claves



Las evaluaciones de las estrategias forrajeras desarrolladas fueron positivas, y mostraron beneficios productivos, económicos y ambientales. Sin embargo, estos resultados auspiciosos no pueden dejar de considerarse como preliminares. Iniciativas de estas características, que requieren la adopción de nuevas alternativas tecnológicas por parte de la pequeña agricultura, demandan períodos de evaluación más largos, de al menos tres años de experimentación. Esto hace posible considerar ciclos productivos completos bajo diversas condiciones climáticas, lo que permite evaluar de mejor forma el efecto del clima en los sistemas.

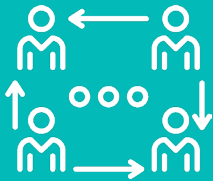


La evaluación social también es necesaria



Las evaluaciones técnicas y económicas de las estrategias tecnológicas aplicadas para la adaptación al cambio climático de sistemas ganaderos en períodos críticos permitieron evidenciar beneficios productivos y económicos a nivel predial. Sin embargo, la adaptación al cambio climático va más allá de los impactos sobre los recursos naturales; es un proceso complejo que requiere considerar de forma conjunta factores productivos, económicos, sociales y culturales propios de cada país o región. La incorporación de una evaluación social potenciaría los resultados del proyecto.

El capital social promueve y facilita la adopción de tecnologías



La evaluación y validación de tecnologías durante el proceso de investigación, realizada a nivel local y con la participación de productores, empresas, asociaciones gremiales, representantes del sector público y entidades de financiamiento, permitió fortalecer la relación de la investigación con el sector productivo, ayudando a la extensión de los resultados y favoreciendo la potencial adopción de las tecnologías propuestas. Se logró establecer espacios de trabajo conjunto, instaurando confianzas entre los distintos actores e impulsando el proceso de generación de capital social en los distintos territorios. Así mismo, la participación de tomadores de decisiones, como entidades de financiamiento y autoridades políticas locales, favoreció la adopción de las especies forrajeras propuestas al brindar oportunidades concretas de financiamiento de capital para la inversión inicial requerida y para el posible escalamiento de las tecnologías evaluadas.





¿Cuáles son los próximos desafíos?

La ganadería tiene una importancia clave para América Latina y el Caribe, por los beneficios sociales y económicos que genera, así como por ser una fuente de alimentos básicos para la seguridad alimentaria de su población. Sin embargo, la producción ganadera debe emprender un proceso de transformación que le permita continuar incrementando su producción y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de GEI. Esto plantea desafíos importantes para la región y especialmente para la pequeña agricultura, por sus limitaciones económicas y tecnológicas.

Sin duda el proyecto desarrollado representa un aporte para responder a estos desafíos, en un proceso en el que es necesario continuar avanzando. Las alternativas tecnológicas propuestas, basadas en diversas estrategias forrajeras para Argentina, Bolivia, Chile y Costa Rica, han entregado resultados alentadores, tanto productivos económicos; sin embargo, es necesario ampliar

los períodos de evaluación de estas forrajeras, así como también evaluar otras alternativas. Es de suma relevancia investigar sobre las posibilidades de establecimiento de nuevas forrajeras, más resistentes a condiciones climáticas extremas, y evaluar conjuntamente su comportamiento con el manejo animal, en ciclos de producción completos.

Las alternativas tecnológicas evaluadas no solo deben ser capaces de adaptarse a condiciones climáticas extremas, sino que también deben contribuir a reducir los factores que producen el cambio climático, produciendo menores emisiones de GEI. Para esto, se requiere continuar desarrollando iniciativas integradas de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos. Así mismo, se requieren mediciones de las emisiones de GEI más exhaustivas y regulares, provenientes tanto del suelo como de los animales, para validar las estimaciones realizadas, utilizando factores de emisión por defecto. En el proyecto, se aplicó principalmente la metodología del IPCC (2006), que, si bien es pertinente, es más aproximativa y puede distanciarse de las condiciones reales de producción.

“La búsqueda de aquellas alternativas forrajeras que se adapten mejor a condiciones extremas para nosotros es muy importante y generará en el futuro un gran cambio en el manejo de los predios”

Dieter Uslar, Subgerente COLUN
(Chile)



Los desafíos que enfrenta en la actualidad el sector ganadero no son solo tecnológicos; también son culturales. Los productores deberán adaptarse al uso de nuevos cultivos forrajeros para mantener la producción de carne en base a praderas, donde los animales se alimentan libremente. Esta adaptación es compleja, porque existen manejos y prácticas tradicionales, arraigados en los sistemas de producción. Por esto, la adaptación debe verse como un proceso que requiere de diversas herramientas de extensión, como capacitaciones, talleres, días de campo y asesorías individuales o grupales más especializadas otorgadas por técnicos, además de apoyo para todas estas actividades con información entregada por medio de material didáctico.

Los desafíos tecnológicos y culturales deben enfrentarse generando confianzas entre los distintos actores del sector productivo, público, privado y de investigación, estableciendo espacios de creación conjunta y de articulación horizontal. Esta vinculación permitirá generar capital social sostenible en el tiempo en los sectores ganaderos de los distintos países.

Finalmente, otro desafío importante es visualizar nuevas oportunidades que se presenten en el proceso de transformación; por ejemplo, durante el proyecto, en Bolivia, la participación de la mujer campesina en las actividades de evaluación y valoración en campo permitió potenciar el uso comestible de la tuna forrajera, lo que aumentó considerablemente el impacto esperado de los resultados del proyecto.



Foto: Evaluación en campo del uso comestible de la tuna forrajera (*Spuntia ssp*), Bolivia.



CAPÍTULO 2

MICROBENEFICIADO COMUNITARIO, CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LA CALIDAD DEL CACAO A PARTIR DE LA BIODIVERSIDAD Y CULTURA LOCAL EN REGIONES DE ALTA VULNERABILIDAD FRENTE A EVENTOS HIDROMETEORO- LÓGICOS EXTREMOS



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Micro-beneficiado comunitario, construcción social de la calidad del cacao a partir de la biodiversidad y cultura local en regiones de alta vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos”.

El proyecto se desarrolló entre 2015 y 2018, y fue ejecutado por la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica, en el marco del trabajo del Centro de Apoyo para el Desarrollo de Denominaciones de Origen y Sellos de Calidad de Productos Agroalimentarios (CadenAgro), y, como coejecutores, la Cooperativa de Cacao Bocatoreña R.L. (COCABO) de Panamá y la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA) de Costa Rica.

Autores del informe final

Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) - Costa Rica

Carlos Eduardo Hernández

Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA) - Costa Rica

Josué Serrano

Cooperativa de Cacao Bocatoreña R.L. (COCABO) - Panamá

Rupilio Abrego





Resumen ejecutivo

El proyecto se desarrolló en las zonas bajas y medias de la cuenca binacional del río Sixaola, al sureste de Costa Rica y noroeste de Panamá. Estos territorios, si bien poseen suelos fértiles para la producción agrícola, presentan dificultades económicas y socioambientales, lo que determina que su población viva en condiciones de vulnerabilidad y aislamiento. Esta situación es consecuencia de diversos factores, como la exposición a eventos climáticos extremos, agravados por el cambio climático, y la precariedad de los sistemas de producción de cacao, que se traduce en una calidad heterogénea del producto final, que a su vez genera dificultades de acceso a los mercados.

La iniciativa buscó dar comienzo a un proceso de innovación tecnológica en el territorio, mediante un enfoque de gestión comunitaria, para mejorar la fermentación y secado del cacao (proceso al que se denomina “beneficiado”) y, consecuentemente, la calidad del producto. Para esto, el proyecto se enfocó específicamente en empoderar a las familias dedicadas a la agricultura familiar y disminuir la alta vulnerabilidad de la población de la cuenca a los eventos hidrometeorológicos extremos, sobre la base de la gestión integral del riesgo de desastres (GIRD) y de la adaptación al cambio climático (ACC).

Entre los principales logros del proyecto se destaca el haber evidenciado la importancia de los procesos de fermentación y secado en la calidad final del cacao, aun por encima de las condiciones agronómicas en las que se ha producido y de su origen territorial o geográfico. También se desarrolló un secador solar mejorado, combinando elementos del secador solar convencional y del artificial. Esta tecnología limpia resultó ser eficiente y puede utilizarse para secar otros productos agrícolas y como fuente de energía. Además, se instaló una estación meteorológica en el territorio de Talamanca, que permitirá monitorear con precisión diversas variables climáticas, incluyendo la posible ocurrencia de eventos extremos.

Durante la iniciativa también se elaboró material divulgativo para contribuir a mejorar la producción del cacao de alta calidad y especializado (de distintos tipos y orígenes, con diferentes características y, por tanto, distintos sabores y denominaciones). Dicho material consistió en una guía de evaluación sensorial para la realización de catas de cacao y una guía de buenas prácticas de fermentación y secado. Este material además sirvió de base en los procesos de empoderamiento y generación de capacidades de las 60 familias participantes en el proyecto.

Los resultados del proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)⁴, específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos; el ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 7, garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, y el ODS 9, construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

⁴ Aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.





Executive summary

The project was developed in the low and middle areas of the binational basin of the Sixaola River, southeast of Costa Rica and northwest of Panama. These territories, while having fertile soils for agricultural production, present economic and socio-environmental difficulties, which determine that their population lives in conditions of vulnerability and isolation. This situation is a consequence of various factors, such as exposure to extreme weather events, aggravated by climate change, and the precariousness of cocoa production systems, which results in a heterogeneous quality of the final product, which in turn creates market access difficulties.

The initiative sought to start a process of technological innovation in the territory, through a community management approach, to improve the fermentation and drying of cocoa (a process called “benefited”) and, consequently, the quality of the product. For this, the project focused specifically on empowering families engaged in family farming and reducing the high vulnerability of the basin population to extreme hydrometeorological events, based on integrated disaster risk management (GIRD) and climate change adaptation (ACC).

Among the main achievements of the project is the evidence of the importance of fermentation and drying processes in the final quality of cocoa, even above the agronomic conditions in which it has been produced and its territorial or geographical origin. An improved solar dryer was also developed, combining elements of the conventional solar dryer and the artificial one. This clean technology proved to be efficient and can be used to dry other agricultural products and as an energy source. In addition, a weather station was installed in the territory of Talamanca, which will allow to accurately monitor various climatic variables, including the possible occurrence of extreme events.

During the initiative, information material was also developed to help improving the production of high-quality and specialized cocoa (of different types and origins, with different characteristics and therefore different flavors and denominations). This material consisted of a sensory evaluation guide for the realization of cocoa tastings and a guide to good fermentation and drying practices. This material also served as the basis for the empowerment and capacity building processes of the 60 families participating in the project.

The results of the project also contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDG)⁵, specifically SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts; SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere; SDG 7, to ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all, and SDG 9, to build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation.

⁵ Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.

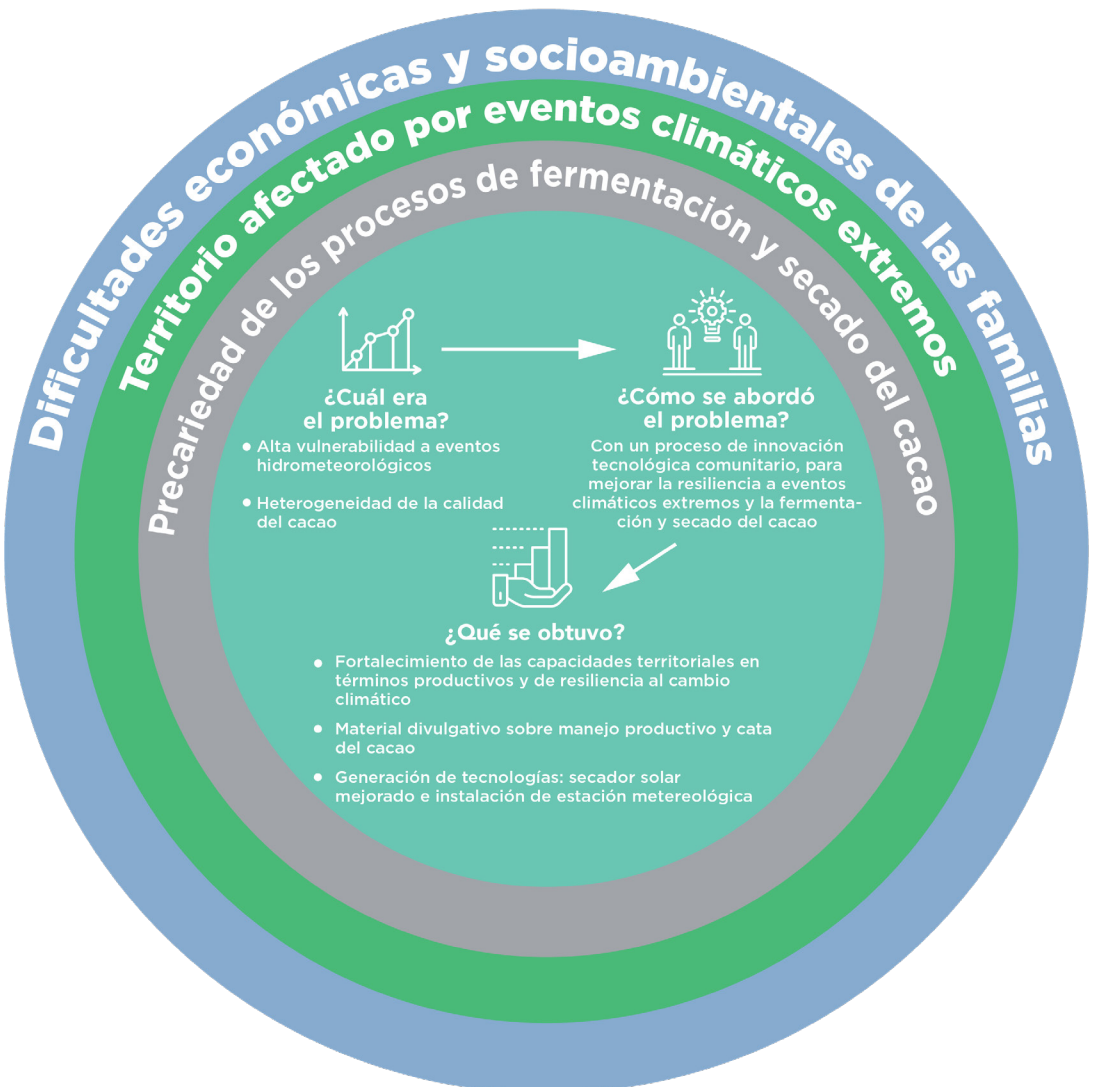




Esquema del proyecto

Los productores de cacao de la cuenca binacional del río Sixaola, al sureste de Costa Rica y noroeste de Panamá, iniciaron un proceso de innovación tecnológica para obtener cacao de calidad y mejorar su resiliencia a eventos climáticos extremos

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Microbeneficiado comunitario, construcción social de la calidad del cacao a partir de la biodiversidad y cultura local en regiones de alta vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos”





¿En qué escenario se desarrolló?

El proyecto se desarrolló en las zonas bajas y medias de la cuenca binacional del río Sixaola, al sureste de Costa Rica y noroeste de Panamá. Esta cuenca está conformada por el cantón de Talamanca, en la provincia de Limón, en Costa Rica, y por los distritos de Changuinola y Bocas del Toro, en la provincia de Bocas del Toro, en Panamá. El río Sixaola constituye una frontera natural entre ambos países.

En el cantón de Talamanca, así como en los distritos de Changuinola y Bocas del Toro, el cacao es relevante en la producción y en la economía agrícola. Estas zonas se caracterizan por poseer una población mayoritariamente indígena, perteneciente a los pueblos bribri y cabécar en Talamanca, y a los pueblos ngäbe y naso en Changuinola y Bocas del Toro.

Estos territorios, si bien poseen suelos fértiles para la producción agrícola, presentan dificultades económicas y socioambientales, lo que determina que su población viva en condiciones de vulnerabilidad y aislamiento. Esta situación es consecuencia de diversos factores.

Por un lado, la mayor parte de estos territorios se encuentran expuestos a diferentes eventos naturales extremos, como inundaciones, deslizamientos de tierra y huracanes. Así mismo, los efectos del cambio climático son notorios en estas zonas, donde se expresan principalmente en un aumento significativo de las precipitaciones respecto de los registros históricos, situación que difícilmente puede revertirse, por lo que las poblaciones están forzadas a adaptarse.

Otro factor está relacionado con la situación productiva del sector cacaotero. En este sector, los productores pertenecen fundamentalmente a la agricultura familiar y poseen pequeñas explotaciones, de alrededor de siete hectáreas de superficie, e infraestructura productiva deficiente. En la zona de impacto del proyecto, la producción de cacao se caracteriza por un bajo uso de agroquímicos, es desarrollada en sistemas agroforestales y en general es de baja productividad.

Los procesos de fermentación y secado del cacao (beneficiado) son los más relevantes para la obtención de un producto final de calidad, y requieren de condiciones de humedad y temperatura controladas. En la actualidad, estos procesos se realizan con métodos en los que no es posible controlar dichas variables, lo que dificulta la adaptación a la situación actual de altas precipitaciones. Así mismo, las diferentes sucesiones microbiológicas que participan en el proceso de fermentación son de suma relevancia en la calidad (perfiles aromáticos y sabor final del cacao) y homogeneidad del producto. Dichas sucesiones microbiológicas presentan una alta variabilidad, dependiendo del territorio de producción.



La innovación tecnológica en los procesos de fermentación y secado ha sido limitada, principalmente debido al escaso acceso a capital que poseen estos productores.

A lo anterior se suma que las prácticas de control de calidad del cacao son básicas y orientadas fundamentalmente a la descripción del producto (color y acidez). Las metodologías e instrumentos para la evaluación sensorial del cacao in situ (sabor, acidez, astringencia, amargor y aroma) no están disponibles. Esta situación dificulta la inserción de los productos en los mercados y limita la construcción de relaciones comerciales estables, lo que sitúa a los productores en una condición de desventaja en la cadena de valor.

En este escenario, el proyecto abordó en forma conjunta dos problemas: la alta vulnerabilidad de los productores cacaoteros a eventos hidrometeorológicos, agravada por los efectos del cambio climático, y la heterogeneidad de la calidad del cacao.

La iniciativa se desarrolló considerando la experiencia de estudios previos realizados por el equipo de investigadores de la Universidad Nacional de Costa Rica, sobre los impactos de los cambios en las prácticas de los productores cacaoteros asociadas al clima y a las exigencias de mercado.





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó iniciar un proceso de innovación tecnológica, mediante un enfoque de gestión comunitaria, para mejorar los procesos de fermentación y secado del cacao y, consecuentemente, la calidad del producto en las zonas bajas y medias de la cuenca binacional del río Sixaola, en los territorios de Talamanca (Costa Rica) y Changuinola y Bocas del Toro (Panamá).

Además, el proyecto se enfocó específicamente en empoderar a las familias dedicadas a la agricultura familiar, para generar una propuesta de valor del cacao producido en la zona y disminuir la alta vulnerabilidad de la población de la cuenca a los eventos hidrometeorológicos extremos, sobre la base de la gestión integral del riesgo de desastres y de la adaptación al cambio climático.



Foto: Cacao en proceso de secado





¿Qué actividades se realizaron?

El proyecto se estructuró en cuatro componentes: diagnóstico del beneficiado del sector cacaotero en la cuenca binacional del río Sixaola; diseño de un modelo comunitario sostenible de microbeneficiado (o beneficiado en pequeña escala); evaluaciones de los procesos de fermentación y secado para la producción de cacao de calidad, y estrategias de gestión integral del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.

Diagrama 2: Componentes principales de la metodología del proyecto



Durante la primera etapa de la iniciativa se realizó un diagnóstico del beneficiado (procesos de fermentación y secado) del sector cacaoero en la cuenca binacional del río Sixaola, en las zonas medias y bajas de los territorios de Talamanca, Changuinola y Bocas del Toro.

El diagnóstico relevó antecedentes sobre los siguientes aspectos: elementos que intervienen en el beneficiado del cacao, incluyendo limpieza de granos y acopio; vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos, y efectos de las prácticas culturales y la variabilidad climática sobre la calidad de cacao finos.

Para la elaboración del diagnóstico se realizaron dos talleres participativos con productores cacaoeros y otros actores relevantes del sector. El primer taller permitió el levantamiento de información y el segundo la retroalimentación y validación de la información sistematizada. Así mismo, se levantó información de campo que permitió caracterizar las prácticas de manejo aplicadas en la producción de cacao y las condiciones socioeconómicas de las familias involucradas directamente en el proyecto.

El diseño del microbeneficiado comunitario se abordó como un proceso a través de un enfoque participativo. Este proceso se inició fomentando la integración entre los productores cacaoeros y otros actores del sector para generar vínculos y confianza. Se realizaron talleres y reuniones que facilitaron el proceso y permitieron analizar en forma conjunta el diseño de un posible sistema de microbeneficiado comunitario más apropiado para el territorio.

Las evaluaciones de los procesos de fermentación y secado para la producción de cacao de calidad consideraron básicamente tres áreas de trabajo: la identificación de asociaciones microbiológicas locales en el proceso de fermentación del cacao, el análisis fitoquímico del cacao a lo largo del proceso de transformación del producto y la generación de tecnologías y protocolos para mejorar el procesamiento del cacao.

La identificación de asociaciones microbiológicas locales consideró el análisis de la diversidad bacteriana y fúngica, y para ello se utilizó la técnica de secuenciación masiva, que permitió realizar análisis genéticos simultáneos en un tiempo reducido. Se implementaron protocolos de biología molecular e ingeniería bioquímica, para la identificación de patrones y sucesiones microbiológicas determinantes de perfiles sensoriales específicos de cacao, fermentados en las distintas zonas de estudio.

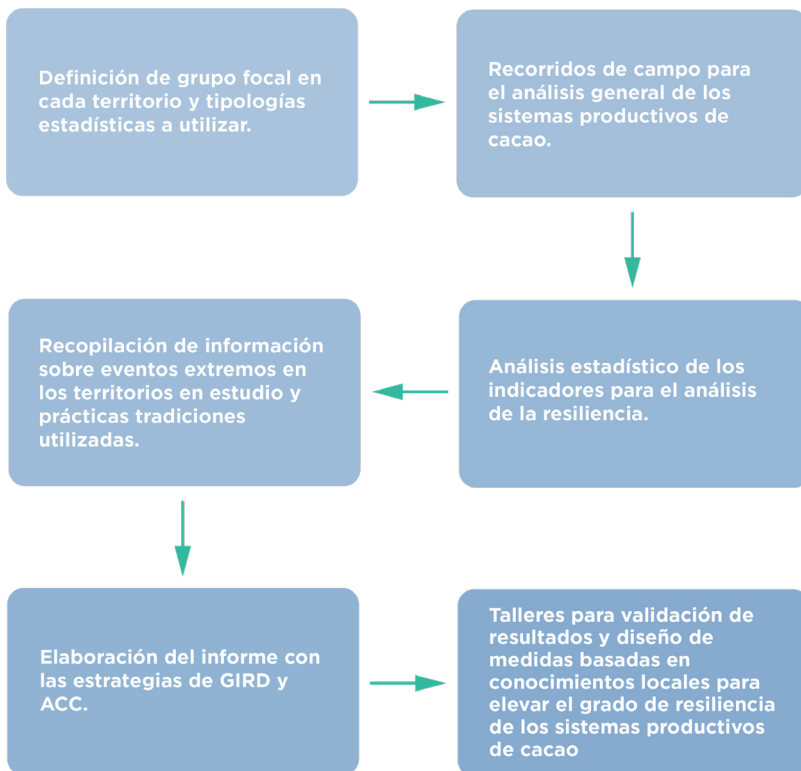
Para el análisis fitoquímico se recolectaron muestras de cacao seco en fincas de productores participantes en el proyecto. Todas las muestras fueron tostadas y procesadas para la elaboración de licor de cacao, a partir del cual se realizaron las catas. Las muestras fueron analizadas en las distintas etapas del proceso, desde cacao crudo a cacao seco. La técnica utilizada para la realización de este análisis fue la de cromatografía líquida de alta presión (HPLC).



La generación de tecnologías y protocolos para mejorar el procesamiento del cacao también se realizó mediante una metodología participativa. Se realizaron tres talleres para analizar el diseño y construcción de un sistema de secado solar que permitiera adaptarse a las condiciones locales y mejorar el proceso de secado del cacao. Por otra parte, los protocolos fueron elaborados sobre la base de la experiencia del equipo técnico del proyecto, así como considerando toda la información local recopilada durante el desarrollo de la iniciativa.

Finalmente, para la definición de estrategias de GIRD y ACC, se planteó una metodología participativa con el fin de diseñar medidas para mejorar el grado de resiliencia de los habitantes del territorio frente a situaciones climáticas extremas, articulando el conocimiento científico y las prácticas locales. Se aplicó una metodología basada en la evaluación de la resiliencia de los sistemas productivos de cacao mediante el análisis de medios de vida, considerando las etapas que se muestran en el diagrama 3.

Diagrama 3: Etapas de la metodología de análisis de medios de vida para generar estrategias de gestión integral del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.



Fuente: Informe “Resiliencia de los sistemas productivos y medios de vida de las familias productoras de cacao en los territorios indígenas de Talamanca, Costa Rica, y Bocas del Toro, Panamá”, elaborado en el marco del proyecto.





¿Cuáles fueron los principales logros?

Uno de los logros importantes del proyecto fue el hecho de que evidenció la relevancia de los procesos de fermentación y secado en la calidad final del cacao. De acuerdo con los resultados obtenidos, la optimización de estos procesos es más relevante que las condiciones agronómicas en las que se ha producido el cacao y su origen. En relación con la fermentación y el secado, si bien se logró identificar las sucesiones microbiológicas locales, observándose un alto nivel de variabilidad en los perfiles de calidad según el territorio de origen, no fue posible establecer patrones específicos por región en los territorios estudiados. En el cuadro 1 se observan los principales resultados obtenidos a partir de la identificación de sucesiones microbiológicas locales, en cuanto a la diversidad bacteriana y fúngica.

Los procesos de fermentación y secado son fundamentales en la calidad final del cacao.

Cuadro 1: Diversidad bacteriana y fúngica encontrada en el proceso de fermentación de cacao en los territorios del estudio

Tiempo de fermentación 🕒			
	0 horas	24 horas	48 horas
Diversidad microbiana	Alta	Baja	Muy baja
Diversidad fúngica	Baja	Media	Alta
Bacterias predominantes (filo)	Proteobacteria, Actinobacteria, Cyanobacteria y/o Firmicutes		
Bacterias menos frecuentes (filo)	Bacteroidetes		
Hongos predominantes (orden)	Saccharomycetales, especies <i>Candida</i> tropicales y/o <i>Saccharomycopsis crateagensis</i>		

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

En cuanto a los análisis bacterianos, independientemente del origen de los microorganismos, se observó que su diversidad fue disminuyendo durante el transcurso de la fermentación, desde el inicio hasta las 48 horas de proceso. Este resultado está dentro de lo esperado, porque en la medida en que avanza el proceso de fermentación, aumenta el nivel de etanol, que produce un efecto de selección sobre los microorganismos presentes. Los análisis fúngicos mostraron otro comportamiento ya que, independientemente de su origen, se encontró mayor diferenciación de comunidades fúngicas a medida que avanzó el proceso de fermentación, desde su inicio hasta las 48 horas.



Por otro lado, de acuerdo con los resultados de la identificación de sucesiones microbianas locales, los sistemas de fermentación convencional y las prácticas utilizadas por los productores no favorecen el desarrollo de una microbiología óptima para la fermentación y la obtención de un producto de alta calidad y especialización. La fermentación del cacao, en las zonas donde se desarrolló el proyecto, se realiza utilizando diversos tipos de fermentadores, como cajones de madera, recipientes plásticos, sacos y bolsas, entre otros, los que no son adecuados para el desarrollo de los microorganismos y, además, generan procesos de fermentación lentos, afectando la calidad del producto final.

Los resultados del análisis fitoquímico evidenciaron una alta variabilidad, asociada a las diversas prácticas de fermentación y secado, y no al territorio de origen de las muestras de cacao.

De acuerdo con lo esperado, los perfiles cromatográficos mostraron que los componentes derivados de la epicatequina disminuyen en la medida en que avanza el proceso de transformación del cacao, lo que es positivo, porque disminuye el nivel de amargor y astringencia de este. Sin embargo, la presencia de epicatequinas en un nivel razonable, que no aumente el nivel de amargor y astringencia del cacao, puede ser requerida por el mercado, dado que se trata de un polifenol que pertenece al grupo de los flavonoides, que tienen un efecto antioxidante e influencia en procesos bioquímicos y fisiológicos beneficiosos para el ser humano.

Durante el proyecto se desarrolló una tecnología para el proceso de secado. Dicha tecnología consistió en un secador solar mejorado, que combina factores del secador solar convencional y del artificial, permitiendo el aprovechamiento de la luz solar y el mantenimiento de un flujo constante de aire por medio de abanicos, alimentados con energía generada por un panel solar.

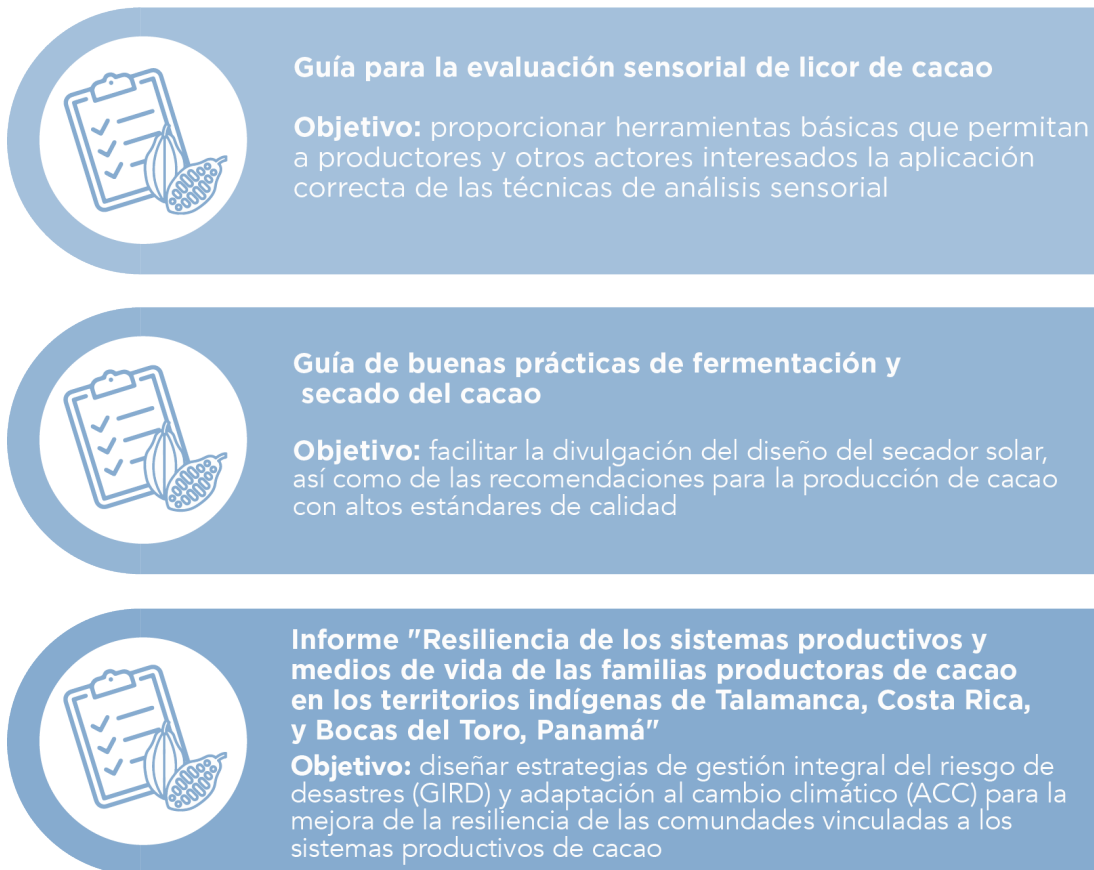
Para evaluar la tecnología desarrollada, se construyeron dos secadores solares mejorados, que se instalaron en las sedes centrales de la Cooperativa COCABO, de Bocas del Toro, y la Asociación APPTA, de Talamanca. Posteriormente, se realizaron perfiles cromatográficos de muestras de cacao fermentadas bajo las mismas condiciones y secadas en tres secadores distintos: secador solar mejorado (experimental), secador solar convencional y secador artificial (mediante uso de leña, carbón, combustible y/o electricidad).

Con el secador solar mejorado se lograron perfiles de calidad fitoquímica y sensorial similares a los obtenidos con el secador solar convencional y el artificial. Sin embargo, se observó un contenido de epicatequinas de mayor peso molecular en las muestras de cacao procesadas mediante el secador solar mejorado.



Otro resultado importante del proyecto fue la elaboración de diversos materiales de divulgación, referentes a la gestión de la calidad del cacao y a las estrategias de GIRD y ACC. En el diagrama 4 se detallan los principales materiales generados y sus objetivos.

Diagrama 4: Principales materiales de divulgación generados durante el proyecto



La *Guía para la evaluación sensorial de licor de cacao* (para la realización de catas) y la *Guía de buenas prácticas de fermentación y secado del cacao* sirvieron de base en los procesos de empoderamiento y de desarrollo de capacidades de las familias participantes en el proyecto. En este sentido, es importante resaltar que se elaboraron con el aporte de 60 familias de la zona. Dichas guías fueron utilizadas en las actividades de capacitación en las que participaron socios de las organizaciones coejecutoras.



En el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las comunidades a los eventos hidrometeorológicos extremos, se elaboró el documento Resiliencia de los sistemas productivos y medios de vida de las familias productoras de cacao en los territorios indígenas de Talamanca, Costa Rica, y Bocas del Toro, Panamá. Así mismo, se instaló una estación meteorológica en el territorio de Talamanca, que permitirá monitorear con mayor precisión ciertas variables climáticas, incluyendo la posible ocurrencia de eventos extremos. La Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica facilitará permanentemente datos y análisis que permitirán ofrecer recomendaciones a las comunidades de esta región.

Entre los resultados del proyecto, cabe destacar también que el desarrollo del secador solar mejorado brindó la posibilidad de disponer de una tecnología limpia para secar otros productos agrícolas, como banano, plátano, frutas tropicales, granos y hierbas, y significó también la generación de una tecnología que puede ser utilizada como fuente de energía eléctrica.

Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos; el ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 7, garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, y el ODS 9, construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.



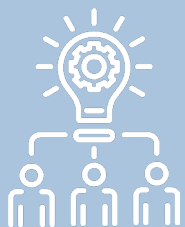
Foto: Secador solar de cacao mejorado





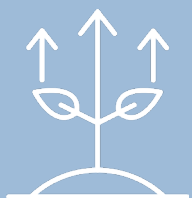
¿Cuáles fueron los aprendizajes?

La integración de actores es clave



El proyecto logró la articulación de los principales actores vinculados al sector cacaoero en la cuenca binacional del río Sixaola. Se conformó una red, integrada por representantes académicos, chocolateros, cacaoeros, industriales y consultores, entre otros, que no solo facilitó el desarrollo de actividades de capacitación, sino que también dio inicio a una dinámica de trabajo articulado entre las distintas instituciones, hacia la conformación de un panel de cata de licor de cacao.

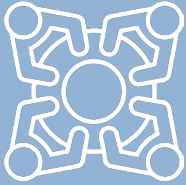
La producción de cacao debe reconocerse como un proceso integral



Durante el desarrollo de la iniciativa, se evidenció que existen diversas limitaciones a nivel de los productores cacaoeros para obtener un producto de calidad. Esto es consecuencia de diferentes factores, como la deficiencia de infraestructura, la falta de protocolos de producción, el arraigo de prácticas productivas poco eficientes, el aislamiento territorial, la dificultad de acceso a los mercados y la alta vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos, agravados por el cambio climático, entre otros. Por lo tanto, para lograr una producción de cacao competitiva en el sector de la cuenca binacional del río Sixaola, que genere impactos económicos y sociales, no basta con realizar innovaciones tecnológicas, sino que estas deben complementarse con el fortalecimiento de aspectos sociales y culturales propios del territorio. Por lo tanto, los trabajos para obtener un cacao de calidad, diferenciado por su origen, deben continuarse en el marco de un proceso integral.

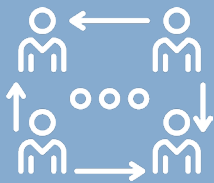


Reconocer las prácticas locales es importante



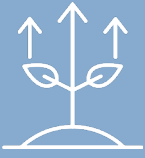
Históricamente, en su convivencia con el riesgo, las familias productoras de cacao en el territorio han implementado estrategias autóctonas de mitigación y adaptación a eventos climáticos extremos, basadas en sus conocimientos. Estas estrategias fueron parte del trabajo del proyecto en lo referente a la gestión integral del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, porque el reconocimiento de las experiencias y prácticas locales es fundamental para el desarrollo y reconstrucción de los territorios.

Las asociaciones y cooperativas de productores tienen una participación clave en los procesos de innovación



El proyecto contó con la participación de la Cooperativa de Cacao Bocatoreña R.L. (COCABO) de Panamá y la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA) de Costa Rica. La participación de estas organizaciones fue clave en el desarrollo de la iniciativa. Por un lado, se logró impactar a un número importante de productores, alrededor de 3.000, que reúnen COCABO y APPTA. Así mismo, como estas organizaciones son actores centrales en el sector cacaotero del territorio, sus cooperados aportaron conocimiento empírico relevante para el desarrollo del proyecto y contribuyeron a la realización de los estudios e investigaciones, al mismo tiempo que participaron en las actividades de capacitación.





¿Cuáles son los próximos desafíos?

Para superar la situación de vulnerabilidad que enfrentan los territorios cacaoteros de las zonas bajas y medias de la cuenca binacional del río Sixaola aún quedan desafíos pendientes.

El proyecto permitió comprobar que la fermentación y el secado del cacao tienen el mayor efecto en la calidad final del producto. Sin embargo, es en estos procesos donde se encuentran las mayores debilidades tecnológicas en el territorio. Por lo tanto, es necesario continuar investigando e innovando en estas áreas, además de fortalecer las capacidades tecnológicas en la región.

En cuanto a la optimización del proceso de fermentación, la identificación que se hizo de microorganismos locales que favorecen el desarrollo de perfiles sensoriales óptimos para su uso como inóculos en procesos fermentativos intencionados también deja desafíos pendientes. Durante el proyecto, fue posible identificar ciertos microorganismos y observar variabilidad; sin embargo, no fue posible atribuirla al origen. Por lo tanto, es importante continuar trabajando en el aislamiento de cepas, para identificar aquellas que sean competitivas para la producción de cacao de calidad y especializado. Esto permitirá posteriormente estandarizar la calidad mediante inoculación, además de optimizar el proceso de fermentación.

Las guías de evaluación sensorial, para la realización de catas, y de buenas prácticas de fermentación y secado son materiales que pueden contribuir sustancialmente a mejorar la producción de cacao en la zona. Para esto, los materiales deben ser actualizados periódicamente y divulgados de forma amplia, promoviendo así una nueva cultura de producción de cacao de calidad, mediante el análisis de factores sensoriales en relación con variables productivas. Esto será posible si se planifican y desarrollan actividades de extensión apropiadas a los productores del territorio.

Finalmente, es necesario avanzar en el desarrollo de centros de beneficiado comunitario. El beneficiado que se realiza de manera colectiva permite un manejo más adecuado de la calidad y, por lo tanto, facilita la estandarización y control de los procesos. Así mismo, permite la trazabilidad y la posibilidad de diferenciación del producto. Estos centros también tienen incidencia a nivel económico, pues generan economías de escala, disminuyendo los requerimientos de capital de inversión y los costos de producción, entre otros beneficios. Además, contar con una mejor calidad y estandarización del producto posibilita establecer acuerdos comerciales más estables. Sin duda, apoyar la formación de estos centros en la cuenca binacional del río Sixaola tendrá impactos productivos, económicos y sociales significativos en el territorio.



CAPÍTULO 3

REVISIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LA BROCA DEL CAFÉ (*HYPOTHENEMUS HAMPEI*) PARA ENFRENTAR LAS ALTERACIONES CLIMÁTICAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ DE BAJURA (*COFFEA CANEPHORA*), EN PANAMÁ, HONDURAS Y NICARAGUA



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Revisión de estrategias para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) para enfrentar las alteraciones climáticas en los sistemas de producción de café de bajura (*Coffea canephora*), en Panamá, Honduras y Nicaragua”.

El proyecto se desarrolló entre marzo de 2015 y septiembre de 2018, y fue ejecutado por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y, como coejecutores, la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Nicaragua.

Autores del informe final

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) - Panamá

Omar Alfaro

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (DICTA) - Honduras

Narcizo Meza Linares

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Nicaragua

Roger Ilich Bolaños Taleno





Resumen ejecutivo

La producción de café es muy relevante para la economía de Centroamérica, por tratarse de un producto destinado al mercado internacional, por su alta generación de fuentes de empleo y por constituir un medio de vida para los pequeños productores, quienes desarrollan mayoritariamente esta actividad. Los países participantes en el proyecto, Honduras, Nicaragua y Panamá, son importantes productores de café de Centroamérica, particularmente Honduras, que es el productor líder de la región.

En los últimos años, la producción global de café se ha visto afectada por el cambio climático, principalmente debido a las plagas que la afectan. Entre estas, se destaca la broca del café (*Hypothenemus hampei*), que provoca daños que pueden alcanzar hasta el 80% de la producción. En Honduras, Nicaragua y Panamá, existen programas de manejo de la broca del café, que han tenido resultados variables, pero que han logrado ejercer cierto grado de control sobre la plaga. Sin embargo, como consecuencia del cambio climático, esta plaga se ha visto favorecida y su presencia ha aumentado, lo que ha dejado en evidencia que existen deficiencias en el manejo agronómico del cultivo bajo estas nuevas condiciones climáticas.

El proyecto buscó contribuir a la reducción del nivel de daño económico debido a la broca del café en la producción de café de la especie *Coffea canephora* (robusta) en las principales zonas productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá. Para lograrlo, se centró en la identificación de los principales problemas técnicos existentes en los sistemas de producción del cultivo; la identificación de las variaciones climáticas en la región que están afectando la fenología del cultivo y el comportamiento de la plaga, y la evaluación de las técnicas para el manejo integrado de la broca del café (MIB) a fin de realizar los ajustes necesarios para aumentar su eficiencia.

A través de la iniciativa, se evidenció que la broca del café está presente en Honduras, Nicaragua y Panamá, con porcentajes de infestación muy variables. Además, se observó la presencia de poblaciones de broca en zonas altas, donde no era frecuente encontrarla. También se logró caracterizar los sistemas de producción predominantes en los tres países y se desarrollaron las capacidades de caficultores y extensionistas de las zonas donde se ejecutó el proyecto para el manejo integrado de la broca. Así mismo, se realizaron modificaciones en las estrategias de manejo de la broca del café —con énfasis en el control etológico y biológico de la plaga—, las cuales se empezaron a implementar durante la ejecución del proyecto.

Los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)⁶, en particular del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, así como del ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, y el ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

⁶ Aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.





Executive summary

Coffee production is very relevant for Central America's economy, as it is a product destined for international markets, for its high generation of employment and for being an alternative to small producers, who mostly carry out this activity. The countries participating in the project, Honduras, Nicaragua and Panama, are important coffee producers in Central America, particularly Honduras, which is the leading producer in the region.

During last years, global coffee production has been affected by climate change, mainly due to pests that affect it. Among these, the coffee drill (*Hypothenemus hampei*) stands out, which causes damage that can reach up to 80% of production. In Honduras, Nicaragua and Panama, there are management programs for coffee drill, which have had variable results, but which have managed to certain degree of control over the pest. However, as a consequence of climate change, this pest has been favored and its presence has increased, which has shown that there are deficiencies in the agronomic management of the crop under these new climatic conditions.

The project wanted to contribute to the reduction of the level of economic damage due to the coffee drill in the production of coffee of the *Coffea canephora* (robusta) specie in the main producing areas of Honduras, Nicaragua and Panama. To achieve this, the project focused on the identification of the main technical problems existing in crop production systems; the identification of climatic variations in the region that are affecting the phenology of the crop and the behavior of the pest; and the evaluation of techniques for drill integrated management (MIB) in order to make necessary adjustments to increase its efficiency.

Through the initiative, it was evident that the coffee drill is present in Honduras, Nicaragua and Panama, with very variable infestation rates. In addition, the presence of drill populations was observed in high areas, where it was not frequent to find it. It was also possible to characterize the predominant production systems in these countries and the development of capacities of coffee growers and extension agents in the areas where the project was executed. Likewise, modifications were made to the coffee drill management strategies - with emphasis on the ethological and biological control of the pest - which began to be implemented during the execution of the project.

The achievements made in the project also contribute to the attainment of the Sustainable Development Goals (SDG)⁷, in particular SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, as well as SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns, and SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere.

⁷ Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.





Esquema del proyecto

Productores de Honduras, Nicaragua y Panamá buscan reducir el daño económico provocado por la broca del café (*Hypothenemus hampei*), incrementado por las variaciones climáticas presentes en el territorio

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Revisión de estrategias para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) para enfrentar las alteraciones climáticas en los sistemas de producción de café de bajura (*Coffea canephora*), en Panamá, Honduras y Nicaragua”








¿En qué escenario se desarrolló?

El café es uno de los productos de mayor importancia en la economía de Centroamérica, ocupa más de un millón de hectáreas y genera empleos para alrededor de 1,8 millones de personas anualmente (Canet Brenes et al., 2016). La producción de café también constituye un medio de vida para las poblaciones rurales, porque en todos los países de la región la caficultura la realizan mayoritariamente pequeños productores. A nivel internacional, Centroamérica es reconocida por la calidad de su café y tiene una participación relevante en las exportaciones mundiales: en el período agrícola 2017-2018 produjo alrededor del 14% del café exportado en todo el mundo (ICO, 2019).

La producción de café de los países participantes en el proyecto, Honduras, Nicaragua y Panamá, representó en los años 2017 y 2018 el 63% de la producción total de Centroamérica. En el cuadro 1 se presentan los volúmenes de producción y exportación de cada país, así como el puesto que ocupó entre los productores y exportadores del mundo en ese período.

Cuadro 1: Producción y exportación de café de Honduras, Nicaragua y Panamá en el período agrícola 2017-2018

	Honduras 	Nicaragua 	Panamá 
Producción de café (toneladas)	500.940	150.000	6.360
Exportación de café (toneladas)	478.440	136.920	2.340
Puesto mundial como productor	5°	12°	33°
Puesto mundial como exportador	5°	12°	31°

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de International Coffee Organization (ICO), 2019.

La importancia económica del café en Honduras y Nicaragua se visualiza en la participación del producto en el PIB agrícola, que alcanza a un 30% y un 24% respectivamente. En el caso de Panamá, la contribución del café al PIB agrícola es menor; sin embargo, se ha estudiado que este producto tiene un alto potencial para agregar valor a la economía panameña (Indesa, 2018).

En los últimos años, la producción global de café se ha visto afectada, fundamentalmente por la inestabilidad del mercado internacional cafetero, así como por los efectos del cambio climático. La planta de café, en sus diferentes etapas de crecimiento, es muy sensible a los cambios inesperados de las condiciones climáticas, principalmente en lo que respecta a luminosidad, temperatura, precipitaciones y humedad. Por otro lado, el cambio climático también tiene efectos directos sobre las plagas que afectan la producción de café, que se ven favorecidas por las variaciones climáticas o son capaces de adaptarse fácilmente a estos cambios. Entre estas plagas, se destaca la broca del café (*Hypothenemus hampei*), un pequeño insecto barrenador que pasa casi todo su ciclo de vida en el interior del grano de café, del que obtiene su alimento y protección.



La broca del café se ha constituido en la plaga de mayor impacto para la caficultura mundial, por los daños que provoca, que pueden estar relacionados con la caída del fruto, la promoción del ataque de organismos patógenos debido a las lesiones causadas en el fruto, la reducción del peso del fruto o la disminución de la calidad del café debido al deterioro de sus características organolépticas. Todos estos daños pueden redundar en la reducción del precio de venta del café y/o en el aumento de los costos de producción para el control de la plaga.

La broca del café se identificó por primera vez en América Latina en 1913, en Brasil. En Centroamérica se detectó más tarde, en Honduras en 1977, en Nicaragua en 1988 y en Panamá en 2005. Ocasiona grandes pérdidas de producción, que pueden alcanzar hasta un 80%. Debido a esto, en Honduras, Nicaragua y Panamá existen programas de manejo de la broca del café, que han tenido resultados variables, pero que de una u otra forma han ejercido algún grado de control sobre la plaga. Sin embargo, como consecuencia del cambio climático, esta plaga se ha visto favorecida y su presencia ha aumentado, lo que ha dejado en evidencia que en el manejo agronómico del cultivo existen deficiencias para controlar la plaga bajo estas nuevas condiciones climáticas.

Es importante destacar que la mayoría de los productores de café de Honduras, Nicaragua y Panamá, pertenecientes a la pequeña agricultura, se caracterizan por la baja tecnificación de su producción y el escaso acceso a tecnologías, y que además muchos de ellos se encuentran en situación de pobreza.

En este escenario, el proyecto abordó el problema de las pérdidas de producción causadas por la broca del café en Honduras, Nicaragua y Panamá, que ocasionan a los pequeños agricultores pérdidas importantes en lo económico y, consecuentemente, en su calidad de vida.





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó contribuir a la reducción del nivel de daño económico en la producción de café de la especie *Coffea canephora* (robusta) ocasionado por la broca del café, en las principales zonas productoras de Honduras, Nicaragua y Panamá. Para esto, la iniciativa se enfocó específicamente en identificar los principales problemas técnicos existentes en los sistemas de producción del cultivo; identificar las variaciones climáticas que se han producido en la región en los últimos años, que están afectando la fenología del cultivo y el comportamiento de la plaga, y evaluar las técnicas actuales de MIB a fin de realizar los ajustes necesarios para aumentar su eficiencia.



Foto: Práctica de podas y construcción de abonera orgánica. Santa Rosa, Panamá





¿Qué actividades se realizaron?

El proyecto se estructuró en cuatro componentes: monitoreo de la broca del café, monitoreo de las condiciones climatológicas predominantes, caracterización de los sistemas familiares de producción de café e implementación de prácticas mejoradas de MIB.

Diagrama 2: Componentes principales de la metodología del proyecto



Componente 1: Monitoreo de la broca del café

- Estimación del porcentaje de infestación de broca
- Conteo de poblaciones migrantes de broca
- Comparación entre parcelas con y sin manejo integrado de la broca o con algún tipo de control de la plaga
- Conteo de poblaciones de broca en poscosecha



Componente 2: Monitoreo de las condiciones climatológicas predominantes

- Registro de precipitación, temperatura y humedad relativa
- Comparación con registros históricos



Componente 3: Caracterización de los sistemas familiares de producción de café

- Encuestas a los productores participantes en el proyecto



Componente 4: Implementación de prácticas mejoradas de MIB

- Capacitaciones en terreno
- Actividades de extensión



Los componentes del proyecto se desarrollaron en diversas localidades de los países participantes: en Honduras, en el departamento de Comayagua, en los municipios de San Jerónimo, La Libertad y Comayagua, y en el departamento de El Paraíso, en los municipios de Trojes y El Paraíso; en Nicaragua, en la región autónoma de la Costa Caribe Sur, en el municipio de Nueva Guinea, y en Panamá, en el distrito de Capira, dentro de los límites de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá, en los corregimientos de Santa Rosa y Ciri Grande.

El monitoreo de la broca del café se realizó en 200 fincas de Honduras, 10 de Nicaragua y 7 de Panamá, en las diferentes localidades mencionadas. En los tres países se estimó el porcentaje o índice de infestación de broca, que se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje o índice de infestación de broca} = \left(\frac{\text{número de granos brocados}}{\text{número total de granos}} \right) \times 100$$

En Honduras y Panamá, se efectuó también un conteo de las poblaciones migrantes de broca. Para esto, se utilizaron trampas artesanales transparentes, confeccionadas con envases vacíos de plástico, generalmente con capacidad de 2 litros. En cada envase se coloca un frasco o difusor que contiene el líquido atrayente, consistente en una mezcla de alcoholes (etanol y metanol) más un aromatizante, que atrae a la broca adulta; en el fondo de la trampa se coloca agua jabonosa, donde la broca es capturada y muere por ahogamiento.

En Honduras y Panamá se realizaron además algunas comparaciones entre el porcentaje de infestación en parcelas en que se aplicaba MIB o algún tipo de control sobre la plaga y el porcentaje en parcelas en las que no se efectuaba ningún tipo de control.

Además, en Honduras se realizó una ponderación de las poblaciones de broca existentes en las parcelas. Para esto, se recolectó y cuantificó la totalidad de frutos sanos, podridos, germinados y brocados que quedan en las parcelas después de la cosecha. Posteriormente, los frutos brocados se seccionaron y se cuantificó la cantidad de huevos, larvas, pupas y adultos de broca presentes en su interior, así como la presencia de controladores biológicos.

El monitoreo de las condiciones climatológicas predominantes se realizó en Honduras y Panamá. En ambos países se registraron datos de las principales variables: precipitación (acumulada total y acumulada en el período de mayor concentración), temperatura (promedio, mínima y máxima) y humedad relativa. En Panamá, las mediciones realizadas fueron confrontadas con la información disponible en bases de datos climatológicos históricos, para identificar variaciones en las variables climáticas. En Honduras no se realizó esta confrontación por no disponerse de datos climatológicos históricos en las localidades donde se desarrolló el proyecto.

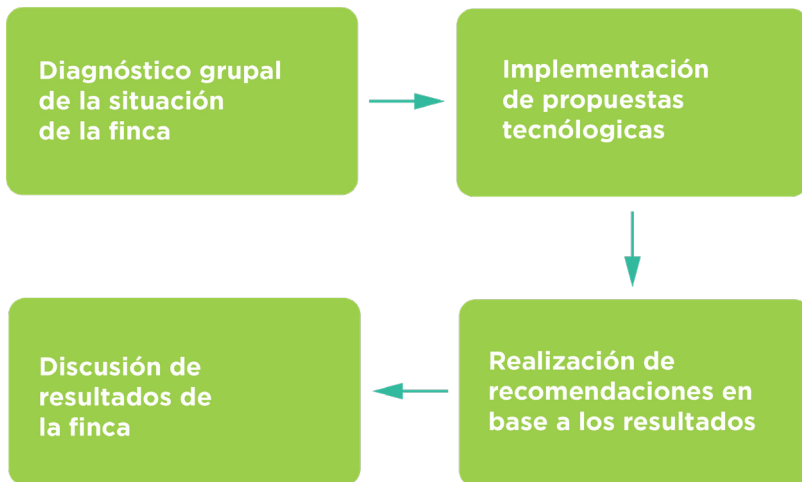
Para la caracterización de los sistemas familiares de producción de café, se efectuaron encuestas a los productores participantes en el proyecto, en las distintas localidades de los países. Las preguntas realizadas en estas encuestas tuvieron variaciones dependiendo del país.



La implementación de prácticas de MIB se realizó en las localidades de Honduras y Panamá, mediante actividades de capacitación en terreno, orientadas fundamentalmente a pequeños productores de café y extensionistas. Las capacitaciones consideraron días de campo y demostración de métodos. Los temas priorizados en las diversas actividades fueron el control biológico de la broca del café, la captura de broca mediante trampas y las prácticas vinculadas con el manejo agronómico del cultivo, como fertilización, poda y manejo de sombra en los cafetales.

El trabajo realizado en las distintas fincas consideró la participación de los caficultores, según el esquema metodológico que muestra el diagrama 3.

Diagrama 3: Esquema metodológico para la implementación de prácticas de manejo integrado de la broca (MIB)



Fuente: Informes de resultados del proyecto.





¿Cuáles fueron los principales logros?

El monitoreo de la broca del café permitió evidenciar que efectivamente la plaga está presente en Honduras, Nicaragua y Panamá, con notorias diferencias entre los valores de índice de infestación, que van del 1,52% al 35%. Es importante mencionar que el umbral de daño económico (UDE) de esta plaga corresponde a un índice de infestación del 5%. Por lo tanto, índices de infestación superiores a este valor pueden traducirse en daños importantes en la producción y el negocio del café.

La variación de los índices de infestación puede deberse a un factor o a la combinación de diversos factores, como la escasa aplicación o el desconocimiento de las tecnologías disponibles para el manejo de la plaga, las variaciones climáticas que están ocurriendo en los territorios como consecuencia del cambio climático y la baja capacidad de cobertura de los sistemas de extensión en los países.

La broca del café está presente en Honduras, Nicaragua y Panamá, con porcentajes de infestación variables, debido al escaso manejo de la plaga, variaciones climáticas y/o baja cobertura de las actividades de extensión.

El conteo de las poblaciones migrantes de broca, realizado en Honduras y Panamá a través de su captura, mostró una tendencia clara en ambos países. Durante los primeros meses del año, después de la cosecha del grano, se capturó un número importante de brocas en las trampas, hasta los meses de abril y mayo. A partir del mes de junio, las capturas de broca en las trampas artesanales disminuyeron progresivamente, revelando una preferencia de la broca a migrar hacia los granos en proceso de formación y maduración, y no hacia las trampas. Por esta razón, el porcentaje de infestación aumentó considerablemente a partir de ese momento.

En Honduras, las capturas en las parcelas de Comayagua evidenciaron el efecto de la variabilidad del clima sobre el comportamiento de la broca del café, especialmente su adaptación a zonas de altura. Así, en la localidad de San Jerónimo, ubicada a 1.440 msnm, se registraron valores de capturas de brocas mayores que los observados en las localidades de La Libertad y Comayagua, ubicadas en zonas más bajas, a 820 y 900 msnm respectivamente. Se destaca que hace menos de 15 años no se registraban poblaciones significativas de broca del café en zonas altas de Honduras.

El monitoreo también permitió comprobar que en las parcelas donde se implementan programas de MIB o donde se aplican medidas aisladas de control el porcentaje de infestación de la plaga fue menor que en las parcelas sin ningún tipo de control.



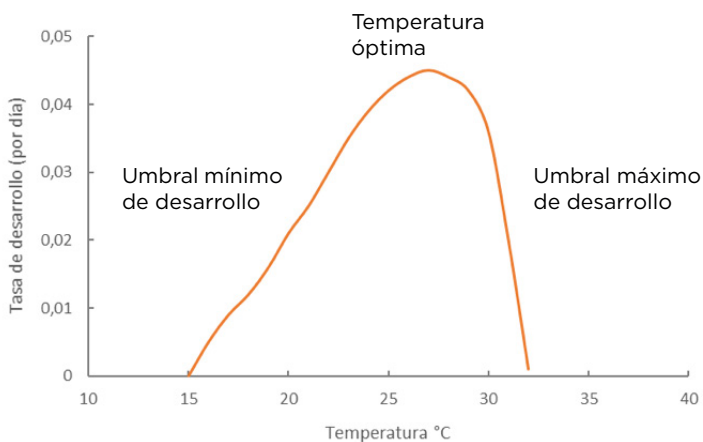
En Honduras, las parcelas de San Jerónimo donde se aplica algún tipo de tratamiento sobre la broca mostraron índices de infestación menores o iguales al 5%, es decir, bajo el umbral sobre el cual se produce el daño económico (UDE), a diferencia de las parcelas no tratadas, que presentaron un porcentaje de infestación mayor.

Sin embargo, en Comayagua y El Paraíso, si bien los tratamientos de la plaga permitieron obtener índices de infestación menores que los registrados en las parcelas sin ningún control, los valores fueron altos y llegaron al 25%. En Panamá también se registró un menor porcentaje de infestación en las fincas que realizan algún tipo de control sobre la broca de café, en comparación con aquellas que no lo hacen. Las diferencias son importantes; por ejemplo, en una de las fincas evaluadas en este país que no realizaba controles, el índice de infestación llegó al 35%, mientras que el promedio de las fincas con controles era de alrededor del 4%.

El monitoreo de las condiciones climatológicas predominantes permitió establecer algunas relaciones preliminares entre las variables climáticas, el comportamiento de la plaga y la fenología del cultivo.

La temperatura es la variable climática más importante que afecta directamente el desarrollo de la plaga. Existen estudios previos sobre la tolerancia térmica de la broca del café, que se puede observar en el gráfico 1. De acuerdo con estos estudios, los umbrales mínimo y máximo de tolerancia térmica de desarrollo del insecto se han determinado en 15°C y 32°C, respectivamente (Mendes, 1949; Jaramillo et al., 2009). Esto significa que por debajo o por encima de dicho rango de temperatura, la broca cesa por completo su desarrollo y oviposición.

Gráfico 1: Tolerancia térmica de la broca del café (unidad)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Mendes (1949) y Jaramillo et al. (2009).



La mayor tasa de desarrollo de la broca del café se produce a una temperatura que oscila entre 27°C y 30°C. A esta temperatura, se favorece el crecimiento poblacional, ya que el ciclo de vida de la plaga es más corto, lo que aumenta el número de generaciones por año y esto, a su vez, incrementa los porcentajes de infestación. A temperaturas más bajas, entre 20°C y 23°C, la broca logra adaptarse, pero es menos efectiva. Si bien la ovoposición es más alta que a temperaturas mayores, los ciclos de vida son más largos, lo que determina que se produzcan menos generaciones por año.

El comportamiento de la broca del café frente a la temperatura puede explicar los resultados observados en la localidad de San Jerónimo (Honduras), a 1.440 msnm, donde se registraron temperaturas promedio inferiores a 25°C. Como se indicó antes, en esta localidad se encontró una población de broca que no era normal en esta altitud.

Los incrementos de temperatura, por efecto del calentamiento global, permitirían el desplazamiento de la broca del café a territorios de mayor altitud.

Esto podría estar explicado por el calentamiento global, que está ocasionando incrementos de temperatura por períodos más largos de tiempo a través del año, con lo que las temperaturas podrían acercarse a niveles óptimos para el desarrollo de la broca del café, permitiendo el desplazamiento de la plaga a territorios de mayor altitud.

También en San Jerónimo se observó que, a pesar de registrarse valores altos de captura de brocas, los porcentajes de infestación no superaron el nivel del UDE, del 5%. Esto podría deberse a la temperatura promedio de alrededor de 25°C registrada en la zona, que, si bien permite el desarrollo de la broca, no posibilita que llegue a alcanzar su máximo potencial y, por tanto, el porcentaje de infestación es menor.

Otra variable climática que permitió establecer algunas relaciones entre el comportamiento de la plaga y la fenología del cultivo fue la precipitación. Como se indicó antes, el conteo de las poblaciones migrantes de broca, realizado en Honduras y Panamá a través de su captura, evidenció una tendencia clara en ambos casos.

La mayor captura se realizó en los primeros meses del año, después de la cosecha del grano, y se alcanzó un máximo en los meses de abril y mayo. Luego, en el mes de junio, las capturas de broca disminuyeron progresivamente, debido a su migración hacia los granos en proceso de formación y maduración. Esta situación puede deberse a que en el mes de junio existe una considerable cantidad de granos, producto de floraciones fuera de época, como consecuencia de la respuesta del cultivo a precipitaciones extemporáneas en los meses de diciembre a marzo.



Esta información se pudo corroborar en Panamá, mediante un análisis del comportamiento de las precipitaciones en un período de 43 años (de 1974 a 2017), en la localidad de Cirí Grande. El análisis evidenció una tendencia al incremento de las precipitaciones en los meses de enero a marzo, principalmente en este último mes, en el que se observó que en 19 años del período estudiado las precipitaciones superaron el promedio registrado del mes. Esta situación está afectando el comportamiento del cultivo y de la plaga. En el cultivo, el aumento de las precipitaciones genera floraciones tardías, que promueven la existencia de granos en formación avanzada durante los meses de mayo a agosto, lo que provoca alteraciones en el comportamiento esperado de la plaga, aumentando su porcentaje de infestación.

Otro resultado que se logró en el proyecto tiene relación con la caracterización de los sistemas de producción predominantes en los tres países participantes. Esta caracterización se realizó sobre la base de diversas variables, demográficas y vinculadas con la actividad productiva, que fueron diferentes en cierta medida en cada uno de los tres países. En los cuadros 2, 3 y 4 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en cada país participante en el proyecto.



Foto: Capacitación Cirí Grande, tema control etológico, Capira, Panama

Cuadro 2: Caracterización de los sistemas de producción cafetaleros predominantes en Honduras

Tipo de variable	Resultados (100 encuestas)
Demográficas	
Ingreso diario familiar	65% de 0 a 6 dólares 23% de 6 a 12 dólares 12% más de 12 dólares
Vinculadas a la actividad	
Tenencia de la tierra	90% propietarios 7% no propietarios 3% otros tipos de tenencia
Manejo de la plantación y suelo	58% de plantaciones establecidas bajo sombra, con especies del género <i>Inga</i> spp, plátano y diversas especies de madera fina. 35% de plantaciones establecidas utilizando curvas a nivel. 7% de plantaciones sobre terrazas
Fertilización	97% de los productores fertilizan con diferentes fórmulas comerciales 3% de los productores no fertilizan
Plaga de mayor incidencia	74% broca del café 26% plagas secundarias
Control de plagas	61% de los productores aplican prácticas parciales de manejo integrado de la broca (MIB) 39% de los productores no aplican ningún tipo de control de plagas
Registro del comportamiento del cultivo	52% de los productores no llevan registro 48% de los productores llevan algún tipo de registro
Pertenencia a alguna organización	83% de los productores no pertenecen a ninguna organización 17% de los productores están afiliados a una organización gremial y/o caja rural

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Cuadro 3: Caracterización de los sistemas de producción cafetaleros predominantes en Nicaragua

Tipo de variable	Resultados
Demográficas	
Género	50,3% hombres 49,7% mujeres
Nivel educacional	49% de los productores finalizaron la educación primaria y cursaron un nivel de educación secundaria técnica y/o universidad 38% finalizaron al menos un nivel de educación primaria 13% no cuentan con ningún nivel de escolaridad
Vinculadas a la actividad productiva	
Tenencia de la tierra	91% propietarios 4% otro tipo de tenencia 5% herencias no legalizadas
Superficie promedio de los predios	43 hectáreas
Superficie de los predios dedicada al café	20,5% dedicada al café (8,8 hectáreas en promedio)
Edad de las plantaciones de café	46,2% tienen más de 2 años 53,8% tienen menos de 2 años
Rendimiento promedio del café	8,4 quintales/hectárea
Marco de plantación	2,61 metros promedio de distancia entre hileras 1,52 metros promedio de distancia sobre la hilera
Manejo de la plantación y del suelo	20% de plantaciones con sombra, con especies de frutales como naranja, cacao, guayaba y coco, además de especies forestales como madero negro, acacia, teca, laurel y roble
Fertilización	100% de los productores utilizan productos químicos para la fertilización. El más usado es la urea, con dosis promedio de 1,4 quintales/hectárea y tres aplicaciones al año
Plaga de mayor incidencia	El 80% broca del café
Control de plagas	Para la broca del café, principalmente Endosulfán y Bifentrina. En menor proporción, medidas de control cultural como trampas, limpieza, recolección de grano y eliminación de plantas
Infraestructura para beneficiar el grano	100% pertenece a la empresa exportadora
Asistencia técnica	89% de los productores reciben acompañamiento técnico
Acceso a capacitaciones	93% de los productores han recibido capacitación, especialmente en temas de manejo de enfermedades, plagas, uso de productos químicos y, en menor proporción, semilleros y viveros
Financiamiento de la semilla, capital de trabajo y asistencia técnica	100% proviene de la empresa CISA Exportadora, a través de alianzas con los pequeños productores cafetaleros

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Cuadro 4: Caracterización de los sistemas de producción cafetaleros predominantes en Panamá

Tipo de variable	Resultados
Demográficas	
Edad promedio	52 años
Grupo familiar	4 miembros, de los cuales 2,7 aportan a las labores de la finca en la producción de café (en promedio)
Vinculadas a la actividad productiva	
Tenencia de la tierra	75% propietarios 25% otro tipo de tenencia
Superficie promedio de los predios	7,2 hectáreas
Superficie de los predios dedicada al café	2 hectáreas en promedio (27,7%)
Edad de las plantaciones de café	9,2 años (en promedio)
Rendimiento promedio del café	8 quintales/hectárea
Manejo del cultivo de café	63% de los productores siembran en hileras (distancia promedio de 2,0 a 2,5 metros entre hileras y 3,0 metros sobre la hilera).
Fertilización	60% de los productores fertilizan (principalmente con urea, con dosis de 1 a 3 quintales/hectárea) 40% no fertilizan
Pertenencia a alguna organización	En su mayoría, los productores no pertenecen a ninguna organización de productores u otra similar
Asistencia técnica	75% de los productores reciben asistencia técnica
Acceso a capacitaciones	88% de los productores han participado en capacitaciones sobre el cultivo de café
Financiamiento de la producción	100% de los productores financian la producción con recursos propios

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Durante el proyecto se logró también desarrollar capacidades en los productores y extensionistas de Honduras y Panamá. Se realizaron diversas actividades de capacitación centradas en la implementación de prácticas de MIB, con un importante número de participantes. En los cuadros 5 y 6 se muestra el número de actividades de capacitación realizadas en las localidades de cada uno de los dos países.

Se desarrollaron las capacidades de caficultores y extensionistas de Honduras y Panamá, lo que permitió generar cambios positivos en el manejo integrado de la broca del café en las fincas.

Cuadro 5: Actividades de capacitación realizadas y número de participantes en Honduras

Departamento	Localidad	Días de campo	Demostración de métodos	Número de participantes
El Paraíso	Trojes	4		315
			10	180
	El Paraíso	5		368
			20	307
Comayagua	Danlí	6		545
			30	390
	La Libertad	6		150
			9	162
Comayagua	San Jerónimo	2		150
			9	201
	Comayagua	4		120
			3	75
Total		27	81	2.963

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Cuadro 6: Número de participantes en 34 actividades de capacitación realizadas en Panamá

Distrito	Localidad	Número de participantes
Chagres	El Guabo	77
Capira	Santa Rosa	204
	Ciri Grande	196
Total		477

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Honduras, las actividades de capacitación estuvieron dirigidas a los caficultores y a los extensionistas del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). Uno de los temas abordados fueron las prácticas culturales de “pepena” y “repela”, que consisten en la recolección, después de la cosecha, de los frutos que quedan en el suelo y en la planta, respectivamente. La realización oportuna y eficiente de estas prácticas es fundamental para evitar la incidencia de la broca del café y tiene un alto impacto, ya que los insectos buscan estos frutos residuales de la cosecha para alojarse.

También se realizaron capacitaciones sobre la utilización de controladores biológicos de la broca del café. Para esto, se realizaron días de campo en los que se describió la biología del controlador biológico *Cephalonomia stephanoderis*, que es un insecto (avispa) originario de África, que actúa como depredador, ya que se alimenta de todos los estados de desarrollo de la broca, huevos, larvas, pupas y adultos, y también como parásito, ya que deposita sus huevos sobre las larvas y pupas de la broca. Dada la relevancia de este insecto como enemigo natural de la plaga, se capacitó a los productores en métodos de crianza de este controlador, con el objetivo de que instalaran pequeños centros de crianza en sus comunidades, para hacer posible el control de la broca, y contaran, además, con la capacidad de formar microempresas de producción del enemigo natural.

Otro controlador biológico que fue considerado en las capacitaciones es el hongo *Beauveria bassiana*, del que se encuentran poblaciones nativas en los cafetales. Las capacitaciones se focalizaron en dar a conocer este hongo y mostrar cómo realiza su actividad controladora de la broca adulta. También se abordaron aspectos para un control adecuado del hongo, de modo que realice un control eficiente de la broca, considerando dosis óptimas, momentos de aplicación (90 a 120 días después de la floración principal) y la necesidad de evitar exponerlo a los rayos solares para mantener su efectividad.

En el caso de Honduras, las capacitaciones realizadas se tradujeron en un resultado importante, ya que permitieron efectuar un análisis comparativo al inicio y al final del proyecto, considerando los cambios que se produjeron en la adopción de los componentes del MIB en las fincas de los caficultores, los cuales, como pueden observarse en el cuadro 7, fueron muy positivos. Además, se formularon algunas recomendaciones para aumentar la eficacia de estos manejos.



Cuadro 7: Cambios en las prácticas de manejo integrado de la broca (MIB) a lo largo del proyecto en Honduras, como resultado de las capacitaciones

Inicio del proyecto	Fin del proyecto
<p>La mayoría de los productores realizaban solo una práctica de MIB, o ninguna.</p>	<p>Al menos el 90% de los productores conocen y aplican por lo menos dos estrategias de MIB.</p>
<p>Solamente el 25% de los productores colocaban trampas para la captura de adultos de broca en diferentes momentos en el período de postcosecha.</p>	<p>El 100% de los caficultores utilizan trampas para la captura de broca, y las colocan en los períodos que se identificaron como críticos en el proyecto.</p>
<p>Solamente el 15% de los productores llevaban registro de las floraciones y realizaban una o dos aplicaciones de insecticida al año.</p> <p>El 100% de los productores no realizaban muestreos de broca.</p>	<p>Al menos un 83% de los productores registran las floraciones y realizan muestreos de broca.</p> <p>Se recomendó realizar estas dos labores para conocer las poblaciones de broca existentes en las fincas y el comportamiento fenológico de las variedades presentes, a fin de mejorar la aplicación de las prácticas recomendadas.</p>
<p>El 100% de los productores no realizaban controles biológicos en sus fincas.</p> <p>Solamente el 15% de los productores conocían el controlador biológico <i>Cephalonomia stephanoderis</i>.</p>	<p>Control biológico:</p> <p>El 83% de los productores utilizan <i>Cephalonomia stephanoderis</i>.</p> <p>El 67% de los productores realizan aplicaciones de <i>Beauveria bassiana</i> en el momento oportuno.</p>
<p>Solamente el 15% de los productores realizaban recolección de los frutos remanentes de la cosecha.</p>	<p>El 70% de los productores participantes en el proyecto realizan la recolección de los frutos que quedaron en la planta después de la cosecha (repela).</p>

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



En Panamá también se realizó un programa de capacitación continua a los caficultores y extensionistas durante el transcurso del proyecto. La asistencia técnica en este país la realizan el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y organizaciones (ONG) que ejecutan proyectos con financiamiento de la Autoridad del Canal de Panamá, que, desde hace algunos años, mantiene un programa de fomento para la siembra de café de la especie *Coffea canephora*, con el objetivo de lograr la arborización de esta región, que se encuentra ubicada dentro de los límites de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá.

Los temas abordados en las capacitaciones fueron el control de la broca del café, considerando la confección de trampas y su colocación, el control biológico, el manejo agronómico de los cafetales, incluyendo prácticas como la fertilización y los manejos culturales, el cálculo del índice de infestación y la calibración de equipos.

Como resultado de la información generada en el proyecto, en Panamá se analizó la estrategia de MIB aplicada en las localidades involucradas y se decidió elaborar una serie de recomendaciones para que los productores pudieran incorporarlas en sus sistemas productivos. Dichas recomendaciones se presentan en el cuadro 8.



Foto: Trampa artesanal para poblaciones migrantes de broca



Cuadro 8: Recomendaciones de modificación de la estrategia de manejo integrado de la broca (MIB) para Panamá

Tema	Recomendación
Cultivo	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar los cultivares sembrados en las diferentes regiones, para identificar su comportamiento fenológico, tanto en tierras altas como bajas, ya que, según la información recopilada, en las tierras altas existe una cantidad importante de granos aptos para ser infestados durante los meses de enero a mayo. Esto indica que los cultivares utilizados presentan un comportamiento fenológico no uniforme, probablemente por la influencia del clima y la combinación de diferentes cultivares en las fincas. • En el caso de la especie <i>Coffea canephora</i>, evitar la utilización de semilla sexual para el incremento de las superficies de siembra. • Promover la propagación clonal de los cultivares seleccionados para la instalación de nuevas fincas, a fin de uniformar el comportamiento fenológico del cultivo. • Enfatizar en la realización de colectas sanitarias (repela y pepena) después de la cosecha, a fin de eliminar los focos de infestación.
Control etológico de la plaga	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar el período de colocación de las trampas, de modo que se extienda desde el mes de enero hasta el mes de junio, a razón de 20 trampas por hectárea. • Opcionalmente, mantener las trampas durante todo el año, debido a que se produce un desplazamiento constante de la plaga, por la presencia de cantidades importantes de granos en condición de ser infestados.
Control biológico de la plaga	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar aplicaciones mensuales del hongo <i>Beauveria bassiana</i>, desde el mes de mayo hasta la cosecha del grano, porque durante este período existen granos en condiciones de ser infestados, hacia los cuales se dirige la plaga.
Prácticas culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Las prácticas culturales como podas, limpiezas, fertilización y manejo de sombra, entre otras, contribuyen al control de la plaga; por lo tanto, se propone realizarlas de manera calendarizada.

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, y el ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.





¿Cuáles fueron los aprendizajes?

Contar con información empírica es relevante para iniciar procesos de cambio



Las transformaciones de los sistemas productivos y socioeconómicos en los territorios requieren contar con información empírica para iniciar procesos de cambio profundos. A través de este proyecto, fue posible comprobar información relevante sobre el efecto del cambio climático en el comportamiento de la broca del café y de los cafetales, sobre la situación productiva y socioeconómica de los productores y sobre las prácticas de MIB más adecuadas para la realidad de los distintos países. Esta información será fundamental para iniciar procesos de cambio que permitan contribuir a mejorar las condiciones de vida de los productores de café de Honduras, Nicaragua y Panamá.

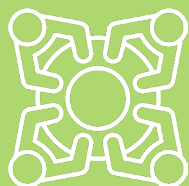
Los resultados obtenidos son un aporte al fortalecimiento de los programas de extensión



Al inicio del proyecto, en los tres países participantes existían programas de MIB, liderados por instituciones responsables de la extensión: en Honduras por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE); en Nicaragua por el Ministerio Agropecuario y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), y en Panamá por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Los principales resultados generados en el proyecto y las capacitaciones realizadas permitieron proponer modificaciones a los programas de MIB existentes, que se verán fortalecidos por la mayor preparación de sus extensionistas y de los productores participantes, que serán ejemplo para otros caficultores en la incorporación de estas prácticas nuevas o mejoradas.



Las capacitaciones generan un impacto que es importante medir



Sin duda, las capacitaciones a productores contribuyen a crear capacidades y generar cambios en sus sistemas productivos, pero no siempre se mide su efecto. En esta iniciativa se realizaron diversas actividades de capacitación, talleres, días de campo y demostración de métodos, entre otras, con una alta participación de caficultores. En Honduras se realizó un ejercicio muy interesante de medición del impacto de estas capacitaciones a lo largo del desarrollo del proyecto, que permitió registrar cómo los productores fueron incorporando las prácticas nuevas o mejoradas de MIB en las que fueron capacitados.

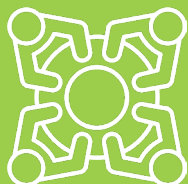
El intercambio entre pares favorece los procesos de cambio y mejora



Durante la ejecución del proyecto, los caficultores fueron realizando ajustes en el control de la broca del café, sobre la base de las capacitaciones que recibieron, pero fundamentalmente buscando responder a las necesidades, considerando su apreciación de los efectos de la aplicación de las estrategias de MIB y los aportes de los propios caficultores para mejorar su aplicabilidad. Es evidente que el intercambio entre pares permite poner en común conocimientos y experiencias, facilitando los procesos de cambio que llevan adelante los productores.



La masificación de las estrategias de manejo es un proceso gradual



El proyecto permitió proponer modificaciones a las estrategias de manejo de la broca del café, que han empezado a ser incorporadas por los caficultores que participaron en la iniciativa. Masificar estas estrategias haciéndolas extensivas a un mayor número de productores y zonas de producción es un proceso gradual, de mediano plazo, que debe realizarse de forma rigurosa para que realmente sea efectivo.





¿Cuáles son los próximos desafíos?

El monitoreo de las variaciones en el comportamiento de la broca del café y en la fenología de este cultivo en las zonas cafeteras de Honduras, Nicaragua y Panamá, como consecuencia del cambio climático, aún tiene desafíos pendientes. A través del proyecto, se obtuvo información relevante que permitió establecer ciertas relaciones de forma preliminar, pero aún es necesario continuar profundizando en el tema.

En cuanto al clima, es necesario seguir realizando un monitoreo constante de las variables climáticas más importantes, como temperatura, precipitación y humedad, para establecer relaciones de causalidad más certeras entre el cambio del clima y el cambio de comportamiento de la plaga y del cultivo de café. En este sentido, es fundamental que existan estaciones meteorológicas activas en las diversas localidades de los países para monitorear las variables climáticas. En el caso de Honduras, en las zonas donde se realizó el proyecto no existían registros históricos de variables climáticas. Afortunadamente, a partir de este proyecto y con las estaciones climatológicas telemétricas instaladas por el IHCAFE, en junio de 2017 se comenzaron a realizar estas mediciones. En el caso de los países que sí cuentan con registros históricos, es importante seguir profundizando en el estudio de los cambios de las condiciones climáticas y sus consecuencias.

Otro desafío tiene relación con el seguimiento de las mejoras realizadas en el MIB. El proyecto proporcionó información para realizar cambios en las estrategias de manejo, de modo que se adapten de mejor forma a las condiciones actuales de los caficultores. Para que estos cambios sean adoptados en forma masiva y se traduzcan en una disminución del daño productivo y, consecuentemente, económico de la broca del café, es necesario realizar un seguimiento constante de estos manejos, para evaluar sus resultados, realizar las mejoras que sean necesarias e ir aumentando su efectividad. Este proceso debe contar siempre con la participación directa de los caficultores y con una adecuada cobertura de extensionistas que brinden orientación.

Finalmente, el gran desafío de las zonas cafeteras de Honduras, Nicaragua y Panamá, y del resto de los países de Centroamérica, es mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores que desarrollan esta actividad. Muchos de estos caficultores perciben muy bajos ingresos y se encuentran en condición de pobreza. Por ello es necesario continuar trabajando en cada país de forma integrada, para que la actividad cafetera, tan arraigada entre estos productores, sea más competitiva. Es necesario mejorar sus sistemas productivos y su forma de comercialización y facilitar el financiamiento para que puedan invertir e innovar en nuevas prácticas y tecnologías.



Referencias

Canet Brenes, G., Soto Viquez, C., Ocampo Thomason, P., Rivera Ramírez, J., Navarro Hurtado, A., Guatemala Morales, G. & Villanueva Rodríguez, S. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe*. San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ). Recuperado de: <https://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2017/BVE17048805e.pdf>.

Indesa (2019). *Impacto Económico de la Industria del Café en Panamá*. Recuperado de: <http://www.indesa.com.pa/wp-content/uploads/2018/08/PresentacionCafe-Imagenes.pdf>.

International Coffee Organization (ICO) (s.f.). *Historical Data on the Global Coffee Trade*. Recuperado de: http://www.ico.org/new_historical.asp?section=Statistics.

Jaramillo, J., Chabi-Olaye, A., Kamonjo, C., Jaramillo, A., Vega, F., Poehling, H., & Borge-meister, C. (2009). Thermal Tolerance of the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*: Predictions of Climate Change Impact on a Tropical Insect Pest. *PlosOne*, 4(8), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006487>.

Mendes, L. (1949). Determinação do potencial biótico da “broca do café” — *Hypothenemus Hampei* (Ferr.) — E considerações sobre o crescimento de sua população. III — Curva termometabólica da “broca do café” e sua aplicação no estudo do crescimento de sua população. *Bragantia*, 9(9-12), 215-226. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051949000300007>.



CAPÍTULO 4
CULTIVAR MÁS CON MENOS: ADAP-
TACIÓN, VALIDACIÓN Y PROMOCIÓN
DEL SISTEMA INTENSIVO DEL
CULTIVO ARROCERO (SRI) EN LAS
AMÉRICAS COMO UNA RESPUESTA
AL CAMBIO CLIMÁTICO



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Cultivar más con menos: adaptación, validación y promoción del sistema intensivo del cultivo arrozero (SRI) en las Américas como una respuesta al cambio climático”.

El proyecto se desarrolló entre noviembre de 2015 y febrero de 2018, y fue ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y, como co-ejecutores, el Consejo Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF) y el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), de la República Dominicana, y la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), de Colombia.

Autores del informe final

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Díddier Moreira
Kelly Witkowski

Consejo Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF) - República Dominicana

Henry Guerrero
Marcos César Justo

Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) - República Dominicana

Pedro Antonio Núñez Ramos
Julio César López
Aridio Pérez

Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ) - Colombia

Myriam Patricia Guzmán García
Iván Ávila
Gabriel Garcés Varón





Resumen ejecutivo

La producción de arroz de muchos agricultores de América Latina y el Caribe se ha visto afectada en los últimos años por condiciones agroclimáticas adversas que favorecen el ataque de plagas o enfermedades y la proliferación de malezas. Se suma a esto que los efectos del cambio climático se están haciendo cada vez más notorios en la región y han generado una fuerte presión sobre la producción de arroz, no solo en América Latina y el Caribe sino también a nivel mundial. Dicha presión se basa en la elevada demanda de agua que tiene el cultivo y en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera, específicamente de gas metano.

Ante esta situación, el sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI por su sigla en inglés⁸) propone una solución estratégica e inteligente para enfrentar las problemáticas relacionadas con eventos climáticos extremos, el alto uso de agua del cultivo y las emisiones de gas metano que genera.

El proyecto buscó contribuir a reducir la vulnerabilidad de los productores de arroz ante los impactos biofísicos y socioeconómicos de los cambios climáticos (actuales y proyectados), mediante la reducción de la sensibilidad de sus sistemas de producción y el mejoramiento de la capacidad de adaptación, aplicando el sistema intensivo del cultivo de arroz.

Los resultados de 13 parcelas de validación, durante tres ciclos de producción, 5 en Colombia y 8 en la República Dominicana, fueron muy positivos. Dichos resultados indican que el SRI permite un mejor desarrollo fenotípico de las plantas (en términos de número de espigas, panículas y macollas, y longitud y peso de raíces por unidad productiva). Además, se lograron aumentos de los rendimientos del cultivo (de hasta un 25%), junto con ahorros significativos en el uso de semilla (de hasta un 96%) y de agua (de hasta un 45%). Esto, sumado a ahorros en los costos que alcanzaron un promedio del 10% en ambos países, se ha traducido en mayores utilidades de hasta un 43% en la República Dominicana y un 68% en Colombia⁹.

Durante la iniciativa, se realizaron diversas actividades de extensión como capacitaciones, talleres, charlas técnicas y días de campo, que contribuyeron a incrementar el conocimiento y las capacidades de 1.013 personas sobre el SRI, incluyendo a productores, técnicos, asesores y estudiantes. De este total, un 14% fueron mujeres. También se elaboró material impreso (manuales, folletos y plantillas para la recolección y registro de datos) y videos para apoyar las actividades de extensión. Este material constituye un aporte importante para facilitar la implementación de la tecnología.

⁸ System of Rice Intensification.

⁹ Esto incluye datos de las diez parcelas que se manejaron adecuadamente con la metodología del SRI.



Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)¹⁰, específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; el ODS 6, garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

¹⁰ Aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.





Executive summary

Rice production of many farmers in Latin America and the Caribbean has been affected in recent years by adverse agroclimatic conditions that favour the attack of pests or diseases and the proliferation of weeds. In addition, the effects of climate change are becoming increasingly noticeable in the region and have generated strong pressure on rice production, not only in Latin America and the Caribbean but also worldwide. This pressure is based on the high demand for water that the crop has, and on greenhouse gas (GHG) emissions it generates, specifically methane.

Given this situation, the System of Rice Intensification (SRI)¹¹ proposes a strategic and intelligent solution to face the problems related to extreme weather events, the high use of crop water and the methane gas emissions that it generates.

The project wanted to reduce the vulnerability of rice producers to the biophysical and socio-economic impacts of climate changes (current and projected), by reducing the sensitivity of their production systems and improving its adaptation capacity, applying the SRI.

The results of 13 validation plots, during three production cycles, 5 in Colombia and 8 in the Dominican Republic, were very positive. These results indicate that SRI allows a better phenotypic development of plants (in terms of number of spikes, panicles and tillers, and length and weight of roots per productive unit). In addition, increases in crop yields (up to 25%) were achieved, along with significant savings in the use of seed (up to 96%) and water (up to 45%). This, joined with cost production savings that reached an average of 10% in both countries, has resulted in higher profits of up to 43% in the Dominican Republic and 68% in Colombia .

During the execution of the initiative, various extension activities were carried out, such as trainings, workshops, technical talks and field days, which contributed to increasing the knowledge and skills of 1,013 people about the SRI, including producers, technicians, advisors and students. Of this total, 14% were women. Printed material (manuals, brochures and templates for data collection and recording) and videos to support extension activities were also developed. This material constitutes an important contribution to facilitate the implementation of the technology.

Finally, the achievements made in the project also contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDG)¹² , specifically of SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, and also of SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere; SDG 2, to end hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture; SDG 6, to ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all, and SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns.

¹¹ This includes data from the ten plots that were properly managed with the SRI methodology.

¹² Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.

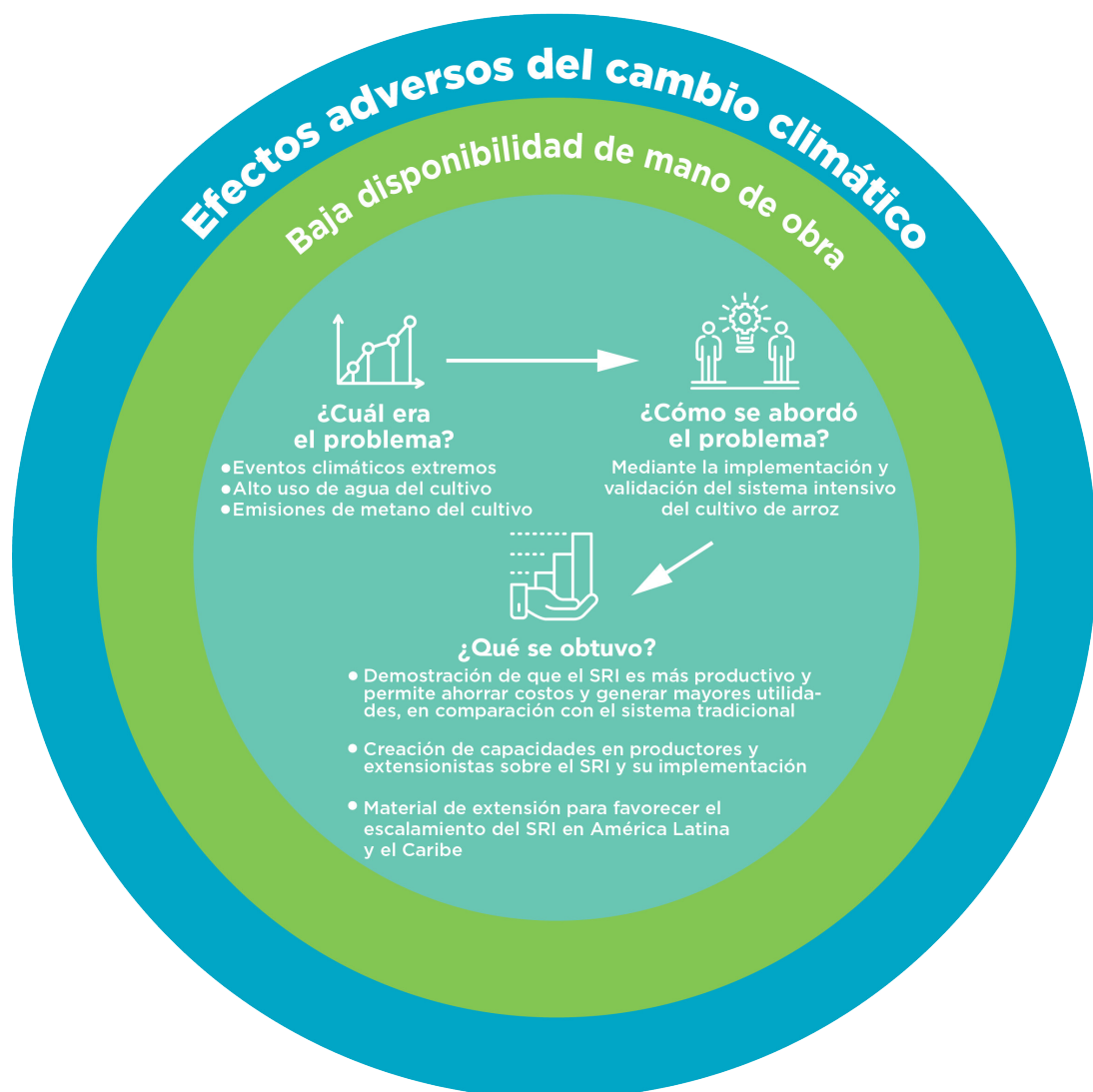




Esquema del proyecto

Pequeños productores arroceros implementan la tecnología del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) como forma de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: el caso de Colombia y la República Dominicana

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Cultivar más con menos: adaptación, validación y promoción del sistema intensivo del cultivo arrocero (SRI) en las Américas como una respuesta al cambio climático”





¿En qué escenario se desarrolló?

El arroz es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial y se ubica en el tercer puesto de los cereales más producidos en el mundo, con un área sembrada de aproximadamente 167 millones de hectáreas y una producción de alrededor de 770 millones de toneladas en 2017. Ese año, América Latina y el Caribe representó el 4% de la superficie mundial sembrada, aproximadamente 6 millones de hectáreas, y generó un 5% de la producción mundial, poco más de 35,6 millones de toneladas (FAOSTAT, 2019). Los países participantes en el proyecto, Colombia y la República Dominicana, concentran el 13% del área sembrada y el 10% de la producción total de América Latina y el Caribe. En el cuadro 1 se observan los valores correspondientes a cada país.

Cuadro 1: Superficie sembrada y producción de arroz en América Latina y el Caribe, Colombia y la República Dominicana, 2017

Región / País	Superficie sembrada		Producción	
	Hectáreas	% respecto de América Latina y el Caribe	Toneladas	% respecto de América Latina y el Caribe
América Latina y el Caribe	6.019.828	100%	35.634.902	100%
Colombia	597.255	10%	2.989.001	8%
República Dominicana	174.389	3%	588.283	2%

Fuente: *Elaboración propia, sobre la base de FAOSTAT, 2019.*

La producción de arroz de muchos agricultores de América Latina y el Caribe se ha visto afectada por condiciones agroclimáticas adversas, que favorecen el ataque de plagas o enfermedades y la proliferación de malezas. A esto se suma que los efectos del cambio climático se están haciendo cada vez más notorios en la región. Por una parte, la disponibilidad de agua es cada vez más limitada, lo que constituye uno de los principales riesgos asociados a la producción arrocerá. Por otra parte, el aumento de las temperaturas está afectando a muchas variedades de arroz, que pueden perder hasta un 10% de rendimiento por cada grado Celsius que aumente la temperatura nocturna (Peng et al., 2004).



Los impactos del cambio climático han ejercido una fuerte presión en la producción de arroz, no solo en América Latina y el Caribe, sino también a nivel mundial. Esta presión se basa en la elevada demanda de agua que tiene el cultivo y en las emisiones que genera de gases de efecto invernadero (GEI), específicamente de gas metano. Estas emisiones se producen durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los campos de arroz inundados. La cantidad de gas emitida por el cultivo es variable y depende de la especie de arroz, el número y la duración de las cosechas, el tipo de suelo y la temperatura, el método de riego y el uso de fertilizante.

Ante esta situación, el sistema intensivo del cultivo de arroz representa una solución estratégica e inteligente para enfrentar las problemáticas relacionadas con eventos climáticos extremos, el alto uso de agua del cultivo y las emisiones de metano que genera.

El sistema intensivo del cultivo de arroz es una metodología agroecológica para aumentar la productividad del arroz, cambiando el manejo de las plantas, el suelo, el agua y los nutrientes (Styger y Uphoff, 2016; Uphoff, 2010; Wu, Ma y Uphoff, 2015). Se basa en cuatro principios básicos: reducir significativamente la población de plantas; mejorar las condiciones del suelo; cambiar los métodos de riego para evitar la inundación del cultivo y mejorar el desarrollo de raíces y plantas; y favorecer el establecimiento temprano de plantas saludables. La metodología se implementa a través de diferentes prácticas ajustadas a cada contexto agroecológico y a las capacidades del productor. Los mejores resultados se obtienen en la medida en que las prácticas se acercan más a los principios.

A pesar de las ventajas agronómicas, ambientales y económicas del SRI, comprobadas en más de 50 países del mundo, el sistema ha tenido una menor adopción en América Latina y el Caribe. Esto se debe a diversas barreras que se presentan en la región, como el tamaño de las áreas de producción, la ausencia de sistemas de extensión que faciliten las adopciones tecnológicas o las debilidades de tales sistemas. Sin embargo, una de las barreras más importantes para la implementación del SRI en América Latina y el Caribe es el hecho de que —por desconocimiento de la forma adecuada de aplicación del sistema— se lo asocia con un uso intensivo de mano de obra, fundamentalmente para las actividades de trasplante y control de malezas, lo que a su vez se vincula con incrementos de los costos de producción y se interpreta (sin que exista una base real para ello) como una importante limitante para desarrollar el sistema de manejo, debido a que la disponibilidad de mano de obra en América Latina y el Caribe es cada vez menor.





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó contribuir a reducir la vulnerabilidad de los productores de arroz ante los impactos biofísicos y socioeconómicos de los cambios climáticos (actuales y proyectados), mediante la reducción de la sensibilidad de sus sistemas de producción y el mejoramiento de la capacidad de adaptación. Específicamente, la iniciativa se orientó a validar el sistema intensivo del cultivo de arroz en Colombia y la República Dominicana, adaptando sus principios al contexto local, en sistemas familiares de producción de arroz; identificar una forma efectiva de abordar los altos costos laborales de este sistema, a través de la mecanización; y aumentar el conocimiento y las capacidades de investigadores, técnicos y productores de arroz en relación con el SRI.



Foto: Día de campo en Saldaña sobre el sistema SRI de producción de arroz





¿Qué actividades se realizaron?

El proyecto se estructuró en tres componentes: validación del sistema intensivo del cultivo de arroz en Colombia y la República Dominicana, mecanización de las actividades de trasplante y control de malezas del cultivo y realización de actividades de difusión y extensión para promover y facilitar la adopción del SRI.

Diagrama 2: Componentes principales de la metodología del proyecto



Componente 1: Validación del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI)

- Establecimiento de parcelas con aplicación del SRI en los dos países
- Análisis comparativo entre parcelas con el SRI y con el sistema tradicional



Componente 2: Mecanización del trasplante y el control de malezas

- Adquisición de maquinarias en ambos países
- Ensamblaje, prueba y ajuste de maquinaria.



Componente 3: Difusión y extensión

- Capacitaciones: talleres y charlas técnicas
- Material impreso: manuales, folletos y plantillas para la recolección y registro de datos
- Difusión: radio y redes sociales, a través de boletines, notas técnicas y videos

La validación del SRI se realizó en las zonas arroceras de Saldaña, en Colombia, y Juma Bonao, Maizal y Hacienda Estrella, en la República Dominicana. Estas zonas presentan condiciones adecuadas para la implementación del sistema intensivo del cultivo de arroz, como la existencia de suelos nivelados, gran cantidad de pequeños productores, experiencia en el cultivo del arroz y conocimiento del trasplante.



Se realizaron tres ciclos de validación, cada uno de ellos en al menos dos parcelas de pequeños productores por país. Se instalaron un total de 13 parcelas de validación, 5 en Colombia y 8 en la República Dominicana, y se efectuaron visitas continuas de apoyo y evaluación. La implementación y monitoreo de las parcelas en ambos países fue guiada por los protocolos establecidos para el SRI.

Durante el primer ciclo, en ambos países se utilizó mano de obra para realizar las labores de trasplante y desmalezamiento de las parcelas con SRI. En los ciclos segundo y tercero, se emplearon para la elaboración de semilleros, el trasplante y el control de malezas la maquinaria y los equipos adquiridos en el marco del proyecto en ambos países, de modo que las actividades en las parcelas con SRI fueron mecanizadas.

A fin de mecanizar las actividades de trasplante y control de malezas del cultivo de arroz, en primer lugar, se adquirió la maquinaria necesaria para desarrollar tales actividades. La maquinaria adquirida en ambos países fue ensamblada, probada y ajustada para adecuarla a las especificaciones del SRI y a las particularidades locales. En este sentido, se brindó capacitación a los técnicos y operarios para ajustar y operar la maquinaria, así como para realizar el mantenimiento adecuado.

Las actividades de extensión del proyecto consistieron fundamentalmente en capacitaciones, mediante talleres y charlas técnicas, presenciales y virtuales. También se elaboró material de extensión para facilitar el acceso a la información sobre el SRI, consistente en manuales, folletos y plantillas para la recolección y registro de datos.

Así mismo, se realizaron a lo largo del proyecto actividades de difusión por medio del sitio web de la iniciativa, la radio, la prensa, boletines del IICA y de la Red Internacional y Centro de Recursos (SRI-Rice), notas técnicas, videos de productores y técnicos y página de Facebook.





¿Cuáles fueron los principales logros?

Los resultados alcanzados en Colombia y la República Dominicana demuestran los beneficios y la viabilidad de la implementación del sistema intensivo del cultivo de arroz. Sin embargo, se presentaron diferencias entre parcelas y ciclos productivos. Estas diferencias son consecuencia de diversos factores, como la rigurosidad con que los productores aplicaron los principios del SRI en sus parcelas, la ocurrencia de eventos extremos (sequía en la República Dominicana e inundaciones en Colombia, los distintos momentos en que se hizo seguimiento y la calidad de las indicaciones entregadas por los técnicos asesores a los productores. Así mismo, en las parcelas de control algunos productores comenzaron a incorporar algunas prácticas del SRI, lo que enmascaró en alguna medida la diferencia entre ambos sistemas. No obstante, las diferencias encontradas entre parcelas y ciclos, los resultados fueron muy positivos para el SRI, como puede observarse en el cuadro 2.

Con el sistema intensivo del cultivo de arroz se lograron valores máximos de aumento del rendimiento del 95%, de ahorro de semillas del 96% y de menor uso de agua del 45%.

Los positivos cambios fenológicos del cultivo observados en las parcelas con SRI, en comparación con las parcelas convencionales, pueden deberse a la disminución de la competencia entre plántulas, a un aumento de la radiación solar recibida y a un mayor desarrollo radicular, que resulta favorecido por la labor de aireación mecánica del suelo (Uphoff, 2015).

El mayor rendimiento obtenido en el cultivo de arroz producido con el SRI, en comparación con el sistema convencional, es resultado de un mayor número de macollas productivas, un mejor aprovechamiento de los nutrientes, un mejor desarrollo radical y menor competencia entre las plantas.

El sistema intensivo del cultivo de arroz permite un mejor desarrollo fenotípico de las plantas: mayor número de espigas, panículas y macollas y un mejor desarrollo radicular, que se expresa en mayor longitud y peso de raíces.

Es decir, el mejor aprovechamiento de los recursos por parte de la planta le permite expresar su potencial productivo.



Cuadro 2: Resumen de los principales resultados obtenidos en las parcelas con sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) en comparación con parcelas tradicionales (sin SRI) o control

Ámbito de evaluación	Resultados
Establecimiento de semilleros y parcelas	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de semillas • Reducción del tiempo de exposición de las plántulas, lo que evita condiciones de estrés • Establecimiento de plántulas en las parcelas con menor estrés en el transporte
Cambios fenotípicos	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor altura de plantas (2% en Colombia y 10% en la República Dominicana) • Mayor macollamiento (22% en Colombia y 24% en la República Dominicana) • Mayor número de espiguillas (21% en Colombia y 18% en la República Dominicana) • Mayor desarrollo radicular • Mayor peso (54% en Colombia y 7% en la República Dominicana) • Mayor longitud (32% en Colombia y 8% en la República Dominicana) • Las plantas no sufrieron volcamiento (acame) por vientos, debido al desarrollo de tallos más fuertes y con mejor anclaje
Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Colombia: Incremento promedio del rendimiento de un 6% para todos los productores y en los tres ciclos productivos 25% fue el mayor incremento del rendimiento promedio • República Dominicana: Incremento promedio del rendimiento de un 9% para todos los productores y en los tres ciclos productivos 17% fue el mayor incremento del rendimiento promedio
Semillas	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de semillas requeridas para el establecimiento: En Colombia se ahorró un 82% En la República Dominicana se ahorró un 89%
Agroquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • En ambos países se empleó una menor cantidad de insumos químicos: Reducción de los ciclos de aplicación de fungicidas e insecticidas, empleando al menos una ronda menos que en las parcelas de manejo convencional Reducción de las aplicaciones de herbicidas debido al control físico de las malezas; se requirió básicamente la aplicación de un preemergente al inicio del cultivo Uso racional de los fertilizantes: se emplearon las fuentes y dosis adecuadas de acuerdo con los análisis de suelo y las recomendaciones técnicas



Ámbito de evaluación	Resultados
Uso de agua	<ul style="list-style-type: none"> Menor consumo de agua, como resultado directo de la intermitencia en el riego durante la fase de desarrollo vegetativo del cultivo: En Colombia se logró una reducción promedio del 17% En la República Dominicana se logró una reducción promedio del 23%
Costos	<ul style="list-style-type: none"> Primer ciclo de producción, sin uso de maquinaria: En Colombia, un 10% más de costos de producción En la República Dominicana, ahorro de un 5% de los costos de producción Segundo y tercer ciclos de producción, con empleo de maquinaria: En Colombia, ahorro de los costos de producción de un 36% respecto del establecimiento del SRI de forma manual durante el primer ciclo y de un 17% respecto del sistema de producción convencional En la República Dominicana, ahorro de los costos de producción de un 10% respecto del establecimiento del SRI de forma manual durante el primer ciclo y de un 11% respecto del sistema de producción convencional
Utilidades	<ul style="list-style-type: none"> En Colombia, un incremento de las utilidades del 68% en comparación con las parcelas convencionales (dejando fuera una parcela con problemas de manejo de maleza) En la República Dominicana, un incremento de las utilidades del 43% en comparación con las parcelas convencionales (dejando fuera dos parcelas con problemas de manejo de maleza)

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

La literatura señala que los aumentos de rendimiento con SRI alcanzan generalmente entre un 20% y un 50%, valores un poco mayores que los promedios obtenidos en el proyecto. Sin embargo, la variabilidad de resultados es esperable, ya que los aumentos de rendimiento no provienen de cambios genéticos o de insumos externos, sino de la forma en que las prácticas de manejo influyen en los organismos benéficos del suelo (Uphoff, 2015).

El menor consumo de agua con el SRI, sumado al control físico de malezas, permite una aireación adecuada, lo que favorece el desarrollo radicular y la actividad microbiológica benéfica, haciendo el sistema más eficiente, sano, resiliente y productivo. Al no mantenerse los suelos inundados, se evita la asfixia de las raíces, lo que tiene como resultado un mejor desarrollo de la planta (Uphoff, 2015).

Se ha demostrado que aplicar el SRI confiere más protección contra los efectos del estrés hídrico y la sequía, debido a los sistemas radiculares más largos, profundos y con senectud demorada con que cuenta la planta; además, los suelos manejados bajo los principios del SRI tienden a tener una mayor capacidad de retención de humedad (Jiaguó, Zhongzhi, Xuyi y Xinlu, 2013; Uphoff, 2010). Esta característica es fundamental, dados los cambios esperados en los patrones de precipitación y en la cantidad e intensidad de eventos extremos que se anticipan en la región, atribuidos al cambio climático (IPCC, 2014).



En cuanto a la mecanización de las actividades de trasplante y control de malezas del cultivo de arroz, en cada país se compraron los siguientes equipos:

- Desmalezadoras motorizadas de gasolina, dos de tres hileras para la República Dominicana y dos de cinco hileras para Colombia
- Trasplantadora de cuatro hileras RR-4B Dongyang, dos para la República Dominicana
- Trasplantadora TYM modelo PF 48 de cuatro hileras, una para Colombia
- Llenadora de bandejas automática, modelo JK-2500, que funciona con electricidad, una para cada país

En el caso de Colombia, la maquinaria se compró e importó directamente desde Corea del Sur, mientras que en el caso de la República Dominicana se compró a una compañía nacional importadora, Fertilizantes Santo Domingo, CxA (FERSAN).

Posteriormente, los equipos se validaron y calibraron para su adaptación a la metodología del SRI. La mecanización resultó clave en la reducción de los costos de producción, como se observa en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3: Costos, ingresos y utilidad en parcelas convencionales y con sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) establecidas de forma manual y mecanizada en Colombia

Dólares / ha	Todas las parcelas			Parcelas establecidas de forma manual			Parcelas establecidas de forma mecanizada		
	Conv.	SRI	% de diferencia	Conv.	SRI	% de diferencia	Conv.	SRI	% de diferencia
Costos	1.868	1.775	- 5,0	2.061	2.270	10,1	1.739	1.445	- 17,0
Ingresos	2.548	2.552	0,1	3.018	3.012	- 0,2	2.235	2.245	0,4
Utilidad	680	777	14,3	957	742	- 22,5	496	800	61,0

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Cuadro 4: Costos, ingresos y utilidad en parcelas convencionales y con sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) establecidas de forma manual y mecanizada en la República Dominicana

Dólares / ha	Todas las parcelas			Parcelas establecidas de forma manual			Parcelas establecidas de forma mecanizada		
	Conv.	SRI	% de diferencia	Conv.	SRI	% de diferencia	Conv.	SRI	% de diferencia
Costos	1.476	1.351	- 8,4	1.518	1.445	- 4,8	1.452	1.296	- 11,0
Ingresos	2.667	2.571	- 3,6	3.544	3.035	- 14,3	2.141	2.292	7,1
Utilidad	1.190	1.219	2,4	2.026	1.591	- 21,5	689	996	45,0

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



La llenadora de bandejas completamente automática (modelo JK-2500) fue ajustada para los propósitos del SRI. El sustrato más indicado fue la mezcla de suelo y ceniza de cascarilla de arroz, en proporciones iguales. La medida óptima de semilla fue entre 95 y 96 gramos por bandeja. La llenadora permite realizar la operación de colocación del sustrato inferior, humedecimiento del sustrato, colocación de la semilla y tapado de la misma a una velocidad de hasta 20 bandejas por minuto, con una perfecta distribución del material en las bandejas.

Las trasplantadoras de cuatro líneas adquiridas para las parcelas de Colombia y la República Dominicana requieren de un operador que dirija y controle el proceso de trasplante. El equipo logra una profundidad adecuada no mayor que 2 cm, con un espaciamiento fijo de 30 cm entre hileras y un ajuste de 20 cm entre plantas; colocando entre una y dos plántulas por golpe, tiene un potencial de avance de 3 ha por día. Las trasplantadoras mostraron su versatilidad de operación con diferentes distanciamientos entre plantas, buena velocidad de operación y excelente eficiencia en el trasplante, con un costo similar a los métodos tradicionales. Sin embargo, no permiten lograr un cuadro de plantación de 30 x 30 cm, lo que genera inconvenientes.

Las desmalezadoras adquiridas para Colombia, de cinco hileras, y para la República Dominicana, de tres hileras, actúan a una profundidad de entre 3 y 5 cm, según las condiciones del terreno, lo que permite evitar la distorsión del suelo, la pérdida de su estructura y de carbono almacenado y la alteración del banco de semillas de malezas existentes. Con estas unidades, se espera poder realizar la labor con un rendimiento de entre 1,0 y 1,5 ha por día. Las desmalezadoras presentaron una eficiencia de 16 horas por hectárea, con un costo cercano a los 17 dólares por hectárea. Sin embargo, este control corresponde al pase del equipo en una sola dirección del lote del cultivo; se espera que al lograr el establecimiento en cuadro y poder hacer el pase del equipo en ambos sentidos del área de cultivo, este monto se incremente, aunque con una mejor calidad y eficiencia en el control de malezas.

El proyecto consideró la realización de diversas actividades de extensión, con el objetivo de facilitar el conocimiento de la tecnología SRI por parte de productores y técnicos asesores, apoyarlos en la implementación de las nuevas prácticas relacionadas con esta tecnología y también promover su

Se desarrollaron capacidades de productores y extensionistas sobre las características y la implementación del sistema intensivo del cultivo de arroz.

vinculación con las instituciones de investigación. En el cuadro 5 se detallan las actividades realizadas en cada país. Se incluye una actividad realizada en Perú, para intercambiar conocimientos sobre el SRI con otros países de América Latina y el Caribe.



Cuadro 5: Participantes en actividades de extensión realizadas en el marco del proyecto

País	Actividades		Número de participantes				
	Tipo de actividad	Nº	Productores	Técnicos	Estudiantes	Total	Nº de mujeres en el total de participantes
Colombia	Demostración en campo	1	0	11	0	11	0
	Día de campo	7	91	47	0	138	17
	Taller de socialización de resultados	4	70	8	0	78	13
	Charla técnica sobre el SRI	3	83	17	0	100	23
	Intercambio regional con red de técnicos	1	0	40	2	42	11
Perú	Intercambio técnico con otros países de la región	1	17	119	16	152	20
República Dominicana	Día de campo	2	31	44	1	76	7
	Taller de socialización	1	22	11	1	34	2
	Taller de socialización de resultados	1	3	60	2	65	6
	Taller de capacitación	4	11	123	3	137	22
	Charla técnica sobre el SRI	4	34	119	27	180	18
Total general		29	362	599	52	1.013	139

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

La realización de estas actividades contribuyó a incrementar el conocimiento y las capacidades de 1.013 personas sobre el SRI, incluyendo a productores, técnicos asesores y estudiantes. De este total, un 14% fueron mujeres.

También se elaboró material impreso para apoyar las actividades de extensión. Este material constituye un valioso aporte para facilitar la implementación de la tecnología del SRI. En el cuadro 6 se detalla el material elaborado.



Cuadro 6: Material de apoyo a actividades de extensión elaborado en el marco del proyecto

Tipo de material	Título
Afiche de proyecto	Cultivar más con menos
Publicación	Sistema de intensificación del cultivo del arroz (SRI): respuestas a preguntas frecuentes. Autor: Norman Uphoff
Afiche sobre el SRI	Sistema de intensificación del cultivo del arroz (SRI)
Publicación	SRI: Completo Respuestas a Preguntas Frecuentes. Autor: Norman Uphoff
Publicación	Guía para el establecimiento y monitoreo del cultivo de arroz bajo la metodología del SRI. República Dominicana
Publicación	Producción de forma más sostenible y rentable mediante la metodología del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) - cartilla para productores
Publicación	Guía para el establecimiento y monitoreo del cultivo de arroz bajo la metodología del SRI. Colombia
Publicación	Segundo intercambio regional. Avances con SRI en las Américas
Publicación	Hoja de ruta para avanzar en el SRI en las Américas
Publicación	Informes de maquinaria. Colombia y República Dominicana
Posters técnicos	12 posters sobre el SRI en las Américas: Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Venezuela, Global 1 y Global 2

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Así mismo, se produjeron 22 videos, 4 de ellos de más de nueve minutos y 13 más breves, que recogen las impresiones de diferentes técnicos, asesores y productores sobre el SRI. Este material también constituye un aporte relevante para futuras actividades de extensión.

La iniciativa también contempló el desarrollo de diversos medios y actividades de difusión, cuyo detalle se puede observar en el cuadro 7.



Cuadro 7: Medios y actividades de difusión desarrollados en el marco del proyecto

Tipo de difusión	Detalle
Sitio web del proyecto	https://www.fontagro.org/micrositios/proyecto-cultivar-mas-con-menos-adaptacion-validacion-y-promocion-del-sistema-intensivo-del-cultivo-arrocero-sica/
Página de Facebook	SICA América Latina
Entrevistas en radio o televisión	3 entrevistas, en Colombia y la República Dominicana y en IICA Noticias
Videos	22 videos técnicos
Publicaciones en sitios web, prensa y redes sociales	32 publicaciones en diversos sitios y medios de prensa

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

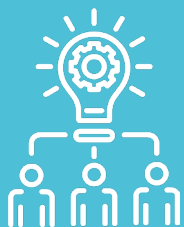
Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; el ODS 6, garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.





¿Cuáles fueron los aprendizajes?

El sistema intensivo del cultivo de arroz es una opción viable para distintas zonas arroceras



Puesto que el SRI no es un paquete tecnológico con especificaciones rígidas, es posible adaptarlo a diversos contextos. Para esto, es importante generar capacidades en los territorios, que sirvan de base para un proceso de cambio exitoso. Gran parte de los productores que participaron en esta iniciativa ya están incorporando componentes del SRI en sus sistemas de producción arroceras. Esto también servirá de ejemplo para impulsar el uso de la tecnología en otras zonas de Colombia y la República Dominicana, así como en otros países de América Latina y el Caribe.

Los principios del SRI son interdependientes



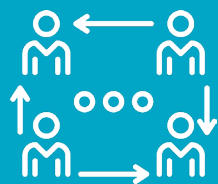
El SRI está basado en cuatro principios: reducir significativamente la población de plantas; mejorar las condiciones del suelo; cambiar los métodos de riego para evitar la inundación del cultivo y mejorar el desarrollo de raíces y plantas; y favorecer el establecimiento temprano de plantas saludables. Estos principios no son independientes, sino que están estrechamente vinculados entre sí. Por lo tanto, para alcanzar el potencial de rendimiento y los resultados finales esperados, se deben implementar prácticas relacionadas con cada principio y de forma adecuada. Para ello, es necesario que los productores reciban apoyo de extensión de forma continua sobre la aplicación de la metodología y que vayan ganando experiencia para obtener progresivamente mejores resultados.

El SRI es una estrategia efectiva que contribuye a la adaptación de los pequeños productores al cambio climático



El SRI disminuye la sensibilidad de los sistemas productivos a variaciones del clima, al mismo tiempo que aumenta la capacidad adaptativa de los productores. El mejor manejo de los recursos naturales, el menor uso de insumos, la reducción de costos y el aumento de los rendimientos y de la utilidad incrementan la resiliencia de los sistemas arroceros ante el cambio climático. Por tanto, en la medida en que los productores vayan ganando experiencia y adaptándose a las prácticas para aplicar los principios del SRI, lograrán mayores rendimientos y utilidades.

Los procesos de cambio requieren de “marchas blancas”



La implementación del SRI en el primer ciclo del cultivo fue difícil, lo que hizo necesario excluir del análisis una parcela en Colombia y dos en la República Dominicana, porque no eran representativas del SRI y, por tanto, no resultaban adecuadas para realizar las evaluaciones. Las dificultades se debieron a que la aplicación y manejo de los principios del SRI por parte de los productores no fueron realizados con rigurosidad, principalmente porque ellos solo realizaban las actividades si recibían indicaciones técnicas; de lo contrario, no las ejecutaban. Esto evidenció cierta inseguridad de los productores para emprender modificaciones en el manejo de sus sistemas productivos. Esta situación es totalmente normal cuando se inicia un proceso de cambio, porque existen dudas e inseguridades debido a la falta de conocimiento y experiencia en el tema. Se debe tener claro que se trata de un proceso de aprendizaje. Por esta razón, al momento de planificar las evaluaciones en un proyecto de estas características, es necesario considerar este período de acostumbramiento, para que no resulten afectados los resultados finales.

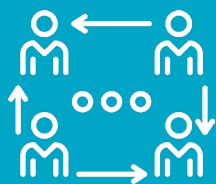


Contar con experiencia y conocimiento especializado es clave para un proceso de innovación exitoso



Durante la ejecución del proyecto, se contó con la asesoría de expertos internacionales en el sistema intensivo del cultivo de arroz, específicamente de los especialistas de la Universidad de Cornell (Estados Unidos) Erika Styger, Lucy Fischer y Norman Uphoff. Estos profesionales tienen una vasta experiencia en el SRI, adquirida en años de trabajo a nivel mundial. Contar con esta experiencia fue fundamental para el éxito del proyecto, porque permitió brindar apoyo y capacitación en el proceso de adaptación de los protocolos del SRI a las condiciones locales.

Las adopciones espontáneas de una tecnología presentan riesgos y beneficios



En los proyectos que buscan introducir y validar una innovación tecnológica en parcelas de pequeños productores, se debe considerar que los agricultores suelen adoptar nuevas metodologías y prácticas de sus vecinos, cuando observan que ellos están logrando resultados positivos. Esta situación se presentó en el proyecto, en ambos países. Muchos productores locales, que no participaban en el proyecto, comenzaron a implementar el SRI a partir de la observación de sus pares que eran beneficiarios de la iniciativa. La adopción de la innovación por esta vía informal puede, por una parte, afectar significativamente la masificación de la tecnología, porque si la adopción no se realiza de forma adecuada la tecnología puede no generar ningún beneficio, o puede incluso empeorar los resultados del productor. Sin embargo, por otra parte, la adopción espontánea de la innovación puede considerarse un indicador del éxito del proceso, porque permite ampliar el alcance del proyecto, a través de la adopción por parte de otros productores que no eran beneficiarios directos.



El trabajo colaborativo y organizado favorece la difusión de experiencias a otros contextos nacionales



Debido a los buenos resultados obtenidos en el proyecto, se recibieron solicitudes para difundir o implementar el SRI de instituciones y personas de más de diez países latinoamericanos, entre ellos Argentina, Bolivia, Costa Rica y Ecuador. Así mismo, se ha brindado apoyo a técnicos de Costa Rica, Nicaragua y Panamá, países en los que se implementó otro proyecto de SRI financiado por FONTAGRO. Además, aprovechando las experiencias y productos del proyecto, y apalancando otros recursos, el IICA está apoyando acciones iniciales de SRI en Chile, Guatemala, Perú, Surinam y Venezuela. Estas solicitudes se relacionan con diferentes metas y políticas de desarrollo de los países. Todo este trabajo colaborativo vinculado a diferentes estrategias de los países de América Latina y el Caribe permitirá que la aplicación del SRI se expanda, mejorando la producción de arroz de la región, y que los productores cuenten con conocimientos y experiencias que les permitan adaptarse a los efectos del cambio climático. Además, se avanzará hacia una producción de arroz más limpia, mitigando las emisiones de metano y reduciendo el uso del agua.





¿Cuáles son los próximos desafíos?

El proyecto logró demostrar en las zonas evaluadas en Colombia y la República Dominicana que el sistema intensivo del cultivo de arroz es un sistema viable, que es más productivo, permite ahorrar costos y genera mayores utilidades. Sin duda, estos resultados sientan las bases para futuras acciones en América Latina y el Caribe, necesarias para difundir el uso de esta tecnología en una escala mayor y continuar mejorando la implementación del SRI en la región.

Se recomienda seguir realizando validaciones del SRI, con un mayor número de productores y una mayor cantidad de ciclos, asegurando la calidad del acompañamiento técnico en los momentos apropiados y complementando este trabajo con investigación en estaciones experimentales.

Los proyectos de adaptación al cambio climático que incluyen la medición del uso eficiente del agua deberían ser implementados en períodos superiores a dos años, debido a la curva de aprendizaje en la medición de tales variables y la dificultad para medir cuando ocurren sequías prolongadas o excesos de precipitaciones atribuibles a la variabilidad climática.

En Colombia y la República Dominicana el sistema intensivo del cultivo de arroz es un sistema viable, más productivo y permite ahorrar costos y generar mayores utilidades.

Si bien los rendimientos reportados en las diferentes parcelas fueron considerados relativamente altos, deben mejorarse manejos importantes, como el manejo del agua, la postura y siembra de semilleros y el establecimiento de la planta, así como las aplicaciones preventivas de plaguicidas.

También es necesario fortalecer las capacidades para mejorar el registro de datos, aspecto clave para mejorar la aplicación del SRI.

En América Latina y el Caribe existe interés por implementar el SRI y las posibilidades de escalamiento son significativas. Los mismos productores que participaron en el proyecto están dispuestos a seguir con el SRI, lo que evidencia la necesidad de los productores de arroz de ser más eficientes y rentables. Así mismo, se están explorando posibilidades de ampliar la escala y replicar los procesos de demostración y validación en otros países, incluidos Argentina, Chile, Costa Rica, Guatemala, Perú y Venezuela.



El escalamiento exitoso del SRI requerirá también de una adecuada nivelación de las parcelas, buen control de los sistemas de riego, mayor disponibilidad de maquinaria, equipos e implementos adecuados y bioinsumos, así como interés por parte de los líderes de las instituciones nacionales. Es necesario desarrollar un vínculo claro con las políticas sobre cambio climático, gestión del agua, competitividad y producción, a fin de lograr mayor apoyo institucional para el SRI.

Se recomienda involucrar al sector privado en los proyectos para la expansión del SRI, especialmente a los grandes productores, dado que pueden adoptar, adaptar e implementar tecnologías más rápidamente y sirven de modelo para los productores más pequeños.

Los resultados del proyecto también dejaron claro que el principal desafío para difundir el SRI a mayor escala en la región es el alto costo de la mano de obra, que puede ser superado con la mecanización. Los productores apreciaron la tecnología brindada (aforadores y pluviómetros) para medir el consumo de agua por su aplicabilidad práctica, así como el uso de semilleros en bandeja y el posterior trasplante con máquinas, que reduce la necesidad de contratar mano de obra, costosa y escasa en la época de siembra, así como el uso de desmalezadoras motorizadas, que permite disminuir la dependencia del uso de herbicidas y los elevados costos de mano de obra para el control. Los productores pueden asociarse para usar equipos y maquinarias comprados en forma conjunta y discutir con el Ministerio de Agricultura de cada país los resultados del proyecto a fin de motivar el fomento del SRI.

Finalmente, se considera importante avanzar hacia la consolidación de una red del SRI en América Latina y el Caribe, para aumentar la comunicación y la coordinación entre los países, capitalizar las experiencias de las iniciativas desarrolladas y crear una comunidad de práctica que sirva de referencia para los interesados en la región. Esta red fomentará el intercambio y acelerará el escalamiento del SRI en América Latina y el Caribe.



Referencias

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)/PRE-SANCA II/PRESISAN. (2013). Centroamérica en Cifras. Datos de Seguridad Alimentaria Nutricional 2013. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-at771s.pdf>.

FAOSTAT 2019: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Central and South America. En *Climate Change 2014 - Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part B: Regional Aspects: Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report* (pp. 1499-1566). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107415386.007.

Jiaguo, Z., Zhongzhi, C., Xuyi, L., & Xinlu, J. (2013). Agricultural water savings possible through SRI for water management in Sichuan, China. *Taiwan Water Conservancy*, 61(4), 50-62.

Peng, S., Huang, J., Sheehy, J. E., Laza, R. C., Visperas, R. M., Zhong, X., Centeno, G. S., Khush, G. S., & Cassman, K. G. (2004). Rice yields decline with higher night temperature from global warming. En E. D. Redona, A. P. Castro, & G. P. Llanto (Eds.), *Rice Integrated Crop Management: Towards a Rice Check System in the Philippines* (pp. 46-56). Nueva Ecija, Philippines: PhiRice.

Styger, E., & Uphoff, N. (2016). The System of Rice Intensification (SRI): Revisiting Agronomy for a Changing Climate. Recuperado de: <https://cgspace.cgiar.org/rest/bits-treams/82409/retrieve>.

Uphoff, N. (2010). Alternative management methods and impacts with the System of Rice Intensification (SRI) in responding to climate change effects. Documento presentado en Rice for Future Generations, the Third International Rice Congress, Hanoi, Vietnam.

Uphoff, N. (2015). *Sistema de intensificación del cultivo del arroz (SRI). Respuestas a preguntas frecuentes*. Recuperado de http://www.infoagro.net/sites/default/files/migrated_documents/attachment/ES_IICASRIPreguntasFrec.pdf.

Wu, W., Ma, B., & Uphoff, N. (2015). A review of the system of rice intensification in China. *Plant and Soil*, 393(1-2), 361-381. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2440-6>.



CAPÍTULO 5
RETO PARA LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA EN AMÉRICA
LATINA Y EL CARIBE:
VALIDACIÓN DE PRÁCTICAS
AGRÍCOLAS ARROCERAS PARA
MEJORAR EL USO EFICIENTE DEL
AGUA



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Reto para la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe: validación de prácticas agrícolas arroceras para mejorar el uso eficiente del agua”.

El proyecto se desarrolló entre 2016 y 2018, y fue ejecutado por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y, como coejecutores, el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Nicaragua.

Autores del informe final

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) - Panamá

José Isaac Mejía Gutiérrez
Walker Del Carmen González
Ruth del Cid
Maika Barría
Jaime Arosemena
Fernando Fernández
José Alberto Yau Quintero

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) - Costa Rica

Luis Carrera Hidalgo
Johnny Aguilar

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Nicaragua

José Israel López Rodríguez





Resumen ejecutivo

El arroz se ubica en el tercer lugar de los cereales más producidos en el mundo. Dentro de América Latina y el Caribe, la producción de arroz de Centroamérica es relevante por la generación de fuentes de empleo y porque la mayoría de las canastas básicas alimentarias de la región tienen una elevada participación de granos de cereales, especialmente arroz y maíz, en particular entre los hogares más pobres.

Los impactos del cambio climático han generado una fuerte presión en la producción de arroz, no solo en América Latina y el Caribe, sino en todo el mundo. Dicha presión se basa en la elevada demanda de agua que tiene el cultivo y en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera, específicamente de gas metano.

Costa Rica, Nicaragua y Panamá presentan prácticas de manejo del cultivo de arroz deficientes, que no contribuyen al cuidado de los recursos naturales más afectados como consecuencia del cambio climático. Esto se traduce en menores rendimientos del cultivo del arroz y mayores costos de producción, lo que disminuye los ingresos de los pequeños productores y los mantiene en la situación de pobreza en que se encuentran.

El proyecto buscó contribuir a reducir la vulnerabilidad de los pequeños productores de arroz en Costa Rica, Nicaragua y Panamá, validando la tecnología del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI por su sigla en inglés¹³). Esta es una estrategia de manejo para el mejoramiento de los cultivos, amigable con el ambiente y con la conservación de los recursos naturales. Consiste en un conjunto de prácticas agrícolas basadas en el principio de desarrollo de sistemas radicales saludables, grandes y profundos que puedan resistir mejor la sequía, el anegamiento y el daño causado por el viento.

La iniciativa entregó resultados preliminares positivos en cuanto a la implementación del SRI en Costa Rica, Nicaragua y Panamá —en comparación con sistemas tradicionales—, los cuales deben continuar profundizándose. Entre estos resultados se destacan el aumento de rendimiento del cultivo, el menor ataque de enfermedades y una mayor actividad microbiana en los suelos con SRI, así como un mayor beneficio neto debido al aumento del rendimiento y/o la disminución de costos.

Los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)¹⁴, específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; el ODS 6, garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

¹³ System of Rice Intensification.

¹⁴ Aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.



Executive summary

Rice ranks third among the most produced cereals in the world. Within Latin America and the Caribbean, Central America's rice production is relevant because of its generation of sources of employment and because most of the region's basic food baskets are intensive in the consumption of cereal grains, especially rice and corn, and particularly among the poorest households.

Climate change has created strong pressure on rice production, not only in Latin America and the Caribbean, but also around the world. This pressure is based on the high demand for water of the crop and the greenhouse gas (GHG) emissions that it generates, specifically from methane gas.

Costa Rica, Nicaragua and Panama present deficient rice cultivation management practices, which do not contribute to the care of those natural resources most affected by climate change. This results in lower rice crop yields and higher production costs, which lowers the incomes of farmers and keeps them in the poverty situation they find themselves in.

The project wanted to help reduce the vulnerability of small rice producers in Costa Rica, Nicaragua and Panama by validating the technology of System of Rice Intensification (SRI). This is a management strategy for crop improvement, friendly with the environment and with the conservation of natural resources. It consists of a set of agricultural practices based on the principle of development of healthy, large and deep root systems that can better withstand drought, waterlogging and wind damage.

The initiative has provided positive preliminary results regarding the implementation of the SRI in Costa Rica, Nicaragua and Panama —compared to traditional systems— which must continue to be deepened. These results include increased crop yields, reduced disease attack and increased microbial activity in soils, as well as increased net profit due to increased yield and/or cost reduction.

The project's achievements also contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals¹⁵ (SDG), specifically SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, as well as SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere; SDG 2, to end hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture; SDG 6, to ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all, and SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns.

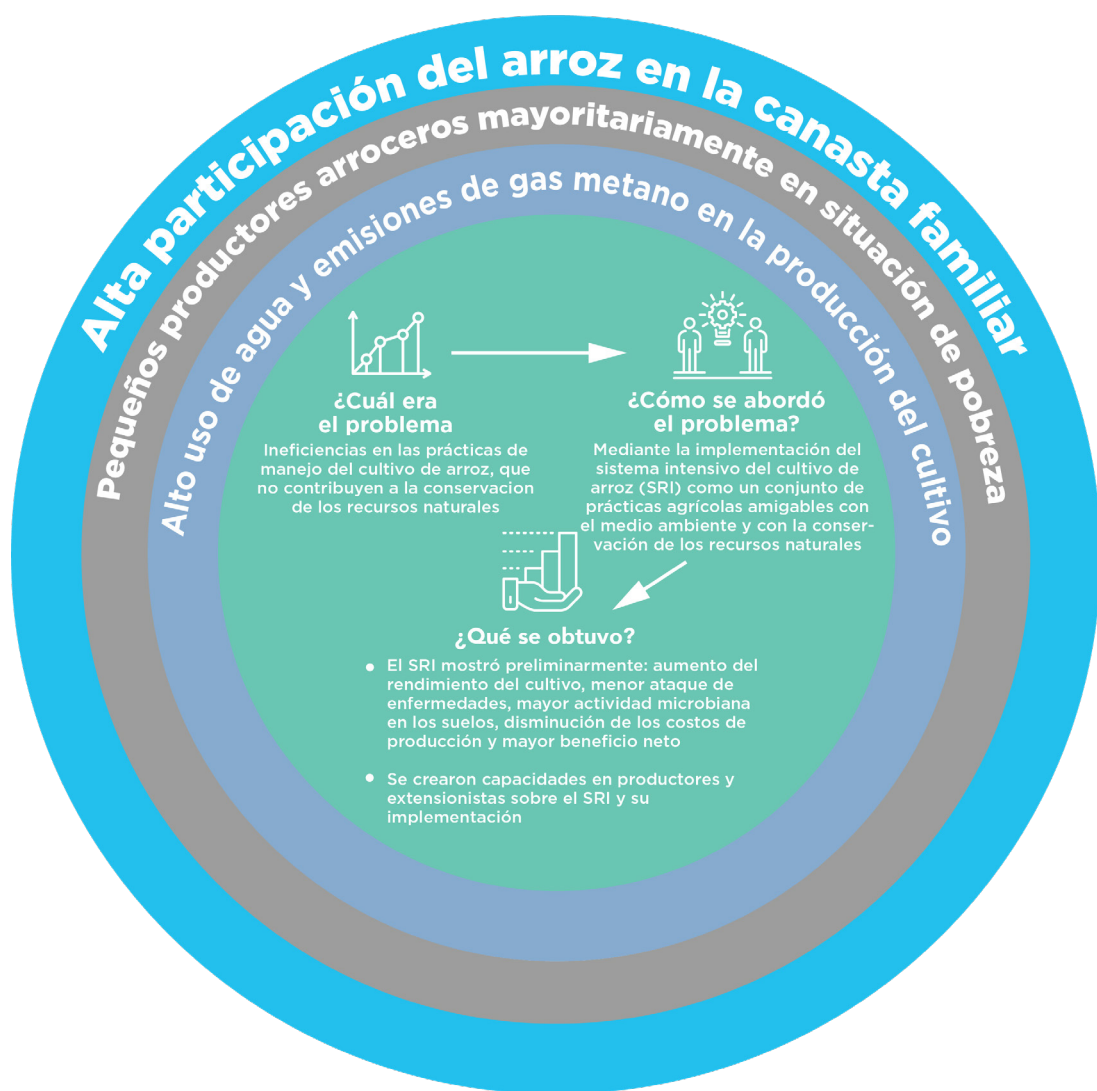
¹⁵ Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.



Esquema del proyecto

Pequeños productores arroceros implementan la tecnología del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) como forma de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: el caso de Costa Rica, Nicaragua y Panamá

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Reto para la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe: validación de prácticas agrícolas arroceras para mejorar el uso eficiente del agua”





¿En qué escenario se desarrolló?

El arroz es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial y se ubica en el tercer lugar entre los cereales más producidos en el mundo, con un área sembrada de aproximadamente 167 millones de hectáreas y una producción de alrededor de 770 millones de toneladas en 2017. Ese año, América Latina y el Caribe representó el 4% de la superficie sembrada en el mundo, con aproximadamente 6 millones de hectáreas, y un 5% de la producción, con 35,6 millones de toneladas (FAOSTAT, 2019). Los países participantes en el proyecto, Costa Rica, Nicaragua y Panamá, representaron el 3% del área sembrada y el 2,4% de la producción total de América Latina y el Caribe. En el cuadro 1 se observan los valores obtenidos en cada país.

Cuadro 1: Superficie sembrada y producción de arroz en América Latina y el Caribe, Centroamérica, Costa Rica, Nicaragua y Panamá, 2017

Región / País	Superficie sembrada		Producción	
	Hectáreas	% respecto de América Latina y el Caribe	Toneladas	% respecto de América Latina y el Caribe
América Latina y el Caribe	6.019.828	100%	35.634.902	100%
Centroamérica	269.581	4%	1.287.022	4%
Costa Rica	33.546	3%	152.180	2,4%
Nicaragua	41.560	3%	422.612	2,4%
Panamá	99.945	3%	310.000	2,4%

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de FAOSTAT, 2019.

La producción de arroz en Centroamérica es relevante por la generación de fuentes de empleo y porque la mayoría de las canastas básicas alimentarias de la región tienen una elevada participación de granos de cereales, principalmente arroz y maíz y sus derivados, panes y tortillas. En el caso de los hogares más pobres, el impacto es aún más alto, debido a que la mayor parte de sus ingresos los destinan a la alimentación (FAO/PRESANCA II/PRESISAN, 2013). En este aspecto, es importante destacar que Centroamérica presenta altas tasas de pobreza, que llegan a un promedio del 43% de la población. Este promedio es ampliamente superior al promedio de pobreza de América Latina y el Caribe, que es del 29% (FAO/PRESANCA II/PRESISAN, 2013).

Como consecuencia del elevado consumo de granos de Centroamérica, la mayoría de los países de esta región son importadores netos de maíz, frijol y arroz. Dos de los países participantes en el proyecto, Costa Rica y Nicaragua, destacan por presentar índices de dependencia de importaciones superiores al 30%¹⁶.

Los impactos del cambio climático han generado una fuerte presión en la producción de arroz, no solo en América Latina y el Caribe, sino a nivel mundial. Dicha presión se basa en la elevada demanda de agua que tiene el cultivo y en las emisiones que genera de gases de efecto invernadero (GEI), específicamente de gas metano. Estas se producen durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los campos de arroz inundados. La cantidad de gas emitida por el cultivo es variable y depende de la especie de arroz, el número y la duración de las cosechas, el tipo de suelo y la temperatura, el método de riego y el uso de fertilizante.

A lo anterior se suma que Costa Rica, Nicaragua y Panamá enfrentan problemas de deficiencias en las prácticas de manejo del cultivo, las que no contribuyen al cuidado de los recursos naturales más afectados como consecuencia del cambio climático. Además, los manejos deficientes se traducen en menores rendimientos de arroz y mayores costos de producción, lo que disminuye los ingresos de los pequeños productores y los mantiene en la situación de pobreza en que se encuentran.

Para abordar el problema, se usó como referencia el sistema intensivo del cultivo de arroz, que ha sido validado en otros países de Asia, África y, en menor medida, América Latina y el Caribe. Este sistema utiliza una estrategia de manejo para el mejoramiento de los cultivos que considera un conjunto de prácticas agrícolas basadas en el principio de desarrollo de sistemas radiculares saludables, grandes y profundos que puedan resistir mejor la sequía, el anegamiento y el daño causado por el viento. Las plantas cultivadas mediante este sistema desarrollan raíces y tallos más fuertes, con una mayor cantidad de retoños e incremento en los rendimientos. El SRI no requiere ni depende del uso de variedades mejoradas o nuevas, de fertilizantes sintéticos o de la protección de los cultivos mediante agroquímicos para obtener rendimientos más altos. Estos insumos pueden ser utilizados junto con las prácticas agronómicas del SRI; sin embargo, no son necesarios para mejorar la productividad ni el vigor de los cultivos (Stoop, Uphoff & Kassam, 2002).

¹⁶ El índice de dependencia de las importaciones se calcula como la relación entre las importaciones y el suministro interno total, es decir, la producción más las importaciones menos las exportaciones, ajustado con la variación de los inventarios y la estimación de las pérdidas.



¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó contribuir a reducir la vulnerabilidad de los pequeños productores de arroz de Costa Rica, Nicaragua y Panamá, mediante la implementación de prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente y con la conservación de los recursos naturales, incrementando así el rendimiento del cultivo, aumentando los ingresos familiares y mejorando la eficiencia en el uso del agua.



Foto: Mediciones de producción de arroz



¿Qué actividades se realizaron?

El proyecto se estructuró en cuatro componentes: socialización del proyecto, concertación y establecimiento de plataformas locales; establecimiento de la línea de base de los sistemas de producción de arroz; validación del sistema intensivo del cultivo de arroz en los tres países participantes en el proyecto, y difusión y capacitación a productores y técnicos extensionistas sobre el sistema intensivo del cultivo de arroz.

Diagrama 2: Componentes principales de la metodología del proyecto



Componente 1: Establecimiento de plataformas locales

- Talleres participativos, con metodologías grupales: mapas parlantes, sondeos, lluvia de ideas y diagnósticos rápidos



Componente 2: Línea de base de los sistemas de producción de arroz

- Elaboración participativa de encuestas a productores
- Aplicación de encuestas presenciales a productores



Componente 3: Validación del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) en los tres países participantes en el proyecto

- Establecimiento de parcelas con aplicación del SRI en los tres países
- Análisis comparativo entre parcelas con SRI y con el sistema tradicional



Componente 4: Difusión y capacitación sobre el SRI

- Talleres de capacitación con enfoque participativo: metodología “aprender haciendo”, días de campo y giras
- Difusión en medios masivos, como radio y televisión e información escrita

Para la socialización del proyecto, concertación y establecimiento de plataformas locales, se realizaron talleres participativos con los productores que eran parte de la iniciativa, aplicando diferentes metodologías grupales, como mapas parlantes, sondeos, lluvia de ideas y diagnósticos rápidos.

Para establecer la línea de base de los sistemas de producción de arroz, se aplicó una encuesta presencial a 20 productores, potenciales beneficiarios del proyecto, por país. La encuesta permitió conocer si los potenciales participantes en el proyecto cumplían con los siguientes requisitos: ser productores de arroz, tener una parcela con accesibilidad adecuada, contar con disponibilidad de agua todo el año y formar parte de una asociación o grupo de productores.

La encuesta se elaboró mediante un proceso participativo, organizando reuniones con técnicos, extensionistas e investigadores. Una vez aplicada la encuesta, la información se tabuló utilizando el programa estadístico “Epi Info”, diseñado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La validación del sistema intensivo del cultivo de arroz en los tres países participantes en el proyecto se realizó mediante el establecimiento de parcelas en las que se aplicó el SRI, que fueron comparadas con parcelas en las que se aplicó el sistema de manejo tradicional. Se utilizó la metodología de las Escuelas de Campo para Agricultores (ECA), en la que los agricultores, en conjunto con un facilitador, realizaron actividades de aprendizaje participativo, vivencial y por descubrimiento, lo que representa un tipo de aprendizaje horizontal, no formal, para adultos.

En Panamá, se compararon parcelas con SRI con parcelas en las que se realizó trasplante manual convencional. En Costa Rica y Nicaragua, se compararon parcelas con SRI con parcelas en las que se realizó siembra tradicional de espeque y siembra al voleo.

En las parcelas con SRI en los tres países, se aplicaron abonos orgánicos al momento de la nivelación del suelo. El trasplante se realizó con plántulas de entre 8 y 10 días después de la germinación, considerando 25 centímetros entre plantas y 25 centímetros entre surcos. Para el manejo del agua, se utilizó el sistema de riego intermitente conocido como AWD (alternate wetting and drying).

En Panamá, en los años 2016 y 2017 se establecieron 14 y 16 parcelas de 100 m², respectivamente, durante el período lluvioso (junio a noviembre), en las que se aplicaron ambos manejos agronómicos: SRI y convencional. En las localidades con disponibilidad de agua, en la estación seca (diciembre a mayo) se establecieron cuatro parcelas, cada una con ambos sistemas, para comparar sus comportamientos dependiendo solo de agua de riego, sin interferencia de las precipitaciones. En ambos sistemas se utilizó el cultivar GAB-11, arroz biofortificado, que difiere del arroz convencional por su alto contenido de zinc (Zn) y de hierro (Fe). Este cultivar

fue liberado por el IDIAP para sistemas de agricultura familiar en regiones con problemas de desnutrición infantil. Las áreas seleccionadas en Panamá se encuentran localizadas en las provincias de Panamá Oeste (en Capira y Chorrera) y Coclé (en Antón, La Pintada y Olá).

En Costa Rica, se establecieron nueve parcelas de 1.000 m² con SRI y se compararon con parcelas en que se aplicaron sistemas tradicionales de siembra con espeque y al voleo. La variedad utilizada fue CR-5272. Las áreas seleccionadas se encontraban ubicadas en la provincia de Guanacaste, en la comunidad de Pueblo Nuevo.

En Nicaragua, se establecieron cinco parcelas de 200 m² y se compararon también con parcelas en las que se realizó siembra con espeque y al voleo. Se utilizó la variedad INTA-Dorado, en localidades ubicadas en los municipios de Posoltega, La Paz, El Rosario y Chinandega.

Las variables evaluadas en los tres países fueron: número de hijos efectivos, largo de la espiga, número de granos por espiga, altura de la planta, rendimiento, cantidad de semilla e insumos utilizados y rentabilidad, entre otras.

En el cuadro 2 se presentan las principales diferencias en cuanto a los manejos agronómicos entre ambos sistemas de producción, SRI y convencional. Es importante señalar que el SRI implementado en el proyecto correspondió a la modalidad orgánica, en que se reduce el uso de agroquímicos, mejorando la calidad del suelo y preservando la flora benéfica.

Cuadro 2: Diferencias en los manejos agronómicos entre el sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) y el sistema convencional

Labores agronómicas	Convencional	SRI
Preparación del terreno	Sin diferencias	Sin diferencias
Preparación del semillero	Sin diferencias	Sin diferencias
Días a trasplante	20 días después de la siembra (4 hojas)	10 días después de la siembra (2 hojas)
Control de malezas	Químico	Mecánico
Manejo del riego	Inundación	Intermitente
Fertilización	Química	Orgánica
Control de enfermedades	Químico	Ninguno
Control de insectos	Químico	Ninguno
Días a cosecha	110 días después de la siembra	110 días después de la siembra

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Durante la iniciativa, también se realizaron actividades de difusión del SRI, para facilitar su aceptación y apropiación, así como talleres de capacitación, para desarrollar capacidades en investigadores, extensionistas y productores. Se aplicó un enfoque participativo, con metodologías como “aprender haciendo”, de productor a productor, y metodologías grupales como días de campo, demostraciones de métodos y resultados y giras técnicas.

Además, se realizaron actividades de difusión masiva a través de medios de comunicación, como radio y televisión. De igual manera, se distribuyó información escrita, mediante afiches, plegables y guías técnicas.



¿Cuáles fueron los principales logros?

Durante el proyecto, se logró establecer un total de 30 unidades demostrativas del sistema intensivo del cultivo de arroz, 9 en Costa Rica, 5 en Nicaragua y 16 en Panamá. El trabajo de estas irradió hacia otros productores, no beneficiados directamente por el proyecto, alcanzando a 50 productores en Costa Rica, 50 en Nicaragua y 250 en Panamá.

La iniciativa permitió establecer una línea de base de los sistemas de producción de arroz en los tres países participantes. En el cuadro 3 se presentan los valores obtenidos para las principales variables que conforman esta línea de base.

Cuadro 3: Resumen de la línea de base de los sistemas de producción de arroz en Costa Rica, Nicaragua y Panamá

Tipo de variable	Resultados de la línea de base
Económicas	
Composición de los ingresos:	
- Aportes de salarios y/o apoyos sociales de los gobiernos	49%
- Ingresos provenientes de la actividad agrícola	51%
Vinculadas a la actividad productiva	
Destino de la producción de arroz:	
- Consumo familiar	68%
- Venta	32%
Uso de sistema de siembra directa pregerminada	49%
Productores con bajos rendimientos de arroz (<2.300 kg)	71%
Productores con sistema de riego por desviación	88%
Productores organizados en el ámbito comunitario	68%

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

En relación con la validación del SRI, ocurrieron dos imprevistos importantes que redundaron en cambios en los períodos de evaluación. Uno de ellos, en Costa Rica, fue el huracán Otto, a fines de 2016, que causó la pérdida total del ensayo. El otro, en Nicaragua, fue una fuerte sequía que provocó la pérdida de 15 de las 20 parcelas instaladas. Pese a estos eventos adversos, fue posible obtener resultados en el ciclo de siembra de 2017 de ambos países.

En Panamá, se logró evaluar dos ciclos de siembra, en 2016 y 2017, a pesar de que esos dos años constituyeron un período de abundancia y alta frecuencia de lluvias. En el cuadro 4 se muestran los principales resultados del análisis comparativo en Panamá.

Cuadro 4: Principales resultados obtenidos en parcelas con el sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI) y el sistema convencional en Panamá, 2016 y 2017

	SRI	Convencional
Sistemas de siembra	Manual	Manual
Precipitaciones	1.224 mm	1.224 mm
Rendimiento de cultivo 2016	4,8 toneladas/ha (*)	4,9 toneladas/ha (*)
Rendimiento de cultivo 2017	5,7 toneladas/ha (*)	5,2 toneladas/ha (*)
Eficiencia en el uso del agua	5,08 kg ha ⁻¹ mm ⁻¹	4,19 kg ha ⁻¹ mm ⁻¹
Consumo total de agua	984 mm	1.049 mm

(*) *Diferencias estadísticamente no significativas.*

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

La abundancia y la frecuencia de las lluvias que se presentaron en los dos años evaluados en Panamá afectaron los resultados de rendimiento, que no reflejaron diferencias estadísticas significativas entre el SRI y la siembra convencional. Esto se debe en gran medida a que, en ambos tratamientos, las parcelas siempre estuvieron saturadas de agua, lo que enmascaró el efecto que se esperaba lograr con el riego intermitente, que permite una mejor aireación del suelo y, por tanto, un mejor desarrollo radicular, una mejor producción y un mayor desarrollo de hijos productivos por planta. Las intensas precipitaciones tampoco permitieron aplicar el método de riego intermitente.

En el caso de la validación del SRI en Panamá, es relevante el hecho de que en términos generales las parcelas con SRI tuvieron un buen comportamiento al ataque de enfermedades al follaje, panículas y granos, en comparación con las parcelas con sistema productivo convencional considerando que en las parcelas con SRI no se aplicaron productos fitosanitarios.

En el caso de Costa Rica, los rendimientos potenciales del único ciclo de validación del SRI, en 2017, se alcanzaron en una parcela con 6,8 toneladas/ha. Este rendimiento fue resultado fundamentalmente del alto macollamiento, con 52 tallos efectivos por planta madre, lo que permite corroborar que el SRI presenta potencial para incrementar los rendimientos.

El agua de riego en la localidad donde se instalaron las parcelas en Costa Rica proviene de canales laterales, donde el agua corre de forma natural. Esto permitió usar el agua en los momentos oportunos en que había necesidades de riego, manteniendo suficiente humedad en el suelo cuando las condiciones de lluvia no fueron continuas, lo que facilitó que se pudiera aprovechar el agua para mantener el sistema, en condiciones de humedad a capacidad de campo.

En Nicaragua, como se indicó, solo se logró un ciclo de evaluación, en el que se obtuvieron rendimientos más altos en las parcelas con SRI que en las parcelas con siembra tradicional. El promedio de rendimiento de las cinco parcelas fue de 7 toneladas/ha, en comparación con el promedio de 4,3 toneladas/ha obtenido en las parcelas tradicionales.

Con respecto al uso del agua, en Nicaragua se observó un mejor comportamiento en las parcelas con SRI, en las que se reportó un caudal de 11.615 m³/ha, en comparación con 24.521 m³/ha en las parcelas convencionales.

En Panamá, las parcelas con sistema intensivo del cultivo de arroz sufrieron un bajo ataque de enfermedades al follaje, panículas y granos, a pesar de que no se aplicaron productos fitosanitarios.

Si bien la evaluación económica no estaba dentro de los alcances del proyecto, en Nicaragua se realizó una estimación de los costos variables y el beneficio neto de los dos tipos de manejo. De acuerdo con este análisis, el beneficio neto promedio en las parcelas con SRI fue de 1.087 dólares por hectárea, mientras que en las parcelas tradicionales fue de 640 dólares por hectárea. Esta diferencia a favor del SRI es atribuible fundamentalmente al mayor rendimiento del cultivo con este manejo, dado que los costos variables promedio de las parcelas tradicionales (588 dólares por hectárea) fueron menores que los costos variables promedio de las parcelas con SRI (924 dólares por hectárea).

En el caso de Panamá, se llevó un registro del costo de producción (insumos, mano de obra y semilla) en 5 de las 16 parcelas. Los resultados mostraron que el costo de producción promedio en las parcelas con SRI fue menor en los tres componentes, debido a que en este sistema solo se emplean productos orgánicos y enmiendas que prepara el productor en su finca, lo que no representa un costo adicional.

Además, en el caso de Panamá, con el fin de determinar el efecto del uso de compost en las parcelas con SRI con más de dos ciclos continuos de siembra, se instaló un ensayo para medir la influencia de parámetros físico-químicos (humedad, temperatura y pH) sobre la actividad microbiana en un suelo agrícola.

Los mayores valores de la actividad microbiana en suelos cultivados de arroz con el SRI se obtuvieron con una humedad cercana al 15%. Valores superiores al 18% de humedad mostraron saturación del suelo, debido a que un incremento del agua reduce el estado de aireación, por disminución del espacio de poros de aire disponibles para la difusión de gases. Este análisis también mostró que en condiciones estándares de temperatura y pH, la temperatura de 27,5°C es óptima para producción de CO₂. Los resultados indican una mayor actividad microbiana en las parcelas con SRI, de alrededor de 42 mg de CO₂.100 g⁻¹, en comparación con las parcelas tradicionales, en las que se registraron 33 mg de CO₂.100 g⁻¹.

Durante la iniciativa, se realizaron un número importante de actividades de extensión con el objetivo de facilitar el conocimiento del SRI y sus ventajas, así como de apoyar a los productores en su aplicación. En el cuadro 5 se muestra el detalle de las actividades realizadas en cada país y el número de productores participantes.

Cuadro 5: Actividades de extensión realizadas durante el proyecto en Costa Rica, Nicaragua y Panamá

Actividades	Costa Rica	Nicaragua	Panamá	Total
Número de talleres de inducción del proyecto, establecimiento de plataformas por país y difusión de la metodología del sistema intensivo del cultivo de arroz (SRI)	2	3	4	9
Número de capacitaciones sobre el SRI	2	3	29	34
Número de productores capacitados en el SRI	50	25	150	225
Número de productores informados sobre el SRI	50	50	250	350

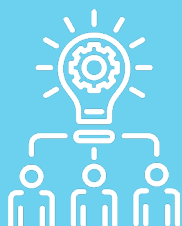
Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; el ODS 6, garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.



¿Cuáles fueron los aprendizajes?

Conocer la realidad en profundidad es fundamental para implementar cambios



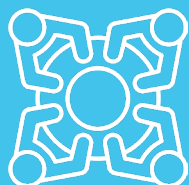
Al inicio del proyecto, se estableció como meta mejorar los ingresos de las familias vinculadas a la producción de arroz en un 30%. Esta meta se fijó en el supuesto de que los pequeños productores podrían comercializar sus excedentes de producción, apoyándose en la vinculación con el mercado. Sin embargo, durante el transcurso de la iniciativa se evidenció que esta meta no era coherente con la realidad de las familias participantes, porque su producción se destina fundamentalmente a cubrir sus necesidades de alimentación, que muchas veces no llegan a ser cubiertas en su totalidad con la producción de arroz que obtienen. Debido a esto, se decidió cambiar el indicador de ingresos por meses de aprovisionamiento adecuado de alimento en el hogar (MAHFP). De esta forma, resulta claro que conocer la realidad en que se desarrollarán los proyectos es fundamental para iniciar un proceso de cambio exitoso, conducir mejor las acciones y manejar adecuadamente las expectativas sobre los resultados que se pretende lograr.

Ante los riesgos a los que está expuesta la actividad agrícola, es necesario avanzar enfrentando las dificultades



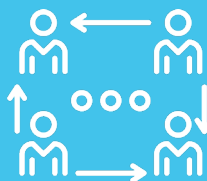
Durante el proyecto, se presentaron en Costa Rica y Nicaragua dos eventos difíciles de predecir, que pusieron en riesgo la continuidad de la iniciativa. Costa Rica fue afectada, en noviembre de 2016, por el huracán Otto, que causó daño en todas las parcelas de validación del sistema intensivo del cultivo de arroz. En Nicaragua, se produjo en octubre de 2016 una intensa sequía, que afectó 15 de las 20 parcelas instaladas para validar el SRI. Tras estos eventos, las instituciones de ambos países participantes en el proyecto fueron capaces de reponerse e instalar nuevamente las parcelas en sus territorios. Si bien esto redundó en que se pudiera evaluar solamente un ciclo de producción, lo que determinó que los resultados de la validación del SRI fueran solo aproximativos, fue posible obtener algunas conclusiones preliminares y dejar establecidas las condiciones para continuar avanzando.

El seguimiento y la sistematización de la información generada es de gran relevancia



La iniciativa consideró el seguimiento del SRI y la realización de los ajustes que fueran necesarios de acuerdo con la realidad local. De esta forma, con los resultados de la línea de base generada en el proyecto y la información obtenida durante el seguimiento, se verificó el logro de las metas del proyecto y el estado de los indicadores, para intentar establecer el impacto de la iniciativa. Así mismo, se realizó el esfuerzo de sistematizar la información generada durante todo el proyecto, con el fin de ordenar procesos e integrar resultados y aprendizajes. Sin duda, el seguimiento y la sistematización de información son de suma importancia para el desarrollo de un programa o proyecto. Se trata de un proceso que permite involucrarse más profundamente con el proyecto y detectar con más claridad las necesidades de mejora, a muchas de las cuales se puede responder durante su propia ejecución, además de contribuir a generar información de mayor calidad sobre las iniciativas desarrolladas.

Las metodologías del tipo “aprender haciendo” tienen significado y valor para los productores



Las actividades de capacitación se desarrollaron fundamentalmente utilizando metodologías grupales, como días de campo, demostraciones de métodos y de resultados, en las que los productores tuvieron una participación muy activa. Construir conocimientos a partir de la experiencia y la exploración es muy importante. Además, estas metodologías ofrecen a los productores la posibilidad de involucrarse y enfrentarse a tareas auténticas, vinculadas a su propia realidad, que tienen significado y valor para ellos.

La coordinación entre grupos e instituciones es clave para favorecer los avances



En el caso de proyectos realizados entre distintos países, cobra gran relevancia la coordinación entre los grupos de investigación, con el fin de avanzar en forma conjunta, aprendiendo de los resultados obtenidos en los distintos territorios. La articulación y coordinación entre las diversas instituciones y entre países permite no duplicar esfuerzos y aprender de los aciertos y fracasos, así como contar con más elementos de base para las validaciones en los diferentes territorios.



¿Cuáles son los próximos desafíos?

La aplicación del sistema intensivo del cultivo de arroz en Costa Rica, Nicaragua y Panamá mostró ciertas ventajas sobre la siembra convencional por trasplante manual que fue utilizada para los análisis comparativos. Sin embargo, estos resultados deben considerarse como preliminares, fundamentalmente por la ocurrencia del huracán Otto en Costa Rica y de una fuerte sequía en Nicaragua, eventos que solo permitieron contar con un año de evaluación. Así mismo, si bien en Panamá se pudieron evaluar dos ciclos de producción, la abundancia y la frecuencia de lluvias que se presentó durante ese período generó una distorsión de los resultados obtenidos en este país, así como limitaciones para realizar las evaluaciones del SRI.

De acuerdo con lo anterior, es evidente que la validación del SRI en Costa Rica, Nicaragua y Panamá aún presenta desafíos. Uno de ellos tiene relación con el método de riego intermitente (AWD), que no pudo ser evaluado en estos países. Por esta razón, se recomienda establecer parcelas de validación de este método durante la estación seca, comprendida de diciembre a abril, para determinar su efecto sobre el rendimiento del cultivo y la mitigación de las emisiones de metano. Estas emisiones también deben medirse en las parcelas con sistema intensivo del cultivo de arroz en comparación con parcelas convencionales, considerando que el SRI evita la inundación continua de los arrozales, lo que contribuye a reducir las emisiones de GEI.

También se recomienda realizar ensayos de respiración y deshidrogenasa, para determinar la presencia de microbiota del suelo en las parcelas con SRI en comparación con las convencionales.

Considerando que para las familias a las que impactó el proyecto el cultivo de arroz tiene como fin principal cubrir sus necesidades alimentarias, es importante evaluar la posibilidad de que apliquen más de un ciclo de siembra al año, preferentemente tres. Esto les permitirá aumentar la disponibilidad de arroz durante los 12 meses, así como obtener excedentes para comercializarlos como arroz orgánico. De esta forma, los pequeños productores podrían mejorar sus ingresos y su calidad de vida, lo que contribuiría a que salieran de la situación de pobreza en que se encuentran.

Finalmente, una vez validado el SRI en los territorios de Costa Rica, Nicaragua y Panamá donde se inició el proceso a través de este proyecto, es importante emprender el escalamiento de la tecnología necesaria hacia otras localidades productoras de arroz de estos países. Para esto, se requerirá el apoyo de los Ministerios de Agricultura y de entidades de fomento de cada país.

Referencias

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)/PRE-SANCA II/PRESISAN. (2013). Centroamérica en Cifras. Datos de Seguridad Alimentaria Nutricional 2013. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-at771s.pdf>.

FAOSTAT 2019: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Stoop, W. A., Uphoff, N., & Kassam, A. (2002). A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. *Agricultural Systems*, 71(3), 249-274. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00070-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00070-1).

Uphoff, N., & Randriamiharisoa, R. (2002). Reducing water use in irrigated rice production with the Madagascar System of Rice Intensification (SRI). En B.A.M. Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P. Tuong, & J.K. Ladha (Eds.), *Water-wise Rice Production. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production*, 8-11 April 2002 (71-87). Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute. Recuperado de: http://books.irri.org/9712201821_content.pdf.

CAPÍTULO 6

PLATAFORMAS DE INNOVACIÓN PARA MEJORAR LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS ADAPTADAS AL CLIMA POR EL PEQUEÑO AGRICULTOR FAMILIAR: PILOTOS EN HONDURAS Y COLOMBIA



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Plataformas de innovación para mejorar la adopción de tecnologías adaptadas al clima por el pequeño agricultor familiar: pilotos en Honduras y Colombia”.

El proyecto se desarrolló entre noviembre de 2015 y febrero de 2018, y fue ejecutado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y, como coejecutores, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras.

Autores del informe final

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Nadine Andrieu

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (DICTA) - Honduras

Ricardo Radillo

Marlon Duron





Resumen ejecutivo

Los impactos del cambio climático han comenzado a generar efectos negativos importantes en la producción agrícola y los medios de vida de los pequeños agricultores de Colombia y Honduras, así como en toda América Latina y el Caribe.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) propuso en 2013 una metodología integradora para hacer frente a los desafíos interrelacionados de la seguridad alimentaria y el cambio climático. Dicha metodología se denomina Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC)¹⁷ y aborda tres objetivos: incrementar de manera sostenible la productividad agrícola, para apoyar los aumentos equitativos en los ingresos agrícolas, la seguridad alimentaria y el desarrollo; adaptar y fortalecer la resiliencia de los sistemas de seguridad alimentaria al cambio climático a múltiples niveles; y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la agricultura, incluyendo cultivos, ganadería y pesca.

Las plataformas de innovación (PI) han demostrado ser espacios relevantes para facilitar el proceso de implementación de la metodología ASAC. Por esta razón, el proyecto buscó identificar la estructura más eficiente para plataformas de innovación dedicadas al desarrollo de una agricultura climáticamente inteligente (CI), en Colombia y Honduras. Según la FAO, la agricultura climáticamente inteligente busca lograr un aumento sostenible de la productividad y los ingresos agrícolas, la adaptación y la creación de resiliencia ante el cambio climático y la reducción y/o absorción de gases de efecto invernadero, en la medida de lo posible.

El desarrollo de las PI en Colombia y Honduras no partió de cero, pues en ambos países existían dinámicas colectivas de actores que estaban evaluando prácticas de adaptación. A través del proyecto se buscó articular estas redes y fortalecerlas.

El proyecto logró tres resultados principales. Se incrementó en más de un 30% el número de productores que alcanzaron una buena comprensión del concepto de cambio climático debido a las capacitaciones, las prácticas implementadas y el apoyo técnico brindado por la investigación y por las organizaciones no gubernamentales (ONG). Así mismo, las prácticas evaluadas a nivel de 30 productores por sitio permitieron: mejorar en más de un 10% la oferta de alimentos para los productores que introdujeron huertas en sus predios, lo que contribuyó a su seguridad alimentaria; mejorar en un 40% la resiliencia de los productores mediante la diversificación agronómica y la mejora del acceso al agua; y reducir en un 30% las emisiones de gases de efecto invernadero con el uso de compost, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos. Por último, el 90% de los productores que participaron en el proyecto están adoptando las prácticas, y nuevos productores están interesados en sumarse a las plataformas.

¹⁷ En inglés se conoce como Climate-Smart Agriculture (CSA).





Executive summary

The impact of climate change has started to have a significant negative impact on agricultural production and livelihoods of small farmers in Colombia and Honduras, as well as throughout Latin America and the Caribbean.

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) proposed an inclusive methodology in 2013 to address the interrelated challenges of food security and climate change. This methodology is called Climate Smart Agriculture (CSA) and addresses three objectives: to sustainably increase agricultural productivity, to support equitable increases in agricultural income, food security and development; adapt and strengthen the resilience of food security systems to climate change at multiple levels; and reduce greenhouse gas (GHG) emissions from agriculture, including crops, livestock and fisheries.

Innovation platforms (IP) have proven to be relevant spaces to facilitate the process of implementing the CSA methodology. For this reason, the project intends to identify the most efficient structure for innovation platforms dedicated to development of CSA, in Colombia and Honduras. According to FAO, climate smart agriculture seeks to achieve sustainable growth in agricultural productivity and income, adaptation and resilience to climate change, and as much reduction and/or absorption of greenhouse gases as possible.

The development of IP in Colombia and Honduras did not start from scratch, as in both countries there were different players that were already evaluating adaptation practices. The project intends to articulate these networks and strengthen them.

The project achieved three main results. The number of producers who achieved a good understanding of the concept of climate change was increased by more than 30% thanks to training, implemented practices and technical support provided by research and non-governmental organizations (NGOs). Likewise, the practices evaluated at the level of 30 producers per site allowed: to improve by more than 10% the supply of food for producers who introduced orchards in their premises, which contributed to their food security; improve producer resilience by 40% through agronomic diversification and improved access to water; and reduce greenhouse gas emissions by 30% with the use of compost, reducing the use of chemical fertilizers. Finally, 90% of the producers involved in the project are embracing the practices, and new producers are interested in joining the platforms.

The project's achievements also contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals¹⁸ (SDG), specifically SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, as well as SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere; SDG 2, to end hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture; SDG 6, to ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all, and SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns.

¹⁸ Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.

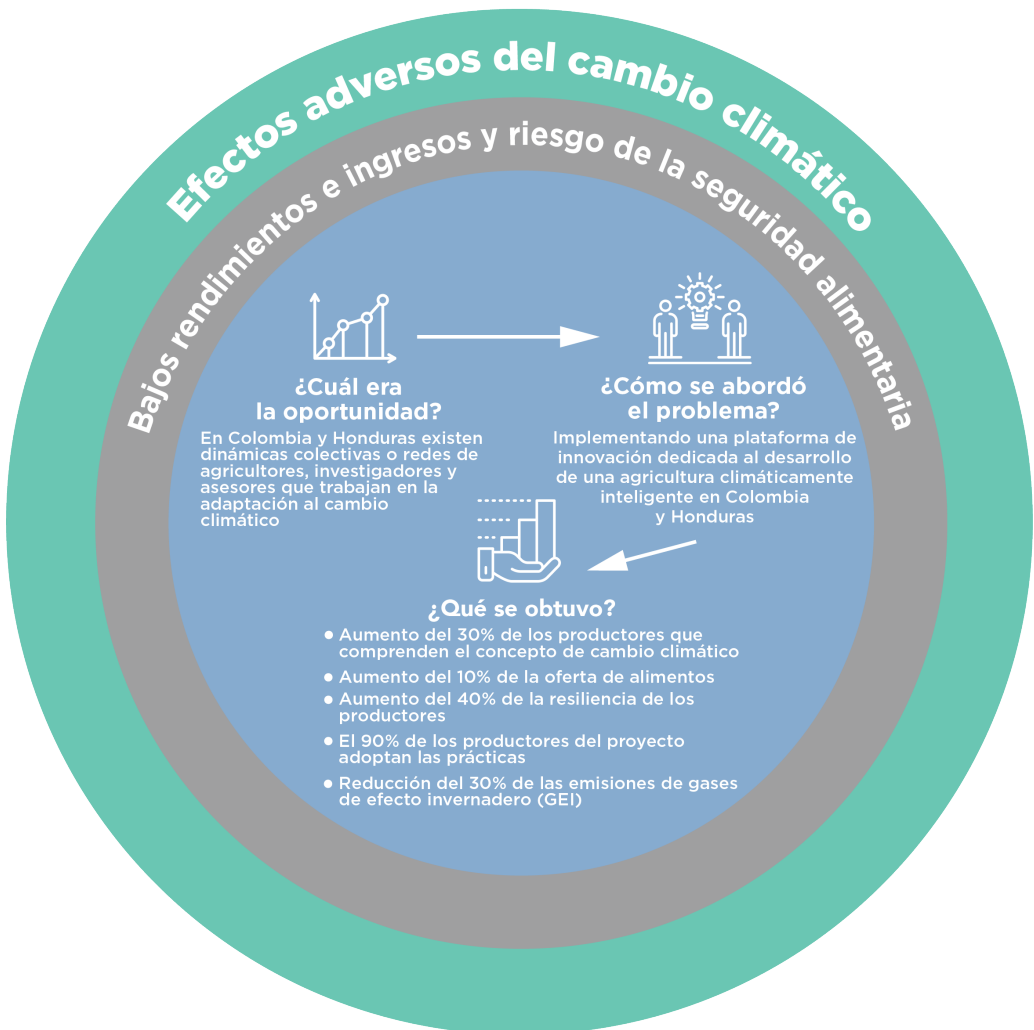




Esquema del proyecto

Instituciones de investigación proponen plataformas de innovación para mejorar la adopción de tecnologías adaptadas al clima por el pequeño agricultor familiar: pilotos en Honduras y Colombia

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Plataformas de innovación para mejorar la adopción de tecnologías adaptadas al clima por el pequeño agricultor familiar: pilotos en Honduras y Colombia”





¿En qué escenario se desarrolló?

Los impactos del cambio climático han comenzado a generar efectos negativos importantes en la producción agrícola y en los medios de vida de los pequeños agricultores de América Latina y el Caribe que, en general, disponen de bajos recursos y acceso limitado a los mercados. Los efectos del cambio climático se visualizan en las variaciones de los patrones de temperatura y de precipitaciones en los territorios, además de la frecuencia y severidad de eventos extremos, lo que está provocando fluctuaciones en el rendimiento de los cultivos y, consecuentemente, en el suministro de alimentos.

En Colombia, los cultivos básicos, maíz, frijoles, ñame y plátano, y los cultivos comerciales más importantes, como café y cacao, están siendo afectados por el cambio climático, particularmente en la región andina. En Honduras, las pérdidas de producción previstas podrían ascender a unas 120.000 toneladas de maíz anualmente (Eitzinger et al., 2014).

El conocimiento y las prácticas indígenas han permitido a los agricultores hacer frente a la variabilidad climática actual. Entre estas prácticas, se encuentran la conservación de semillas tradicionales, la selección de variedades tolerantes a la sequía, el ajuste de las cantidades de insumos y del cronograma de actividades, y la diversificación de sistemas de cultivo, medios de vida o uso del paisaje. Si bien muchas de estas prácticas pueden ayudar a los agricultores a adaptarse al cambio climático, también se necesitarán nuevas estrategias de adaptación para que los agricultores aborden los desafíos del cambio climático a corto y largo plazo y, en particular, para afrontar eventos climáticos sin precedentes.

Para hacer frente a estos desafíos, la FAO propuso en 2013 la metodología de la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC). Es una metodología integradora para afrontar los desafíos interrelacionados de la seguridad alimentaria y el cambio climático, con tres objetivos: incrementar de manera sostenible la productividad agrícola, para apoyar los aumentos equitativos en los ingresos agrícolas, la seguridad alimentaria y el desarrollo; adaptar y fortalecer la resiliencia de los sistemas de seguridad alimentaria al cambio climático a múltiples niveles; y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura, incluyendo cultivos, ganadería y pesca. La ASAC propone considerar estos tres objetivos a diferentes escalas (desde la finca hasta el paisaje), en diferentes niveles (desde lo local hasta lo global) y en líneas de tiempo cortas y largas, teniendo en cuenta las particularidades y prioridades nacionales y locales (CCAFS, 2019).



Implementar la metodología ASAC conlleva aumentar la capacidad de innovación en el desarrollo agrícola, entendida como la capacidad de los actores de imaginar nuevos productos, nuevas prácticas, nuevas formas organizacionales, nuevos procesos y/o nuevas formas de comercialización. La innovación en agricultura no es un proceso lineal convencional de transferencia de conocimientos y tecnología desde los investigadores hacia los agricultores, pasando por los agentes de divulgación (Pali & Swaans, 2013). La innovación es, en cambio, un proceso de “torbellino o remolino” social, de mayor complejidad de lo que se piensa (Akrich, Callon & Latour, 1988a y 1988b). Esto ha llevado a algunos autores a definir la innovación como un proceso social y/o económico por el cual el conocimiento es creado, difundido, accedido, adaptado y puesto en uso, que incluye una amplia variedad de partes interesadas, tanto de la comunidad como de los sectores privado y público (Pali & Swaans, 2013). De esta manera, un sistema de innovación se define como un conjunto de agentes, organizaciones, empresas y personas, entre otros, involucrados en un proceso de innovación (Spielman et al., 2011), así como las instituciones y las políticas que afectan su comportamiento y rendimiento (The World Bank, 2006).

En torno al concepto de innovación mencionado, han surgido nuevos instrumentos, como las plataformas de innovación (Boogaard et al., 2013). En la literatura, las PI se definen como espacios virtuales, físicos o físico-virtuales, para aprender, concebir en conjunto y transformar diferentes situaciones, generados por personas de diferentes orígenes, formaciones e intereses (Pali & Swaans, 2013). Esta diversidad permite diagnosticar problemas, identificar oportunidades y trabajar en la consecución de un objetivo común (Tui et al., 2013). En las últimas décadas, las PI han sido usadas para resolver problemas de múltiples actores en temas de gestión de recursos naturales, cambios institucionales, reducción de la pobreza y mejora de las cadenas de valor y la seguridad alimentaria a diferentes escalas (Duncan et al., 2015).

En paralelo, hubo un desplazamiento de la investigación sobre el cambio climático, hacia un enfoque de acción, reconociendo el papel fundamental de las instituciones y de la acción colectiva para construir en conjunto soluciones locales dirigidas a enfrentar el cambio climático (Chhetri et al., 2012). Este desplazamiento legitima las plataformas de innovación como espacios relevantes para facilitar el proceso de implementación de la metodología ASAC.

El desarrollo de las plataformas de innovación en Colombia y Honduras no partió de cero, pues en ambos países existían dinámicas colectivas o redes que involucran a varias ONG y a productores, para mejorar su capacidad de respuesta al cambio climático, que estaban experimentando en materia de prácticas de adaptación. A través del proyecto se buscó aprovechar esta oportunidad, articulando las redes existentes, con el objetivo de fortalecerlas.





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó identificar la estructura más eficiente para plataformas de innovación¹⁹ dedicadas al desarrollo de una agricultura climáticamente inteligente (CI), en Colombia y Honduras. Para alcanzar este objetivo, la iniciativa se enfocó específicamente en fortalecer o iniciar un proceso de adopción de opciones de agricultura climáticamente inteligente a nivel local, a través de un proceso participativo facilitado por las plataformas de innovación; llevar a cabo evaluaciones ex ante y ex post de las opciones de agricultura climáticamente inteligente con los actores de las plataformas; e identificar los cambios necesarios en las instituciones locales para apoyar la adopción de opciones de agricultura climáticamente inteligente.



Foto: Talleres participativos en el marco de un proceso de adopción de nuevas tecnologías

¹⁹ Entendidas como redes de actores con diferentes tipos de conocimiento, experticia e intereses que se reúnen para lograr un objetivo común.





¿Qué actividades se realizaron?

Se trabajó con las redes existentes en cada uno de los países. En Colombia, con el CIAT, Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), la Fundación EcoHabitats, seis juntas de acción comunal y una institución educativa. En Honduras, con el SAG/DICTA y cuatro comunidades del departamento de Gracias a Dios, ubicado en el Corredor Seco de Honduras.

El proyecto se estructuró en cuatro componentes: diagnóstico de las fortalezas y debilidades de las fincas, sus oportunidades y barreras, y los desafíos principales que tienen que enfrentar para definir un plan de acción; priorización de opciones técnicas y organizacionales que se quiere evaluar usando herramientas de proyección, tales como escenarios climáticos y calculadora de desempeño ASAC (en tres dimensiones: seguridad alimentaria, adaptación y mitigación); evaluación de las opciones identificadas con mecanismos participativos, tales como escuelas de campo para agricultores; y validación de la capacidad del proceso de cumplir con sus objetivos, mediante la cuantificación de los cambios en términos de conocimiento, desempeño y adopción de las opciones, en comparación con una línea de base. Para el desarrollo de estos componentes, se utilizó un enfoque participativo, movilizándolo a los actores de las redes de los dos países. Los principales componentes del proyecto se presentan en el diagrama 2.



Foto: Talleres participativos en el marco de un proceso de adopción de nuevas tecnologías



Diagrama 2: Componentes principales del proyecto



Fuente: Informes de resultados del proyecto.

El proyecto consideró la participación de 120 productores. En ambos países, se realizaron al inicio del proyecto varios talleres para lograr una homologación del lenguaje sobre conceptos claves como cambio climático, variabilidad climática, vulnerabilidad y planificación. Entre septiembre de 2015 y enero de 2016, se inició la implementación de las prácticas ASAC por medio de escuelas de campo y mingas²⁰ en los predios de 33 productores. Estas actividades permitieron generar un espacio de discusión y ajuste de las prácticas.

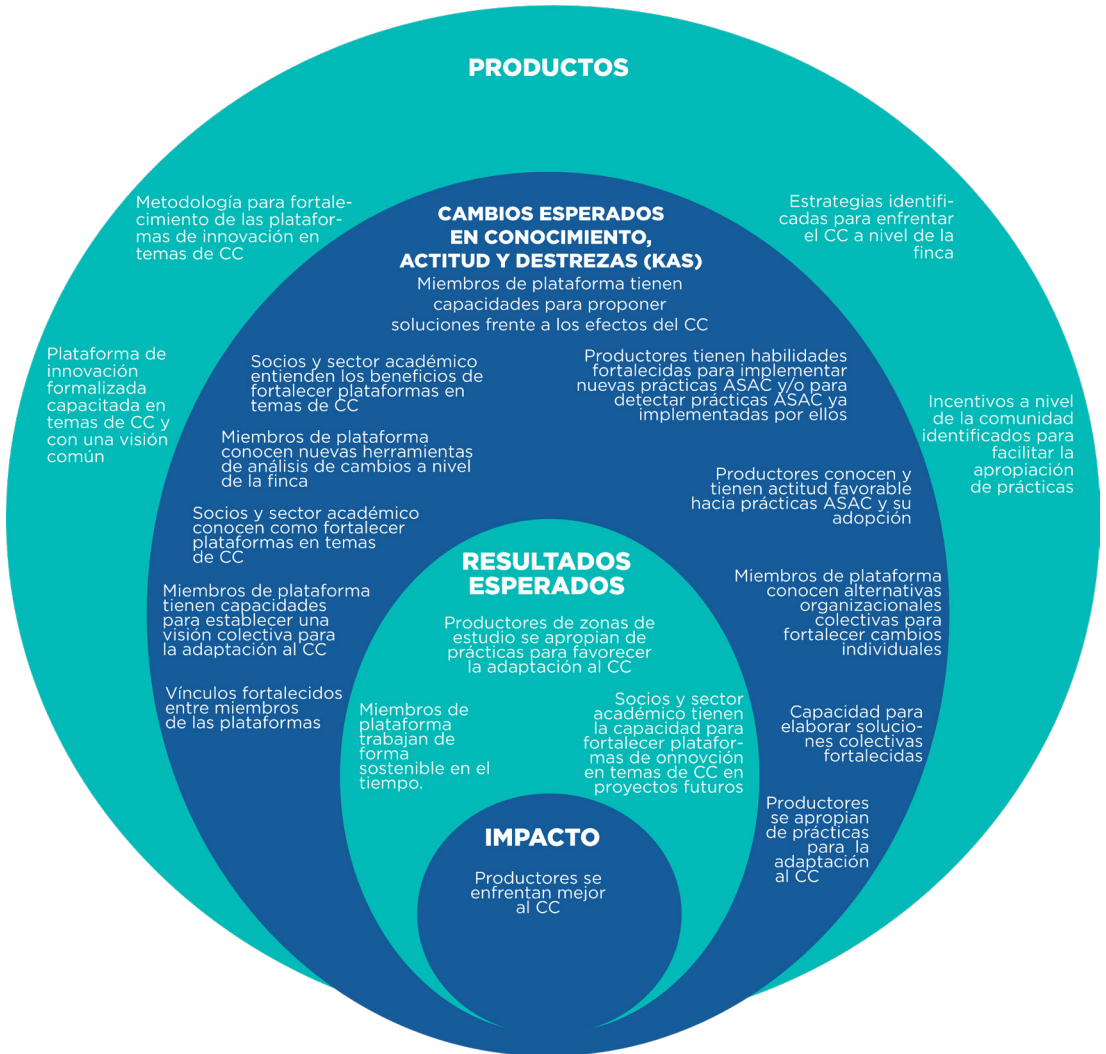
En primer lugar, se elaboró la teoría de cambio del proyecto, que se presenta en el diagrama 3. Esta metodología de planeación, seguimiento y evaluación permite mapear la secuencia lógica de un proyecto, desde las actividades hasta el impacto. Así mismo, permite reflexionar y discutir sobre la lógica del proyecto e identificar los supuestos para que los cambios sucedan.

A través de la utilización de la teoría de cambio, se pretende aumentar la aplicabilidad de los resultados de investigación. Más aún, hacer explícita esta teoría en un proyecto permite además a los implementadores entender mejor las perspectivas que tienen: con quién se está trabajando, qué se quiere lograr, quién se beneficia con los resultados, quiénes y cómo usan estos resultados y qué se espera que cambie o mejore.

²⁰ Minga es una palabra de origen quechua que se refiere a una reunión de amigos o vecinos para realizar trabajos comunitarios o colectivos con fines sociales.



Diagrama 3: Teoría de cambio del proyecto



Nota: CC: cambio climático; KAS: conocimiento, actitud y destrezas (según la sigla en inglés); ASAC: Agricultura Sostenible Adaptada al Clima.
Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Posteriormente se procedió a definir los indicadores de resultados esperados. La particularidad de esta actividad fue que se articularon indicadores sociales y técnicos, para tomar en consideración la complejidad intrínseca del proceso de innovación. Finalmente se establecieron 11 indicadores, tomando como referencia trabajos realizados sobre el uso de plataformas de innovación en temas de desarrollo agrícola, cadenas de valor y manejo de los recursos naturales. Estos indicadores permitieron hacer un seguimiento de los procesos sociales y de aprendizaje, y de los aspectos técnicos planteados en una plataforma enfocada en el cambio climático. Para ello, fue necesario combinar varias metodologías: revisión de literatura; entrevistas y trabajo en grupos focales con más de 250 actores a nivel local, departamental y nacional; simulación a nivel de finca de nuevas tecnologías en seguridad alimentaria, resiliencia y emisiones de gases de efecto invernadero; y visitas de campo. El conjunto de indicadores establecidos se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1: Indicadores de evaluación de las plataformas de innovación

Criterios	Indicadores de evaluación
Cambios en el entorno institucional	Número de conexiones entre los productores y los otros actores
Flujo de información sobre temas técnicos y económicos en torno a las prácticas entre los diferentes actores	Número de flujos de información sobre temas técnicos y económicos en torno a las prácticas entre los diferentes actores
Cambios en el conocimiento, la actitud y las habilidades sobre el cambio climático y las nuevas prácticas	Número de productores que han cambiado su percepción sobre el cambio climático, actitudes y adopción de nuevas prácticas (innovación)
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del rendimiento de cultivos • Incremento en el uso de alimentos en kilocalorías • Ingreso neto
Adaptación	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad de cultivos cosechados • Eficiencia en el uso de agua • Eficiencia en el uso de fertilizantes • Variabilidad bajo escenario de cambio climático
Mitigación	Emisiones de gases de efecto invernadero

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Respecto al indicador “número de productores que han cambiado su percepción sobre el cambio climático”, se evaluó el conocimiento adquirido por 28 de los productores que implementaron las prácticas, en dos momentos: noviembre de 2015 y septiembre de 2016. Este conocimiento se analizó según dos modalidades: conocimiento “real” y percepción sobre el propio conocimiento. En el primer caso, el objetivo fue analizar la habilidad del productor de comprender un concepto explícito que viene de la ciencia; en el segundo caso, el objetivo fue analizar cómo percibía la apropiación consciente de este conocimiento.



El conocimiento “real” se evaluó a través de la comparación entre la definición que los productores daban con sus propias palabras sobre los conceptos aprendidos y la definición homologada entregada al inicio del proyecto. Los conceptos propuestos fueron nueve: clima, tiempo, fenómeno climático extremo, cambio climático, fenómenos de la Niña y del Niño, planificación predial, variabilidad y vulnerabilidad. El fortalecimiento del conocimiento acerca de conceptos fue considerado por el facilitador como clave para la búsqueda de soluciones dirigidas a enfrentar el cambio climático.

En cuanto a los indicadores vinculados a los criterios de productividad, adaptación y mitigación, se desarrolló una herramienta llamada “ASAC-calculadora”, que tiene como objetivo evaluar con los productores los efectos de las prácticas a nivel del predio. La herramienta fue ensayada durante dos talleres, con la participación de 13 y 55 productores miembros de la plataforma, respectivamente. El ejercicio permitió mejorar la parametrización de las variables y aplicar la herramienta a 75 participantes.

También se utilizó la herramienta reconocida para registrar los gases de efecto invernadero: CoolFarmTool. La herramienta posibilita estimar de forma sencilla la producción de GEI de los diferentes componentes del predio, y permite a los productores evaluar los efectos de las prácticas de adaptación priorizadas por los miembros de la plataforma de innovación sobre los pilares de la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima a escala predial.

Los datos individuales de siete productores fueron colectados mediante encuestas para analizar el efecto de la introducción de las prácticas en los tres pilares del ASAC, en comparación con la situación anterior a dicha introducción. Dos de los siete productores introdujeron tres prácticas: huerta, cosecha de agua lluvia y abono orgánico; uno de los productores introdujo cuatro prácticas: huerta, reservorios, abono orgánico y frijol; y cuatro productores introdujeron dos prácticas: huerta y cosecha de agua lluvia.

Posteriormente, para fortalecer la evaluación de la resiliencia ambiental, se realizó un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Esta metodología permite tomar en cuenta no solamente el sistema productivo, sino también la producción de insumos y la transformación de los productos del predio. Permite, en particular, evaluar el efecto de las prácticas sobre indicadores de impacto ambiental como la eutrofización o la acidificación.

El ACV fue realizado por un científico posdoctorado, cuyo trabajo fue financiado con fondos de la Fundación Agropolis. El primer paso fue realizar una tipología de 250 predios de la zona de estudio. Luego se priorizaron, mediante un taller con productores, los problemas ambientales observados con más frecuencia en el territorio, para definir los indicadores que se incluirían en el análisis. Se cuantificaron los insumos, el manejo técnico de los cultivos y el stock de animales en los predios de los productores representativos de cada tipología identificada, con y sin la implementación de prácticas. Finalmente, se realizaron simulaciones para cada tipo de predio.





¿Cuáles fueron los principales logros?

El desarrollo del proyecto permitió obtener tres logros importantes. Uno de ellos fue el incremento de la comprensión del concepto de cambio climático, como resultado de las eficientes capacitaciones y prácticas implementadas, además del apoyo técnico brindado por la investigación y por las ONG. El incremento logrado fue de más de un 30% del total de 120 productores.

Los resultados también mostraron la existencia de diferencias significativas en cuanto a la percepción de seis de los nueve conceptos analizados: fenómeno del Niño, cambio climático, clima, fenómeno climático extremo, fenómeno de la Niña y variabilidad. De igual forma, se observó que, en términos generales, la percepción pasó de ser baja, a media y alta, mientras que el conocimiento “real” siempre se mantuvo entre medio y alto. Solo en relación con el concepto de fenómeno climático extremo se presentaron cambios significativos, ya que pasó de un conocimiento bajo a medio, a uno medio alto.

El segundo logro importante fue que las prácticas de la metodología de ASAC que se implementaron permitieron mejorar en más de un 10% la oferta de alimentos para los productores que introdujeron huertas en sus predios, lo que contribuyó a su seguridad alimentaria, así como mejorar en un 40% la resiliencia en las fincas, mediante la diversificación de cultivos y las mejoras en el acceso al agua, y reducir en un 30% las emisiones de gases de efecto invernadero con la práctica del compostaje, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos.

El análisis de ciclo de vida (ACV) mostró que las prácticas como el compostaje pueden tener efectos positivos en términos de reducción del dióxido de carbono (CO₂), pero negativos en término de acidificación (emisiones de nitratos), lo que evidencia la necesidad de mejorar su modo de producción.

Además, las evaluaciones indicaron que la continuidad y el seguimiento de la implementación de las prácticas, las capacitaciones y la vinculación entre las familias fueron las expectativas más mencionadas por los productores para implementar prácticas de ASAC, como puede observarse en el gráfico 1.

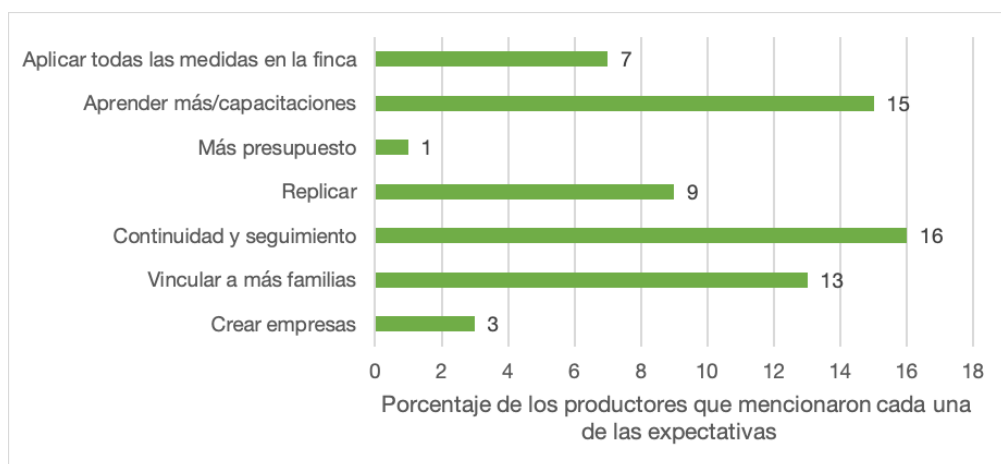
El tercer logro del proyecto se relaciona con el alto porcentaje de productores participantes en la iniciativa que adoptaron las prácticas (90%) y con los nuevos productores que quieren ingresar a las plataformas de innovación generadas por el proyecto.

Contribuyó a la obtención de este resultado la movilización de fondos adicionales, principalmente en Colombia, de la Fundación Agropolis y del programa transversal del CGIAR²¹ sobre cambio climático y seguridad alimentaria.

²¹ Un consorcio de centros de investigación cuya labor se orienta a aumentar la seguridad alimentaria, reducir la pobreza rural, mejorar la salud y la nutrición humana y asegurar un manejo sostenible de los recursos naturales.



Gráfico 1: Expectativas de los productores acerca de las evaluaciones de prácticas de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC) en Colombia



Fuente: Informes de resultados del proyecto.

Con estos fondos apalancados, el proyecto también obtuvo los siguientes productos adicionales:

1. Se evaluaron y validaron con los productores en los sitios de estudio un conjunto de diez prácticas: reservorios de agua, cosecha de agua lluvia, bomba de tipo camándula para la familia, huertas, compostaje, secador solar y variedades mejoradas de sorgo, maíz, frijol y aguacate.
2. Se elaboró un manual enfocado en los responsables de la toma de decisiones y de la implementación que presenta una metodología para promover la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima a nivel local.
3. Siete técnicos, con niveles educativos de maestría y posdoctorado, fueron capacitados en temas relacionados con agronomía y desarrollo rural, además de plataformas de innovación y procesos participativos, análisis de políticas de cambio climático y evaluación de prácticas para una Agricultura Sostenible Adaptada al Clima.
4. Se crearon seis blogs, se publicaron tres artículos en revistas internacionales indexadas y un documento de políticas que sintetiza los resultados alcanzados en Honduras y se realizaron ocho presentaciones en conferencias internacionales sobre Agricultura Sostenible Adaptada al Clima.

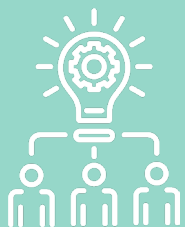
Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; el ODS 2, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; el ODS 6, garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.





¿Cuáles fueron los aprendizajes?

El empoderamiento de los actores locales es fundamental para enfrentar el cambio climático



Durante el proyecto, se evidenció que los cambios estuvieron basados en gran medida en la participación creciente de los productores en las actividades, lo que permitió la priorización de prácticas según sus propios intereses. En este sentido, autores como Eriksen y Selboe (2012) y Olwig (2012) sostienen que algunas prácticas locales pueden representar formas de adaptación más sostenibles y efectivas para enfrentar el cambio climático que las soluciones externas o exóticas, además de fortalecer el empoderamiento de los actores locales.

Es importante responder inicialmente a las necesidades inmediatas de los productores

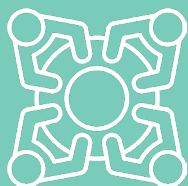


Los productores se vieron motivados a implementar las prácticas de la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima; sin embargo, su principal motivación para adoptar estas prácticas no fue hacer frente al cambio climático, sino alcanzar su seguridad alimentaria y mejorar la productividad de sus predios.

Así, la puerta de entrada para fortalecer la adaptación al cambio climático puede ser la promoción de prácticas que permitan responder en una primera etapa a las necesidades inmediatas de los productores. Pero debe asegurarse que dichas prácticas también tengan beneficios complementarios en términos de adaptación y/o mitigación, para que sean consideradas parte de la ASAC. Con este fin, el uso de la herramienta generada en el proyecto “ASAC-calculadora” o la metodología de ACV pueden contribuir en gran medida a este proceso, considerando que generan indicadores cuantitativos de los efectos técnicos de las prácticas.

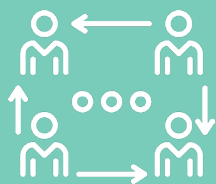


La adopción de nuevas prácticas pasa por cambios previos en materia de conocimiento



Vinculado a lo anterior, se puede suponer que el mayor interés de los productores en temas de corto plazo (seguridad alimentaria y mejora de la productividad) se relaciona con el bajo conocimiento que tenían al inicio del proceso sobre el cambio climático y sus desafíos. Por lo tanto, la profundización de este conocimiento y de los conceptos asociados puede contribuir a integrar las preocupaciones de largo plazo y favorecer la identificación por parte de los mismos productores de las prácticas más transformadoras y su vinculación directa con el cambio climático.

Las redes de actores existentes y el fortalecimiento de capacidades de los productores son claves para establecer una plataforma de innovación



Cuando se quiere establecer y desarrollar una plataforma de innovación, las redes de actores existentes en el territorio son fundamentales. Es importante trabajar en conjunto con estos actores —productores, autoridades locales, ONG e investigadores—, fortaleciendo su integración y la organización del trabajo para generar un mayor impacto en el territorio. También es esencial para la sostenibilidad de las plataformas de innovación fortalecer las capacidades y habilidades de los productores, porque ellos finalmente serán los motores de estas organizaciones y deberán estar adecuadamente empoderados para promover la acción de dichas plataformas.



¿Cuáles son los próximos desafíos?

La mejora de conocimientos y el inicio de un proceso de adopción de prácticas de manejo sostenible por parte de los productores demuestran que una plataforma de innovación permite fortalecer las capacidades para desarrollar localmente una Agricultura Sostenible Adaptada al Clima, que contribuye de forma integral a abordar la seguridad alimentaria y el cambio climático.

En este sentido, para continuar avanzando es necesario mejorar la articulación entre las políticas sobre cambio climático y las políticas sectoriales, así como entre las instituciones que implementan las políticas a nivel local y las organizaciones no gubernamentales activas a ese mismo nivel. Esta articulación permitirá incrementar y aplicar a una escala más amplia prácticas que permitan mejorar en forma conjunta la resiliencia y la seguridad alimentaria.

La adaptación de la agricultura al cambio climático es un proceso complejo, de carácter multidimensional, en el que se requieren cambios en materia de conocimientos, cambios técnicos y cambios del entorno institucional, que tienen que ocurrir, de preferencia, simultáneamente. Además, la adaptación implica cubrir diversas necesidades y falencias actuales en muchos ámbitos, tales como infraestructura, acceso a mercados, crédito, tenencia de la tierra, educación, salud, nutrición infantil y servicios de extensión, entre los más importantes. Por lo tanto, es necesario continuar desarrollando iniciativas que aborden estos temas de manera integral, o bien por medio de iniciativas diversas, pero diseñadas de forma conjunta, de modo que puedan complementarse en torno a las distintas temáticas en que es necesario trabajar.



Referencias

Akrich, M., Callon, M. et Latour, B. (1988a). A quoi tient le succès des innovations? 1: L'art de l'intéressement. *Gérer et comprendre, Annales des Mines*, 11, 4-17.

Akrich, M., Callon, M. et Latour, B. (1988b). A quoi tient le succès des innovations? 2: Le choix des porte-parole. *Gérer et comprendre, Annales des Mines*, 12, 14-29.

Boogaard, B., Schut, M., Klerkx, L., Leeuwis, C., Duncan, A., & Cullen, B. (2013). *Critical issues for reflection when designing and implementing Research for Development in Innovation Platforms*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen University and Research Centre.

CCAFS (Climate Change, Agriculture and Food Security). (2019). Agricultura Sostenible Adaptada al Clima. Recuperado de: <https://ccafs.cgiar.org/es/agricultura-sostenible-adaptada-al-clima#.XanaTuhKjIV>.

Chhetri, N., Chaudhary, P., Tiwari, P.R., & Yadaw, R.B. (2012). Institutional and technological innovation: Understanding agricultural adaptation to climate change in Nepal. *Applied Geography*, 33, 142-150. doi:10.1016/j.apgeog.2011.10.006.

Duncan, A.J., Teufel, N., Ravichandran, T., Hendrickx, S., & Ballantyne, P.G. (2015). *Innovation platforms to improve smallholder dairying at scale: Experiences from the MilkIT project in India and Tanzania*. ILRI Project Report. Nairobi, Kenya: ILRI.

Eitzinger, A., Läderach, P., Bunn, C., Quiroga, A., Benedikter, A., Pantoja, A., Gordon, J., & Bruni, M. (2014). Implications of a changing climate on food security and smallholders' livelihoods in Bogotá, Colombia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 19(2), 161-176.

Eriksen, S., & Selboe, E. (2012). The social organisation of adaptation to climate variability and global change: The case of a mountain farming community in Norway. *Applied Geography*, 33, 159-167. doi:10.1016/j.apgeog.2011.10.003.

Olwig, M.F. (2012). Multi-sited resilience: The mutual construction of "local" and "global" understandings and practices of adaptation and innovation. *Applied Geography*, 33, 112-118. doi:10.1016/j.apgeog.2011.10.007.

Pali, P., & Swaans, K. (2013). Guidelines for innovation platforms: Facilitation, monitoring and evaluation. ILRI Manual 8. Nairobi, Kenya: ILRI.

Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., & Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: Findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28 (2), 195-212. doi:doi.org/10.1007/s10460-010-9273-y.

The World Bank (2006). *Enhancing Agricultural Innovation: How to go beyond the strengthening of research systems*. Washington, DC: World Bank.

Tui, S.H.K., Adekunle, A., Lundy, M., Tucker, J., Birachi, E., Schut, M., Klerkx, L., Ballantyne, P., Duncan, A., Cadilhon, J., & Mundy, P. (2013). What are innovation platforms? Innovation Platforms Practice Brief 1. Nairobi, Kenya: ILRI.



CAPÍTULO 7
**PROMOVER LA RESILIENCIA DE LOS
SISTEMAS PRODUCTIVOS PARA DISMI-
NUIR LA VULNERABILIDAD DE FAMILIAS
DE PEQUEÑOS PRODUCTORES A TRAVÉS
DE LA REVALORIZACIÓN DE CULTIVOS
POSTERGADOS DEL GÉNERO *LUPINUS***



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus*”.

El proyecto se desarrolló entre marzo de 2015 y septiembre de 2018, y fue ejecutado por la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) de Bolivia y, como coejecutores, el Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación (CRI) Carillanca, de Chile.

Autores del informe final

Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) - Bolivia

Pablo Mamani Rojas

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - Ecuador

Elena Villacrés

Nelson Mazón

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) - Chile

Mario Mera Krieger





Resumen ejecutivo

El proyecto se desarrolló en las zonas altoandinas de Bolivia (municipio Anzaldo de Cochabamba) y de Ecuador (cantón Guano) y en la zona sur de Chile (Región de la Araucanía).

En las zonas altoandinas de Bolivia y Ecuador, las familias de agricultores tienen condiciones de extrema pobreza, con alto índice de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria. Además, sus suelos se encuentran degradados por prácticas humanas incorrectas y por los efectos negativos del cambio climático. La Región de la Araucanía de Chile se caracteriza por la elevada concentración de pequeños productores, que en su mayoría pertenecen a familias de la etnia mapuche. Sus ingresos son bajos y muchos de ellos también se encuentran en condición de pobreza. Las consecuencias negativas del cambio climático están deprimiendo aún más los sistemas productivos de estos agricultores, así como también su calidad de vida.

En este escenario, el proyecto se propuso abordar la reintroducción de especies leguminosas con valor ecológico, social y económico, como las del género *Lupinus*, conocido comúnmente como lupino, que constituyen una buena opción, fundamentalmente por su diversidad biológica y ecológica, y en especial por la capacidad de ciertas especies para adaptarse a condiciones de clima y suelo muy adversas.

El proyecto se estructuró en cuatro componentes: aumento de la productividad del sistema de producción; promoción del uso y consumo local del lupino para una alimentación equilibrada; desarrollo de la postcosecha y el acceso a nuevos mercados locales y nacional; y gestión del proyecto a través de una plataforma de innovación (PI).

Los resultados de la iniciativa evidenciaron que la versatilidad de los lupinos estudiados les permiten adaptarse a diferentes contextos agroecológicos de la región andina y del sur de Chile, sobresaliendo las regiones frías y semihúmedas.

Además, se generó información muy valiosa sobre el comportamiento agronómico de las distintas variedades de lupino estudiadas, las cuales representan una buena opción productiva, que además permite recuperar los suelos, incrementando su materia orgánica y contenido de nitrógeno. Así mismo, existen diversas formas para utilizarlo a nivel culinario, lo que genera diferentes opciones de mercado, y en el caso de Chile es una fuente importante de proteína para la alimentación animal.

Los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)²², específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo, y del ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

²² Aprobados en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible





Executive summary

The project was developed in the high Andean areas of Bolivia (Anzaldo Municipality of Cochabamba) and Ecuador (Guano canton) and in southern Chile (Araucanía Region).

In the Upper Andean areas of Bolivia and Ecuador, farmers' families have extreme poverty conditions, with high vulnerability to food insecurity. In addition, their soils are degraded by incorrect human practices and the negative effects of climate change. Araucanía region in Chile is characterized by a high concentration of small producers, most of which belong to the Mapuche ethnic group. Their incomes are low and many of them are also in poverty. The negative consequences of climate change are further worsening these farmer's productive systems, as well as their quality of life.

In this scenario, the project aimed to address the reintroduction of legume species with ecological, social and economic value, such as those of the genus *Lupinus*, commonly known as lupine, which are a good option, mainly because of their biological diversity and ecological conditions, and especially for the ability of certain species to adapt to very adverse climate and soil conditions.

The project was structured in four components: improvement in productivity of the production system; promotion of the local use and consumption of lupine for a balanced diet; post-harvest development and access to new local and national markets; project management through an innovation platform.

The results of the initiative showed that the versatility of the lupines studied allow them to adapt to different agroecological contexts of the Andean region and southern Chile, especially in cold and semi-humid regions.

In addition, valuable information was generated on the agronomic behavior of the different lupine varieties studied, which represent a good productive option, and also allows to recover soils, increasing their organic matter and nitrogen content. Likewise, there are several ways to use it at the culinary level, which generates different market options, and in the case of Chile it is an important source of protein for animal feed.

The project's achievements also contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals²³ (SDG), specifically SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, as well as SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere and SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns.

²³ Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.

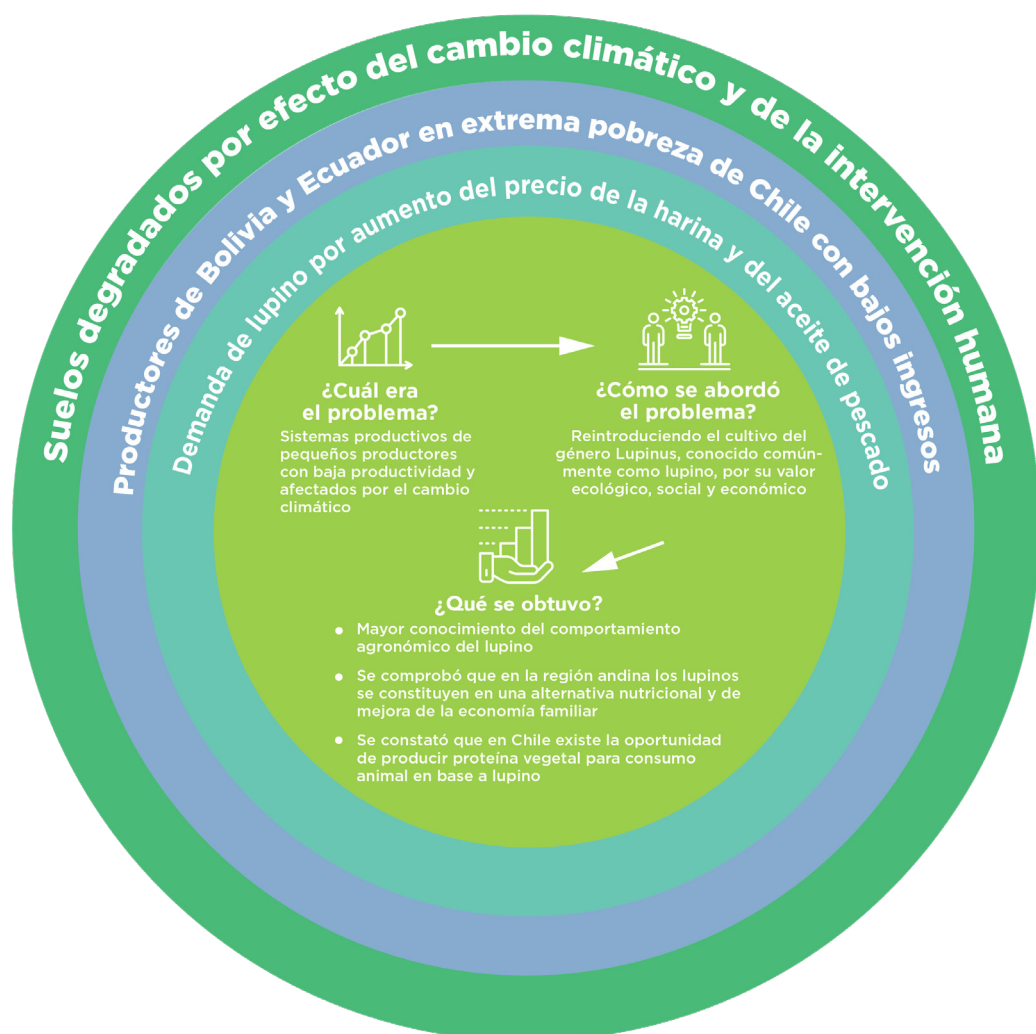




Esquema del proyecto

Pequeños productores de Bolivia, Chile y Ecuador evalúan especies de lupino como alternativa para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y mejorar su calidad de vida

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus*”





¿En qué escenario se desarrolló?

El proyecto se desarrolló en las zonas altoandinas de Bolivia (municipio Anzaldo de Cochabamba) y de Ecuador (cantón Guano), y en la zona sur de Chile (Región de la Araucanía).

En las zonas altoandinas de Bolivia y Ecuador, las familias de agricultores viven en condiciones de extrema pobreza y presentan un alto índice de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria. Estos productores se dedican en su mayoría a la agricultura en terrenos de baja fertilidad y susceptibles a la erosión. La tendencia al monocultivo de trigo o papa es la causa más importante de la degradación paulatina de los suelos en estas regiones. Esta condición también genera baja diversificación alimentaria local y pocas oportunidades comerciales para los productores. Los efectos adversos del cambio climático están agravando aún más esta situación.

La Región de la Araucanía, en Chile, se caracteriza por la elevada concentración de pequeños productores, que alcanzaban en 2018 el 72% del total de productores de la Región y en su mayoría pertenecen a familias de la etnia mapuche. En general, estos productores están dedicados a la producción de cereales y a la ganadería de leche y carne. Sus ingresos son bajos y muchos de ellos se encuentran en condición de pobreza. Además, tal como sucede en Bolivia y Ecuador, las consecuencias negativas del cambio climático están deprimiendo aún más los sistemas productivos de estos agricultores, así como también su calidad de vida.

En los tres países, Bolivia, Chile y Ecuador, se han realizado una serie de esfuerzos institucionales y organizacionales, desde las entidades del Estado y desde las comunidades, para mejorar las capacidades de adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático en la pequeña agricultura. Los gobiernos han destacado la importancia social, económica y ambiental que tienen las acciones sobre el cambio climático y, en especial, la relevancia de las medidas de adaptación, dada la vulnerabilidad de los ecosistemas y de su población, en particular en Bolivia y Ecuador. Sin embargo, existen barreras para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, que se relacionan principalmente con la falta de conocimiento de los agricultores y el costo de implementación de las medidas.

En este contexto, es necesario que los pequeños productores dispongan de nuevas estrategias para recuperar sus sistemas productivos e incrementar sus ingresos y, consecuentemente, su calidad de vida. La reintroducción de especies de leguminosas con valor ecológico, social y económico, como las del género *Lupinus*, conocido comúnmente como lupino, constituye una buena opción, fundamentalmente por su diversidad biológica y ecológica, y en especial por la capacidad de ciertas especies para adaptarse a condiciones de clima y suelo muy adversas.



Las cualidades de rusticidad de este género, a diferencia de otras leguminosas, se relacionan con su mayor eficiencia fotosintética para convertir el carbono atmosférico en carbono estructural (semejante a la de los cultivos C4), con su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en simbiosis con diferentes especies de bacterias y con su habilidad para solubilizar el fósforo del suelo.

El *Lupinus* ya es conocido en los países participantes en el proyecto. En Bolivia y Ecuador, se cultiva el *Lupinus mutabilis* S. (blanco, andino y amargo), que en Bolivia se denomina tarwi y en Ecuador chocho, destinado principalmente al consumo humano. Por su parte, en Chile se cultivan principalmente el *Lupinus albus* L. (blanco y dulce), el *Lupinus luteus* L. (amarillo y dulce) y el *Lupinus angustifolius* L. (azul, australiano y dulce), destinados a la alimentación de peces y ganado, que son muy valorados por su aporte proteico, principalmente para la industria avícola y lechera. Además, debido al aumento de los precios de la harina y el aceite de pescado, la industria salmonera comenzó a buscar nuevas alternativas alimenticias. Esta situación ha impulsado el aumento de la producción de lupino en la Región de la Araucanía.

También en los tres países se han realizado investigaciones o inversiones vinculadas al género *Lupinus*. Por ejemplo, en Bolivia, la Fundación PROINPA evaluó la especie *Lupinus mutabilis* en diferentes condiciones agroecológicas andinas y demostró a productores, instituciones y autoridades locales que la especie tiene una versatilidad de adaptación a diferentes ambientes altoandinos y que llama la atención su capacidad productiva en biomasa foliar y radicular aun en condiciones de suelos degradados. En Chile, se han realizado algunas investigaciones con *Lupinus luteus* (lupino amarillo), especie interesante por su contenido de proteína superior al de las especies mencionadas anteriormente que se cultivan en el país. Finalmente, en Ecuador, el consumo del chocho se ha incrementado en los últimos años, como consecuencia de la instalación de tres plantas procesadoras para el desamargado del lupino: Corporación CASA, Empresa La Verde y Flor del Valle.





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó promover el desarrollo participativo de innovaciones tecnológicas que permitieran fortalecer las capacidades de resiliencia de los sistemas productivos altoandinos de Bolivia y Ecuador y los del sur de Chile, a través de la inserción de especies del género *Lupinus*, para contribuir así a mejorar los medios de vida de las familias de los pequeños productores.



Foto: Flores de lupino

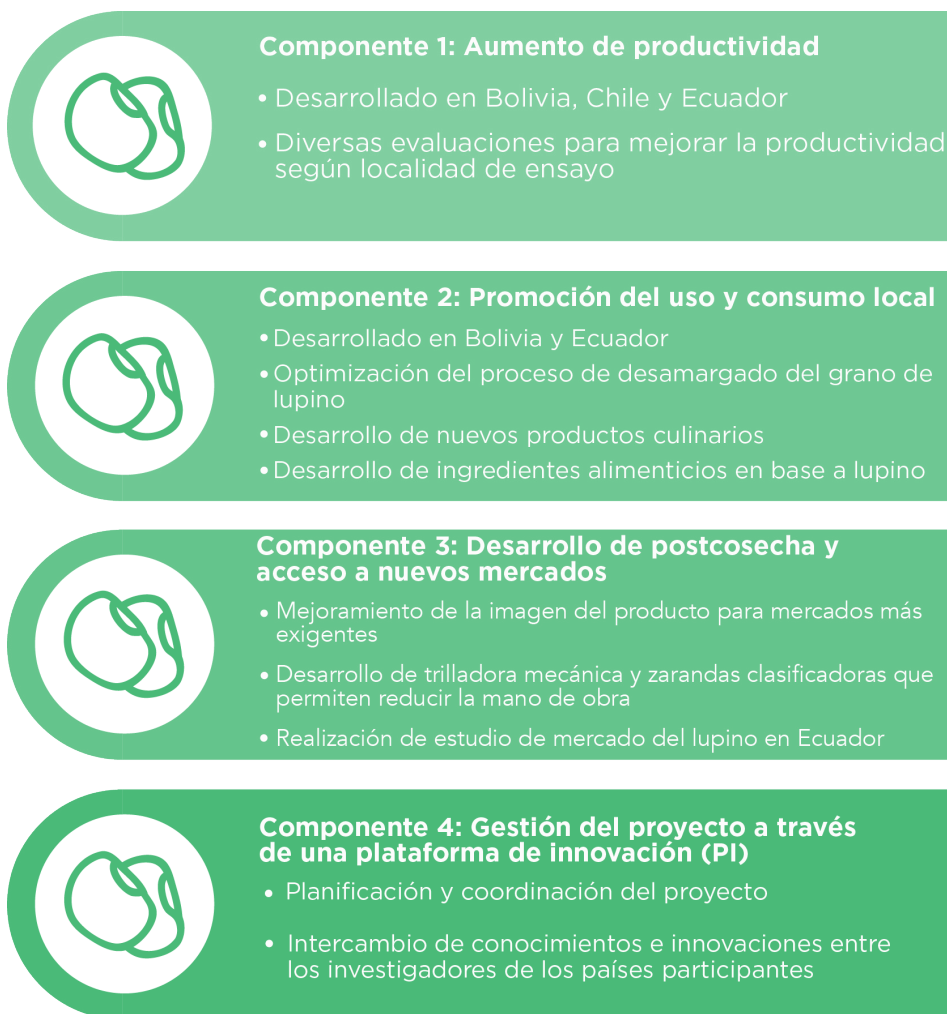




¿Qué actividades se realizaron?

El proyecto se estructuró en cuatro componentes: aumento de la productividad del sistema de producción; promoción del uso y el consumo local de lupino para una alimentación equilibrada; desarrollo de la postcosecha y el acceso a nuevos mercados locales y nacional; y gestión del proyecto a través de una plataforma de innovación (PI).

Diagrama 2: Componentes principales de la metodología del proyecto



El aumento de la productividad del sistema de producción de lupino fue abordado de manera distinta en cada país, tal como se observa en el cuadro 1.



Cuadro 1: Características de las evaluaciones productivas realizadas en cada país

	Bolivia	Chile	Ecuador
Localidades de evaluación	Comunidades andinas semiáridas del municipio de Anzaldo, provincia de Esteban Arze, departamento de Cochabamba	Región de la Araucanía: - Inspector Fernández - Comunas de Perquenco y Lautaro - Queupue y Trihueche Región de Los Ríos: - Máfil, comuna de Máfil	Jesús del Gran Poder y Senicahuan de la parroquia Ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo
Especies de lupino utilizadas	<i>Lupinus mutabilis</i> , <i>Lupinus albus</i> y <i>Lupinus angustifolius</i>	- <i>Lupinus albus</i> : Alboroto- INIA, Clovis, IT-34 y Rumbo-Baer - <i>Lupinus angustifolius</i> : Australiano Cte, Lila-Baer y PMG-1609 - <i>Lupinus luteus</i> : Aluprot - CGNA y Mister	<i>Lupinus mutabilis</i> INIAP 450 Andino <i>Lupinus mutabilis</i> variedad local
Evaluaciones realizadas	Rendimiento del grano, ciclo de cultivo, densidades óptimas de siembra, biomasa foliar y radicular, y diagnóstico de plagas y enfermedades.	Rendimiento del grano, ciclo de cultivo, contenido de proteína del grano, producción de proteína por hectárea, contenido de nitrógeno en planta, biomasa del cultivo, kilos de nitrógeno que retornan al suelo de la biomasa y diagnóstico de plagas y enfermedades.	Rendimiento del grano, ciclo de cultivo y densidades óptimas de siembra.

Fuente: Informes de resultados del proyecto.

El componente vinculado a la promoción del uso y el consumo local de lupino para una alimentación equilibrada se desarrolló en Bolivia y Ecuador. En este sentido, es importante indicar que una de las limitantes para el consumo de *L. mutabilis* es su contenido de alcaloides, compuestos tóxicos que otorgan amargor a las partes verdes y principalmente a los granos y que alcanzan concentraciones de entre un 1,7% y un 2,4% de la materia seca. Los alcaloides impiden emplear el lupino en la alimentación animal o humana sin un previo tratamiento. Por esta razón, en Bolivia se buscó optimizar el proceso de desamargado del grano de lupino. De acuerdo con estudios previos, para desamargar un kilo de grano se requieren al menos 80 litros de agua. Para reducir el uso de agua en el proceso de desamargado, considerando la baja disponibilidad de este recurso en la región andina semiárida, fue necesario contar con una tecnología accesible a las familias locales. Para esto, se validó una técnica desarrollada por el INIAP de Ecuador, que en esencia consiste en la hidratación del grano, su precocción usando sal y el agitado del agua durante el remojo del grano mediante una pequeña bomba de pecera, lo que permite acelerar el proceso de desamargado y reducir el uso de agua a 40 litros por kilo de grano. El costo de la bomba es de 9 dólares, lo que resulta accesible a la economía de los productores.



Otro aspecto que se abordó en Bolivia para promover el uso y el consumo local de *L. mutabilis* (tarwi) fue el desarrollo de nuevos productos culinarios. De esta forma, se trabajó durante el primer año con mujeres de tres comunidades en el rescate del saber local sobre comidas tradicionales elaboradas a partir de tarwi, pruebas participativas de elaboración de productos, valoración participativa de las comidas tradicionales, evaluación del conocimiento adquirido y socialización de la experiencia. El segundo año se priorizaron las comidas mejor valoradas por las familias, se elaboraron recetas y se capacitó a más madres de familia. El tercer año se continuó con la capacitación a madres de otras comunidades y municipios.

En Ecuador, se evaluaron nuevas técnicas de desamargado de *L. mutabilis* INIAP 450. El proceso consideró tres etapas, hidratación, cocción y lavado del grano, en cada una de cuales se añade cloruro de sodio (NaCl) para disminuir el tiempo de extracción de compuestos amargos. Los resultados de este proceso se compararon con los obtenidos sin la inclusión de cloruro de sodio. También, con el fin de diversificar la oferta de productos de lupino, en Ecuador se desarrolló un producto fermentado que fue deshidratado y molido para incluirlo en la fortificación de harinas para panificación. Se probaron niveles de incorporación de harina de chocho del 5%, el 10%, el 15% y el 20%.

El componente de desarrollo de la postcosecha y el acceso a nuevos mercados locales y nacional también se desarrolló solo en Bolivia y Ecuador.

Al inicio del proyecto, el consumo del tarwi en Bolivia era bajo y solo se realizaba en forma de mote (chuchusmuti). Las familias de agricultores sabían que el cultivo mejora la fertilidad de sus suelos y conocían sus beneficios para el consumo humano. Sin embargo, pocos agricultores lo cultivaban debido a su baja demanda y sus precios inestables. La comercialización normalmente se realiza en condiciones de poca inocuidad, por lo que, siguiendo la experiencia de Ecuador, el proyecto buscó integrar a la empresa privada en el negocio del tarwi, con la idea de desarrollar una nueva imagen del producto e ingresar a nuevos mercados.

En relación con la postcosecha, la trilla y el venteado son actividades que demandan mucha mano de obra y representan un desgaste para la familia del productor, por lo que se desarrolló una trilladora mecánica que permite reducir el requerimiento de mano de obra y es accesible para las familias. También se diseñaron zarandas clasificadoras por tamaño del grano, como complemento a la trilladora.

Por otra parte, en Guayaquil (Ecuador) se realizó un estudio de mercado de *L. mutabilis*, con el propósito de identificar cuáles son y dónde se encuentran sus mercados potenciales. Se aplicó la herramienta cualitativa de focus group, en la que participaron 59 personas. Se abarcaron cuatro segmentos, niños entre 4 y 12 años, adolescentes entre 13 y 18 años, jóvenes entre 18 y 30 años, y adultos mayores de 30 años.

Finalmente, los actores participantes de Bolivia, Chile y Ecuador desarrollaron una plataforma de innovación para gestionar el proyecto. Esta misma plataforma se aprovechó para intercambiar conocimientos e innovaciones entre los investigadores. Asimismo, se planificaron reuniones anuales para elaborar programas de seguimiento y evaluación de las actividades durante los años de desarrollo del proyecto, lo que permitió generar e intercambiar información sobre los avances alcanzados, los problemas enfrentados y las alternativas propuestas en el marco de ejecución de la iniciativa.





¿Cuáles fueron los principales logros?

La evaluación de la productividad del sistema de producción de las distintas especies de lupino, en los diferentes países, permitió conocer en mayor profundidad el comportamiento del cultivo y su valor.

En Bolivia, los dos períodos de evaluación fueron diversos climáticamente: el primero fue seco y registró una precipitación promedio de 270 mm, en tanto que el segundo registró una precipitación promedio normal, en torno a los 450 mm. Esto permitió evaluar las especies en condiciones climáticas normales y más extremas. En el cuadro 2 se presentan los principales resultados obtenidos en cada período.

Cuadro 2: Principales resultados de las evaluaciones de especies de Lupinus en Bolivia por período

Especies de Lupinus (L.)	Período seco			Período normal		
	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. mutabilis</i>	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. mutabilis</i>
Rendimiento (kg/ha)	500	380	276	850	550	750
Ciclo de cultivo	-	-	-	6,3 meses	4,0 meses	6,0 meses
Biomasa foliar (toneladas/ha)	16,8	3,7	16,7	4,9	4,1	6,0
Biomasa radicular (toneladas/ha)	9,81	0,6	3,35	-	-	-
Densidades óptimas de siembra (kg/ha)	-	-	-	80 (0,4 m entre surcos y 0,04 m sobre surco) (0,4 m entre surcos y 0,04 m sobre surco)	80 (0,5 m entre surcos y 0,09 m sobre surco)	60 (0,5 m entre surcos y 0,1 m sobre surco)
Respuesta a la inoculación con rizobios	No logra incrementar significativamente los rendimientos de los lupinos					

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Es importante considerar que todas las diferencias señaladas en el cuadro 2 son estadísticamente significativas. Así mismo, los valores de densidades de siembra óptimas indicados en el cuadro, para las tres especies, son aquellos que permiten una cobertura completa para el control de malezas, reducción de la pérdida de humedad del suelo y buenos rendimientos.

En cuanto al diagnóstico de plagas y enfermedades de *L. mutabilis* en Bolivia, se pudo determinar que el gorgojo (*Apion sp*) y la enfermedad antracnosis (provocada por el hongo *Colletotrichum spp*) son los principales problemas en la región y pueden afectar la productividad del cultivo hasta en un 80% y un 40%, respectivamente.

En síntesis, en las condiciones andinas semiáridas, *L. mutabilis* está más adaptado a las condiciones locales, porque está acompañado por una mayor población natural de cepas de rizobios y porque mantiene su rusticidad, aun bajo condiciones extremas. Sin embargo, su ciclo largo, de 6,0 meses, es su limitación. *L. albus*, si bien no presenta la nodulación de *L. mutabilis*, tiene un alto potencial genético que lo hace tolerar las condiciones adversas, pero, tal como ocurre con *L. mutabilis*, su ciclo largo, de 6,3 meses, limita la expresión de su potencial. Por su parte, *L. angustifolius* tiene una cualidad especial para estas condiciones semiáridas, que es su precocidad, aspecto muy valorado por los productores, porque acompaña el ciclo pluviométrico de la región andina, cada vez más corto.

Los resultados obtenidos en Ecuador mostraron que, en general, en la localidad de Senicahuan se obtuvieron los mejores rendimientos, con un promedio de 1.000 kg/ha, lo que es atribuible principalmente a la mejor calidad de sus suelos. La fertilización también logró incrementar de forma significativa los rendimientos, que pasaron de 515 kg/ha sin fertilización, a 909 kg/ha con fertilización. Además, se pudo determinar que la mejor densidad de siembra para la especie de *L. mutabilis* es de 80 cm entre surcos y 50 cm sobre el surco. En ambas localidades, la variedad *L. mutabilis* INIA 450 Andino fue superada por la variedad local en 181,8 kg/ha; sin embargo, la variedad INIA 450 Andino llegó a la madurez dos meses antes. Por lo tanto, si bien se pudo determinar que las variedades locales tienen buen rendimiento, al ser tardías no pueden competir con la nueva variedad en un año menos húmedo, lo que permite recomendar el uso de ambos tipos de variedades como una estrategia de adaptación al cambio climático y de seguridad alimentaria.

En Ecuador se validó también la efectividad de diversos fungicidas —Pyraclostrobin+Boscalid, Azoxystrobin+Difeconazol, Tebuconazole y Difeconazo— para el control de la antracnosis de chocho en diferentes condiciones agroecológicas de la sierra. Los resultados no permitieron determinar que exista un efecto de estos fungicidas sobre el rendimiento, pero sí sobre la reducción de semilla de mala calidad.

En el cuadro 3 se presentan los principales resultados obtenidos en Chile para las tres especies evaluadas durante los dos períodos de evaluación.



Cuadro 3: Principales resultados por especie de *Lupinus* en Chile, obtenidos en las temporadas 2015-2016 y 2016-2017

Variables / Especies	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
Rendimiento de grano	Mayor Variedad Alboroto INIA: 4,7 ton/ha 2015-2016 5,7 ton/ha 2016-2017	Medio	Inferior
Contenido de proteína en grano (*)	Medio 35-38%	Inferior 27-30%	Mayor 38-43%
Producción de proteína / ha	Mayor que la de las otras dos especies (> a 1.500 kg/ha y ocasionalmente 2.000 kg/ha)	-	-
Respuesta a la fertilización fosfatada, superfosfato triple (46% P ₂ O ₅ , 20% CaO, 1% S)	Importante		
Respuesta a la fertilización azufrada, fertiyeso (18% S, 33% CaO)	Poco importante		
Contenido de N en planta	Menor en tallos, intermedio en hojas y mayor en paredes de vainas, con variaciones entre 1,5% y 3,5%, respecto de la materia seca		
Biomasa aérea del cultivo	10-12 t/ha de materia seca		
Kg de N que retornan al suelo de la biomasa	250 kg/ha gran desarrollo vegetativo, el aporte de los residuos aéreos puede superar los 350 kg/ha	Menor	Menor
Presencia de plagas	45% áfidos, 30% dípteros, 20% microavispa y 5% no identificados		
Antracnosis (<i>Colletotrichum lupini</i>)	Ataques más intensos y generalizados	Bajo ataque	Mediano ataque
Mancha del café (<i>Pleiochaeta setosa</i>)	Casi sin síntomas	Incidencia en octubre, causa defoliación prematura y alcanza una intensidad igual o mayor que la observada en <i>L. luteus</i>	Síntomas desde mediados de septiembre (Perquenco) que fueron aumentando en intensidad, causando muerte de plantas
Virus del mosaico amarillo del frejol (Bean Yellow Mosaic Virus, BYMV)	Sin ataque	Fulminante	Sin ataque

(*) Valores promedio, porque el porcentaje de proteína en el grano varió considerablemente entre localidades y entre años.

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



El mayor rendimiento de *L. albus*, en comparación con las especies *L. angustifolius* y *L. luteus*, está determinado en gran medida por la época de siembra otoñal. En cambio, las otras dos especies, por su ciclo de vida más corto, pueden verse afectadas por enfermedades en siembras otoñales y se comportan mejor en siembras invernales.

L. luteus resultó ser la especie de menor potencial de rendimiento, en parte porque presenta problemas agronómicos, como poca competitividad frente a malezas y vainas inferiores a poca altura del suelo, lo que dificulta la cosecha.

El mayor rendimiento de L. albus se debe en gran medida a la época de siembra otoñal. Las otras dos especies, por su ciclo de vida más corto, se comportan mejor en siembras invernales.

La respuesta importante de todas las especies a la fertilización fosfatada evidencia que este manejo es esencial para los cultivos de lupino en suelos que presentan bajos niveles de fósforo disponible, fundamentalmente si se encuentran acompañados de problemas de estructura, como una proporción elevada de microporos. Esta última condición es relativamente frecuente en suelos de la Región de la Araucanía de Chile, donde la continua acción de la maquinaria agrícola ha generado compactación. Dada esta condición, la acidez del suelo acentuaría el ambiente desfavorable para el cultivo de lupino.

En cuanto al diagnóstico de plagas, la cantidad de larvas encontradas en algunas parcelas superó las tres unidades por planta, lo que puede ocasionar pérdidas significativas de rendimiento. Como se observa en el cuadro, los áfidos fueron las plagas encontradas en mayor proporción; las especies más abundantes en la temporada 2015-2016 fueron *Aphis gossypii* (pulgón del melón), *Aphis sp.*, y *Myzus persicae* (pulgón verde del duraznero).

Respecto al diagnóstico de enfermedades, la mosca del café es provocada por el hongo *Pleiochaeta setosa*, cuyo principal medio de transmisión son residuos de plantas infectadas. Por esta razón, es probable que el cultivo previo de lupino en el sitio del ensayo de Perquenco hubiera sido atacado, y que las esporas del hongo hubieran permanecido en el terreno.

El ataque del virus BYMV fue fulminante en *L. angustifolius*, a tal punto que solo en un par de localidades, y solo en la primera época de siembra, se logró cosechar grano. La especie *L. angustifolius* puede ser atacada por una raza necrótica y una raza no-necrótica del BYMV. Los síntomas causados por la raza necrótica se manifiestan primero por la curvatura de la porción más joven del tallo, que luego muere, al mismo tiempo que el tallo se ennegrece. Esta virosis es considerada la más importante que afecta a *L. angustifolius* en Australia.



Cabe destacar que durante la temporada 2016-2017 la estrategia de establecer un cultivo de centeno como borde perimetral de los ensayos permitió reducir substancialmente la incidencia de BYMV, lo que se atribuye a la intercepción de áfidos vectores. La observación de la agresividad con la que puede atacar el virus BYMV permitirá proponer estrategias para evitar que esta enfermedad se propague y excluya a la especie *L. angustifolius* como opción productiva.

Otro logro importante en Chile fue el acercamiento de INIA con la empresa SOPRODI, que importa y distribuye materias primas vegetales para la nutrición animal (maíz, soya, maravilla, sorgo) y la alimentación humana. SOPRODI decidió involucrarse en la compra y procesamiento de lupino, principalmente destinado a la alimentación de salmones. En noviembre de 2016, se realizó un día de campo en conjunto con la empresa, buscando incentivar el cultivo de lupino dulce para alimentación animal, y en 2017 y 2018 se ofrecieron charlas en la ciudad de Los Ángeles, en la Región del Biobío de Chile, donde se encuentra una planta SOPRODI. Este acercamiento con la industria es fundamental para incrementar el cultivo de lupino dulce en Chile.

En síntesis, el proyecto permitió en el caso de Chile generar información valiosa para continuar impulsando el desarrollo del cultivo del lupino. *L. albus* parece ser la especie más conveniente desde el punto de vista agronómico. También, dado el aporte de nitrógeno al suelo, el cultivo de lupino puede ser un componente de las rotaciones de cultivos, ya que permitiría incrementar la materia orgánica y el nitrógeno del suelo.

Los logros alcanzados en lo referente a la promoción del uso y el consumo local de *L. mutabilis* en Bolivia y Ecuador fueron positivos. En Bolivia, se logró probar la técnica para optimizar el proceso de desamargado del grano, evidenciando al igual que en Ecuador, que el consumo de agua es menor. De todas formas, la técnica continúa aún en proceso de validación con las familias locales.

El rescate del saber local para la elaboración de comidas a partir de *L. mutabilis* fue un factor de estímulo que redundó en que muchas familias en Bolivia se motivaran a producir este cultivo para consumo propio, lo que abrió una nueva opción económica además del trigo.

En Ecuador, las nuevas técnicas para el desamargado del lupino —realizado en tres etapas, hidratación, cocción y lavado del grano, con la inclusión en cada una de ellas de NaCl— evidenciaron ser eficientes en términos de tiempo del proceso y utilización de agua. De esta forma, el proceso total de desamargado del grano con NaCl se realizó en 58 horas, con un gasto de 66 litros de agua por cada kilogramo de grano. Por su parte, el proceso de desamargado sin NaCl se realizó en 84 horas, con un gasto de 96 litros por kilogramo de grano. Al final del proceso, en ambos casos, el grano presentó un 51% de proteína y un 0,07% (P/V) de alcaloides totales.



También, con el fin de optimizar el uso del agua, los efluentes del proceso de desamalgado se recircularon por una planta de tratamiento, que retiene los sólidos suspendidos, compuestos orgánicos y alcaloides. El agua resultante de este proceso fue reutilizada en cuatro procesos adicionales de lavado del grano, mientras que los alcaloides retenidos en uno de los filtros se recuperaron y deshidrataron para probar su efectividad contra *Meledoygine incognita*, un nematodo que ataca en forma agresiva las plantaciones de tomate de árbol y naranjilla. Otro producto que se desarrolló fue la leche de chocho en polvo, a través del uso de proteasas, con lo que se obtuvo una solución homogénea y estable, que fue deshidratada por liofilización. La durabilidad de la leche de lupino en polvo fue mayor a los seis meses, debido a los bajos niveles de humedad y actividad de agua.

Con respecto al desarrollo de un producto fermentado, el pan elaborado con un 15% de sustitución de harina de chocho fue el más eficiente y presentó un volumen específico de 4,95 ml por gramo, un 19,93% de proteína y un nivel de aceptabilidad de 5,41/7 puntos, correspondiente a la categoría “agradable”.

En cuanto al acceso a nuevos mercados, en Bolivia se promovieron reuniones con la empresa PANASERI SRL, que se interesó en la idea de comercializar tarwi. Con el apoyo de diferentes proyectos de la Fundación PROINPA, se ha logrado desarrollar, procesar y comercializar una línea elaborada de grano de tarwi. El INIAP de Ecuador, socio en el proyecto, apoyó el desarrollo del concepto, la innovación del proceso y el desarrollo de estrategias de transformación, promoción y comercialización. También brindó apoyo en la capacitación del personal técnico, hasta lograr implementar un proceso eficiente y amigable con el medio ambiente. La empresa ha logrado sacar al mercado productos como mote clásico de tarwi, mote en salsa de tomate y mote en salsa de tomate picante. La empresa PANASERI comercializa estos productos en las dos cadenas de supermercados más grandes de Cochabamba (Hipermaxi e IC Norte), que a su vez tienen presencia nacional.

La demanda de estos productos desde 2016 fue en ascenso y actualmente tiene una rotación total aproximada de 1.500 unidades por mes. El trabajo y la inversión en la promoción y posicionamiento del producto fueron fundamentales para lograr una rotación y ventas que hagan que el negocio sea sostenible. Un fenómeno que se ha percibido es que, a partir del lanzamiento de estos productos en abril de 2016, se ha incrementado el consumo tradicional de mote de tarwi en la ciudad de Cochabamba, hecho que beneficia directamente a los productores. Los productos ya cuentan con registro sanitario, lo que ha reducido las pérdidas y ha mejorado la imagen del producto, influyendo positivamente en las ventas.

En cuanto a la postcosecha, en Bolivia se desarrolló una trilladora mecánica que permite reducir la mano de obra y que puede resultar accesible para las familias. También se diseñaron zarandas clasificadoras por tamaño del grano, como complemento a la trilladora. Estas dos herramientas fueron entregadas a los sindicatos para una mejor administración de su uso por parte de las familias.



En Ecuador, los resultados del estudio de mercado mostraron que los entrevistados consumen chocho por sus componentes nutricionales, como el calcio y la proteína. De los productos degustados, los entrevistados manifestaron que les agradaban el lupino crocante con cobertura, el lupino en conserva y el yogurt de lupino. Los productos “concentrado proteico” y lupino crocante sin cobertura recibieron el calificativo de “excelentes”. La población consumidora en Ecuador está constituida por empleados de instituciones públicas y privadas, usuarios de los comedores de las escuelas y colegios, tiendas minoristas y mayoristas, cadenas de supermercados y tiendas campesinas. Los consumidores potenciales de los productos de exportación se ubican en España, Estados Unidos, Colombia y Alemania. En Europa y Norteamérica, se valoran los productos de lupino por su alto contenido de proteína y la calidad del producto orgánico. En Ecuador, el lupino desamargado fresco es consumido por el 71% de las familias en la sierra, el 20% en la costa y el 87% en el Oriente. La demanda potencial es de 11.000 toneladas al año, a nivel nacional, con una proyección de crecimiento en los próximos años. La demanda de grano en el sector rural es del 80%. La producción actual solo abastece el 41% de la demanda, que se concentra en los escolares entre 6 y 12 años, especialmente en el período de julio a octubre. En los últimos dos años se ha identificado una demanda de lupino desamargado fresco para consumo en el exterior. Actualmente, algunas empresas realizan estudios de mercado para ofertar productos de lupino, especialmente a Estados Unidos, la Comunidad Europea y Asia.

En este contexto, en conjunto con el Grupo Grandes, empresa líder en el emprendimiento de lupino para exportación, se realizaron ensayos de aceptabilidad y preferencia sensorial de los nuevos productos desarrollados y se elaboraron fichas técnicas de los siguientes productos: harina, grano crocante con y sin cobertura, lupino liofilizado, congelado y en conserva, leche saborizada y yogurt de lupino. Esta empresa, con el acompañamiento del INIAP, realizó en octubre de 2017 su primera venta de harina de lupino (300 kg) a la República Checa. Además, en conjunto con la empresa La Verde, se desarrolló una pasta untable de lupino. Se probaron ocho formulaciones y se seleccionó aquella de mayor aceptabilidad sensorial para el análisis del perfil nutricional y la durabilidad en anaquel.

Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo, y del ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Adicionalmente, el proyecto generó diversos productos de generación de conocimiento y realizó actividades de difusión, cuya cuantificación se muestra en el cuadro 4.



Cuadro 4: Cantidad de productos de generación de conocimiento y actividades de difusión realizadas en el marco del proyecto

	Bolivia	Chile	Ecuador
Publicaciones			
Artículos científicos	4	1	1
Memorias de congresos	-	-	3
Fichas técnicas y folletos	3	2	1
Difusión en prensa	4	2	2
Sitios web y redes sociales	6	-	1
Videos	-	-	1
Eventos			
Seminarios y talleres	5	2	4
Días de campo	2	3	-
Charlas y cursos	3	1	2

Fuente: Informes de resultados del proyecto.





¿Cuáles fueron los aprendizajes?

Es importante compartir experiencias entre países



En los casos de Bolivia y Ecuador, fue determinante trabajar en los ámbitos de producción, transformación y mercado de *Lupinus mutabilis*, para generar un mayor impacto en la actividad de los pequeños productores del cultivo en sus países. Compartir las experiencias entre estos dos países también fue fundamental para abordar los tres ámbitos de trabajo. En Ecuador se contaba con más avance en los ámbitos de transformación y mercado; por tanto, los participantes en el proyecto de Bolivia tomaron esta experiencia, aprendieron de ella y supieron aplicarla a sus propias condiciones. En el tema de mercado, la Fundación PROINPA de Bolivia contaba con proyectos que buscaban posicionar el grano de *L. mutabilis* en los mercados locales, nacionales e internacionales. Esta experiencia contribuyó a que los participantes de Ecuador pudieran generar su propia estrategia de mercado.

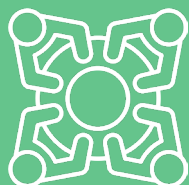
Las ventajas y desventajas se pueden aprovechar adecuadamente para alcanzar los mejores resultados



Las evaluaciones realizadas sobre la productividad de las distintas especies de *Lupinus* evidenció que todas tienen ventajas y desventajas productivas, que pueden utilizarse adecuadamente para obtener los mejores resultados de acuerdo con las condiciones dadas de los territorios. Por ejemplo, en Ecuador se evidenció que la variedad local de *L. mutabilis* obtuvo mejores rendimientos que la variedad INIA 450 Andino; sin embargo, esta llega a madurez dos meses antes. Por lo tanto, es posible aprovechar estas diferencias y trabajar con las dos variedades, como una estrategia de adaptación al cambio climático y de seguridad alimentaria.

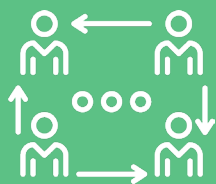


Generar nuevas opciones productivas asociadas a la identidad y sin imponerlas parece ser un camino para la adopción



El rescate del saber local para la elaboración de comidas a partir de *L. mutabilis* motivó a muchas familias en Bolivia a producir esta especie, principalmente para consumo propio. De esta forma, los productores han podido observar que la producción de tarwi puede ser realmente una opción productiva y económica para mejorar su calidad de vida. Es importante no imponer este cambio, puesto que gran parte de las familias tienen arraigada la producción de trigo, que constituye su principal ingreso. Por lo tanto, que consideren también el tarwi para su venta tomará un cierto tiempo. Lo importante es que a partir de los resultados del proyecto los productores cuentan con una nueva opción de cultivo, económicamente interesante, que pueden adoptar.

Las tecnologías no siempre deben recomendarse como “paquetes”



El proyecto dejó en evidencia que el género *Lupinus* es una buena opción productiva, que además permite recuperar los suelos, incrementando su materia orgánica y su contenido de nitrógeno. Así mismo, existen diversas formas de utilizarlo a nivel culinario, lo que genera diferentes opciones de mercado. También se observó que no existe un “paquete tecnológico” que sea posible recomendar para este cultivo, puesto que el comportamiento de las distintas especies y variedades es diverso, con ventajas y desventajas. Por lo tanto, es más recomendable pensar en un conjunto de posibilidades de manejo productivo, que variarán según las condiciones ambientales, agroecológicas y culturales de los diversos territorios donde el cultivo tiene potencialidades



Las metodologías aplicadas en las capacitaciones son importantes para la real adopción de los cambios tecnológicos



Durante el proyecto se realizaron diversas actividades de capacitación con participación de agricultores. Entre las observaciones que se realizaron, se percibió, por ejemplo, en Bolivia, un cierto agotamiento cuando los tiempos de capacitación eran muy prolongados, así como falta de comprensión o aburrimiento por parte de los productores. Considerar metodologías adecuadas para la entrega de conocimientos es de suma importancia, principalmente en la educación de adultos, y en particular a nivel de productores agropecuarios, quienes están en constante movimiento por la naturaleza de sus actividades. Por lo tanto, es necesario pensar en capacitaciones precisas, con metodologías atractivas y tiempos adecuados, que permitan una transferencia efectiva de los conocimientos.





¿Cuáles son los próximos desafíos?

El proyecto ha generado información y conocimiento valioso sobre el género *Lupinus* en Bolivia, Chile y Ecuador, que permitirá continuar impulsando el desarrollo del cultivo del lupino, con distintos objetivos, según el país de que se trate. Para esto, será necesario continuar profundizando en el tema.

En las regiones semiáridas de Bolivia y Ecuador, en general, se observó una buena respuesta del mercado para *L. mutabilis*, que se espera que pueda repercutir en la producción del cultivo, especialmente para beneficio de las familias más vulnerables. Respecto al mercado de los otros *Lupinus* —*L. albus* y *L. angustifolius*—, será necesario abordar el trabajo tal como se hizo con *L. mutabilis*, considerando su valor por rendimiento, tamaño de grano y la ventaja de no necesitar el proceso de desamargado del grano, puesto que se trata de lupinos dulces.

En Bolivia, la producción, procesamiento y consumo del tarwi ha recibido en general poca atención por parte de las entidades regionales y nacionales de investigación y desarrollo. Por lo tanto, para que el tarwi pueda competir en el mercado nacional e internacional, es necesario mejorar su productividad. Se debe aspirar a pasar de 10 a 20 quintales por hectárea de rendimiento. Para esto, se necesita invertir en investigación que permita generar nuevas variedades, para las diferentes ecorregiones andinas, de arquitectura más baja, madurez uniforme, alto índice de cosecha, con ciclos que se adecúen a los territorios, de buen rendimiento y bajo contenido de alcaloides.

La amenaza del cambio climático obliga a pensar también en variedades tolerantes a la sequía y/o que puedan evadirla a través de su precocidad. Los ecotipos actuales tienen un ciclo de entre 8 y 10 meses, y el período de lluvias en la región andina oscila entre 4 y 6 meses. El manejo del tarwi debe incluir: selección, clasificación y tratamiento de la semilla, inoculación con rizobios, siembra en suelos con buen drenaje, densidades de siembra apropiadas, fertilización fosfórica si es necesario y manejo de plagas y enfermedades.

En Chile, la observación de la agresividad con la que puede atacar el virus BYMV permitirá proponer estrategias para evitar que esta enfermedad se propague y excluya a la especie *L. angustifolius* como opción productiva. También es importante continuar indagando en sistemas de manejo que permitan superar la condición del suelo encontrada en la localidad de Inspector Fernández, caracterizada por la compactación y la escasa disponibilidad de fósforo. Es muy probable que las limitaciones encontradas en esta localidad se presenten también en otros sectores del sur de Chile.



CAPÍTULO 8

FORTALECIENDO LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE COMUNIDADES BANANERAS: MAYOR RESILIENCIA FRENTE A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA



En este capítulo se presenta la sistematización de los resultados del proyecto “Fortaleciendo la gestión de los recursos hídricos de comunidades bananeras: mayor resiliencia frente a la variabilidad climática”.

El proyecto se desarrolló entre marzo de 2015 y noviembre de 2018, y fue ejecutado por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) y, como coejecutores, el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), de la República Dominicana; Bioersity International y el programa Humidtropics, a través del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)²⁴. Además, participaron como asociados al proyecto el Cluster de Café de Jarabacoa y Coopasvega, de la República Dominicana, y CECOPROCAES-RL y CECOSORORIDAD-RL, de Nicaragua.

Autores del informe final

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) - Nicaragua

Juan Castellón
David Cerda

Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) - República Dominicana

Domingo Rengifo

Bioersity International

Charles Staver

Research Program on Integrated Systems for the Humid Tropics (Humidtropics)

Rein van der Hoek



²⁴ El CIAT forma parte de CGIAR, la mayor alianza mundial de organizaciones de investigación agrícola para el desarrollo.





Resumen ejecutivo

Como consecuencia del cambio climático, en las últimas décadas se ha producido un incremento paulatino de la temperatura promedio, que se proyecta que continúe aumentando. En el caso de los bananos, estos incrementos acelerarán la tasa de emisión de hojas, provocando una mayor demanda de agua del cultivo. A su vez, el incremento de las temperaturas tiende a venir acompañado de una mayor variabilidad de las lluvias, con tempestades más frecuentes y sequías más extremas y recurrentes. Estos cambios sin duda plantean un reto agronómico para los hogares productores de banano, adaptados a cultivar bajo regímenes climáticos más estables. A esto se suma el hecho de que los limitados recursos financieros y el bajo control sobre la gestión y el acceso al agua de los productores están comenzando a provocar fluctuaciones de su producción y, consecuentemente, de sus ingresos y su calidad de vida.

Ante esta situación, el proyecto buscó fortalecer la gestión de los recursos hídricos en comunidades bananeras de Nicaragua y la República Dominicana, basándose en la participación y la concertación de actores. Para esto, se utilizó la metodología Companion Modelling (ComMod) (modelamiento de acompañamiento), con el fin de representar los problemas y acompañar a los diversos actores en una reflexión sobre las acciones que permitirían reducir su vulnerabilidad frente a la variabilidad climática. La metodología contempló las siguientes etapas: 1) recopilación de la información existente; 2) elaboración de diagnósticos participativos y expertos; 3) formalización de las dinámicas e interacciones entre los recursos hídricos y productivos, el clima y las acciones de los actores involucrados en los problemas del agua; 4) diseño y validación de una plataforma de diálogo territorial (juego de roles) que simula los problemas del agua bajo diferentes escenarios climáticos, articulando el sistema social y ecológico de cada terreno a fin de preparar a los actores para un diálogo entre múltiples actores y, finalmente, 5) desarrollo de un taller de múltiples actores, entre agricultores e instituciones públicas, para identificar las estrategias, propuestas y/o planes de acciones más probables que podrían disminuir la vulnerabilidad de los productores al cambio climático e incrementar su resiliencia y competitividad.

El proyecto permitió generar nuevos conocimientos y crear las condiciones para que las comunidades emprendan acciones a corto y mediano plazo para establecer un manejo adaptativo del agua en su territorio. Se destaca que, durante la iniciativa, 378 personas participaron activamente en uno o varios de los 30 talleres participativos realizados. Además, se desarrollaron dos herramientas de diálogo territorial, los juegos de roles “JinotAgua” y “EsperanzAgua”, y fue posible identificar 109 propuestas en los aspectos tecnológicos, sociales, institucionales y económicos para disminuir la vulnerabilidad de los agricultores a la variabilidad climática, de las cuales 29 fueron organizadas en planes de acciones.





Executive summary

As a result of climate change, in recent decades there has been a gradual increase in average temperature, which is projected to continue rising. In the case of bananas, these increases will accelerate the leaf emission rate, causing a higher demand for water. In turn, the increase in temperatures tends to be accompanied by greater rainfall variability, with more frequent storms and more extreme and recurrent droughts. These changes are undoubtedly an agronomic challenge for banana-producing farmers, adapted to cultivation under more stable climate regimes. In addition, the limited financial resources and low control over the management and access to water of producers, is beginning to cause fluctuations in their production, and consequently in their income and quality of life.

Given the situation presented, the project intends to strengthen the management of water resources in banana communities in Nicaragua and Dominican Republic, based on participation and coordination. For this purpose, the Companion Modelling (ComMod) methodology was used to represent the problems and accompany the various players in a reflection on actions that would reduce their vulnerability to climate variability. The methodology consisted in: 1) collection of existing information, 2) development of participatory and expert diagnostics, 3) formalization of dynamics and interactions between water and productive resources, climate and the actions of the players involved in water problems, 4) design and validation of a territorial dialogue platform (role play) that simulates water problems under different climatic scenarios, articulating social and ecological system of each field to prepare the players for a multi-player dialogue, and finally, 5) the development of a multi-player workshop, between farmers and public institutions, to identify the most likely strategies, proposals and/or action plans that could reduce producers' vulnerability to climate change and increase their resilience and competitiveness.

The project allowed to generate new knowledge and create the conditions for communities to undertake short- and medium-term actions to establish adaptive water management in their territory. It is noted that, during the initiative, 378 people actively participated in one or more of the 30 participatory workshops held. In addition, two tools of territorial dialogue were developed: role play "JinotAgua" and "EsperanzAgua" and 109 proposals were identified in technological, social, institutional, and economic aspects to reduce the vulnerability of farmers to climate variability, of which, 29 were organized into action plans.

The achievements achieved in the project also contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals²⁵ (SDG), specifically SDG 13, to take urgent action to combat climate change and its impacts, as well as SDG 1, to end poverty in all its forms everywhere and SDG 12, to ensure sustainable consumption and production patterns.

²⁵ Approved in 2015 by the United Nations General Assembly, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development.

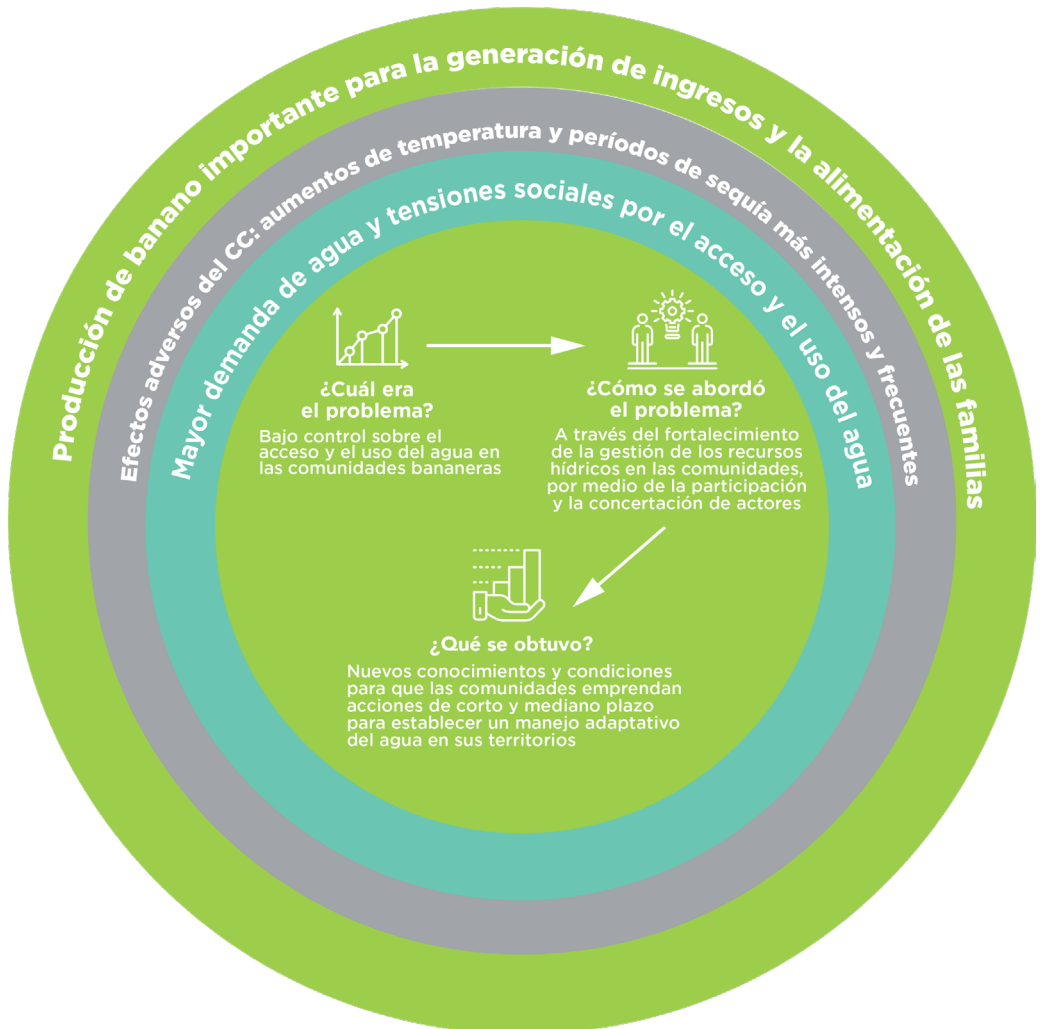




Esquema del proyecto

Comunidades bananeras buscan fortalecer la gestión de los recursos hídricos para aumentar su resiliencia frente a los efectos adversos del cambio climático: los casos de Nicaragua y la República Dominicana

Diagrama 1: Esquema del proyecto “Fortaleciendo la gestión de los recursos hídricos de comunidades bananeras: mayor resiliencia frente a la variabilidad climática”





¿En qué escenario se desarrolló?

El banano y el plátano se encuentran ampliamente distribuidos en América Latina. La producción de banano, en general, está asociada a la producción de cultivos perennes, como el café y el cacao, bajo un sistema agroforestal, y constituyen una fuente de alimentación, ingresos y otros servicios para más de un millón de hogares. El plátano largo (variedad híbrida AAB) se desarrolla comúnmente como monocultivo semiperenne y representa una fuente de ingresos importante para más de 200.000 hogares.

Como consecuencia del cambio climático, en las últimas décadas se ha producido un incremento paulatino de la temperatura promedio, que se proyecta continúe aumentando. En el caso de los bananos, estos incrementos acelerarán la tasa de emisión de hojas, provocando una mayor demanda de agua del cultivo. A su vez, el incremento de las temperaturas viene acompañado de una mayor variabilidad de lluvias, con tempestades más frecuentes y sequías más extremas y recurrentes. Estos cambios sin duda plantean un reto agronómico para los productores de banano, que están adaptados a cultivar bajo regímenes climáticos más estables. A lo anterior se suma que los limitados recursos financieros y el bajo control sobre la gestión y el acceso al recurso agua por parte de los productores están provocando pérdidas de producción y, consecuentemente, disminución de ingresos y de la calidad de vida.

El contexto de escasez hídrica puede provocar diversos problemas. Por un lado, las instituciones pueden limitar y/o condicionar el acceso individual al agua y, por otro, dada la gran importancia de este recurso, la competencia por él puede ser fuerte entre las diversas actividades, agropecuarias, agroindustriales y urbanas, ocasionando tensiones entre las comunidades.

En contextos complejos, en los que existen altos niveles de incertidumbre y una pluralidad de perspectivas de los problemas, recientes investigaciones han demostrado que es importante construir un diálogo entre la ciencia y la sociedad, a través de procesos participativos multidisciplinares, que involucren tanto a investigadores y expertos como a los actores locales y los encargados de la toma de decisiones en la búsqueda de las soluciones (Olsson, Folke, & Berkes, 2004).

La iniciativa se desarrolló en el Occidente de Nicaragua y en el Cibao central de la República Dominicana. La situación productiva de ambas zonas era contrastante. En Nicaragua, los productores estaban empezando a expandir sus áreas de cultivo, usando sistemas de riego improvisados y fuentes de agua inciertas, mientras que en la República Dominicana los productores cultivaban sus parcelas sin riego, contando apenas con ligeras precipitaciones en la época seca para sostener sus campos, a la espera de las épocas lluviosas.





¿Cuáles fueron los objetivos?

El proyecto buscó desarrollar un proceso participativo e innovador para mejorar la gestión de los recursos hídricos en comunidades bananeras, a fin de incrementar su capacidad de adaptación y resiliencia frente al cambio climático, que está provocando períodos de sequía más intensos y frecuentes.



Foto: Taller juego de roles





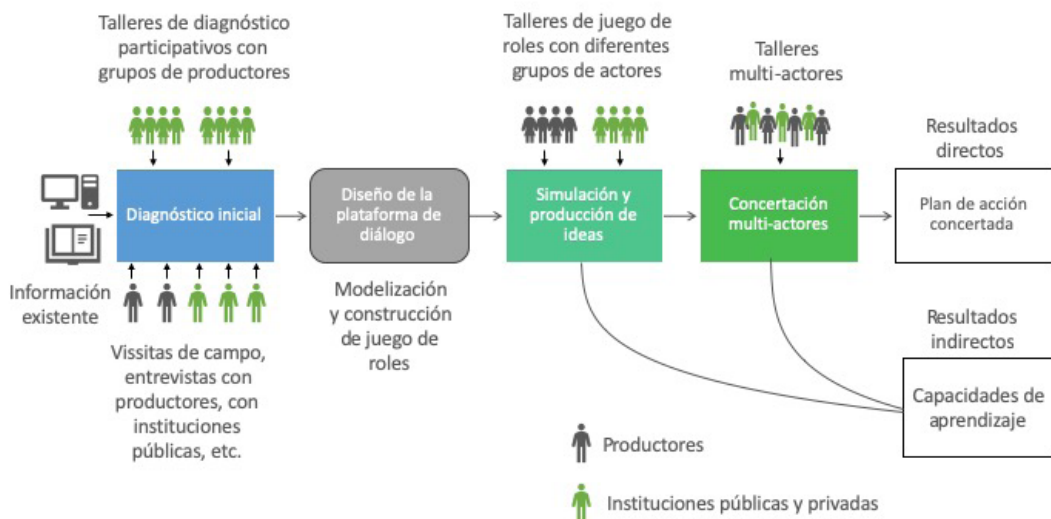
¿Qué actividades se realizaron?

La metodología aplicada en el proyecto se denomina Companion Modelling (ComMod) o modelamiento de acompañamiento. Es una metodología de investigación-acción que desarrolla un proceso de generación de conocimiento y de concertación.

Este enfoque permite acompañar a un grupo de múltiples actores (usuarios de los recursos, administraciones públicas y privadas e investigadores) en la construcción conjunta de una representación de un sistema o un problema específico, la confrontación de los puntos de vista, la comprensión de los intereses comunes, el establecimiento de un diálogo para definir objetivos compartidos y, finalmente, la elaboración conjunta de un plan de gestión de los recursos naturales.

Esta metodología utiliza diversas herramientas, como modelos de simulación, juegos de roles y mapas mentales, entre otros. En el diagrama 2, se observa la metodología ComMod.

Diagrama 2: Metodología Companion Modelling (ComMod) o modelamiento de acompañamiento



Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Para aplicar la metodología ComMod al manejo de los recursos hídricos, el proyecto se estructuró en cuatro componentes: comprensión y análisis del sistema socioecológico actual; desarrollo y validación de una plataforma de diálogo territorial en dos comunidades bananeras; diálogo territorial para la formulación de un plan de acciones para el manejo de los recursos hídricos; y coordinación del proyecto y divulgación de sus resultados.

El componente de comprensión y análisis del sistema socioecológico actual se abordó a través de la recopilación y revisión de información secundaria de cada zona de trabajo sobre los sistemas de producción, uso y acceso a los recursos naturales, clima, caudales, oferta y demanda hídrica, entre otros. Posteriormente, se elaboró una síntesis de la información recopilada. También se realizaron talleres participativos para la generación de un mapeo de actores, a fin de definir cuáles son los diferentes intereses, poderes e influencias en juego en cada territorio en torno a la gestión y el acceso a los recursos hídricos. Así mismo, se realizaron talleres de modelamiento participativo entre expertos y actores locales, para conceptualizar el sistema socioecológico actual a través de un modelo simplificado y realista de su funcionamiento y estructura. Finalmente, se llevó a cabo una profundización de los temas sistematizados, a través de entrevistas a actores locales.

El componente vinculado al desarrollo y validación de una plataforma de diálogo territorial en dos comunidades se abordó también a través de un proceso de diálogo, entre los diferentes actores de los territorios.

Se consideró integrar en cada plataforma un modelo dinámico, que articulara el sistema social y ecológico, y una parte interactiva con la representación del sistema y de sus recursos, así como los escenarios climáticos que mejor representaran los problemas de cada territorio. Además, para el diseño de cada plataforma de diálogo territorial, se realizaron entrevistas y encuestas a expertos y actores locales, en torno a la gestión de los recursos hídricos y la agricultura. Finalmente se realizaron talleres de validación de cada plataforma, con grupos focales del conjunto de actores involucrados en los problemas del agua: bananeros, arroceros, cafetaleros e instituciones públicas.

En cuanto al componente referido a un diálogo territorial para la formulación de un plan de acciones para el manejo de los recursos hídricos, se realizaron talleres de simulación con grupos focales, utilizando las plataformas de diálogo territorial de cada zona de estudio, con el objeto de identificar las alternativas y trayectorias más probables que podrían disminuir la vulnerabilidad de los productores de banano y café al cambio climático. También se realizó una simulación de la gestión y uso de los recursos para varios años, considerando los diferentes escenarios climáticos. Estas simulaciones se convirtieron en el núcleo del proceso de diálogo territorial y permitieron identificar todas las ideas o propuestas que podrían mejorar la gestión de los recursos hídricos y la actividad agrícola frente al cambio climático, así como posibles socios, fuentes de información y financiamiento. Por último, se realizaron talleres de concertación de actores, en los que se reunió a los participantes de las etapas precedentes para profundizar y evaluar las alternativas discutidas.



Finalmente, el componente de coordinación del proyecto y divulgación de los resultados se llevó a cabo a través de la planificación, comunicación y emisión de reportes entre los participantes del proyecto. Así, se realizaron dos talleres de capacitación de los equipos del proyecto, sobre concertación territorial y sobre el uso de la metodología ComMod. Además, se divulgaron los resultados del proyecto a través de diferentes medios de comunicación.



Foto: Taller de diagnóstico participativo



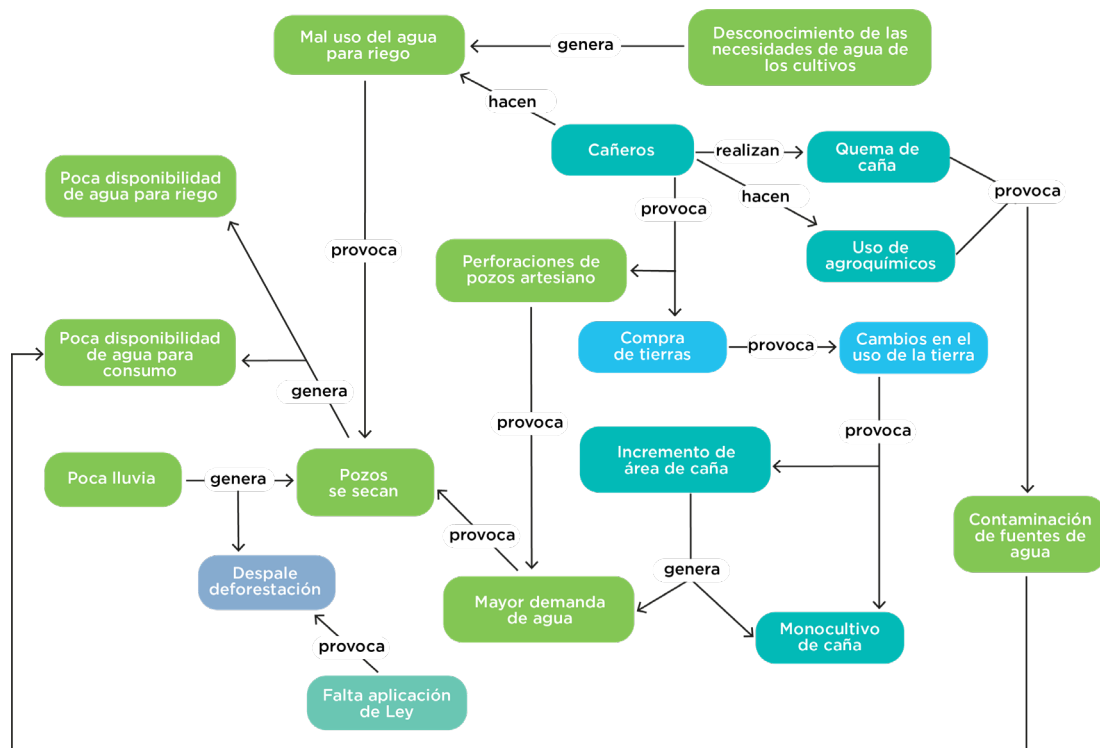


¿Cuáles fueron los principales logros?

En Nicaragua, se identificaron diversos problemas y soluciones vinculados al acceso y uso del agua en dos municipios, Posoltega y Jinotega.

En Posoltega, el recurso agua utilizado por los agricultores proviene principalmente del manto freático. La información cuantitativa disponible en esta zona respecto de los caudales de los ríos, así como de su tamaño, era muy escasa. Sin embargo, a partir de los talleres y encuestas fue posible elaborar varios modelos conceptuales que permitieron entender y representar las dinámicas que ocurren alrededor de los recursos hídricos presentes en la zona, los sistemas productivos y la problemática existente. Según los agricultores, el nivel del manto freático ha disminuido 1,5 metros en un período de 10 años. Esta disminución podría ser consecuencia del incremento del uso de agua para riego y para consumo humano, y/o de la disminución de las precipitaciones. El diagrama 3 muestra un modelo causal en el que se presentan los factores de disminución del acceso al agua para la agricultura y el consumo humano en la zona de estudio.

Diagrama 3: Modelo conceptual de las dinámicas del territorio y los problemas vinculados al recurso hídrico en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega, Nicaragua



Fuente: Informes de resultados del proyecto.



En la dimensión social, se presenta una marginalización de los pequeños productores de banano, principalmente por dos motivos. El primero de ellos tiene relación con la desigualdad en el acceso a la napa de agua (recurso hídrico), considerando que los productores de caña presentes en el territorio cuentan con perforaciones profundas y los productores bananeros poseen solo pozos artesanales. El segundo motivo se vincula a las dinámicas de acceso a la tierra. Los grandes productores compran la tierra de los pequeños productores, cuando estos se encuentran en una situación de vulnerabilidad económica. Esta situación genera tensiones sociales entre los productores de banano y los productores de caña, que se disputan el acceso al agua en un contexto de disminución del nivel de la napa.

Para abordar esta situación se intentó establecer un proceso de concertación; sin embargo, los grandes productores de caña no quisieron integrarse a este proceso participativo. Por estas razones, no fue posible desarrollar una plataforma de diálogo entre múltiples actores en esa zona.

En el municipio de Jinotega, los problemas se relacionaron principalmente con la cantidad y la calidad del agua para el consumo humano, como consecuencia del procesamiento (beneficio húmedo) del café. Durante el proceso de beneficiado, que generalmente se realiza entre los meses de diciembre y marzo, se vierten a las fuentes de agua residuos orgánicos y aguas mieles (aguas residuales del proceso completo del beneficiado).

Al igual que en Posoltega, existen muy pocos registros de las dinámicas vinculadas al agua. También en esta zona los talleres de modelamiento, las encuestas, entrevistas y visitas de campo permitieron construir un modelo genérico de los diferentes patrones en el acceso y uso del agua de la zona (cuadro 1) así como de las dinámicas del territorio en aspectos socioeconómicos y ambientales (cuadro 2).



Cuadro 1: Patrones identificados en el acceso y uso del agua en Jinotega, Nicaragua

	Tipo de patrón	Recurso en juego	Patrón
Acceso al recurso agua sin contaminación	Competencia por el agua dentro de la misma actividad	Agua de consumo doméstico a través de tubería	
	Competencia por el agua entre diferentes usos	Agua para beneficiado y agua de consumo doméstico	
	Afectación de la cantidad de agua por cambio de uso del suelo aguas arriba (despale, expansión del café)	Ojos de agua, quebradas, represa/tanque	
Acceso y uso del recurso agua contaminada	Incremento/acumulación de la contaminación (desde arriba hacia abajo) o disminución del agua de buena calidad disponible por cuatro causas:	Todos los recursos hídricos	
	1. Contaminación por aguas servidas	Quebradas	
	2. Contaminación por beneficiado del café	Quebradas y ojos de agua	
	3. Contaminación por lavado de sacos	Quebradas	
	4. Contaminación por residuos químicos (difusa)	Quebradas y ojos de agua	



Beneficio



Vivienda



Ojo de agua



Captación



Vertimiento



Bosque



Deforestación

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Cuadro 2: Dinámicas en aspectos socioeconómicos y ambientales en el territorio de Jinotega, Nicaragua

Dinámicas	Explicitación	Causas / Motivaciones	Consecuencias
Incremento de las parcelas de café (cambios de uso del suelo)	Sobre los bosques, a través de la deforestación Sobre las zonas de ganadería Bosque > pasto > plátano > café	Incrementar los ingresos económicos Supervivencia de las familias jóvenes Presión poblacional	Genera mayores ingresos Disminuye la disponibilidad de agua Genera contaminación
Evolución del sistema de cultivo del café	De café tradicional a café tecnificado (cambio de prácticas e insumos)	Necesidad de generar mayores ingresos económicos Mejorar la eficiencia Mejorar la productividad para que el cultivo sea rentable	Genera mayor contaminación Genera mayores ingresos Genera mayores rendimientos
Variabilidad climática	Disminución de los caudales en las quebradas, ojos de agua y tanques para agua de consumo	Aleatorio	Disminución de la disponibilidad del agua en toda la microcuenca
Económicas, por la contaminación del agua	Disminución de los ingresos económicos según la calidad del agua	Debido a la contaminación del agua, disminución de los ingresos generados por la producción de café	Pérdida de calidad del grano Disminución del precio Disminución de los ingresos
Envejecimiento de las infraestructuras de captación y transporte del agua	Degradación de la infraestructura, pérdida de agua de las tuberías	Por la vida útil de las infraestructuras	Disminución de la oferta de agua de consumo
Sociales, por el acceso a agua de consumo doméstico (cantidad y calidad)	Afectación de la calidad de vida por la no satisfacción de las necesidades de agua de uso doméstico Aumento de la demanda de agua	Combinación de todas las variables que afectan la disponibilidad y la calidad del agua	Afectación de la calidad de vida
Contaminación del agua	Disminución del agua limpia que circula en la microcuenca Incremento del agua contaminada	Combinación de todas las variables que afectan la calidad del agua y la cantidad de agua limpia (4 fuentes de contaminación) Relación con el caudal (dilución)	Afectación de la calidad del grano Afectación de la calidad de vida Afectación de los ingresos económicos Afectación del medio ambiente Disminución del consumo de agua
Disminución de la oferta del agua potable y otros recursos hídricos	Disminución de la oferta de agua limpia en el sistema	Deforestación Cambio climático: época de verano, sequías prolongadas, meses muy cálidos Incremento de la demanda de agua para el consumo humano Contaminación del agua Daño de las tuberías	Disminución de ingresos económicos Disminución de la calidad de vida Incremento de la vulnerabilidad a consumir agua contaminada

Fuente: Informes de resultados del proyecto.



En Jinotega, se presenta un incremento progresivo de la contaminación orgánica del agua a lo largo de la cuenca, por la acumulación de los vertimientos de origen doméstico y de los beneficios húmedos del café. Esta contaminación afecta la calidad del grano de café y a su vez, en casos particulares, el agua de consumo para las viviendas. Por otro lado, se produce una contaminación química, por el uso de pesticidas en las parcelas. Este último tipo de contaminación, si bien afecta el sistema a largo plazo, no es posible de determinar, dada la complejidad de entender las interacciones entre los pesticidas, su tiempo de vida y sus efectos sobre el agua y la salud humana. No obstante, este tema fue incluido dentro del modelo de manera cualitativa y simplificada para abordar la problemática, expuesta por los mismos agricultores.

Frente a la ausencia de información cuantitativa sobre el sistema socioecológico en el territorio, se formularon una serie de hipótesis para alimentar el modelo. Estas hipótesis se elaboraron especialmente sobre los aspectos relacionados con la demanda de agua, los niveles de contaminación y sus impactos y, finalmente, los efectos que podrían llegar a tener algunas acciones para reducir los problemas en la dimensión socioeconómica de las familias. Este modelo genérico fue utilizado para construir la plataforma de diálogo, denominada “juego de roles JinotAgua”, que fue desarrollada, calibrada y validada con un grupo de nueve expertos internacionales en el tema, de Montpellier (Francia), así como con un total de 69 actores del territorio, pertenecientes a diversas instituciones públicas y cooperativas de agricultores.

Las simulaciones realizadas con los diferentes actores permitieron validar la estructura y el funcionamiento del modelo, así como también:

- Identificar estrategias para la gestión del agua que pueden llegar a tener los diferentes tipos de actores, localizados en diferentes sectores de una cuenca, bajo diferentes escenarios climáticos.
- Evaluar el nivel de afectación de los agricultores a nivel económico y social, según su tipología, por la calidad y la cantidad de agua consumida para el uso doméstico y el beneficio del café.
- Identificar colectivamente 57 ideas de acciones para disminuir los problemas de calidad y cantidad de agua en las comunidades de Jinotega.

Considerando estos resultados y el interés de los productores por seguir participando en el proceso, se realizó un taller de concertación entre múltiples actores, en el que se generó un plan de acciones consensuado para la gestión de los recursos hídricos. A partir de este, se elaboraron cuatro propuestas de proyectos, incluyendo nueve acciones concretas.



La mayoría de las propuestas formuladas se focalizaron en la resolución directa de los problemas:

- Establecer acciones comunitarias, como la organización de una asamblea para la conformación de una Comisión Ambiental Comunitaria, a fin de integrar al mayor número de productores que participen de los problemas, socios y no socios de cooperativas, en soluciones de reforestación, ahorro del agua y eficiencia en el control y vigilancia de las normas.
- Planificar acciones individuales a través de planes de fincas para resolver los problemas vinculados a la ausencia de cobertura vegetal y a la disminución de la oferta de agua de los ojos de agua debido a la deforestación o la contaminación de las fuentes de agua por la producción agrícola. Todo esto con el apoyo de las instituciones públicas y privadas, como el Gobierno, empresas certificadoras y comercializadoras, entre otras.

Así mismo, las propuestas también se enfocaron en la resolución de problemas indirectos:

- Mejorar los conocimientos para cuantificar la oferta y la demanda del agua, medir los niveles y caracterizar los puntos críticos de contaminación, y estudiar el estado de la cobertura vegetal.
- Concientizar a los actores sobre las causas acumulativas de los problemas del agua, en términos de calidad y cantidad, mediante el uso del juego de roles JinotAgua.

Por su parte, en la República Dominicana, sobre la base de las diversas actividades realizadas en conjunto por el equipo del proyecto y los agricultores de las comunidades involucradas, se identificaron los problemas vinculados al acceso y uso del agua en dos zonas: Los Dajaos y la junta de riego La Esperanza.

En la zona de Los Dajaos existen dinámicas recientes, presentes desde hace diez años, que afectan la disponibilidad y la demanda de agua. En efecto, durante los talleres de diagnóstico realizados con los agricultores se hizo evidente que existen tensiones en relación con el uso del agua, ante la disminución de la oferta del recurso en la cuenca, como consecuencia de la variabilidad climática, las actividades antrópicas vinculadas al cambio de uso del suelo y las escasas reglas de distribución del agua.

El cambio de uso del suelo más destacado es el incremento del cultivo de tayota (*Sechium edule*) y, en menor proporción, de hortalizas y pastos en zonas que anteriormente estaban destinadas al cultivo de café bajo sombra, o estaban cubiertas por bosques. Estos cambios de uso del suelo han incrementado progresivamente la demanda de agua, en especial durante los períodos de estiaje (nivel de caudal mínimo), y al mismo tiempo han contribuido a la desaparición de algunos caudales.



Así también, la ausencia de reglas formales de repartición del agua entre los diferentes usuarios, el mal estado de las tuberías y el bombeo directo sobre los ríos (robo de agua) están provocando un déficit de agua que no permite regar todas las parcelas.

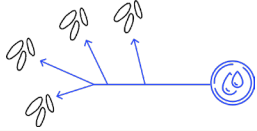
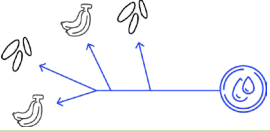
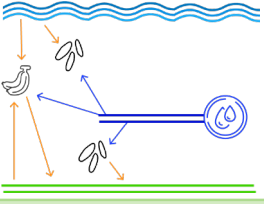
Estas condiciones de tensión, junto con la ausencia de información de base sobre los caudales de los ríos y los cambios producidos en los últimos diez años, dificultaron el desarrollo de una plataforma de diálogo territorial bajo la forma de un juego de roles. Sin embargo, se realizaron actividades vinculadas a la elaboración de un diagnóstico de base, así como un acompañamiento a la directiva de la Asociación de Agricultores de Los Dajaos (ASADA) en la conformación de una comisión del agua y en el desarrollo de un reglamento de uso del agua.

En la junta de regantes La Esperanza, los problemas del agua se relacionan con un déficit del recurso durante el período comprendido entre agosto y septiembre, en el que se produce una mayor demanda de agua para el cultivo de banano, plátano y arroz, en relación con el caudal disponible en los canales de riego. Así mismo, se presentan problemas de exceso de agua durante las fuertes inundaciones que afectan principalmente los cultivos de banano.

Al igual que en las demás zonas de estudio, hubo un déficit en la cantidad y calidad de los datos cuantitativos y cualitativos vinculados a la oferta y la demanda de agua, así como en la gestión social del sistema. Sin embargo, se plantearon varias hipótesis y se realizaron algunas constataciones junto con agricultores y técnicos de la junta de regantes, para identificar principalmente los patrones de acceso y uso del agua (cuadro 3), la variabilidad de la disponibilidad de agua en el sistema de riego, la vulnerabilidad de los cultivos a la sequía, la eficiencia del riego, la demanda por agua de los cultivos y la afectación de la economía familiar frente a la oferta de agua, entre otros.



Cuadro 3: Patrones identificados de acceso y uso del agua en la junta de regantes La Esperanza, República Dominicana

	Tipo de patrón	Recurso en juego	Patrón
Acceso al recurso agua para riego	Competencia por el agua dentro de la misma actividad (arroz)	Agua de los canales de riego (UFE*, Cañeo) Cultivos	
	Competencia por el agua entre diferentes usos (banano/plátano y arroz)	Agua de los canales de riego (UFE*, Cañeo) Cultivos	
	Múltiples accesos al agua de riego	UFE*, Cañeo, río Yaque, canales de drenaje de los arrozces Cultivos	
Afectación por el fenómeno de inundación	Incremento del agua que afecta los sistemas localizados en zonas vulnerables	Producción en zonas vulnerables Cultivos	



Arroz



Banano



Ojo de agua



Captación



Drenaje



Río



Canal de riego



Canales de drenaje

* Canal Ulises Francisco Espaillat.
Fuente: Informes de resultados del proyecto.



Sobre la base de los datos obtenidos y las hipótesis planteadas, se estimó que la demanda total de agua de riego en el período estudiado es 1,5 veces superior al promedio de los caudales disponibles, con una eficiencia de riego del 50%. Si se disminuye la eficiencia de riego al 30%, nivel más probable debido al estado de la infraestructura y las prácticas de riego, la demanda es 2,5 veces superior a la oferta.

Esta diferencia entre la oferta y la demanda de agua genera tensiones en la comunidad por el acceso al recurso. En efecto, según los talleres realizados con los agricultores, el canal no logra satisfacer las necesidades de agua del conjunto de cultivos presentes en la zona. Además de los problemas relacionados con la oferta cuantitativa de agua, también se evidenciaron problemas referentes a la gestión social del canal, vinculados a la repartición del agua entre usuarios, el robo de agua o la ausencia de acciones colectivas, como la asistencia a reuniones, entre otros.

Frente a estos hallazgos, se desarrolló la plataforma de diálogo denominada “juego de roles EsperanzAgua”, para representar los problemas de disponibilidad de agua en el sistema, con los agricultores que producen banano y arroz. Esta plataforma fue desarrollada, calibrada y validada con un conjunto de 89 actores del territorio, representantes de diversas instituciones públicas y agricultores de la junta de riego La Esperanza.

Las simulaciones efectuadas con los diferentes actores permitieron validar la estructura y el funcionamiento de la plataforma de diálogo y obtener los siguientes resultados:

- Identificar las estrategias para la gestión del agua adoptadas por los diferentes actores, junta de regantes y productores de banano y arroz, grandes, mediados y pequeños, localizados en diferentes sectores del sistema de riego (en diferentes canales, principal o secundarios, al inicio o al final del sistema), bajo diferentes escenarios climáticos (año normal, año seco y muy seco e inundaciones).
- Evaluar el nivel de afectación de los productores en lo económico y social, según sus características y sus estrategias.
- Identificar colectivamente 53 acciones para disminuir los problemas de disponibilidad de agua en el sistema de riego, que tienen por objetivos mejorar la eficiencia en el uso del agua, disminuir la vulnerabilidad de los productores a la variabilidad climática y mejorar la disponibilidad de agua en la cuenca y el sistema de riego, así como establecer reglas y normas para la repartición del agua entre los usuarios. Estas acciones se distribuyen en diferentes escalas: finca, junta de riego, cuenca y nivel nacional.

Estos resultados alimentaron el taller de concertación entre múltiples actores, en el que participaron un total de 51 personas para la elaboración de planes de acciones consensuados para el manejo del agua.



El alto nivel de participación en las actividades del proyecto en la zona evidenció el interés de los actores por resolver colectivamente, a través de un diálogo territorial, los problemas actuales de disponibilidad de agua. En efecto, en el proceso desarrollado participaron 174 personas que aportaron sus conocimientos e ideas; 76 de ellas fueron productores, 20 investigadores y 78 representantes de instituciones públicas y privadas.

Durante el proceso, los participantes en el taller de múltiples actores elaboraron cuatro propuestas de proyectos consensuadas, que incluyen 20 acciones diferentes para enfrentar los desafíos del futuro a corto y mediano plazo.

En términos generales, las propuestas se focalizaron en los siguientes aspectos:

- Mejorar el conocimiento sobre el sistema para conocer el consumo real del agua, estimar márgenes, conocer el potencial de riego de cada finca, identificar cultivos potenciales según características de los suelos y conocer el estado y el funcionamiento del sistema de riego, así como los niveles de contaminación.
- Fortalecer la junta de regantes para mejorar los mecanismos de control y vigilancia del uso y acceso al agua a través de procesos organizativos e institucionales.
- Experimentar e innovar para incentivar la eficiencia en el servicio y uso del agua.
- Planificar o zonificar el sistema de riego para incentivar el cambio de cultivos por otros que demanden menos agua y sean más rentables.
- Disminuir la vulnerabilidad de los productores a la variabilidad climática fomentado el uso del seguro agrícola.

Finalmente, los logros alcanzados en el proyecto también contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente del ODS 13, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, y también del ODS 1, poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo, y del ODS 12, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.





¿Cuáles fueron los aprendizajes?

La carencia de información genera una oportunidad de diálogo en busca de soluciones



La gestión del agua generalmente se plantea desde un enfoque técnico, en el que no se pueden tomar decisiones si no se dispone de datos cuantitativos. Por ejemplo, es imposible definir un modo de repartición del agua si no se conoce el caudal disponible. Sin embargo, en los países de América Latina, en la mayoría de los casos los datos son inexistentes o, en caso de existir, son poco fiables. Frente a esta situación, si se busca gestionar los recursos hídricos, no se puede únicamente adoptar un enfoque centrado en la adquisición de nuevos datos, sino que también, de forma complementaria, es necesario integrar los conocimientos y las perspectivas de los actores sobre los problemas de acceso al agua que enfrentan día a día. En este caso, la carencia de información no es considerada una limitación para la gestión de los recursos hídricos, sino que, por el contrario, se la entiende como una oportunidad que permite reunir a los actores alrededor de una mesa para iniciar un diálogo en la búsqueda de soluciones, sobre la base de las informaciones y experiencias de cada uno.

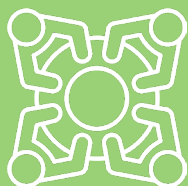
Las desigualdades y las asimetrías de poder son barreras para la gestión del agua



Las desigualdades socioeconómicas generan asimetrías de poder que dificultan la gestión del agua. En una situación de escasez y en ausencia de gestión de los recursos hídricos, los fenómenos climáticos extremos profundizan las desigualdades, forzando a los productores más vulnerables a salir del sistema productivo, lo que incrementa su situación de pobreza. Los productores grandes consiguen un acceso privilegiado a las fuentes de agua y, de esta forma, tienen mayor capacidad de adaptarse a los eventos climáticos extremos. En el proyecto de los recursos hídricos, los gestores deben estar preparados para abordar temáticas vinculadas a las desigualdades sociales y el acceso a los recursos. No es posible manejar el recurso hídrico de manera sostenible sin abordar las tensiones sociales ocasionadas por la desigualdad.



La inclusión de todos los actores contribuye a una gestión de los recursos hídricos más sostenible



Los problemas vinculados al agua no pueden únicamente resolverse desde la perspectiva de los pequeños agricultores más vulnerables y las instituciones públicas, como entes responsables de los lineamientos normativos en el manejo de los recursos naturales. Los países tienen limitaciones en términos de su capacidad de inversión; por lo tanto, es necesario involucrar a los actores privados, que tienen alta capacidad de inversión y que también están siendo afectados de manera directa o indirecta por los problemas del agua.

La gestión del recurso hídrico es de gran relevancia para el futuro de la producción agrícola



El agua se está convirtiendo en un recurso cada vez más escaso; por lo tanto, la gestión de los recursos hídricos es un tema crítico cuando se aborda el desarrollo agrícola. En parte, esto es consecuencia de los efectos del cambio climático, que está generando períodos de sequía más intensos y frecuentes. Además, la tecnificación de la producción agrícola y el interés de obtener mayores rentabilidades ha ido incrementando la demanda de agua. Aun en las zonas que no requieren riego, el tema del agua se está convirtiendo en una limitación. No es posible planificar el desarrollo de la producción agrícola sin tomar en cuenta los aspectos de la gestión del recurso hídrico.



El diálogo territorial es fundamental para la solución de problemas complejos, como el uso del agua



El alto nivel de participación de los diferentes actores en los territorios donde se desarrolló el proyecto y el interés progresivo de las instituciones públicas y privadas pusieron en evidencia la importancia del diálogo territorial para resolver los problemas del agua, en un contexto en el que se prioriza la producción agrícola sobre la gestión de los recursos hídricos. En efecto, el proceso de diálogo permitió que actores que viven realidades muy diferentes y poseen intereses variados construyeran una visión conjunta e integral de la problemática del agua y como sería posible resolverla.





¿Cuáles son los próximos desafíos?

El proyecto permitió generar nuevos conocimientos y crear las condiciones para que las comunidades emprendan acciones de corto y mediano plazo dirigidas a establecer un manejo adaptativo del agua en sus territorios. En dos de las localidades, fue posible formular propuestas de proyectos concretas que incluyen acciones específicas. Estos productos representan una gran oportunidad para el futuro; sin embargo, es necesario que los participantes continúen el proceso, trabajando en la formalización y validación de estas iniciativas, para que realmente puedan ser implementadas.

Los procesos de diálogo territorial que se realizaron durante la iniciativa pusieron de relieve cuatro tipos de acciones que se pueden implementar para aumentar la resiliencia de los productores frente a la variabilidad climática.

El primero consiste en mejorar los conocimientos referentes a la cuantificación de los recursos hídricos y su relación con la producción agrícola, así como los servicios, a través de tomas de datos y sistemas de monitoreo. Además, es necesario formalizar las reglas informales de acceso y uso del agua, por ejemplo, a través de sistemas de riego.

El segundo tipo de acción consiste en modificar las prácticas agrícolas a escala de la parcela o finca y la cadena de comercialización, para disminuir la vulnerabilidad de los productores a los problemas vinculados al acceso y uso del agua; por ejemplo, implementar un beneficiado seco en la zona cafetalera, promover el uso de pilas de tratamiento de aguas mieles durante la temporada de cosecha y dejar de realizar la práctica de lavado del café con sacos dentro del río y las cuencas, con el fin de reducir la contaminación en el recorrido de este. Si bien la mayoría de estas prácticas ya han sido estudiadas e incluso han sido objeto de transferencia a través de la asistencia técnica, se presentan varias limitaciones externas al poder de acción de los actores locales; por ejemplo, las dificultades de los pequeños agricultores para acceder a créditos y las asimetrías de poder en las negociaciones comerciales.

El tercer tipo de acción se relaciona con la dimensión social, vinculada a los procesos de aprendizaje y educación. En las zonas de estudio, los talleres revelaron la necesidad de concientizar y sensibilizar a la población sobre los problemas del agua, mediante el uso de herramientas como los juegos de roles, que favorecen una comprensión clara del origen multifactorial de los problemas.

El cuarto tipo de acción se relaciona con la dimensión institucional, específicamente en lo que respecta a la construcción de reglas y sanciones. En las zonas de estudio, se observó una baja presencia institucional en la regulación del acceso y el uso del agua, así como en la planificación de los usos del suelo. Si bien existen organizaciones locales, como cooperativas, asociaciones de riego y comités de agua potable,



que agrupan a las personas afectadas por los problemas y poseen recursos y competencias para resolverlos, es necesario fortalecer su trabajo para que puedan realizar una eficiente gestión de los recursos hídricos.

Finalmente, es importante tener presente que en la búsqueda de una agricultura sostenible e inclusiva se requiere considerar medidas que acompañen a los actores en el establecimiento de sistemas tecnificados en un contexto de variabilidad climática. Por ejemplo, a nivel de los predios, es necesario pensar en el establecimiento de cultivos, prácticas y tecnologías que reduzcan la dependencia del uso del agua y disminuyan los impactos sobre el medio ambiente. A nivel de las cooperativas, comunidades y juntas de regantes, debería innovarse en temas organizativos e institucionales, de modo que sea posible gestionar de mejor forma las desigualdades en el acceso a los recursos más importantes, como agua, créditos y tecnologías, y fomentar el desarrollo de la agricultura familiar. Por último, a nivel regional y nacional, es apropiado innovar en el desarrollo de nuevas políticas, considerando inversiones públicas, legislación, monitoreo y generación de conocimientos, que sean coherentes con el contexto de cada territorio.

Referencias

Olsson, P., Folke, C. & Berkes, F. (2004). Adaptive Comanagement for Building Resilience in Social-Ecological Systems. *Environmental Management*, 34(1), 75-90. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>.



Conclusiones

En la actualidad, la agricultura de América Latina y el Caribe se enfrenta a desafíos sociales, culturales y sobre todo climáticos que implican la necesidad de realizar esfuerzos concertados de inversión en investigación, desarrollo e innovación con el objetivo de validar, incorporar y adoptar tecnologías que se anticipen y respondan a los cambios actuales y futuros en la región.

La generación de conocimiento y la puesta en marcha de diversas plataformas de transferencia de tecnología, desarrollo e innovación, que han sido incorporadas y validadas a través de la ejecución de los proyectos FONTAGRO, proporciona una base importante de contenido tecnológico, que contribuye a la adaptación, principalmente de la agricultura familiar de la región, a los efectos, cada vez más intensos y frecuentes, del cambio climático.

Los consorcios de instituciones y entidades productivas conformados en el marco de los proyectos son potenciales redes de colaboración entre actores de diferentes países, que facilitan la transferencia de conocimientos y la colaboración necesarias para diseñar y poner en marcha medidas de mitigación del cambio climático y de adaptación a sus efectos, así como cambios tecnológicos radicales de aplicación en el presente y, sobre todo, con foco en el futuro.

Los aportes de estos ocho proyectos al sector agroalimentario de la región se focalizaron en la generación de tecnologías nuevas y mejoradas, diseñadas de acuerdo con las condiciones de cada uno de los territorios intervenidos, para cultivos relevantes en la región, como praderas, café, cacao, arroz y lupino, incorporando nuevos manejos productivos y formas de agregación de valor a la producción.

Como resultado de estas iniciativas, se fortalecieron los sistemas agroalimentarios y se produjo un aumento de los beneficios económicos, principalmente en la agricultura familiar de la región. Los conocimientos, tecnologías y manejos productivos, así como la transferencia de estos, contribuyeron a la reducción de las emisiones de GEI en los territorios de impacto de los proyectos, al mismo tiempo que favorecieron la resiliencia de los productores frente al cambio climático.

La ejecución de estos proyectos permitió la instalación de diversas capacidades en productores, profesionales y extensionistas de los diferentes territorios, en términos productivos y de resiliencia y adaptación al cambio climático, que son base para consolidar y profundizar futuros esfuerzos en esta materia.

De particular relevancia son el capital social que se desarrolló en los proyectos y los aumentos de los niveles de asociatividad entre productores e investigadores. Estos permitieron la instalación de plataformas de innovación para la generación de conocimientos y la creación de condiciones para que las comunidades emprendan acciones de corto y mediano plazo como, por ejemplo, el establecimiento de manejo adaptativo del agua en sus territorios.

Finalmente, el desarrollo de material de extensión basado en la experiencia de los proyectos contribuirá a favorecer el potencial de escalamiento de las diversas iniciativas y masificar el impacto de los resultados de los proyectos FONTAGRO.



© FONTAGRO | 1300 New York Avenue NW, Stop W0908
Washington, DC 20577, Estados Unidos |
E-mail: fontagro@iadb.org | www.fontagro.org