



Instituto Privado de Investigación
sobre Cambio Climático



INFORME DE LABORES 2022

ISSN 2520-999X



Instituto Privado de Investigación
sobre Cambio Climático

Informe de Labores 2022

Guatemala, junio de 2023

COMITÉ EDITORIAL

Ph.D. Alex Guerra Noriega
Director General

MSc. Oscar González Escobar
Coordinador del Programa de Gestión
de Proyectos y Cooperación

Lic. Berny Ortega González
Comunicador Social

MSc. Elmer Orrego León
Gestor del Conocimiento Técnico - Científico

Cita Bibliográfica

ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático). 2023.
Informe de Labores 2022. Guatemala. 96 páginas.

ISSN: 2520-999X

Diseño e impresión:



3a. avenida 14-62, zona 1
PBX: (502) 2245-8888
www.serviprensa.com

Portada: Gudy González
Diagramación: Elizabeth González
Revisión textos: Jaime Bran

Esta publicación fue impresa en junio de 2023.
La edición consta de 300 ejemplares en papel couche mate 80 gramos.

Contenido

Visión.....	4
Misión	4
Valores.....	4
Ejes del Plan Estratégico 2021-2026.....	4
Objetivos técnico-científicos	4
Organigrama	5
Asamblea General 2022.....	6
Junta Directiva 2021-2023.....	7
Consejo Consultivo ICC 2022.....	8
Equipo ICC 2022.....	9
General Director's Summary.....	15
1. Gestión integrada del agua	17
2. Gases de efecto invernadero y análisis para su mitigación	35
3. Gestión ambiental	42
4. Restauración y conservación de bosques.....	47
5. Erosión y conservación de suelos.....	56
6. Diversidad biológica	59
7. Adaptación comunitaria al cambio climático.....	63
8. Gestión de riesgo	68
9. Desarrollo de capacidades	71
10. Manejo integrado de cuencas.....	81
11. ICC en El Salvador	85
12. Estudios e Investigaciones.....	87
13. Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático (Yu'am).....	89
14. Financiamiento 2022.....	90
15. Proyectos ejecutados durante el 2022.....	92
16. Convenios.....	94
17. Espacios institucionales en los que ICC participa	95



Visión

Al 2026, ser una institución referente en investigación y desarrollo de proyectos para la mitigación y adaptación al cambio climático en la región mesoamericana.

Misión

Crear y articular soluciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en la región mesoamericana con base en lineamientos técnico-científicos viables en lo productivo, social y ambiental.

Valores

Eficacia, eficiencia, respeto, trabajo en equipo, igualdad de género, creatividad, dinamismo, integridad, honestidad, responsabilidad, tenacidad, liderazgo positivo, ética profesional y calidad.

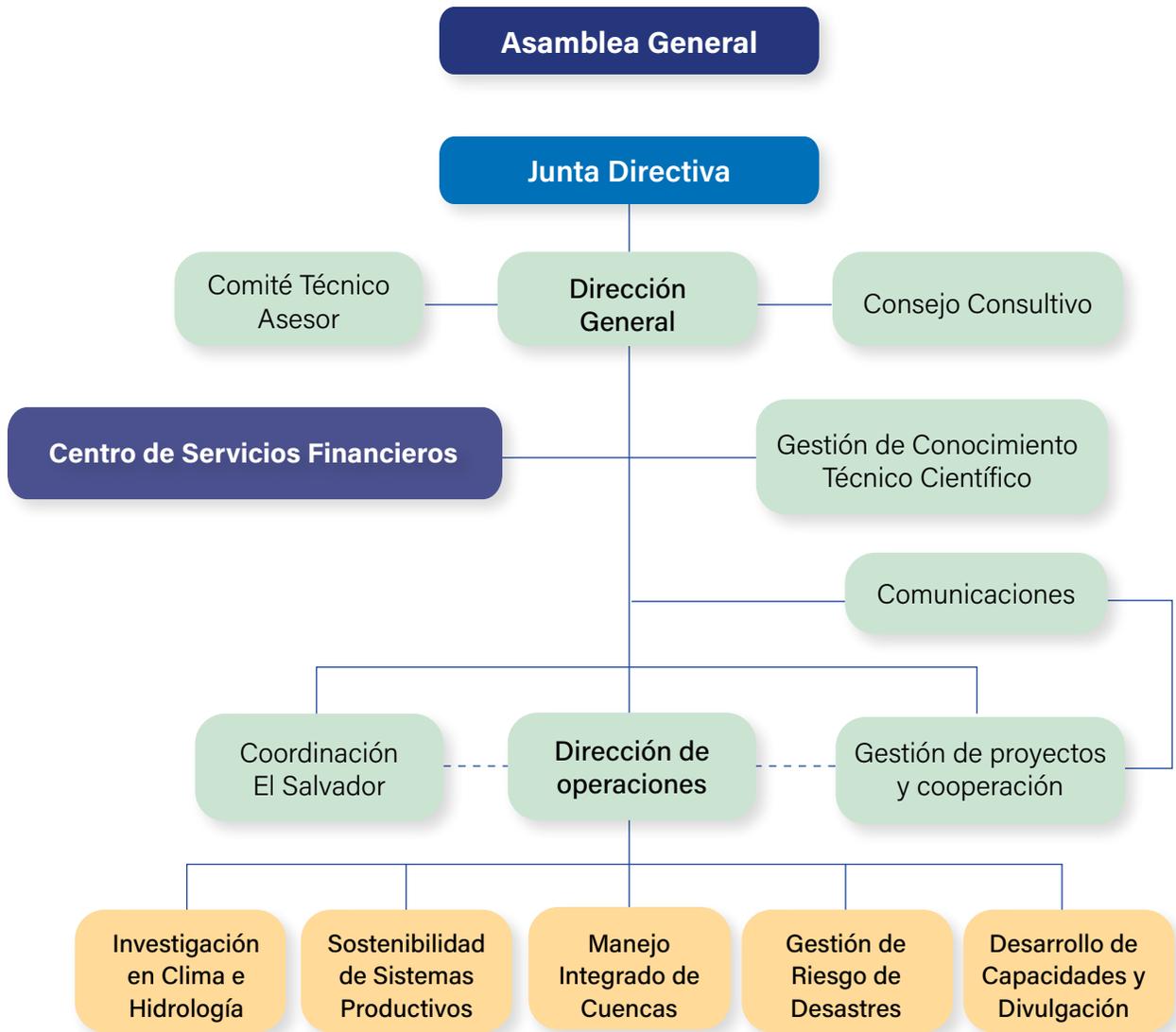
Ejes del Plan Estratégico 2021-2026

1. Fortalecimiento institucional
2. Incidencia y relacionamiento
3. Investigación científica

Objetivos técnico-científicos

- Desarrollar investigación aplicada para generar conocimiento técnico-científico en temas asociados a la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Aportar a la disminución de la vulnerabilidad y a facilitar la adaptación al cambio y la variabilidad climática.
- Contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y con la fijación de carbono.
- Apoyar a sus miembros y a distintos sectores clave en la gestión ambiental aplicada.
- Contribuir con el desarrollo de capacidades de actores en materia de cambio climático.

Organigrama



Asamblea General 2022

Empresa o Institución	
Ingenio San Diego/Trinidad	Miembro Fundador
Ingenio Pantaleon	Miembro Fundador
Ingenio Concepción	Miembro Fundador
Ingenio Palo Gordo	Miembro Fundador
Ingenio Madre Tierra	Miembro Fundador
Ingenio El Pilar	Miembro Fundador
Ingenio Santa Teresa	Miembro Fundador
Ingenio La Sonrisa	Miembro Fundador
Ingenio La Unión - Los Tarros	Miembro Fundador
Ingenio Santa Ana	Miembro Fundador
Ingenio Magdalena	Miembro Fundador
Asociación de Azucareros de Guatemala - ASAZGUA	Miembro Fundador
Ingenio Tululá	Miembro desde 2015
Asociación de Productores Independientes de Banano-APIB	Miembro desde 2015
Compañía Azucarera Salvadoreña - CASSA	Miembro desde 2019
Grupo Palo Blanco S.A.	Miembro desde 2019

Junta Directiva 2021-2023

Cargo	Representantes
Presidente	Ing. Mauricio Cabarrús
Vicepresidente	Ing. Herman Jensen
Secretario	Ing. Jorge Sandoval
Tesorero	Ing. Max Zepeda/ Ing. Carlos Echeverría
Vocal Primero	Licda. María Isabel Leal Suplente: Lic. Jorge Moreno
Vocal Segundo	Ing. Francis Bruderer Suplente: Licda. Alexandra Bruderer
Vocal Tercero	Lic. Julio Mérida
Vocal Cuarto	Ing. Roberto Ranero/ Ing. Luis Pedro Tercero
Vocal Quinto	Ing. Wilfredo Márquez Suplente: Ing. Melvi Roque
Vocales Adjuntos	Dr. Mario Melgar, Ing. Luis Miguel Paiz, Ing. Leonardo Cabrera, Ing. Jorge Solares
Asesor Financiero	Lic. William Calvillo
Director General	Ph.D. Alex Guerra

Consejo Consultivo ICC 2022

Representante	Institución
Ph.D. Edwin Castellanos	The Nature Conservancy
Ph.D. Fernando García Barrios	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - Guatemala (PNUD)
Ing. Ogden Rodas	Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO
MSc. Jaime Carrera	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente - IARNA
Ph.D. Luis Ferraté Felice	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático - ICC
Ph.D. Mario Melgar	Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA / Junta Directiva

Equipo ICC 2022

Dirección General	Ph.D. Alex Guerra Noriega
Dirección de Operaciones	Ing. Luis Enrique Reyes García
Coordinador Nacional ICC en El Salvador	MSc. Francisco Soto Monterrosa
Asesor Institucional y Científico	Ph.D. Luis Alberto Ferraté Felice
Gestor de Conocimiento técnico-científico	MSc. Elmer Adolfo Orrego León (desde julio)
Técnico de campo en El Salvador	Ing. Milton Tobar Castillo
Técnico de campo en El Salvador	Freddy Díaz (desde febrero)
Asistente de Dirección	Licda. Sharon Arias de López
Asistente Técnico en Monitoreo y Evaluación Interna	Inga. Linda Mazariegos Guarchaj
Asistente Institucional	Licda. Gabriela Girón
Programa de Investigación en Clima e Hidrología	
Coordinador	MSc. Juan Francisco Low Calle
Coordinadora del Sistema de Información de los ríos de la Costa Sur	Licda. Lourdes Castilla Maldonado
Investigadora Jr. en Hidrología	Inga. Amy Molina Estrada
Investigador Jr. en Meteorología y Clima	Ing. Carlos Ramírez Calo
Investigador Asociado en Hidrología e Hidrogeología	MSc. Sergio Gil Villalba
Tesista de maestría en agua subterránea, programa GroundwatCHh (Portugal-Alemania-Países Bajos)	Vitor Cantarella
Tesista de maestría en Gestión del Agua, Universidad de Oxford, Inglaterra	Katherine Reece
Técnicos del Sistema de Información de Ríos de la Costa Sur	Eduardo García, Elder Fernando Samayoa, Cristian René Ortiz, Rover Ortiz Paz, José Raúl Sabán, Juan Francisco Díaz, Luis Miguel Morales
Programa de Sostenibilidad en Sistemas Productivos	
Coordinador	MSc. Marco Tax Marroquín
Investigador en Sostenibilidad de Sistemas Productivos	MSc. Carlos Humberto Rodríguez
Investigadora en Sostenibilidad de Sistemas Productivos	Inga. Alma Santos Pérez
Investigador en Agrometeorología	MSc. Elmer Adolfo Orrego (hasta junio)
Investigadora en Biología	Licda. Sofía Aguilar
Técnico en Sostenibilidad de Sistemas Productivos	Rebeca Axpuc (hasta octubre)
Técnico en Sostenibilidad de Sistemas Productivos	Walter Sazo Martínez (desde julio)
Técnico en monitoreo de pavesa	Denis Armando Contreras
Programa en Manejo Integrado de Cuencas	
Coordinador	Ing. Juan Andrés Nelson Ruiz
Técnico en Manejo Integrado de Cuencas	Ing. Luis Enrique Gómez
Técnico en Restauración Forestal en el Altiplano	Dulce Karoline Poz Marroquín
Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas - Sur Oriente	Alejandro Paniagua Estrada

Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas - Sur Occidente	Luis Jacob López López
Técnico en Gobernanza e Información del Agua	Justo Ajanel Pixtún (hasta junio)
Especialista en Acuicultura y Calidad del Agua	Lic. Gabriel Rivas Say
Programa Gestión de Riesgo de Desastres	
Coordinador	MSc. German Alfaro Ruiz
Técnico en Gestión de Riesgos	Lic. Francisco Fuentes González
Técnico en Agua y Gestión de Riesgos	Walter Sazo Martínez
Programa Desarrollo de Capacidades y Divulgación	
Coordinador	PhD. Pablo Yax López
Técnico en Desarrollo de Capacidades	Ing. Kevin Manolo Noriega Elías
Técnico en Desarrollo de Capacidades	Luis Fernando Escobedo
Programa Gestión de Proyectos y Cooperación	
Coordinador	MSc. Oscar Guillermo González
Técnico en Gestión de Proyectos	MSc. María Andrea Bolaños
Comunicador Social	Lic. Kevin Roger Pérez
Comunicador Social	Lic. Berny Ortega González
Personal administrativo y financiero	
Contadora General	Licda. Silvia Castillo
Asistentes de Contabilidad	Humberto Leonardo Cifuentes Sandoval, Edgar Ariel Rivas Hernández, Esdras Enoc Miza Aspuac, Carlos Abraham Boror y Geovany Maldonado.
Gestor administrativo	Lic. Yuver Barillas González
Asistente administrativo	Orquídea Pérez Matzir
Asistente administrativo	Marvin Castillo
Practicantes en administración	Katherine Mishelle Balcárcel Simón, Francisco Uziel Gómez Godoy
Apoyo en campo y oficinas	Conrado Gámez Rivera, Darío Guarchaj, Miriam Elizabeth Ochoa Galindo, Silvia Margarita Cóyan y Kimberly González
Evaluación de cumplimiento de las normativas ambientales del Azúcar de Guatemala, zafras 2021-2022 y 2022-2023	
Coordinador	Ing. Geser González
Técnico 2021-2022 y 2022-2023	Inga. Claudia Alvarado
Técnico 2021-2022	Inga. María José Labin
Técnico 2022-2023	Inga. Lynn Nicté Silvestre
Personal en proyectos	
Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del departamento de Sololá, Guatemala (MACC-SAN) Financiado por AECID en el marco del programa ARAUCLIMA	
Coordinador	Ph.D. Pablo Yax López
Técnico de campo	Ing. Kevin Noriega Elías
Asistente técnico	Regina Ajcalón Samines

Asistente técnico	Esthefany Francis Villatoro
Asistente técnico	Antonio Carrillo Puac
Practicantes	Melvyn Antonny Yac Vásquez, Ubaldo Chumil Vicente y Bryan Alberto Soloc Tupul.

**Planes de manejo en seis cuencas y restauración forestal
Financiado por GEF-PNUD-MARN como parte del proyecto “Promoviendo territorios sostenibles y resilientes en paisajes de la cadena volcánica central de Guatemala”**

Coordinador	MSc. Giovanni González Celada
Especialista social	Licda. Nancy Sucely Soto
Especialista en restauración	Ing. Oscar Rodolfo Morales
Técnico Forestal	Marvin Alexander Otzín
Técnico Forestal	Inga. Lynn Nicté Silvestre
Técnico Forestal	Dulce Karoline Poz Marroquín
Personal de campo	Miriam Ochoa y Víctor Vielman Sical
Consultor en mecanismos de compensación de servicios ambientales	Ing. Carlos Bonilla Alarcón
Consultora en análisis de gestión legal del mecanismo de compensación por servicios ambientales	Licda. Ana del Carmen de León Sosa

**Estimación de carbono en árboles fuera de bosque (Paisajes de Mosaico)
Financiado por el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI)**

Coordinador	MSc. Luis Pedro Utrera
Técnico forestal	Rebeca Axpuc Yoc
Pasante Universidad Tennessee	Matthew Barnicki
Técnicos forestales de apoyo	Julio Alejandro Paniagua, Ricardo Antonio López, Eduardo José García
Personal de campo	Conrado Gámez Rivera

**Restauración forestal en ocho municipios de la costa sur de Guatemala
Financiado por GIZ-FCG**

Coordinador	Ing. Juan Andrés Nelson
Técnico Forestal	Luis Ángel Villatoro Catalán
Apoyo en campo	Abdi Gámez

**Apoyo a la Red de Restauración de la Costa Sur, Capítulo GLFx Costa Sur Guatemala
Financiado por la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO)**

Coordinadora	MSc. María Andrea Bolaños
Comunicador y diseño del capítulo	Lic. Berny Fernando Ortega
Enlace técnico con la Red de Restauración	Rebeca Axpuc
Secretaría técnica de la Red de Restauración - ICC	Ing. Luis Enrique Gómez
Practicante	Karla Sofía Cabrera

**Plan de Restauración de Paisaje Fincas de banano de la empresa Fresh Del Monte en Izabal
Financiado por la Cooperación Técnica Alemana (GIZ Costa Rica)**

Coordinador	Ing. Juan Andrés Nelson
Especialista en gestión de riesgos	MSc. German Alfaro

Técnico en gestión de riesgos	Lic. Francisco Fuentes
Técnico en biodiversidad	Licda. Sofía Aguilar
Consultor en restauración forestal	Ing. Juan Carlos Morales
Consultora en SIG y conectividad forestal	Inga. Claudia Alvarado
Técnico en restauración forestal	Alejandro Paniagua

Apoyo a la restauración del paisaje forestal de suroccidente Financiado por Rainforest Alliance

Coordinador	Ing. Juan Andrés Nelson
Técnico forestal	Luis Jacob López López
Técnico en Manejo Integrado de Cuencas	Ing. Luis Enrique Gómez

Estimación de la huella hídrica y huella de carbono del Sector Azucarero de El Salvador Financiado por FUNDAZUCAR El Salvador

Coordinador	MSc. Marco Tax Marroquín
Especialista en huella de carbono	MSc. Carlos Humberto Rodríguez
Consultora	MSc. Aura Rodríguez

Personal del ICC que cumplió 5 o 10 años de labores en 2022

5 años	Marco Alexander Tax, Yuver Alexander Barillas, Luis Jacob López López, Kimberly González, Elder Fernando Samayoa, Darío Guarchaj
10 años	Elmer Adolfo Orrego León, Silvia Margarita Coyán Chamo, Francisco Alejandro Fuentes González

Miembros de Junta Directiva que cumplieron 5 o 10 años de labores en 2022

5 años	Lic. Julio Mérida, Ing. Leonardo Cabrera
10 años	Ing. Jorge Sandoval (en 2021)

Resumen del Director General

En 2022 llegamos a 12 años de labores. En este resumen quiero resaltar algunos de los temas y resultados más relevantes. Este fue el segundo año de nuestro Plan Estratégico 2021-2026 y, como se vio en las páginas anteriores, estamos enfocados en tres ejes. Con el primero, buscamos fortalecer nuestra institución para asegurar su continuidad en el largo plazo. En 2022 seguimos analizando cómo fortalecernos e implementamos algunas medidas, resaltando la creación de algunas plazas y subirle de nivel a otras. El segundo eje abarca la incidencia y lo que buscamos es tener un impacto mayor en la sociedad al asegurar que el conocimiento que generamos y nuestra experiencia sirvan de insumo para las políticas, los planes e, incluso, la legislación.

El tercero contiene cinco objetivos técnico-científicos y es en donde se emplea la mayoría de nuestros recursos. Estos los abordamos a través de líneas de trabajo de largo plazo y de proyectos. Nuestro trabajo sigue caracterizándose por hacer ciencia aplicada y dirigida a la búsqueda de soluciones ante los retos que representan la variabilidad y el cambio climático. Esto nos hace trabajar en el nivel local e interactuar con diversos actores, lo cual nos permite observar los fenómenos y retos, compartir los resultados de nuestros estudios, y, en muchos casos, acompañar la implementación de las soluciones.

La gestión integrada del agua la abordamos a través de múltiples temas. Lo básico es la generación de información y estudios para comprender el clima, el caudal de los ríos, el agua subterránea y la calidad del agua. Hacemos estudios de cuánta agua se emplea en la producción de caña de azúcar, azúcar, banano, plátano y aguacate. A esto se le llama huella hídrica. Los boletines sobre inicio y final de la temporada lluviosa, los del comportamiento de El Niño/La Niña, la información sobre las tormentas que podrían tener un impacto sobre Guatemala y El Salvador, se comparten

a cientos de personas, especialmente de las empresas asociadas y de instituciones con las que tenemos convenios. La información sobre caudales de los ríos de la costa sur de Guatemala, generada a diario o semanalmente para más de 60 ríos en la temporada seca, es un insumo fundamental para asegurar un uso racional del agua, garantizando que los ríos lleguen hasta su desembocadura.

Los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) y la estimación de huella de carbono de varios productos continúan y la tendencia es hacerlos por cada unidad productiva y no solamente a nivel gremial. En 2022 acompañamos a algunas empresas a hacer análisis de opciones para reducir sus emisiones o fijar carbono como resultado de nuevos requerimientos internacionales.

El tema forestal sigue siendo de gran importancia en nuestro trabajo por sus beneficios en la mitigación del cambio climático (por almacenar carbono en los bosques existentes y absorber carbono de la atmósfera, en el caso de las reforestaciones) y en la adaptación. En 2022 se reprodujeron más de 1.2 millones de arbolitos en 63 viveros, contribuyendo a la restauración forestal en 11 de las cuencas del Pacífico guatemalteco. Tanto en Guatemala como en El Salvador, una de las modalidades de restauración logradas es la de bosques de ribera. También se resalta la divulgación a nivel internacional de las acciones de restauración forestal en el Pacífico de Guatemala en la plataforma Paisaje Forestal Global (Global Forest Landscape), gracias al financiamiento de IUFRO, la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal, de la cual ahora el ICC es miembro.

Un aporte clave del ICC en 2022 fue la elaboración de 6 planes de manejo integrado de cuencas. El proceso inició en 2021 con financiamiento internacional que el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) otorgó al



ICC para ejecutarlo. El trabajo se hizo en apoyo y en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y aportó al cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021 que manda a elaborar planes de manejo para todas las cuencas del país. Los planes forman parte de los compromisos internacionales en temática de adaptación climática, según se definió en las Contribuciones Determinadas Nacionalmente (NDCs, por sus siglas en inglés), que derivan del Acuerdo de París.

En cuanto a los proyectos, deseo resaltar dos que culminaron en 2022. El primero se ejecutó en El Salvador a través del Grupo CASSA y el ICC, siendo financiado por una empresa estadounidense, E&F MAN. El enfoque fue trabajar con seis comunidades en hacer análisis de vulnerabilidades y elaborar sus planes de adaptación climática, así como la implementación de algunas acciones. El segundo proyecto finalizó en septiembre y se enfocó en el cambio climático y la seguridad alimentaria. Se trabajó con comunidades indígenas de Sololá, Guatemala. Se trabajó a nivel familiar, en escuelas y con instituciones relacionadas a la seguridad alimentaria. Se llevó a cabo gracias

al financiamiento de la cooperación española AECID.

Aparte de lo resaltado antes, hubo avances en temática de la diversidad biológica, de la conservación de suelos, de la gestión ambiental, de la gestión de riesgos, el desarrollo de capacidades y otros.

Es justo subrayar que todo el trabajo se lleva a cabo gracias al aporte de las empresas asociadas al ICC. El financiamiento que proveen hace posible que tengamos líneas de trabajo a largo plazo y que podamos prestar servicios a comunidades y gobiernos locales sin costo. Los proyectos son financiados por una serie de donantes, de los cuales las agencias de cooperación son las más importantes, pero también están algunas empresas y ONGs. Asimismo, existen aportes en especie que brindan numerosas comunidades, organizaciones locales, municipalidades, universidades y empresas. Por lo tanto, el trabajo del ICC es resultado de un esfuerzo colectivo, de distintos sectores que están preocupados, pero también comprometidos con la acción climática. Esto es lo que hace aún más valioso lo que se presenta en este informe. ¡Disfrútelo!

General Director's Summary

In 2022 we reached 12 years of work and in this summary, I would like to highlight some of the most relevant activities and results. This was the second year of our 2021-2026 Strategic Plan and, as seen in the previous pages, we are focused on three themes. The first one is institutional development, and through it we seek continuity in the long term. In 2022 we continued to analyze how to strengthen our institution and implemented some measures, highlighting the creation of some positions and raising the level of others. The second theme covers incidence and what we pursue is to have a greater impact on society by ensuring that the knowledge we generate and our experience serve as input for policies, plans and even legislation.

The third theme contains five technical-scientific objectives and is where the majority of our resources are employed. We address these through long-term work programs and projects. Our focus is applied research and solution-driven science to tackle the challenges posed by climate variability and change. This makes us work at the local level and interact with diverse stakeholders, which allows us to observe phenomena and challenges, share the results of our studies, and, in many cases, accompany the implementation of solutions.

We address integrated water management through multiple topics. Significant efforts go to the generation of information and studies to understand climate, river flow, groundwater and water quality. We carry out studies on how much water is used in the production of sugarcane, sugar, banana, plantain, and avocado (called water footprint). Bulletins on the beginning and end of the rainy season, bulletins on the behavior of El Niño/La Niña effect, information on storms that could have an impact on Guatemala and El Salvador, are shared with hundreds of people, especially from member companies and institutions with which we have agreements. Information on river flows in the Pacific lowlands

of Guatemala, generated daily or weekly for more than 60 rivers in the dry season, is a critical input to ensure rational use of water, guaranteeing that water reaches the river mouths.

The inventories of greenhouse gases (GHG) and the estimation of the carbon footprint of various products continue with a tendency to do them for each company or productive unit and not only at the guild level. In 2022 we worked alongside some companies to analyze options to reduce their emissions or fix carbon according to new international requirements.

Forestry keeps being of great importance in our work due to its benefits for mitigation (by storing carbon in existing forests and absorbing carbon from the atmosphere, in the case of reforestation) and for adaptation. In 2022, more than 1.2 million tree saplings were reproduced in 63 nurseries, contributing to forest restoration in 11 of the Guatemalan Pacific basins. In both Guatemala and El Salvador, one of the restoration modalities is that of riparian forests. Also noteworthy is the international dissemination of forest restoration actions in the Pacific of Guatemala on the Global Forest Landscape platform, thanks to funding from IUFRO, the International Union of Forest Research Organizations, of which the ICC is now a member.

A key contribution of the ICC in 2022 was the development of 6 integrated watershed management plans. The process started in 2021 with international financing granted by the United Nations Development Program (UNDP). The work was done in support of and in conjunction with the Ministry of Environment and Natural Resources and contributed to the compliance with Government Agreement 19-2021 which mandates the development of management plans for all the country's watersheds. The plans are part of the international commitments to climate adaptation, as defined in the Nationally Determined Contributions (NDCs), which derive from the Paris Agreement.



In terms of projects, I want to highlight two that ended in 2022. The first was carried out in El Salvador through the CASSA Group and the ICC, and was funded by an American company, E&F MAN. Work was conducted in six communities to carry out vulnerability analyses and develop their climate adaptation plans, as well as the implementation of some actions. The second project ended in September and focused on climate change and food security. We worked with indigenous communities of Sololá, Guatemala. Work was done at the family level, in schools and with institutions related to food security. It was carried out thanks to the funding of the Spanish cooperation agency AECID.

In addition to what was highlighted above, progress was made in the areas of biological diversity, soil conservation, environmental

management, risk management, capacity development and others.

It is important to underline that all the work is done thanks to the contributions of the ICC's member companies. The funding they provide makes it possible for us to have long-term work programs and to provide services to communities and local governments at no cost. The projects are financed by a series of donors, of which the cooperation agencies are the most important, but there are also some companies and NGOs. In addition, there are in-kind contributions from numerous communities, local organizations, municipalities, universities, and companies. Therefore, the work of the ICC is the result of collective efforts by different sectors that are concerned but also committed to climate action. This is what makes what is presented in this report even more valuable. Enjoy it!

1. Gestión integrada del agua

Sistema de información de ríos de la costa sur

Este sistema comenzó a operar en 2017 para gestionar el recurso hídrico de los ríos y garantizar que el agua llegue hasta su desembocadura en el Océano Pacífico durante la época seca. El sistema genera, traduce, transfiere y utiliza información para ayudar a los usuarios del agua a tomar decisiones y coordinarse con el objetivo de gestionar adecuadamente el recurso.

Para lograr esto, se utilizan siete equipos de medición en campo con molinetes de alta precisión. En 2022, el sistema recolectó datos en más de 348 puntos de monitoreo y realizó cerca de 6,700 aforos en 28 ríos y sus principales tributarios (Figuras 1 y 2).

28 ríos y sus principales tributarios son monitoreados en la costa sur de Guatemala



Figura 1. Medición del caudal en ríos de la vertiente del Pacífico.

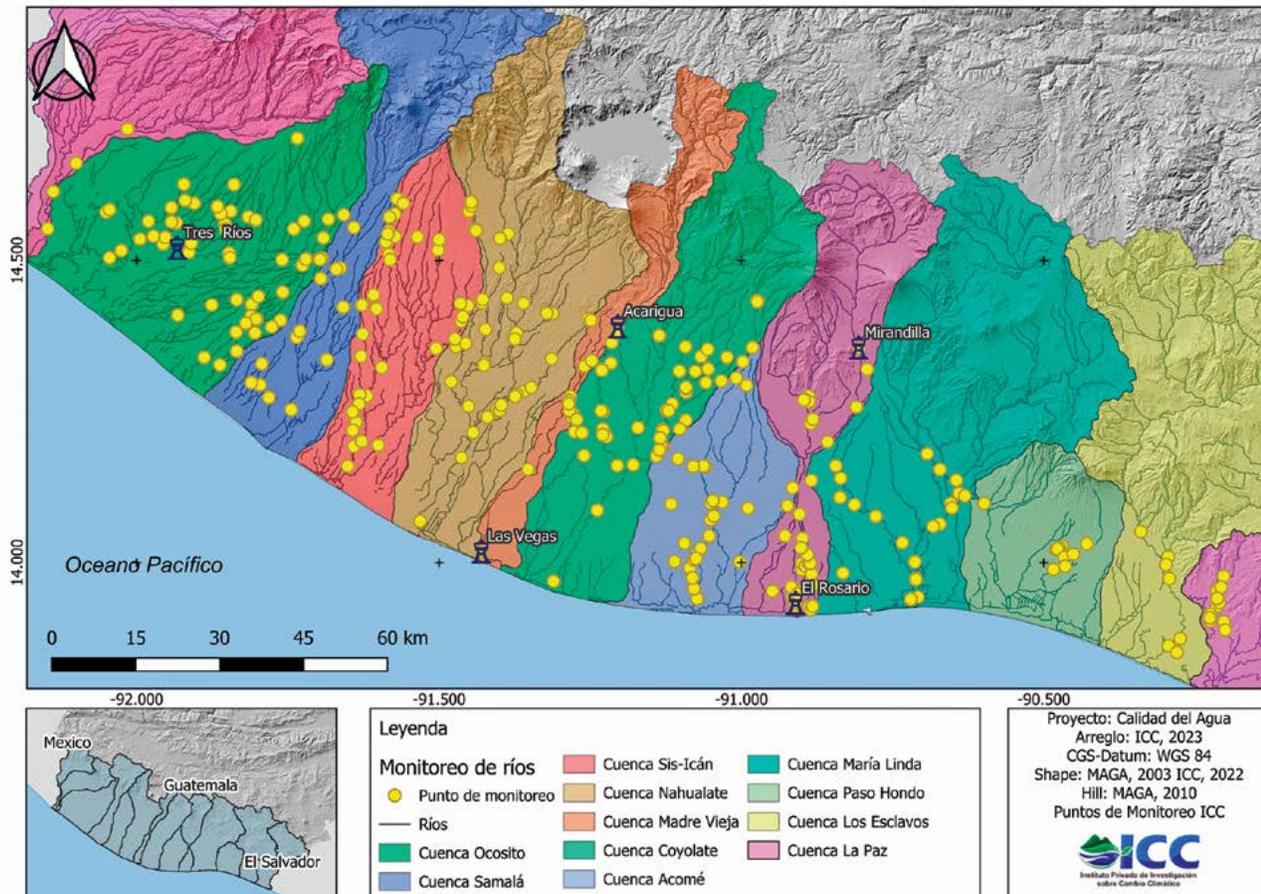


Figura 2. Puntos de monitoreo y aforo para el año 2022.

Análisis hidrológico de los ríos de la costa sur para el uso racional del agua

La instalación de estaciones hidrométricas automáticas en la costa sur de Guatemala ha mejorado la comprensión de la dinámica de los ríos y ha permitido proponer mejores estrategias de gestión. La información generada en tiempo real también es valiosa para la planificación. Un ejemplo es la estación Mirandilla en el

río Guacalate, que cuenta con tres años de información y permite estimar el caudal con 90% de probabilidad de excedencia para los meses de noviembre a mayo (Figura 3). La información permite identificar los caudales esperados en el río, lo que proporciona una perspectiva clara de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca. Estos cálculos se han realizado para las cuencas de los ríos Madre Vieja, Ocosito y Achiguate, y son actualizados anualmente.

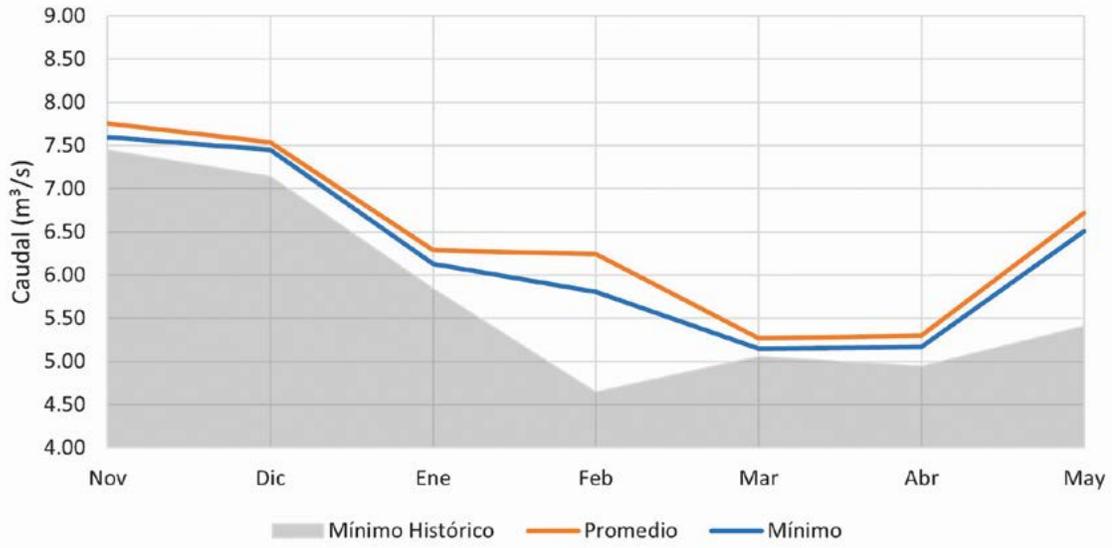


Figura 3. Caracterización de caudales con el 90% de excedencia para la temporada seca en la estación Mirandilla, río Guacalate.

Además, se realizó un análisis de precipitación (lluvia) para identificar eventos extremos y determinar la capacidad con la que se deben diseñar los canales de drenaje para fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca del

río María Linda. Para el análisis se estimaron tiempos de retorno con diferentes métodos y se logró hacer estimaciones adecuadas a las condiciones climáticas de la región (Figura 4).

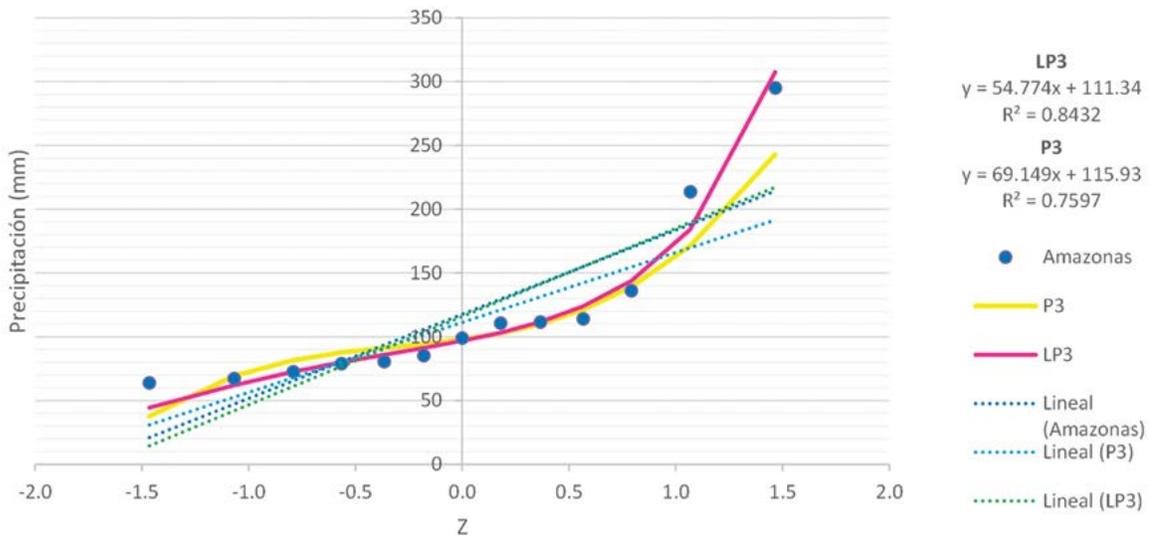


Figura 4. Probabilidades de distribución de lluvias aplicando diferentes estimadores estadísticos como Pearson tipo III y Log Pearson III para los datos de precipitación de la estación del ICC.

Red de estaciones meteorológicas ICC

La red de estaciones meteorológicas fue creada en 1997 y administrada inicialmente por CENGICAÑA. En 2011, el ICC inició como administrador, mejorándola y expandiéndola. Al 2022, la red contaba con 40 estaciones meteorológicas automáticas distribuidas en Guatemala y El Salvador (Figura 5).

40 son las estaciones meteorológicas automáticas instaladas en Guatemala y El Salvador.



Figura 5. Red de estaciones meteorológicas del ICC.

En 2022 se añadieron dos estaciones: Sotz'il - Waqxaq'i' B'alam y La Joya. La primera fue instalada por la Asociación Sotz'il con fondos del programa Euroclima+ y apoyo técnico del ICC. La segunda fue instalada en conjunto con la Asociación de Productores de Sal de Sipacate y los ingenios que operan en la zona para mejorar el monitoreo del comportamiento de los vientos en el área de producción de sal.

Las estaciones meteorológicas automáticas del ICC constan de tres componentes principales: la obra civil, el sistema de pararrayos y los

sensores. La obra civil es el soporte físico donde se instalan los otros componentes y también incluye el perímetro de seguridad. El sistema de pararrayos minimiza el riesgo de daño en los sensores por impacto de rayos durante las tormentas habituales en la costa sur. Los sensores registran y transmiten información meteorológica como temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitación, mojadura de hoja y velocidad y dirección del viento (Figura 6). Todas las variables son medidas y enviadas cada 15 minutos.



Figura 6. Sensores de medición de variables meteorológicas.

Sistema de Información Meteorológica (REDMET)

REDMET es una plataforma web que ofrece información meteorológica en tiempo real a los socios del ICC y público en general (www.redmet.icc.org.gt). La interfaz del Sistema de Información Hidrometeorológica (SIHM) permite la descarga y visualización de información en tiempo real cada 15 minutos. También se puede consultar el registro histórico a nivel diario, mensual y anual para cada una de las estaciones. Los usuarios

que no son de las empresas y organizaciones asociadas al ICC tienen algunas restricciones en la descarga de datos, a menos que se cuente con un convenio.

Los datos meteorológicos reciben control de calidad semanal para corregir posibles anomalías que surjan durante la generación y transmisión de la información. Además, se realiza un mantenimiento preventivo mensual en las estaciones para prevenir fallas en el equipo y evitar vacíos en la información (Figura 7).

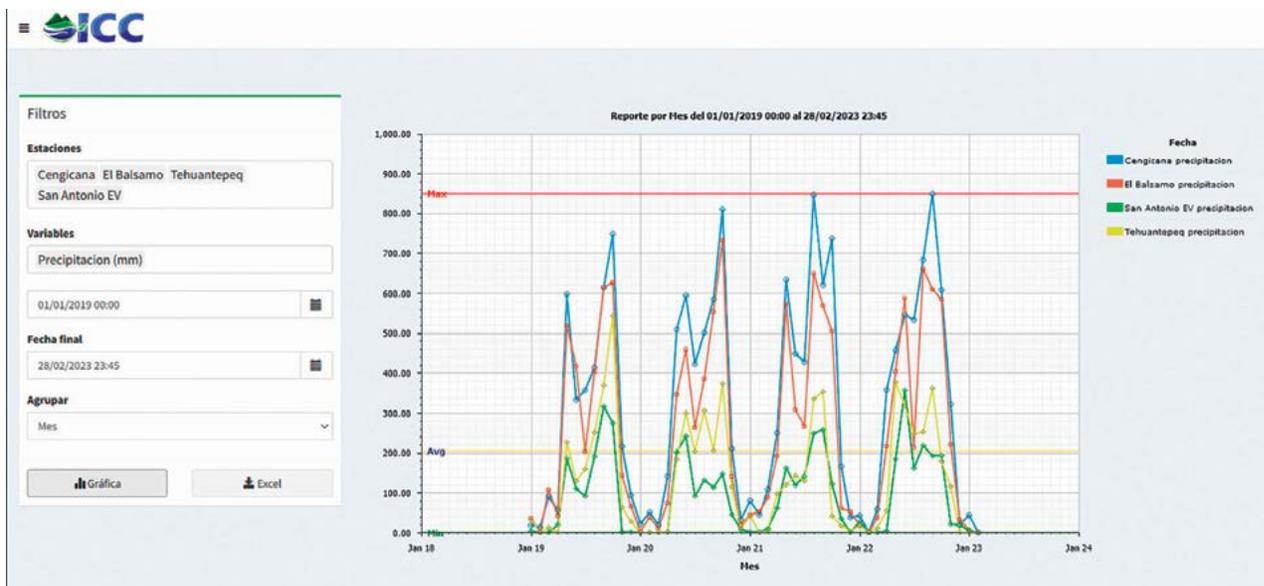


Figura 7. Interfaz de consulta y visualización de variables meteorológicas en diferentes estaciones.

Estaciones hidrométricas

Una estación hidrométrica se define como un punto establecido en un río donde se recopilan y registran datos sobre el nivel del agua. Con siete años de experiencia con estaciones hidrométricas, durante el 2022 se iniciaron los trabajos para instalar la sexta estación ubicada en la desembocadura del río Coyolate. Como complemento de las estaciones hidrométricas se utiliza el Sistema de Información de Ríos de

la Costa Sur (SISMARSUR) mediante calibraciones para obtener información más precisa (Figura 8).

5 estaciones hidrométricas automáticas recopilan información precisa de los niveles del agua en los ríos de la costa sur de Guatemala.

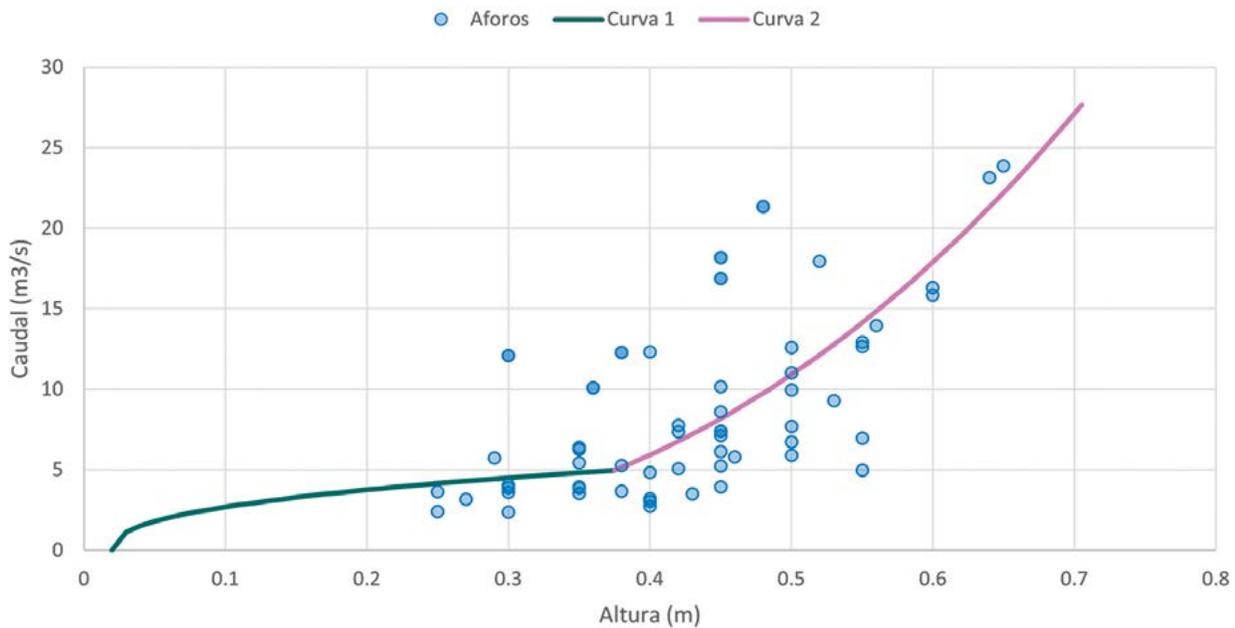


Figura 8. Relación entre la altura del nivel del agua y el caudal en la estación hidrométrica El Rosario.

Se han identificado variaciones en las lecturas debido a la dilatación térmica del acero que sostiene los sensores de radar y se ha generado un modelo de corrección por temperatura para diferentes estaciones hidrométricas con una sección hidráulica mayor a los 60 metros. Empleando diferentes técnicas estadísticas, se logró caracterizar la variación en las lecturas que se deben a los cambios de

temperatura y a las variaciones naturales en el río. Por ejemplo, para la estación hidrométrica de El Rosario con una sección de 130 metros, las variaciones entre los datos crudos y los tomados con un sensor que no experimenta variaciones por temperatura pueden ser de hasta 8 m³/s. Para los datos corregidos, esta diferencia disminuye en gran medida (Figura 9).

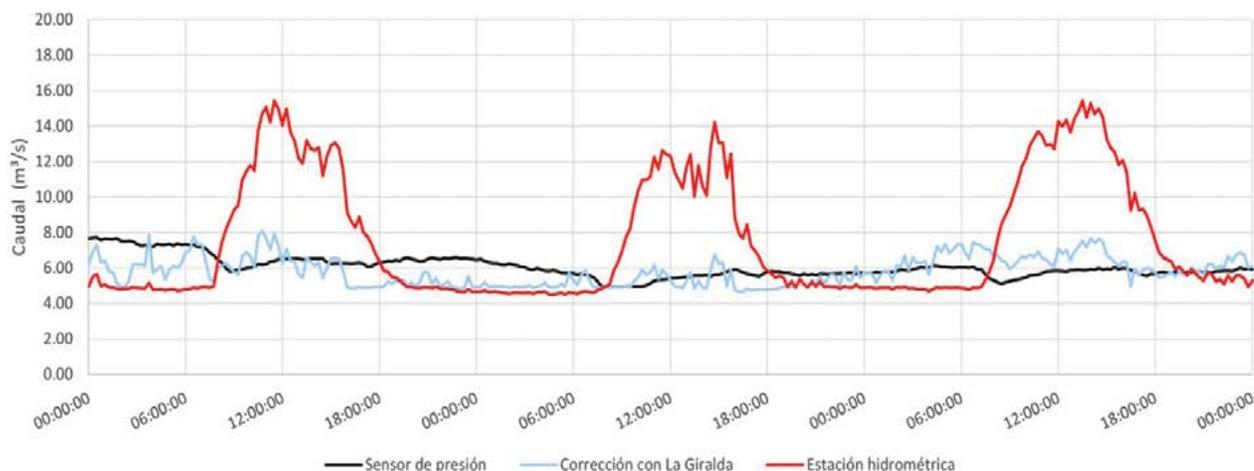


Figura 9. Caudales ajustados con los modelos de ajuste por temperatura. Se muestran los datos estimados por la estación hidrométrica (rojo), los datos estimados con el sensor tipo diver (negro), y ajuste de temperatura a datos de estación hidrométrica (azul).

Red de monitoreo de isótopos naturales en precipitación pluvial (lluvia)

El ICC continúa formando parte de la Red Global de Isótopos en Precipitación (GNIP), cumpliendo

con la toma de muestras en cinco puntos de la vertiente del Pacífico (Figura 10). A partir de este año, los resultados se encuentran disponibles en la plataforma oficial de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA).



Figura 10. Visualización de puntos de colecta en Guatemala en el portal de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA).

Los isótopos naturales son considerados como trazadores y son fundamentales para identificar dónde hay recarga de acuíferos y de dónde proviene esa recarga. Con el quinto

año consecutivo de información, se permite actualizar el perfil de distribución de isótopos de oxígeno e hidrógeno en la lluvia para la costa sur de Guatemala (Figura 11).

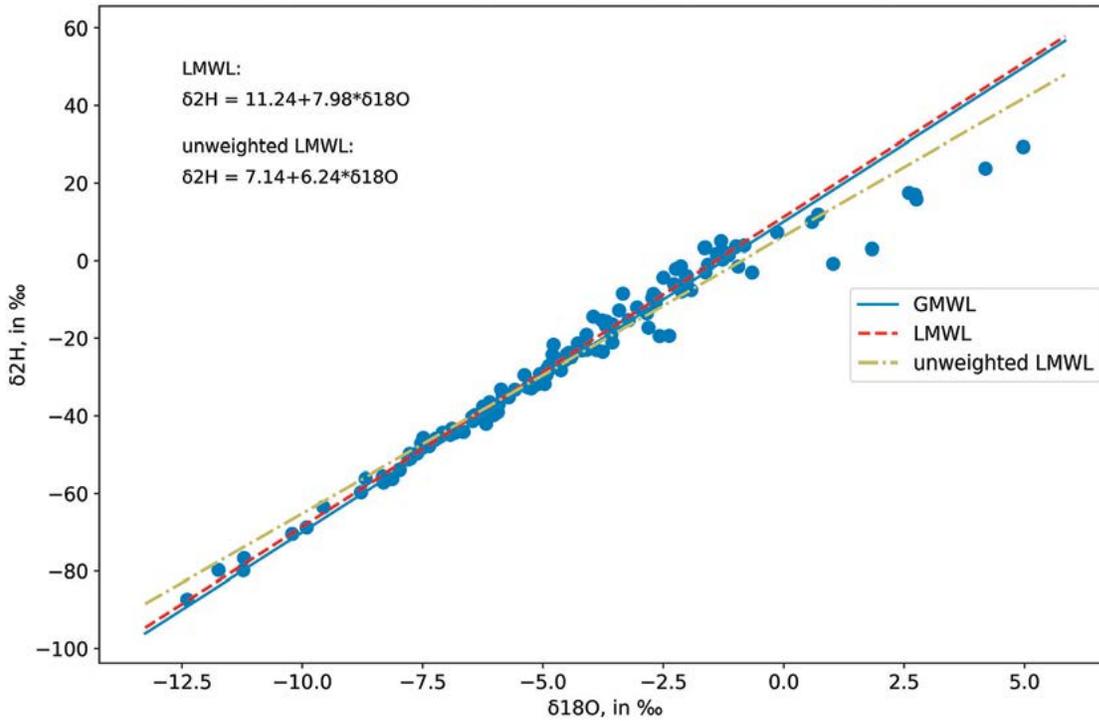


Figura 11. Línea meteórica local -LMWL- (línea roja) y la línea meteórica global -GMWL- (línea azul).

Estudios del agua subterránea

El ICC monitorea e investiga los sistemas hidrogeológicos más relevantes en la costa del Pacífico, esto en colaboración con el Instituto Superior Técnico de la Universidad de Lisboa y el consorcio del programa de maestría Erasmus Mundus sobre Agua Subterránea y Cambio Global (GroundwatCH).

Los bosques de manglar son ecosistemas dependientes del agua subterránea y su conocimiento es clave para elaborar estrategias de gestión integrales. Uno de estos casos es

el Manchón Guamuchal, el humedal marino costero más grande del Pacífico de Guatemala. El estudio se centró en la identificación de las principales características de la química del agua subterránea y un análisis de las áreas de recarga del sistema. Esta información permitió generar un modelo conceptual del flujo y describir cómo se mueve el agua en el sistema a gran escala, además se encontró que, el agua subterránea en los pozos cercanos a los manglares proviene de la recarga hídrica que ocurrió en el volcán Santiaguito y viajó por el acuífero hasta el mar (Figura 12).

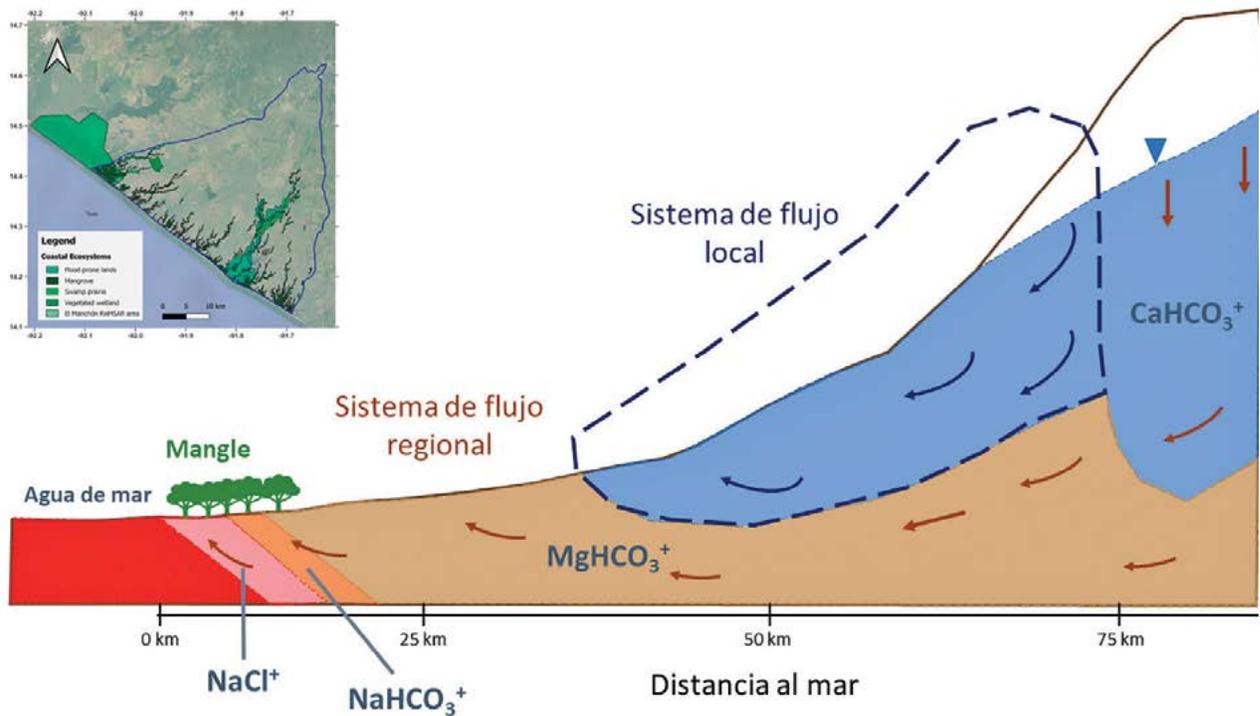


Figura 12. Modelo conceptual del sistema acuífero del abanico aluvial de los volcanes Santa María y Santiago.

Monitoreo de niveles y parámetros fisicoquímicos de agua en pozos comunitarios

En 2022 se realizó una reestructuración de la red de monitoreo de pozos comunitarios para una mejor optimización espacial. Actualmente la red se encuentra conformada por 186 pozos comunitarios ubicados en tres abanicos aluviales y un municipio de Escuintla (Figura 13).

Se monitorean los niveles y parámetros fisicoquímicos de **186** pozos comunitarios en la vertiente del Pacífico.

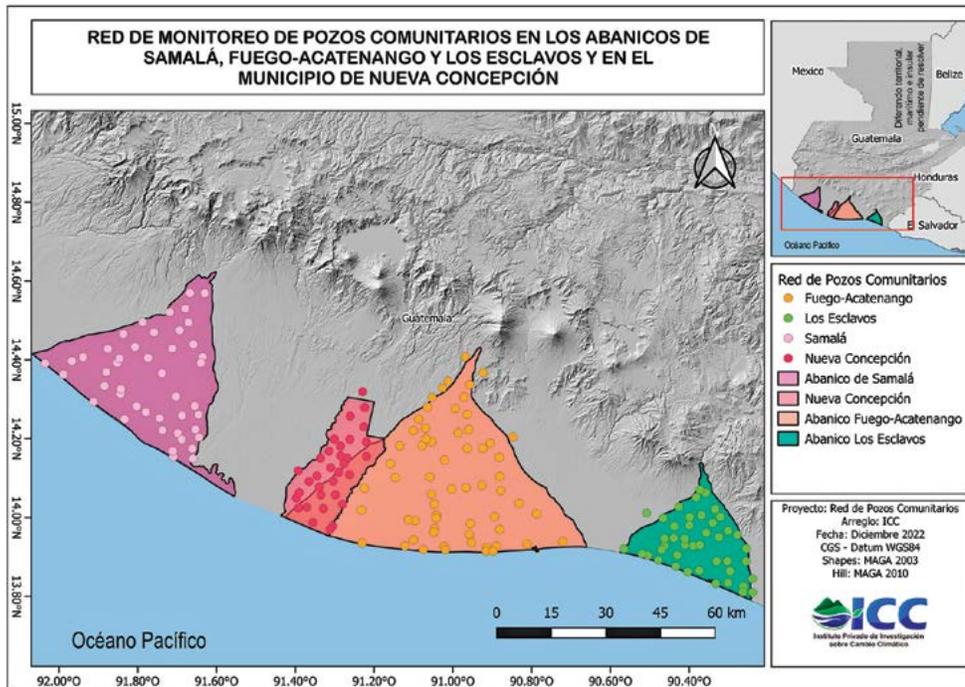


Figura 13. Red de monitoreo de pozos comunitarios del ICC.

Se diseñó una boleta informativa para permitir una fácil comprensión de las variaciones de nivel en cada pozo y entregar la información medida directamente desde el campo. Con

494 monitoreos realizados durante el año, se elaboraron 78 mapas con información de distancia del nivel freático y parámetros fisicoquímicos (Figura 14).

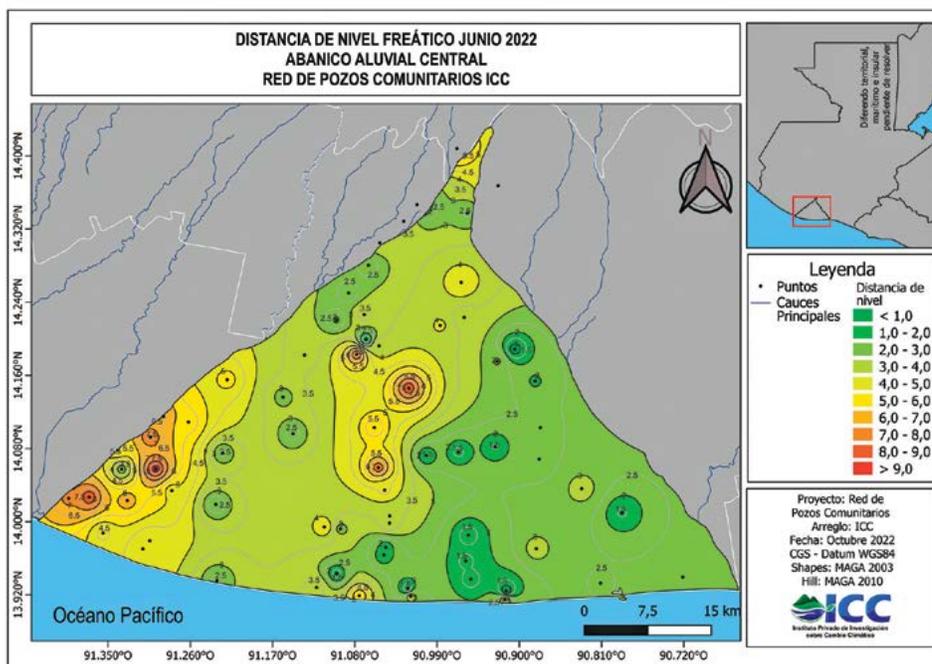


Figura 14. Distancia del nivel freático desde la superficie en el abanico aluvial Fuego-Acatenango en junio de 2022.

Calidad del agua

Desde el 2016, el ICC cuenta con una base de más de 18,000 datos de calidad del agua. Durante los monitoreos se muestrearon ocho

parámetros en el campo (Figura 15) y otros diez son analizados en laboratorio certificado a través de muestras de agua.



Figura 15. Monitoreo de calidad de agua en ríos de la vertiente del Pacífico.

Se realizaron dos monitoreos de calidad de agua en el 2022, uno en marzo, al final de la época seca, y otro en octubre, al final de la época lluviosa. En total se hicieron 58 puntos de muestreo en 28 ríos de la costa sur (Cuadro 1 y Figura 16).

28 ríos de la costa sur son monitoreados en calidad de agua dos veces al año.

Cuadro 1. Resultados de calidad del agua en promedio de los ríos de la vertiente del Pacífico

Parámetro	Marzo - Época seca		Octubre - Época lluviosa	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Temperatura (°C)	28.26	24.11 - 34.61	22.26	22.67 - 29.79
Conductividad eléctrica (µS/cm)	379.91	75 - 7,081	170.33	75 - 521
Sólidos disueltos totales (mg/l)	188.47	36 - 3,537	103.05	38 - 265
Oxígeno disuelto (mg/l)	6.7	2.62 - 9.82	7.42	2.81 - 11.46
Demanda bioquímica de oxígeno (mgO ₂ /l)	6.89	<3 - 31.9	18.04	<6 - 42
Fósforo total (mg/l)	0.23	<0.05 - 0.81	0.51	<0.11 - 0.129
Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l)	4.74	0.4 - 12.5	4.27	0.06 - 15.7
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	36.27	<5 - 201	<6	1,492
Coliformes fecales (NMP/100ml)	19,960	8 - 160,000	40,052	<1.8 - 920,000

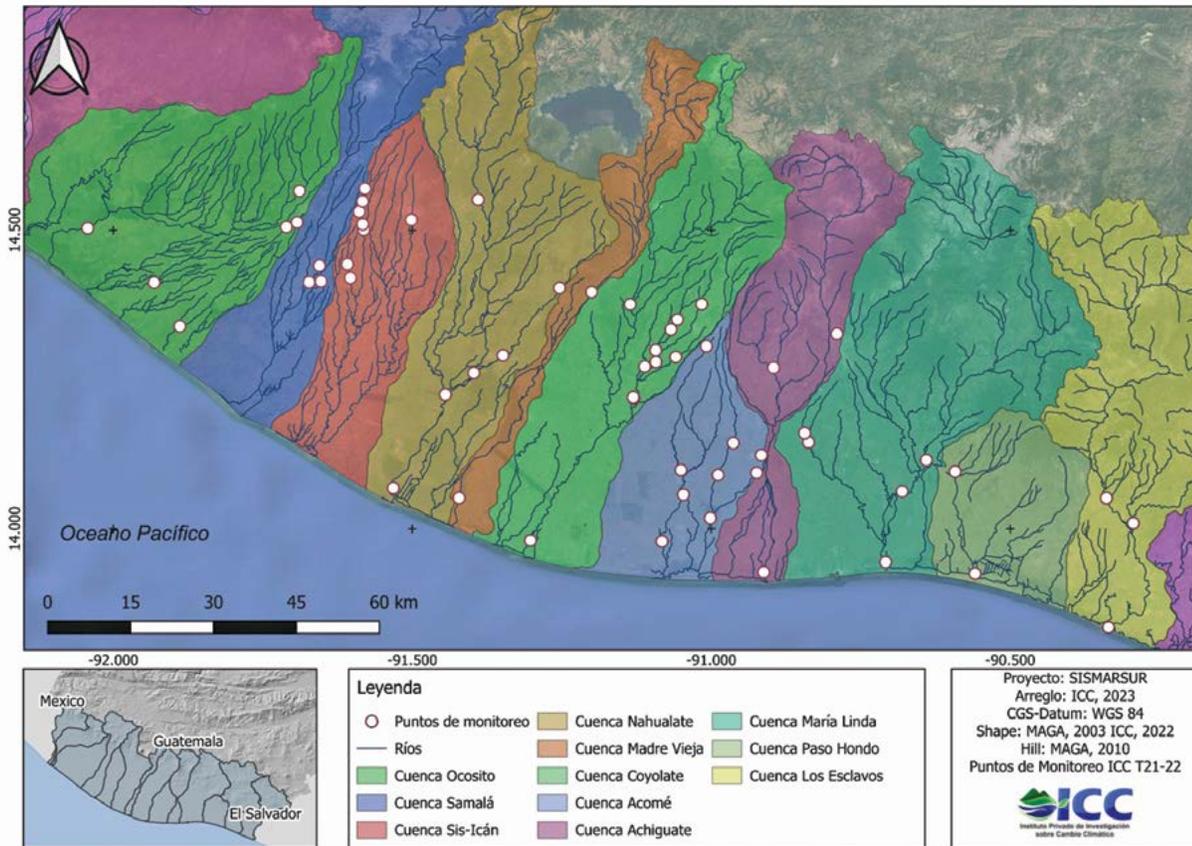


Figura 16. Puntos de monitoreo de calidad del agua en la vertiente del Pacífico.

Los resultados indican que la mayoría de los parámetros de calidad del agua cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua potable según las normas COGUANOR. Sin embargo, el nivel de coliformes fecales supera ampliamente los límites permitidos. Esto sugiere la falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales en las localidades cercanas a los ríos. Las aguas servidas son vertidas directamente al río sin tratamiento previo, lo que provoca la contaminación por coliformes fecales en niveles peligrosos para la salud humana.

Análisis de la amenaza de inundaciones

El mapeo y análisis del impacto de las inundaciones sigue siendo uno de los principales

intereses de los socios del ICC para el desarrollo y planificación de obras de mitigación. Durante el 2022 se realizaron varios análisis en tramos de ríos como el Achiguate, María Linda, Acomé, Samalá y Ocosito. Destaca el trabajo realizado en el río Samalá donde se participó en la mesa técnica nacional y departamental para conocer la problemática de azolvamiento que provocó inundaciones en algunas comunidades. El ICC apoyó en la recopilación de información y desarrolló modelos para comprender el impacto de las inundaciones. En el río Ocosito, se dio seguimiento al trabajo que desde el 2020 ha realizado la mesa técnica. Durante el 2022 se desarrollaron modelos tomando como base obras de mitigación recomendadas (Figura 17).

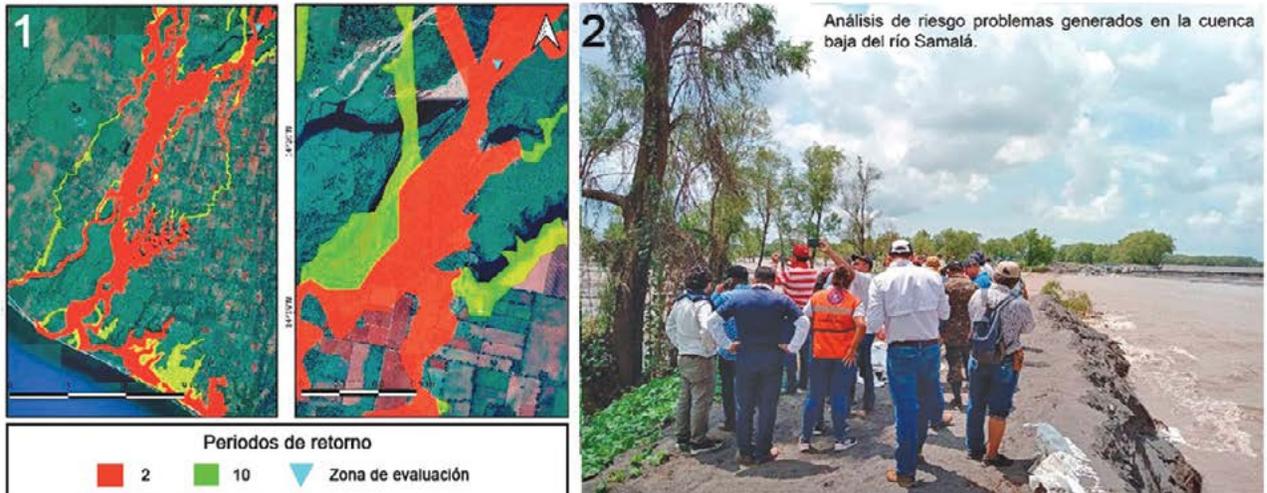


Figura 17. 1) Análisis de inundaciones en el departamento de Retalhuleu, 2) Análisis de riesgo en la cuenca del río Samalá.

Otra acción realizada por ICC fue la elaboración de un modelo de inundaciones para conocer las zonas vulnerables en fincas bananeras ubicadas

en Los Amates, Izabal (Figura 18). Este proyecto fue financiado por la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ).



Cosecha de agua de lluvia y niebla para provisión domiciliar

Desde 2011, el ICC ha promovido los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) como una medida de adaptación al Cambio Climático, desarrollándose proyectos piloto en cosecha de lluvia y atrapaniebla e implementando talleres de capacitación para promover y concientizar a la población en el uso adecuado de este recurso.

En el 2022, se concluyeron los proyectos de instalación de siete sistemas de cosecha de agua de lluvia dentro del Proyecto Medidas de Adaptación al Cambio Climático y Seguridad

Alimentaria y Nutricional (MACC-SAN) financiado por el Programa de Medio Ambiente y Cambio Climático en América Latina y el Caribe (ARAUCLIMA) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), aportando un total de 142,000 litros de agua segura en siete escuelas del departamento de Sololá (Cuadro 2 y Figura 19).

7 escuelas en Sololá cuentan con sistemas de cosecha de agua de lluvia.

Cuadro 2. Capacitaciones realizadas sobre cosecha de agua de lluvia durante el 2022

Actividad	Fecha	Modalidad	Perfil	Participante
Taller sistemas de captación de agua de lluvia y/o niebla -SCALL-	Febrero - marzo	Presencial	Personal técnico DMP's Sololá	15
Sistema de captación de agua -cálculo-	04/06/2022	Virtual	Personal técnico Cáritas de Guatemala	4
Charlas sistemas SCALL	07/07/2022	Presencial	Estudiantes CEAS	26
Diplomado de Adaptación Comunitaria al Cambio Climático Tecpán, Chimaltenango	22/07/2022	Presencial	Líderes comunitarios	14
Diplomado Sistemas SCALL (MAGA)	Octubre - noviembre	Virtual	Personal técnico MAGA Santa Rosa	30
Charla generalidades sistemas SCALL	Noviembre	Presencial	Personal técnico Good Neighbors Guatemala	4
Total				93



Figura 19. Instalación de siete sistemas de cosecha de agua de lluvia en escuelas del departamento de Sololá.

Estimación de la huella hídrica

Huella hídrica de la producción de caña de azúcar de Guatemala

El objetivo de este estudio fue cuantificar la huella hídrica en la producción de caña de azúcar en Guatemala para identificar opciones de mejora para un uso eficiente del recurso hídrico. El estudio está basado en la metodología de la Red Internacional de Huella Hídrica (<https://www.waterfootprint.org/>).

Los resultados corresponden a la zafra 2021-2022 y se determinó que la huella hídrica fue de 119.3 m³ de agua/ton caña producida. De este total, el 79% corresponde a la huella verde (agua de lluvia), el 15.7% a la huella azul (riego) y el

5.4% a la huella gris (volumen para diluir posibles contaminantes). Esta huella es 43% menor que el promedio global para este cultivo y menor en comparación a otros productos como el arroz, trigo y maíz (Figura 20).

La huella hídrica del azúcar de Guatemala es **43%** menor que la media mundial y el **79%** del agua que se utiliza es procedente de la lluvia.

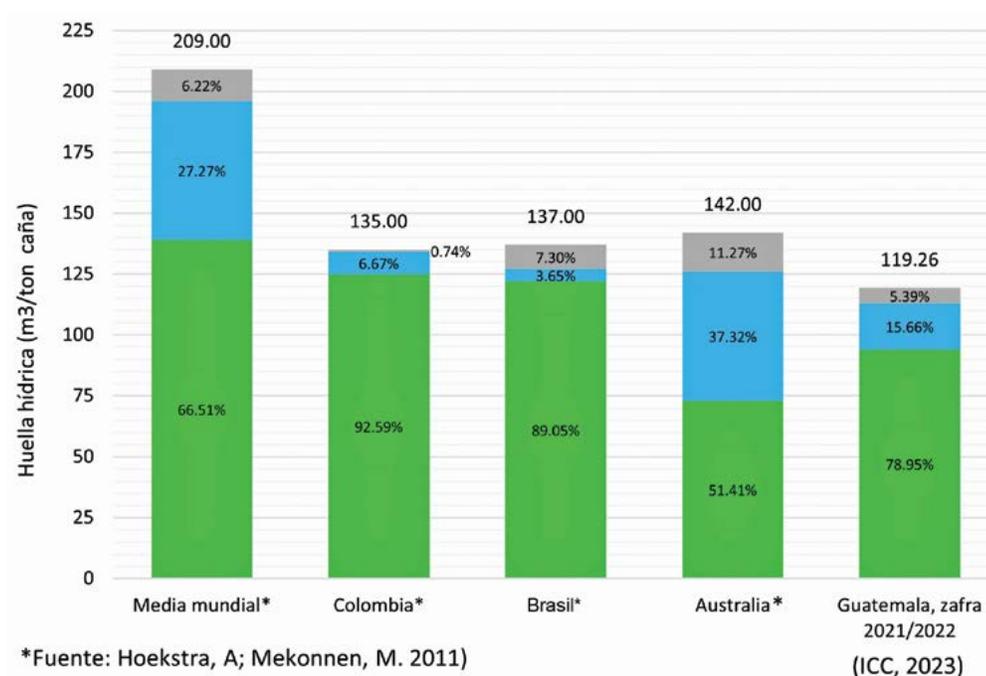


Figura 20. Comparación de la huella hídrica de la caña de azúcar de Guatemala con otros países.

Huella hídrica de la caña de azúcar de CASSA en El Salvador

El ICC desarrolló el estudio de huella hídrica para la Compañía Azucarera Salvadoreña, S.A. (CASSA), miembro de ICC desde el 2019. La huella hídrica para la zafra 2020-2021 fue de 137.50 m³ de agua/ton caña producida. De este total, el 77% corresponde a la huella verde (agua de lluvia), el 19.2% a la huella azul (riego) y el

3.6% a la huella gris (Figura 21). Esta huella es 34% menor que el promedio global para este cultivo.

La huella hídrica del azúcar del Grupo CASSA de El Salvador es **34%** menor que la media mundial y el **77%** del agua que se utiliza es procedente de la lluvia.

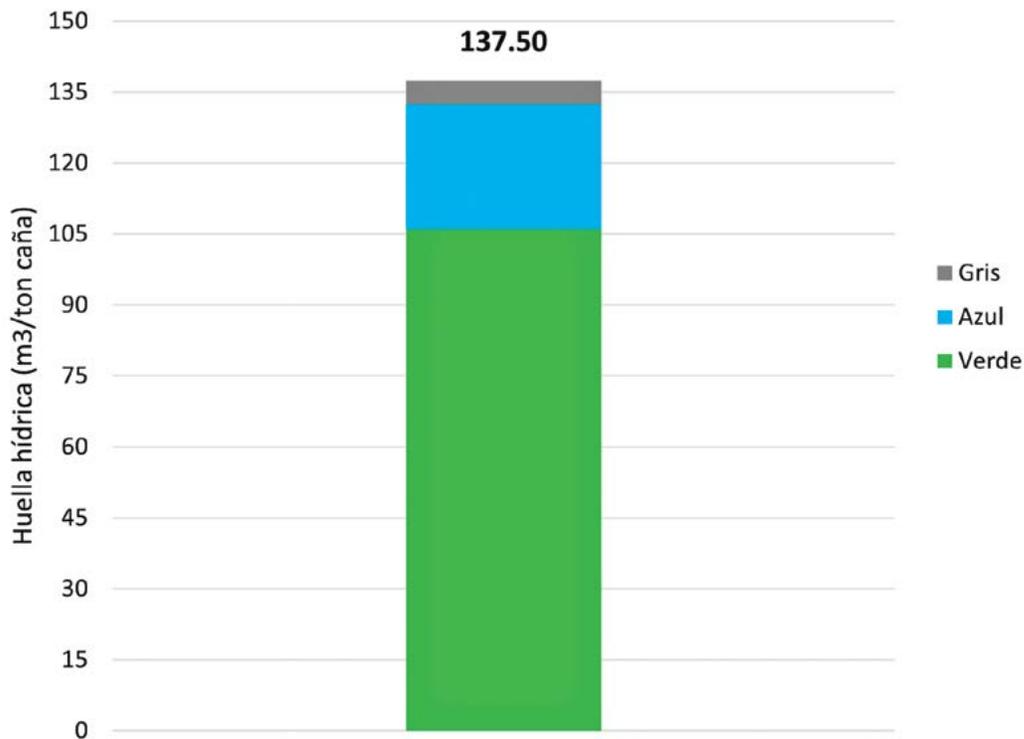


Figura 21. Huella hídrica en la producción de azúcar de CASSA zafra 2020/2021.

Huella hídrica de la producción independiente de banano en Guatemala

En el 2022 también se realizó un estudio de huella hídrica para 80 fincas agremiadas a la Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB) y la empresa Palo Blanco en la vertiente del Pacífico. La huella hídrica media para esta zona es de 310 m³ de agua por tonelada de banano. El 58% corresponde al componente azul (agua proveniente de fuentes subterráneas

y/o superficiales aplicada al cultivo como riego), el 35% al componente verde (agua aprovechada por el cultivo proveniente de las lluvias) y el 7% al componente gris (volumen teórico necesario para diluir posibles contaminantes).

Al comparar los resultados con datos a nivel mundial, la huella hídrica estimada para este cultivo en Guatemala es un 61% más baja comparada con la media mundial y de productores de otros países como Perú (Figura 22).

La huella hídrica de la producción del banano en el sur es **61%** menor que la media mundial y el **35%** del agua que se utiliza es procedente de la lluvia.

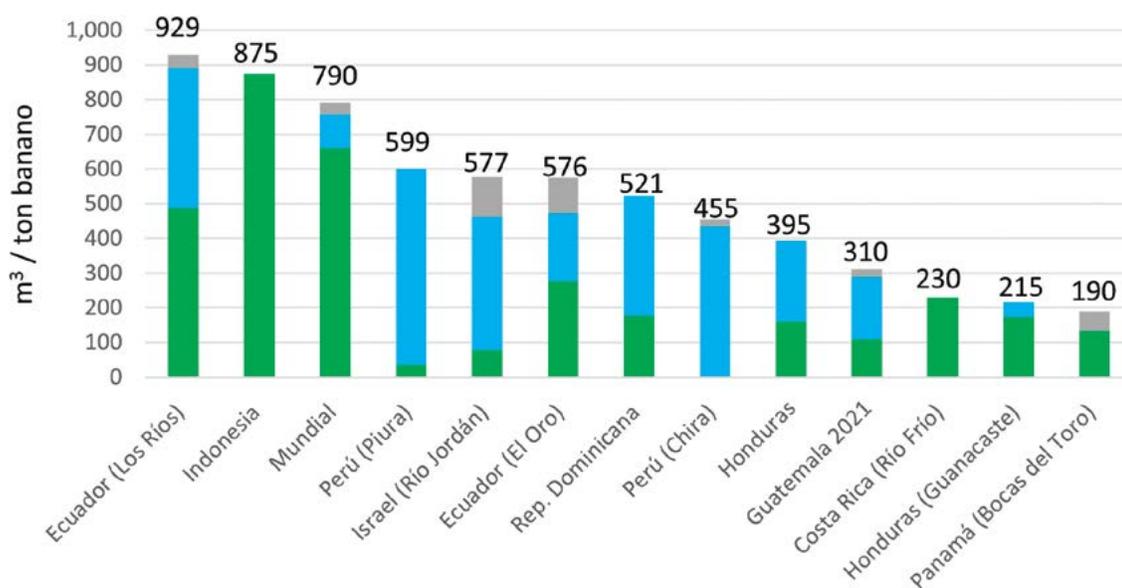


Figura 22. Comparativo de huella hídrica del banano de Guatemala con algunos países. Fuente: Aldair, F. 2018; Bulsink, F. et al., 2009; Mekonnen y Hoekstra, 2011; Zarate, E. y Kuiper, D. 2013; Eliav, 2016; IICA, 2017; Bolaños, M. 2011; Sikirica, N. 2011; Palacios, M. 2019.

Adicionalmente, se estimó la huella hídrica para el cultivo de cuatro fincas de plátano del Grupo Palo Blanco S.A. obteniendo una media ponderada de 599 m³ por tonelada producida.

Director del ICC es miembro de Comité Asesor Internacional en Gestión Integrada del Agua

La Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership –GWP–), que tiene más de 3,000 miembros a nivel mundial, es una de las entidades que más han aportado técnicamente a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). En 2001, el GWP lanzó su *Caja de Herramientas* (Toolbox) para promover y facilitar la comprensión y la aplicación de la gestión del agua. En los últimos años, con apoyo de la Agencia Austriaca para el Desarrollo, se ha

desarrollado más que una caja de herramientas, una plataforma de acción en GIRH para ampliar el impacto (<https://gwptoolbox.org/>).

En 2022, el GWP seleccionó a ocho personas con amplia experiencia en el agua de igual número de regiones del mundo para conformar un Comité Asesor. El Dr. Alex Guerra, director general del ICC, fue invitado a formar parte del comité, representando a Centroamérica y el Caribe y aportando a través de su experiencia en agua y cambio climático. Es una posición ad honorem por dos años, con reuniones anuales presenciales en Estocolmo, Suecia, donde está la sede del GWP y otras reuniones virtuales. Los otros miembros o *Campeones en GIRH*, como también se les llama, provienen de Estados Unidos, las Filipinas, Zimbabue, Austria, Kazajistán, Uruguay y Tanzania (Figura 23).



Figura 23. Comité asesor de la plataforma de acción en GIRH de la Asociación Mundial del Agua (GWP).

2. Gases de efecto invernadero y análisis para su mitigación

Huella de carbono

Del azúcar de Guatemala

Desde el 2011 el ICC ha estimado el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en la producción del azúcar de Guatemala, y se ha basado en las Directrices emitidas en 2006 por el Panel intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC por sus siglas en inglés) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero; complementándose con otros protocolos y guías. Cada zafra se realiza y actualiza este estudio, mejorando y afinando el protocolo para la colecta de información,

así como su procesamiento. Los gases de efecto invernadero incluidos en el inventario son el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, y utilizando los valores de potencial de calentamiento global indicados en el Quinto informe del IPCC se han estimado las emisiones en una misma unidad: toneladas de CO₂eq (IPCC, 2014).

Para la zafra 2021-2022 se estimaron un total de emisiones de 943,483 toneladas de CO₂eq que representan menos del 2% de las emisiones nacionales. El proceso agrícola es responsable del 65% de las emisiones (quemadas, fertilizantes nitrogenados, combustibles para labores agrícolas, etc.), el transporte el 10% y el proceso industrial el 25% de las emisiones (Figura 24). Se estima que las actividades agrícolas generan 2.45 toneladas de CO₂eq por hectárea.

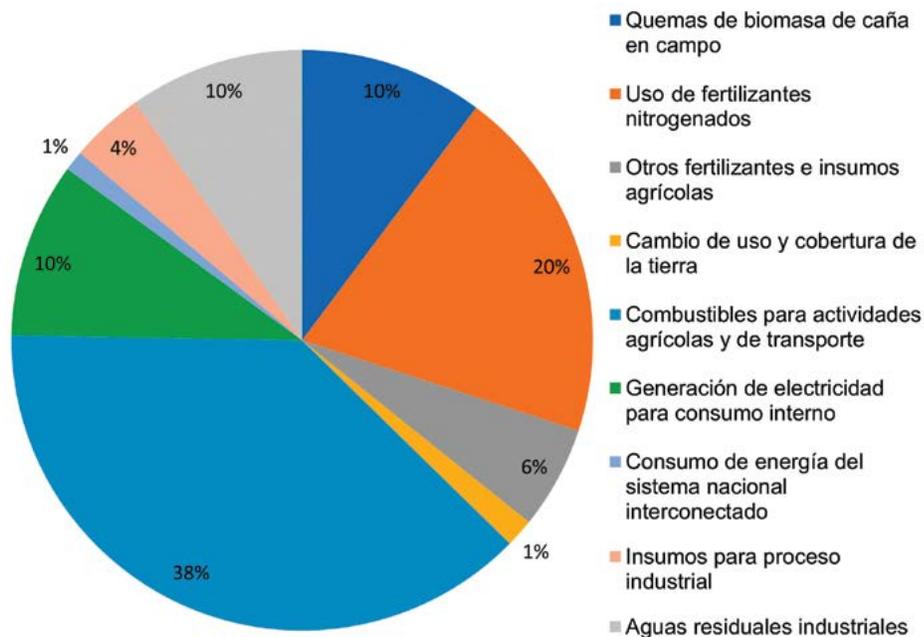


Figura 24. Porcentaje de emisiones de CO₂eq por actividad evaluada en la producción del azúcar de Guatemala, zafra 2021-2022.

Según estos datos y tomando la producción total de azúcar en este período, la huella de carbono del azúcar de Guatemala para la zafra 2021-2022 se estimó en 0.34 kg de CO₂eq por cada kilogramo de azúcar producido (Figura 25).

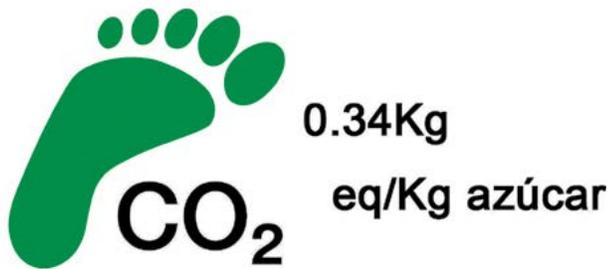


Figura 25. Huella de carbono del azúcar de Guatemala, zafra 2021-2022.

Huella de carbono de la energía generada por la agroindustria azucarera de Guatemala

La huella de carbono de la producción de energía fue de 0.24 kilogramos de CO₂eq por cada kilowatt hora. Este valor es 39% más bajo que la huella de carbono de la matriz energética nacional, oficializado en 0.39 kgCO₂eq/kWh según el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2020). La razón principal es la utilización de la biomasa de la caña para generación de electricidad, con lo cual se evitó al país 3.84 millones de toneladas de CO₂eq/año, que resultarían al generar energía a partir de carbón mineral.

3.84 millones de toneladas de CO₂eq/año se evitó por la utilización de biomasa de caña, en lugar de carbón mineral, para generar electricidad en Guatemala.

Desde 2012 se ha medido la huella de carbono de la electricidad generada por los ingenios. Según CENGICAÑA en la zafra 2021-2022, de toda la energía producida por los ingenios, el 70% fue suministrada a la red del país. De ese total generado, el 87% (Figura 26) proviene de biomasa de caña. Otro dato importante es que del total de energía que utiliza el país en el año, el 23% se generó a partir de biomasa de caña, siendo la segunda fuente más importante de energía renovable.

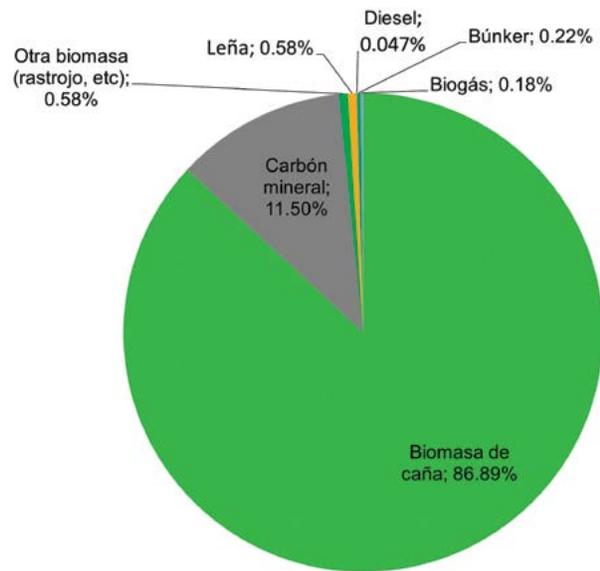


Figura 26. Generación de energía eléctrica de la agroindustria azucarera de Guatemala según combustible utilizado durante la zafra 2021-2022.

Huella de carbono del azúcar producida por CASSA en El Salvador

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero fue elaborado para la zafra 2020-2021. Los resultados muestran que el 59% de las emisiones estuvieron relacionadas a las actividades agrícolas, el 17% al transporte de la caña de azúcar, y el 24% a la fase industrial (Figura 27), obteniéndose una huella de carbono de 0.32 kg de CO₂eq por cada kilogramo de azúcar producido (Figura 28).



Figura 27. Emisiones de CO₂eq por actividad evaluada en la producción del azúcar de CASSA a nivel corporativo.

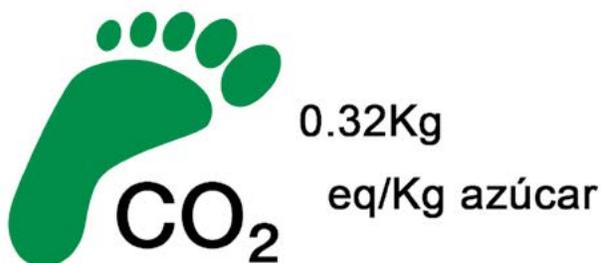


Figura 28. Huella de carbono del azúcar de CASSA, zafra 2020-2021.

Huella de carbono de la energía generada por CASSA en El Salvador

Respecto a la generación de energía, CASSA no utiliza fuentes fósiles. El 94.4% de la energía se generó a partir de biomasa de caña de azúcar y el 5.6% a partir de biomasa forestal proveniente de plantaciones energéticas. Alrededor del 31% de la energía generada fue usada para consumo interno y el 69% restante fue vendido al sistema nacional interconectado de El Salvador. La huella de carbono de esta energía es de 0.03kg CO₂eq/kWh, un valor diez veces menor al de la energía

que provee la red en este país. Se estima que uno de cada 24 kilowatts hora consumidos por cada salvadoreño fue generado por CASSA a partir de estas fuentes renovables. La generación de energía a través de estas fuentes renovables le evitó a El Salvador 540 mil toneladas de CO₂eq, que resultarían si se utilizara carbón mineral para generarla.

Huella de carbono de la producción de banano en Guatemala

La Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB) y la empresa Palo Blanco S.A. en coordinación con el ICC, han desarrollado los inventarios de gases de efecto invernadero y huella de carbono del banano, incluyendo únicamente los procesos de producción y empaque. Al igual que los inventarios realizados para la producción de azúcar, se utiliza el método del IPCC (2006). Los gases que se reportan en el inventario son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) expresados en toneladas de CO₂ equivalente (ton CO₂eq). Para la producción de banano de Guatemala del año 2021, el estudio incluyó 21,896 hectáreas, que equivalen al 98% del área agremiada de APIB y el total de Palo Blanco S.A.

Las emisiones del cultivo de banano ascienden a 126,583 tonCO₂ eq (Figura 29), lo que representan el 0.21% de las emisiones nacionales (MARN, SGCCC, & PNUD, 2021). La huella de carbono fue de 0.081 kg de

CO₂ eq por cada kilogramo de banano producido. Esta huella es menor en comparación a otros países y uno de los principales motivos es la alta productividad de banano por hectárea que tiene Guatemala.

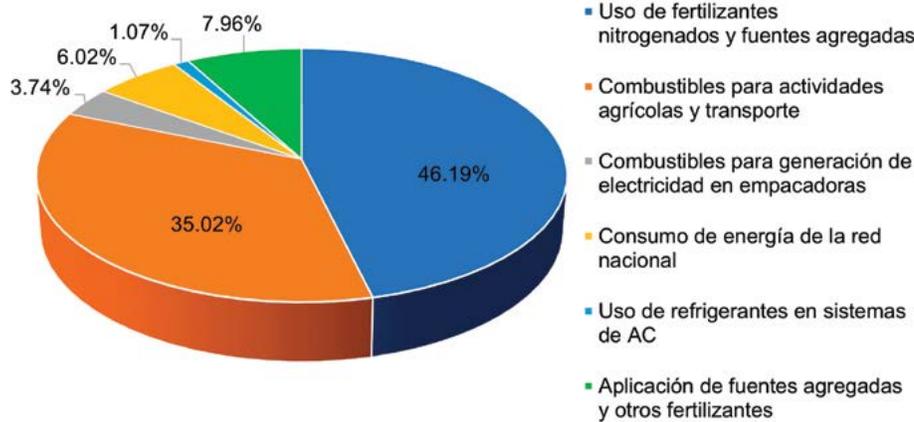


Figura 29. Distribución de las emisiones de GEI en la producción de banano de Guatemala del año 2021.

Huella de carbono de la producción de plátano

También se estimó la huella de carbono de la producción de plátano de la empresa Palo Blanco S.A. correspondiente a la producción 2021. En

este estudio se utilizó información de cuatro fincas, obteniéndose una huella de carbono de 0.122 kg CO₂ eq/kg de plátano producido. Las emisiones principales son el uso de fertilizantes nitrogenados y el uso de combustibles para la maquinaria y transporte (Figura 30).

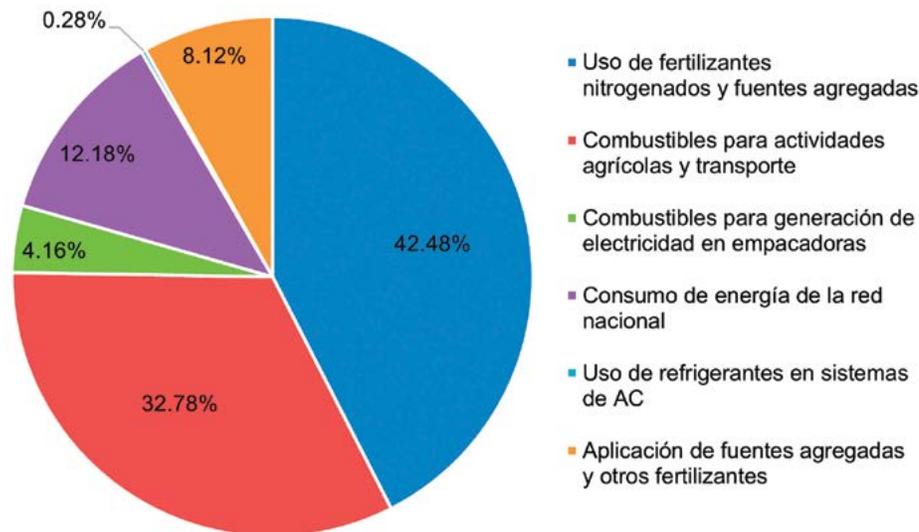


Figura 30. Distribución de las emisiones de GEI en la producción de plátano, año 2021.

Estrategias de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Desde 2018, el ICC ha estado trabajando en el desarrollo de estrategias para reducir las emisiones de GEI para la agroindustria azucarera en Guatemala y más recientemente para el grupo CASSA en El Salvador. Estas estrategias tienen como objetivo facilitar la planificación y guiar las acciones relacionadas con la mitigación del cambio climático basándose en inventarios de GEI y estimaciones de huella de carbono.

En 2022, CASSA continuó recibiendo apoyo para analizar sus emisiones actuales y futuras y proponer un escenario para reducirlas. El enfoque fue en reducir: a) la quema de caña; b) el uso de combustibles fósiles (diésel); y c) implementar sistemas de riego más eficientes. En Guatemala, se asesoró al ingenio Magdalena sobre posibles opciones para reducir las emisiones de GEI y aumentar el stock de carbono en el suelo mediante la adición de materia orgánica que trae beneficios indirectos adicionales a la salud del suelo.

Otras empresas han mostrado interés en el apoyo del ICC en este tema, lo que contribuirá a mejorar sus procesos haciéndolos más eficientes y sostenibles mientras acceden a mercados más exigentes en términos de sostenibilidad. Esto también se sumará a los esfuerzos nacionales y globales para reducir y estabilizar las emisiones de GEI en la atmósfera.

Planes de acción climática municipal de los municipios de Nueva Concepción, Escuintla y Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Con el apoyo financiero del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) el ICC desarrolló de forma participativa los Planes de Acción Climática de los municipios de Nueva Concepción, Escuintla, y Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Estos planes son una guía para que los municipios puedan planificar y orientar sus acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y tienen como base los resultados de los inventarios de GEI que se desarrollaron en el 2021, para estos municipios, también con el financiamiento de WWF y contrapartida del ICC.

Se desarrollaron talleres para: 1) proponer acciones para reducir emisiones, de acuerdo con las fuentes identificadas en los inventarios y, 2) analizar la vulnerabilidad de los medios de vida ante eventos climáticos, para proponer acciones de adaptación. Los ejes de acción propuestos en cada uno de los planes se basan en la implementación de programas de desarrollo de energía limpia, la protección y conservación de bosques y cobertura del suelo, fortalecimiento institucional, gestión integrada del riesgo ante desastres a nivel comunitario, y mantenimiento y readecuación en los sistemas de drenajes pluviales para prevenir inundaciones. Las acciones propuestas se enfocan en mejorar el bienestar humano, natural y aumentar la resiliencia de las poblaciones a mediano y largo plazo (Figuras 31 y 32).



Figura 31. Taller participativo para proponer acciones para reducir las emisiones realizado en (izquierda) Nueva Concepción, Escuintla, y la Antigua Guatemala, Sacatepéquez.



Figura 32. Visita de campo para conocer las acciones que realiza cada municipalidad.

Estimación de carbono en árboles fuera de bosques en las cuencas de los ríos Acomé y Coyolate

En los territorios que no son considerados como bosques existen árboles que son importantes por varias razones, incluyendo el carbono que contienen. El objetivo fue estimar la biomasa aérea y el carbono almacenado en árboles a partir de datos de campo. Entre junio y agosto se

realizaron muestreos en 50 parcelas establecidas representativamente en áreas con cultivos anuales, cultivos permanentes, café, pastos y zonas agrícolas heterogéneas. El estudio fue solicitado y financiado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), con sede en Washington DC, y se llevó a cabo en las cuencas de los ríos Acomé y Coyolate en los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango Suchitepéquez y Escuintla (Figura 33).

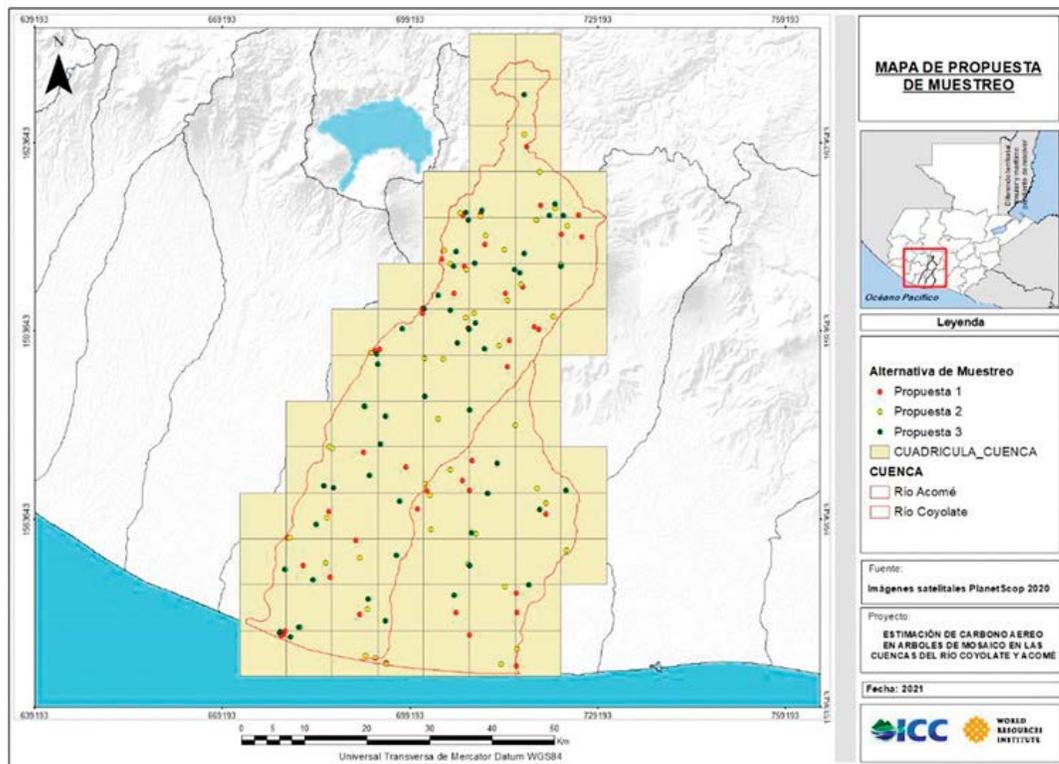


Figura 33. Parcelas de muestreo en las cuencas de los ríos Acomé y Coyolate.

Se coordinó el permiso para ingresar a las áreas de muestreo con propietarios privados y comunidades. Se midieron todos los árboles, arbustos y palmas dentro de cada parcela que presentaran un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 1.3 m y se registró información como nombre común, especie/género y altura total. Para la identificación de las especies se revisaron estudios previos de la vegetación de las cuencas realizados por ICC y guías para identificar especies en paisajes agrícolas del país.

El carbono se estimó utilizando ecuaciones alométricas genéricas y específicas desarrolladas por diversos autores para especies de árboles en el trópico y algunas específicas desarrolladas por la Universidad del Valle de Guatemala (UVG).

Los resultados obtenidos muestran que la estimación del carbono forestal en las categorías de uso de la tierra estudiadas es altamente variable (Cuadro 3), con una mediana de 30.3 Mg C ha⁻¹ (Figura 34).

Cuadro 3. Carbono almacenado (Mg ha⁻¹) en las distintas categorías de uso de la tierra revisadas

Categoría de Uso de la tierra asignado	n	Media	Rango	Mediana	DE	CV
Territorios agrícolas (APM)	50	39.4	1.5 – 218.5	30.3	41.6	105.8
– Cultivos anuales	7	31.2	3.5 – 141.9	10.4	49.6	159.2
– Cultivos permanentes	24	45.2	2.3 – 218.5	32.9	50.0	110.6
– Café	11	34.7	1.5 – 87.1	32.0	29.1	83.7
– Pastizales	5	30.9	6.6 – 60.0	28.6	23.5	76.1
– Zonas agrícolas heterogéneas	3	43.0	34.0 – 50.5	44.6	8.3	19.4

Notas: n = cantidad de parcelas; DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación %

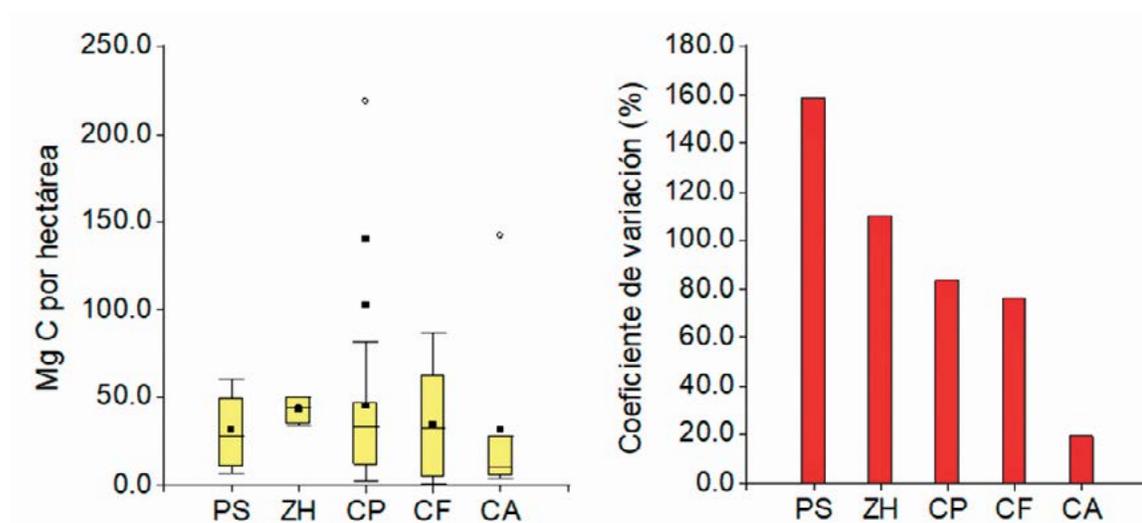


Figura 34. Carbono almacenado y coeficiente de variación en las distintas categorías de uso de la tierra. Notas: PS = Pastizales; ZH = Zonas agrícolas heterogéneas; CP = Cultivos permanentes; CF = Café; CA = Cultivos anuales.

El resultado obtenido se encuentra dentro del rango de otros estudios similares en Centroamérica (1.5 – 218.5 Mg C ha⁻¹). Este estudio reporta una mayor densidad de carbono

que otros estudios en la región, probablemente debido a la inclusión de plantaciones forestales, bosques ribereños y otros parches de bosque asociados a los usos de la tierra analizados.

3. Gestión ambiental

Evaluación de cumplimiento de normativas ambientales de la agroindustria azucarera (AIA)

Desde 2018 se coordina la evaluación del cumplimiento de las normativas ambientales gremiales de la Política Ambiental de la Agroindustria Azucarera de Guatemala mediante

evidencia documental y de campo. Para la zafra 2021-2022, la evaluación de los indicadores de cada normativa se llevó a cabo entre noviembre 2021 y mayo 2022. El principal logro es que todos los ingenios han adoptado la evaluación como parte de sus procesos de mejora continua y gestión de calidad. Esto ha repercutido en un aumento en el desempeño gremial en el cumplimiento de las normativas en las últimas zafras (Figuras 35 y 36).

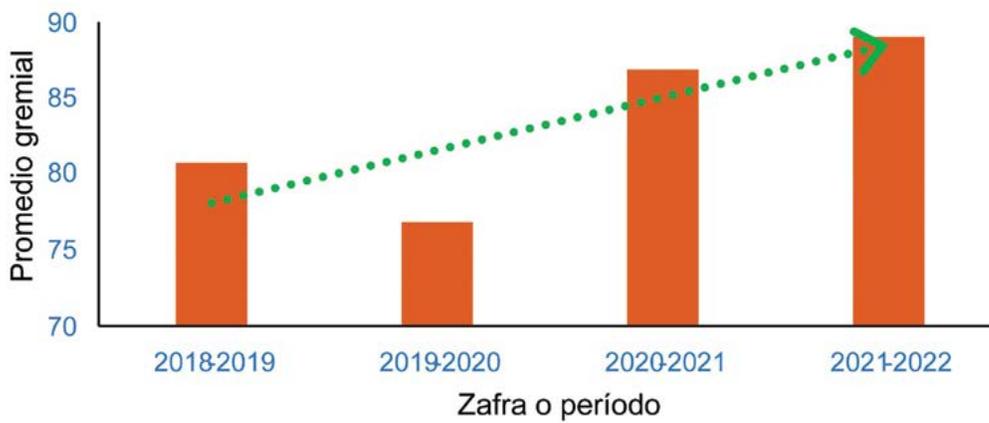


Figura 35. Aumento del cumplimiento de la normativa de uso y aplicación adecuada de agroquímicos.

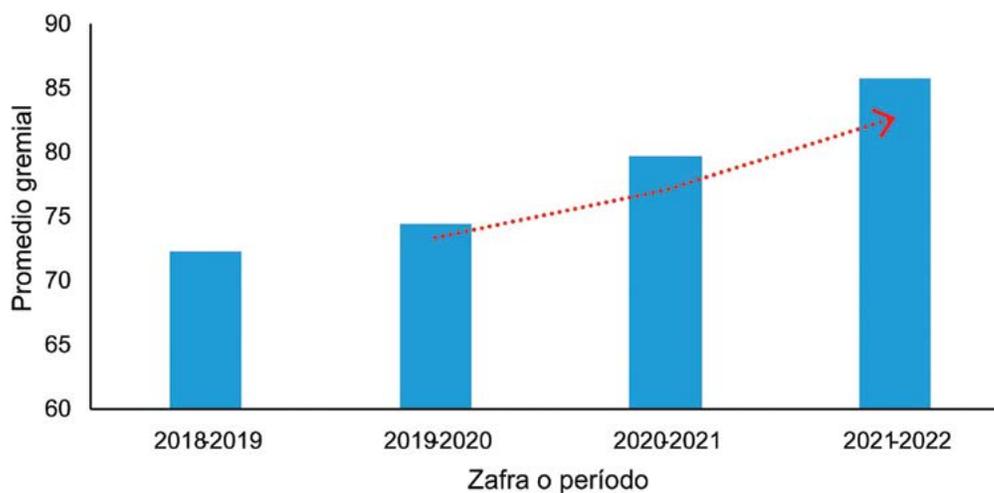


Figura 36. Aumento del cumplimiento de la normativa de quemas de cañaverales.

En el campo se evaluaron las siguientes normativas en ocho de los 11 ingenios: 1) Normas y recomendaciones para la quema de caña de azúcar; 2) Uso y aplicación adecuada

de agroquímicos, con énfasis en aplicaciones aéreas; y 3) Normas y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza, área agrícola y fábrica (Figuras 37 y 38).



Figura 37. Evaluación de normativa de uso y aplicación adecuada de agroquímicos en bodegas de almacenamiento de agro insumos (izquierda) y en aplicaciones con helicóptero (derecha).



Figura 38. Evaluación de normativa de quema de caña de azúcar en frentes de cosecha.

El desempeño y cumplimiento de las distintas normativas se ha socializado en los siguientes espacios: 1) las unidades responsables de cada

ingenio evaluado, 2) de forma gremial, y 3) a la junta directiva de ASAZGUA (Figura 39).





Figura 39. Socialización de resultados de evaluación externa con los diferentes ingenios.

Comité interinstitucional para el manejo de quemas cañaverales

Este comité está conformado por las siguientes instituciones: 1) Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), 2) Comité Técnico Agrícola de la Agroindustria Azucarera, 3) Comité de Seguridad de la Agroindustria, 4) Responsabilidad Social Empresarial (RSE) de los Ingenios, 5) Comité de Cosecha de la Agroindustria Azucarera y 6) El ICC. Este comité

tiene dos objetivos principales: a) disminuir la caída de pavesa en zonas sensibles durante las quemas programadas realizadas por los ingenios y b) reducir el impacto de las quemas criminales en los cañaverales. En 2022 se avanzó en el fortalecimiento de los sistemas de información y mecanismos de coordinación para colaborar conjuntamente. Esto se abordó a través de un taller gremial para identificar las causas y medidas que permitan reducir el impacto de las quemas criminales (Figura 40).



Figura 40. Taller gremial para identificar causas y medidas gremiales para atender las quemas criminales.

Sistema de quemas controladas (SQC)

Esta herramienta fue desarrollada durante la zafra 2013-2014 para reducir la caída de pavesa en áreas pobladas, carreteras y otras zonas sensibles. El sistema modela la dispersión de partículas de pavesa antes de las quemas programadas,

teniendo en cuenta la velocidad y dirección del viento, además de otras variables. Estos datos son recolectados por la red de estaciones meteorológicas de ICC. Si no hay traslape entre la dispersión y alguna zona sensible definida, el sistema recomienda la quema de un cañaveral. Para registrar y consultar la dispersión se utiliza una aplicación para teléfonos inteligentes o desde una computadora (Figura 41).



Figura 41. Proceso de consulta antes del inicio de la quema programada del cañaveral.

Durante la zafra 2021-2022, el 79% de los eventos fueron registrados en el SQC por siete ingenios en Guatemala. Además, en El Salvador se inició una prueba piloto en dos ingenios durante la misma zafra. Cada año, antes de comenzar la cosecha

de caña de azúcar, se capacita al personal relacionado con la quema y cosecha en los siete ingenios de Guatemala y dos en El Salvador sobre el uso del sistema. En 2022 se capacitó a 1,119 personas en 37 eventos (Figura 42).



Figura 42. Capacitaciones a ingenios para el uso del sistema de quemas controladas.

Lanzamiento de los lineamientos para la conservación y restauración de la diversidad biológica en la producción del azúcar de Guatemala

Este instrumento gremial es parte de los ejes estratégicos de la Política Ambiental del Azúcar de Guatemala y fue lanzado públicamente en julio. Su objetivo es orientar a las empresas para mitigar el impacto de sus operaciones y contribuir a la protección de ecosistemas importantes como manglares, humedales y otras áreas de conservación. Además, busca fomentar

la protección y restauración de bosques, especialmente los remanentes dentro de las fincas. Este instrumento se basó en estudios sobre diversidad biológica realizados por el ICC en fincas de caña de azúcar (Figura 43).

El ICC y el azúcar de Guatemala trabajan en conjunto para la conservación y restauración de la diversidad biológica en fincas de caña



Figura 43. Lanzamiento público de los “Lineamientos para la conservación y restauración de la diversidad biológica en la producción del azúcar de Guatemala”.

En este lanzamiento se contó con la participación de representantes de las empresas azucareras de Guatemala, sector gobierno, organizaciones conservacionistas y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), entidad que contribuyó técnicamente en la

formulación del instrumento. Los siguientes pasos estarán orientados a continuar con su socialización interna en los ingenios, así como a la planificación de acciones puntuales para conservar y restaurar la biodiversidad en este agro paisaje.

4. Restauración y conservación de bosques

Bosques de ribera

Durante el 2022 se reforestaron 68.8 hectáreas en zonas de ribera en conjunto con el INAB, empresas privadas, municipalidades y comunidades, en las cuencas de los ríos Achiguate, Acomé, Coyolate, Madre Vieja, María Linda, Naranjo, Ocosito, Sis-Icán y Suchiate. Se utilizaron mayormente especies nativas que proveen beneficios para la flora y fauna de la región, dentro de las que destacan: Aripín (*Caesalpinia velutina*), Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Matiliguatate (*Tabebuia rosea*) y Hormigo (*Platymiscium dimorphandrum*). En la Figura 44 se puede observar la medición de árboles en parcelas de monitoreo de las reforestaciones realizadas.



Figura 44. Medición de parcelas en bosque de ribera.

Manglares

En el 2022 se establecieron 18.6 hectáreas de mangle con fines de enriquecimiento, manejo de regeneración natural y plantación directa de acodos aéreos en humedales de las cuencas de los ríos Ocosito y Sis-Icán. Se utilizaron las especies siguientes: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), que fueron las que mejor se adaptaron a las condiciones de las áreas restauradas. La restauración de estos bosques fue implementada en conjunto con INAB, Rainforest Alliance, One Tree Planted, Agrotrisa, FAHUSAC, empresas, comunidades, municipalidades y otros actores de la región y con quienes se monitorearon las áreas restauradas (Figura 45).



Figura 45. Medición de parcelas en el ecosistema manglar.

Desde 2011, el ICC ha monitoreado el crecimiento del bosque de manglar a través de Parcelas Permanentes de Medición Forestal Manglar (PPMFM) ubicadas en puntos estratégicos de la cobertura de mangle en la costa sur. Estas parcelas forman parte de una red nacional administrada por el INAB y permiten monitorear las características y crecimiento del bosque bajo condiciones climáticas locales. Este esfuerzo busca generar información ajustada a la realidad para planificar el manejo forestal sostenible del bosque. Hasta 2022, el ICC tiene instaladas catorce PPMFM en Suchitepéquez y Escuintla. Se recopila información biométrica anualmente como altura total, diámetro a la altura del pecho y supervivencia de los individuos presentes. Los resultados más importantes para la medición de 2022 destacan un incremento promedio anual en volumen de 8.45 m³ /ha/año para la primera parcela y 6.98 m³/ha/año para la segunda, ambas parcelas ubicadas en Sipacate, Escuintla (Figuras 46 y 47).

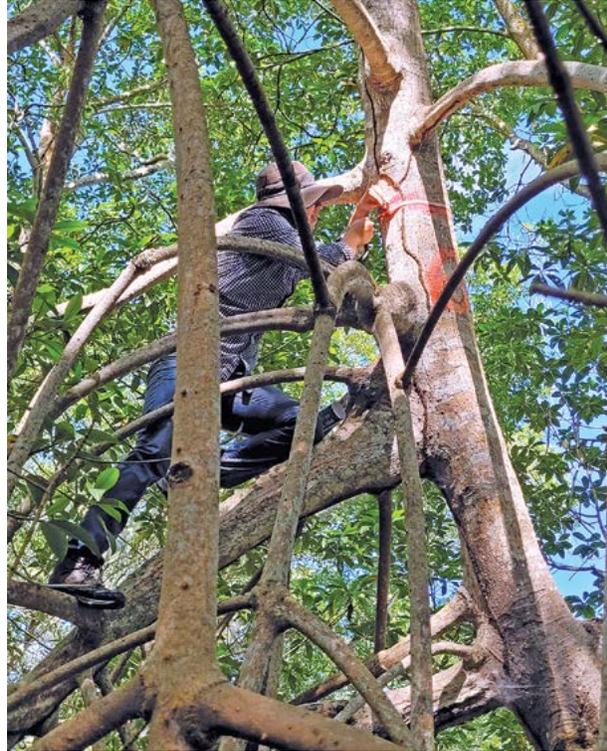


Figura 46. Medición del año 2022 de las Parcelas Permanentes de Medición Forestal Manglar.

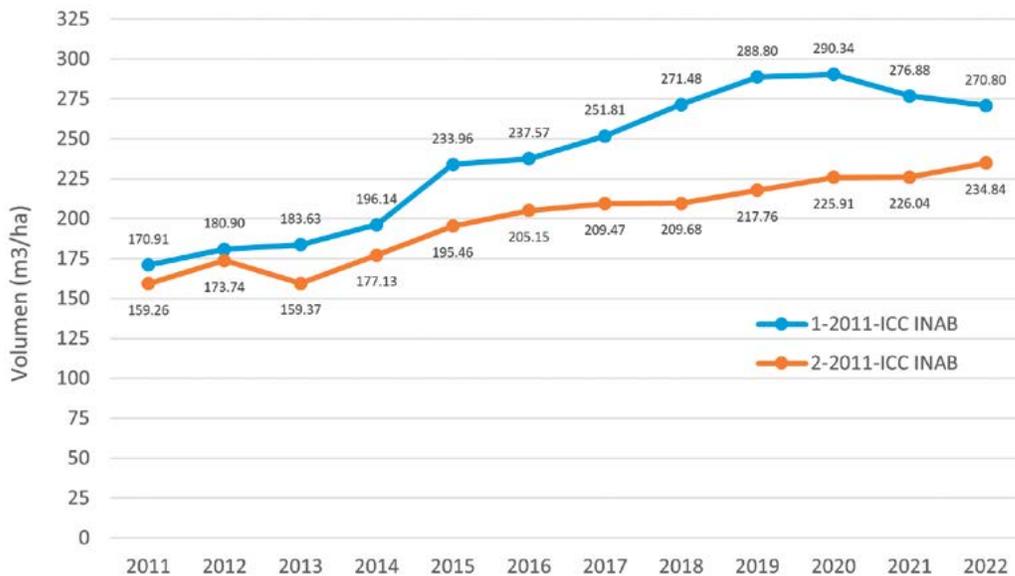


Figura 47. Crecimiento del volumen por hectárea por año de las PPMFM ubicadas en Sipacate, Escuintla.

Viveros y reproducción de árboles (plántulas)

Durante el año 2022 se produjeron 1,209,538 plantas forestales para ser utilizadas en diversas actividades como reforestaciones, restauración y enriquecimiento, utilizando principalmente especies nativas y algunas especies exóticas. Las plantas se produjeron en 63 viveros distribuidos en 11 cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico (Figura 48). La producción de las plantas se realizó en conjunto con empresas, el INAB, instituciones de gobierno,

municipalidades y otros actores de la región. En la Figura 49 se puede observar la producción de planta por cuenca.

En 2022 se produjeron más de **1.2 millones** de árboles en 63 viveros para reforestar 11 cuencas de la vertiente del Pacífico

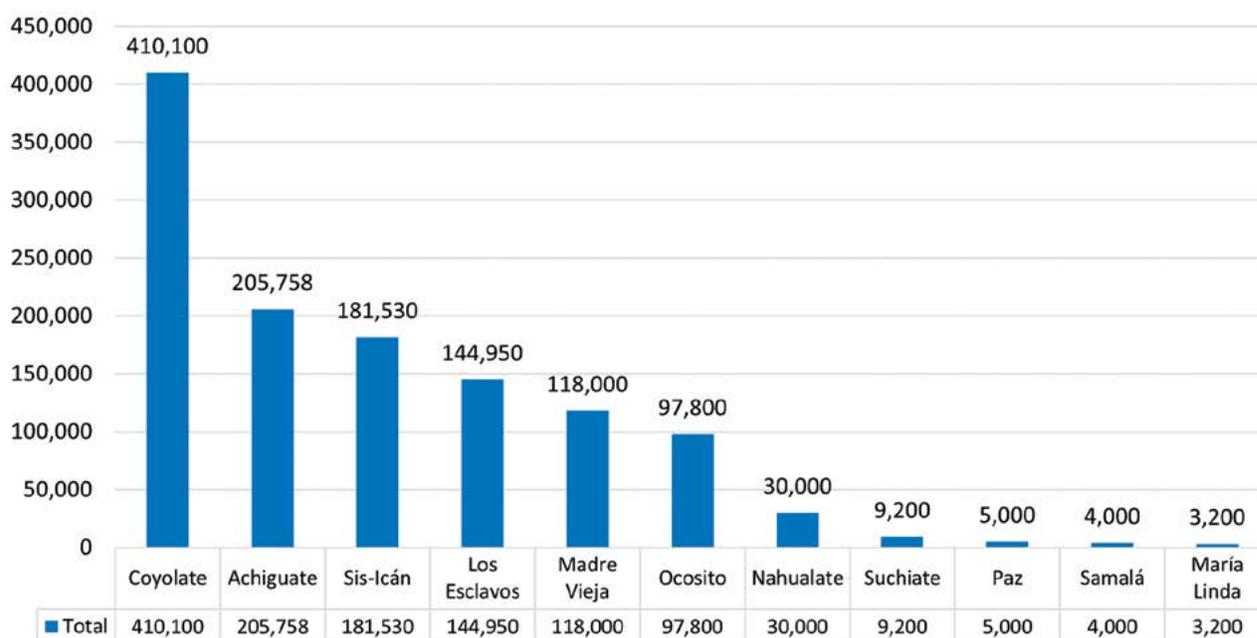


Figura 48. Distribución de la producción de plantas por cuenca hidrográfica en la vertiente del Pacífico.



Figura 49. Producción de plantas forestales en vivero de San José La Máquina, Suchitepéquez.

Conservación de bosques

En 2022 se apoyó la conservación de 3,680 hectáreas de bosque natural en las cuencas de los ríos María Linda, Coyolate, Nahualate y Sisicán (Cuadro 4). Las acciones se realizaron en conjunto con la Comunidad Indígena de Palín, la Municipalidad de Acatenango, la Asociación

Amigos del Río Ixtacapa (ADRI) y la Cooperativa Nahualá, respectivamente, enfocándose principalmente en apoyar a las organizaciones en las siguientes actividades: 1) monitoreo y vigilancia en conjunto con DIPRONA, 2) prevención y control de incendios utilizando rondas corta fuego (Figura 50), y 3) producción de plantas en vivero.

En 2022 se apoyó la conservación de **3,680** hectáreas de bosque natural en 4 cuencas hidrográficas, en conjunto con municipalidades y organizaciones locales

Cuadro 4. Áreas de conservación de bosque que apoya el ICC en cuatro cuencas hidrográficas

Organización encargada	Área bajo conservación (ha)	Ubicación	Cuenca hidrográfica
Comunidad Indígena de Palín	2,295	Finca El Chilar, Palín, Escuintla	Río María Linda (parte media)
Municipalidad de Acatenango/ CATIE	560	Parque Regional Municipal Volcán de Acatenango, Sacatepéquez	Río Coyolate (parte alta)
Asociación Amigos del Río Ixtacapa (ADRI)	600	Bosques comunales de Nahualá, Sololá	Río Nahualate (parte alta)
Cooperativa Nahualá R.L.	225	Cerro Pecul, Suchitepéquez	Río Sis-Icán y Río Nahualate (parte alta)
Total	3,680		



Figura 50. Realización de ronda corta fuego en aldea Tzanjuyub, Nahualá, Sololá.

Apoyo a la Red de Restauración de la costa sur

A través del apoyo financiero de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO por sus siglas en inglés) se creó el capítulo del Foro Global de Paisajes (GLFx), de la Costa Sur de Guatemala, que tiene como objetivo comunicar las actividades de la Red de Restauración de la Costa Sur, creada en el 2016 por iniciativa del ICC y el Instituto

Nacional de Bosques (INAB). El capítulo busca promover la restauración del paisaje forestal en la vertiente del Pacífico de Guatemala y permite el intercambio de experiencias a nivel regional y mundial. Este capítulo se encuentra dentro de una plataforma web de GLFx, la cual es una red de capítulos a nivel global liderados por la comunidad y comunidades de práctica en línea (CoP por sus siglas en inglés) para acelerar la acción local hacia paisajes más sostenibles (Figura 51).

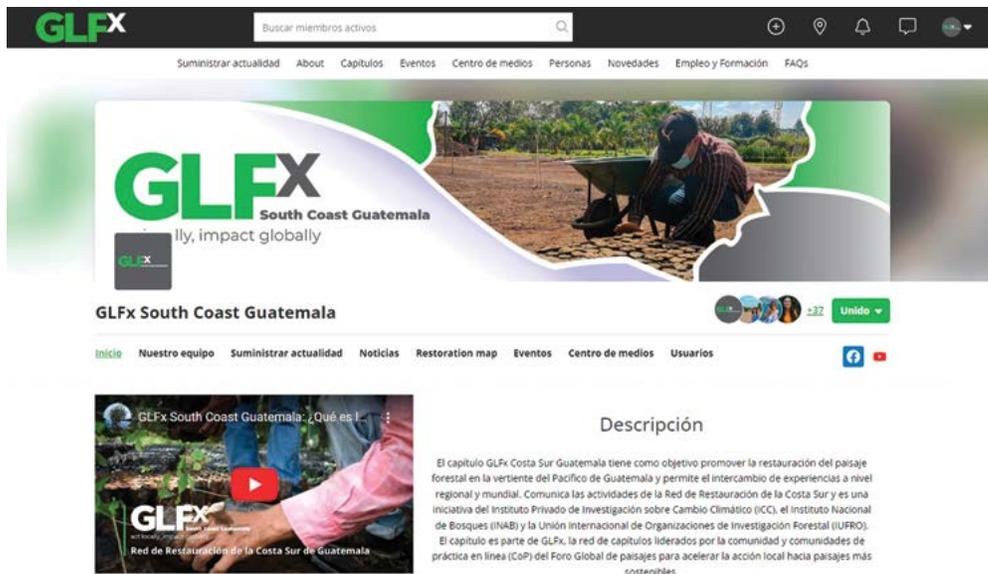


Figura 51. Capítulo GLFx Costa Sur Guatemala, una plataforma web de intercambio sobre acciones de restauración del paisaje forestal.

En el año 2022 se tuvo el lanzamiento del capítulo, que coincidió con el inicio de las actividades de reforestación anual que el ICC realiza con sus socios y miembros, y donde participaron también los miembros que conforman la Red de Restauración de la Costa Sur. Asimismo, se elaboraron y publicaron en la plataforma y en redes sociales dos historias de éxito sobre

acciones que ha implementado la Red desde el 2016. La primera es la “Restauración del ecosistema manglar en la comunidad Blanca Cecilia, Iztapa” y la segunda, “El éxito de un proyecto integral de adaptación y restauración en la aldea Canoguitas, La Nueva Concepción” (Figura 52).



Figura 52. Capítulo e historias de éxito que ha implementado la red desde el 2016.

Adicional a estas actividades, se participó en diversos eventos, foros y talleres, en donde se pudo compartir a nivel nacional, regional e internacional, las acciones de restauración que se implementan a través de la Red de Restauración Forestal de la Costa Sur.

Proyecto “Manejo integral del paisaje en ocho municipios de la costa sur de Guatemala”

Este proyecto se desarrolló con el apoyo financiero de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) y el ejecutor nacional Fundación para la Conservación de Guatemala (FCG), y se enfocó en la implementación de acciones de restauración del paisaje forestal de los municipios de Iztapa, Puerto San José, Pasaco, Moyuta, Taxisco, Guazacapán y Chiquimulilla, obteniéndose un total de 118.8 ha en las modalidades de plantaciones forestales, sistemas agroforestales (SAF), sistemas silvopastoriles y restauración de bosques de ribera (Figura 53).



Figura 53. Producción de plántulas en vivero y restauración del paisaje forestal dentro del proyecto.

Las acciones se desarrollaron en alianza con los ingenios Santa Ana, Madre Tierra, la Asociación de Ganaderos de Chiquimulilla y comunitarios de la región. Estos actores brindaron las áreas para restaurar, así como

el apoyo con labores culturales para la limpia y plantación inicial, como contrapartida al proyecto. El financiamiento de GIZ apoyó con la compra de algunos de los insumos para la producción de planta, así como la mano de obra para el establecimiento de las diferentes modalidades de restauración mencionadas y los gastos para la asesoría y acompañamiento del personal técnico del ICC. La contrapartida del ICC gracias a las cuotas de sus miembros también fue importante.

Plan de restauración del paisaje en fincas de banano en Izabal

En 2022 el ICC inició la ejecución de un proyecto para diseñar e implementar un plan de restauración de paisaje de las fincas de operaciones y alrededores de la división de banano Fresh del Monte, financiado con fondos de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ Costa Rica), dando inicio en agosto 2022 y finalizando en noviembre 2023. El área de acción es en las fincas de producción del departamento de Izabal (Figura 54). El objetivo es lograr que el uso de los recursos naturales y el paisaje en las comunidades aledañas a sus operaciones sea más sostenible y resiliente.



Figura 54. Visita a plantaciones de banano en Izabal.

Identificación de áreas potenciales para restauración forestal en el Pacífico de Guatemala

El estudio fue financiado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI por sus siglas en inglés) y su objetivo fue orientar la selección de áreas para ser incluidas como “áreas

potenciales" para restauración del paisaje forestal y contribuir a una propuesta de proyecto denominada "Fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades vulnerables en la región del Pacífico de Guatemala ante los impactos del cambio climático en los medios de vida locales", liderada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y que será presentada al Fondo Verde del Clima (GCG por sus siglas en inglés).

El proyecto consistió en dos etapas: La primera, identificó 24 usos de la tierra en el área de estudio, definida como "zonas ribereñas", "áreas de bosque manglar-línea costera" y zonas de amortiguamiento de estas, en las 14 cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico de Guatemala (Figura 55), mediante el análisis de imágenes satelitales (PlanetScope) utilizando sistemas de información geográfica (SIG) y verificación en campo (Figura 56).

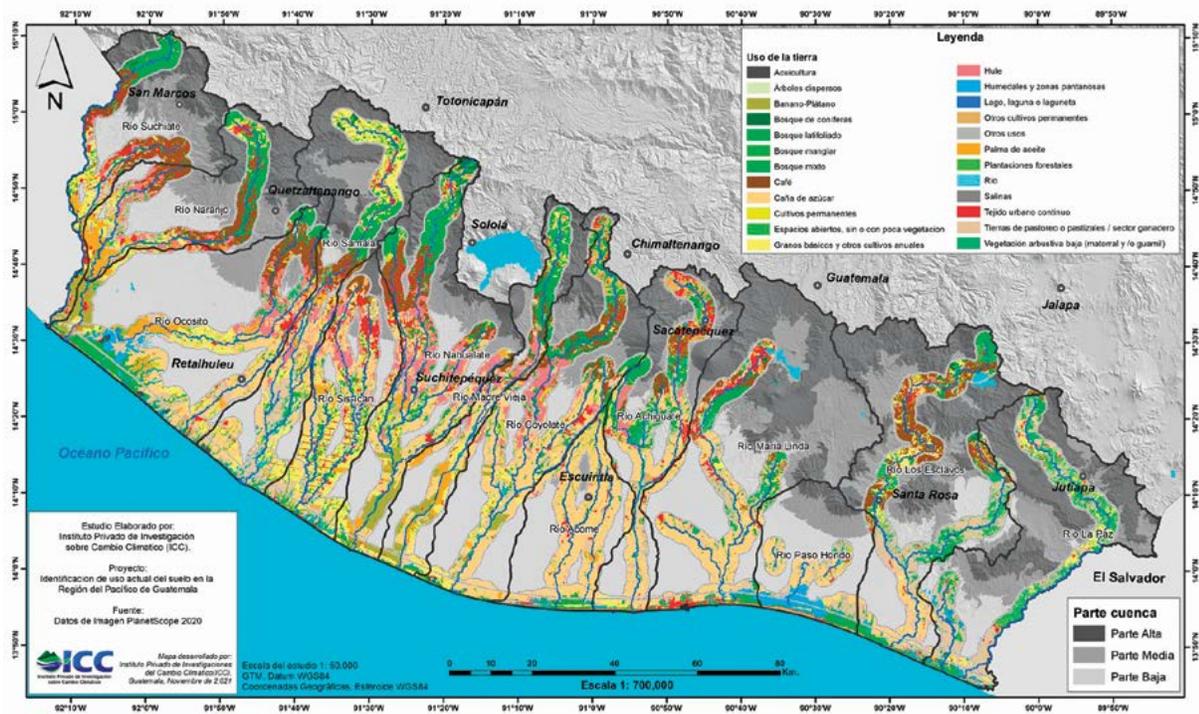


Figura 55. Categorías de uso de la tierra identificadas en zonas ribereñas, línea costera y zonas de amortiguamiento.



Figura 56. Fase de verificación en campo, y equipo de expertos en Sistemas de Información Geográfica y Restauración Forestal que apoyaron el estudio.

La segunda etapa utilizó los resultados obtenidos en la primera, e identificó y recomendó una priorización de áreas con potencial para la implementación de acciones de restauración forestal, dentro de las mismas cuencas, utilizando para ello bases de datos provenientes de diversas instituciones, sobre información biofísica y de tipo social, tal como: uso de la tierra, pendiente del suelo, áreas susceptibles a inundaciones y sequía, ecosistemas estratégicos-áreas protegidas, alta proporción de la población en pobreza, pueblos indígenas y fuentes de agua asociadas a sistemas de abastecimiento, entre

otras. Esta información fue procesada a través de SIG aplicando una priorización multicriterio y generando capas que, al ser superpuestas, generaron los mapas con las áreas potenciales para restauración forestal en las 14 cuencas (Figura 57).

Con base en los objetivos del estudio y la metodología utilizada, se identificaron 921,512 hectáreas con potencial para promover la restauración forestal, equivalente al 89% del total del área de estudio y 44.46 % de las catorce cuencas estudiadas.

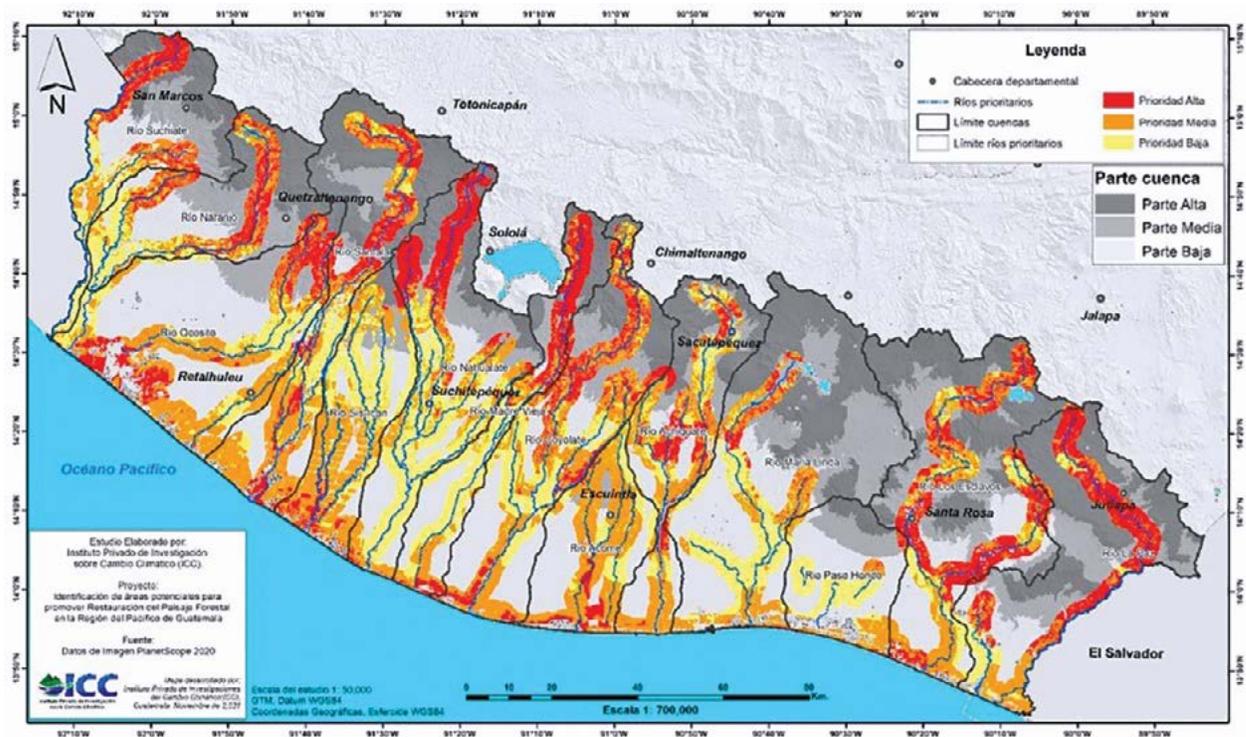


Figura 57. Propuesta de priorización para la restauración del paisaje forestal en las 14 cuencas del Pacífico de Guatemala, las áreas de prioridad se ven en color rojo.

5. Erosión y conservación de suelos

Estudios de erosión de suelos en cultivo de banano

Con el propósito de estimar la pérdida del suelo y agua, en el año 2022 se dio continuidad a los estudios de erosión de suelo en cultivo de banano en el sur de Guatemala, y para ello se establecieron siete parcelas de escorrentía

para recolectar en campo las muestras de sedimentos erosionados (Figura 58). Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de CENGICAÑA para determinar las toneladas de suelo erosionadas.

Este trabajo se desarrolló en conjunto con Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB), Grupo HAME, Top Green S.A. y CENGICAÑA. Además, se contó con el apoyo de la Universidad de Tennessee para la implementación de dispositivos que facilitan la recolección de muestras de sedimentos en campo (Figura 59).



Figura 58. Establecimiento de parcela de escorrentía en cultivo de banano y análisis de sedimentos en laboratorio.



Figura 59. Instalación de dispositivos que facilitan la recolección de muestras de sedimentos en campo.

Las tasas de erosión en las parcelas no superan las 10 toneladas por hectárea (t/ha), siendo este una erosión ligera o nula según FAO (1981). Esta tasa indica que el suelo se está erosionando a una tasa más baja a la formación del suelo. Por otro lado, la escorrentía resultó ser menor al 5% de la precipitación obtenida, probablemente esta tasa de escorrentía sería resultado de áreas planas, precipitaciones menores a 1,500 mm anuales y suelos con tasas de infiltración altas, como lo son los suelos francos y francos arenosos.

Actualización de modelación de erosión hídrica del suelo en la vertiente del Pacífico

Esta actualización se realizó utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés), datos de las estaciones meteorológicas de ICC e INSIVUMEH con respecto a intensidades de precipitación, y

datos de suelos actualizados desde el año 2011. Se utilizó también el factor de cobertura que se extrajo del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del MAGA del año 2020.

El resultado de la modelación fue una tasa promedio de erosión hídrica de 543 t/ha/año, siendo menor a 710 t/ha/año que reportó el MARN en el año 2009. Las diferencias de ambos estudios podrían deberse a que el ICC utilizó información más detallada para realizar la modelación. Se espera que la información ayude a tomar decisiones para planificar e implementar medidas para reducir la erosión a nivel de municipio, departamento y/o cuenca hidrográfica. Los resultados de la actualización muestran que la tasa se encuentra en un nivel fuerte a muy fuerte (59%), principalmente en áreas por arriba de 250 metros sobre el nivel del mar, donde la pendiente es más pronunciada y la precipitación es mayor y más intensa (Figura 60 y Cuadro 5).

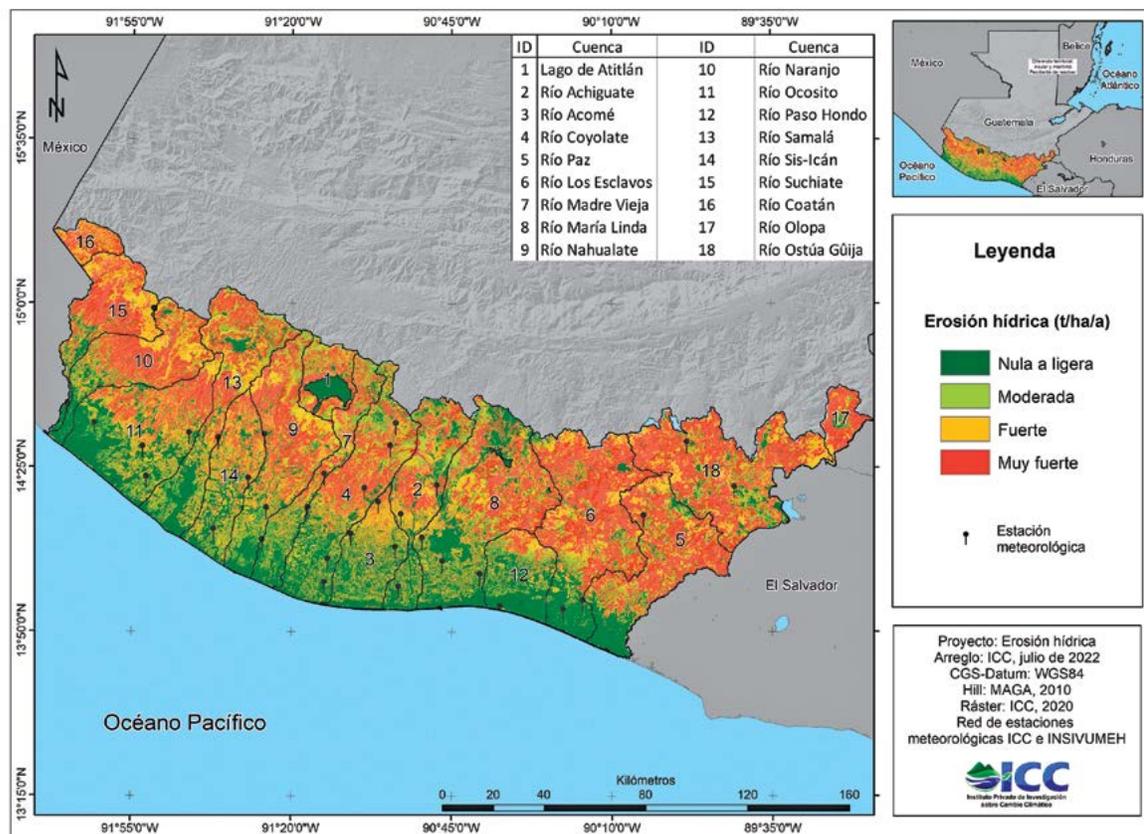


Figura 60. Actualización de la erosión hídrica en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

Cuadro 5. Niveles de erosión en la vertiente del Pacífico

Nivel de erosión	Área (%)	Sedimentos (t)	Tasa de erosión (t/ha/a)
Nula a ligera	26%	1,866,228	3.0
Moderada	15%	9,545,344	27.6
Fuerte	21%	52,258,672	104.2
Muy fuerte	38%	1,219,884,193	1,370.3

Alianza guatemalteca para el manejo de los suelos

La alianza se creó durante el año 2020, por iniciativa del ICC y otros socios y actores (Figura 61). En el año 2022 se desarrollaron tres eventos enfocados en analizar y discutir la

crisis de los fertilizantes de los últimos años, derivado del alza de los precios a nivel mundial. Asimismo, se continuó la revisión y análisis de la iniciativa de ley 4813, referente a la “Ley de conservación, manejo y restauración de suelos agrícolas” para proponer mejoras a esta iniciativa.



Alianza Guatemalteca para el Manejo de los Suelos

401 Me gusta • 510 seguidores



Figura 61. Instituciones integrantes de la alianza guatemalteca para el manejo de los suelos.

6. Diversidad biológica

Planes para la conservación y restauración de la diversidad biológica en la producción de la caña de azúcar

Se apoyó a dos ingenios a desarrollar sus planes de conservación y restauración de biodiversidad a



Figura 62. Ejemplar de *Glaucidium brasilianum*, especie amenazada observada en finca Salvador Nahualate, ingenio Palo Gordo.

Posteriormente se formuló la propuesta de un plan de acción para tres y cinco años, la cual fue discutida y validada con las diferentes áreas y departamentos de cada ingenio involucrado (Figura 64). El ICC brindará asistencia técnico-

través de las siguientes actividades: a) Monitoreo biológico de condiciones en campo para la priorización de áreas (Figuras 62 y 63); b) Visitas de campo para caracterizar sus operaciones e identificar puntos de mejora; c) Discusión y validación del plan.



Figura 63. Especie arbórea *Bursera simaruba*, provee de alimento a murciélagos y son hábitat de las aves presentes en las áreas boscosas.

científica para la implementación de estos planes, además, se espera apoyar a otros ingenios a formular sus planes de acción para conservar y restaurar la diversidad biológica en este sistema productivo.



Figura 64. Discusión y validación de planes de acción con equipos de trabajo de los ingenios.

Biodiversidad en otros sistemas productivos

Con el apoyo de la cooperación alemana (GIZ), se realizó un estudio biológico en áreas naturales presentes en el entorno de plantaciones de banano de la empresa Fresh Del Monte en el

departamento de Izabal. Se identificaron 51 especies de aves, comprendidas en 13 órdenes y 24 familias, de las cuales el 64% fueron insectívoras, 17% frugívoras, 7% granívoras y el 12% restante son aves omnívoras, nectarívoras y carnívoras. El 80% son residentes y el 20% son migratorias (Figura 65).



Figura 65. Especie *Piranga rubra*, con hábito migratorio. Esta especie presenta dimorfismo sexual marcado (el macho y la hembra se ven diferentes).

Este estudio se realizó con el propósito de conocer la riqueza natural en estas áreas para definir posteriormente los criterios que guiarán las acciones de conservación y restauración de espacios naturales en este paisaje agrícola por parte de la empresa.

Reproducción, liberación y monitoreo de peces nativos

Con el apoyo del ingenio Pantaleon, se realizaron cinco liberaciones de peces nativos con un promedio de 4,000 por liberación. Estas se realizaron en conjunto con ASOBORDAS, la Muni-

cipalidad de La Nueva Concepción y estudiantes de centros educativos, en los ríos Acomé, Madre Vieja y Coyolate (Figura 66).

Monitoreo de peces

El monitoreo de peces inició durante el año 2015 como una línea base para conocer la riqueza y abundancia de peces en los ríos Acomé, Coyolate, Madre Vieja y Sis-Ican (Popoguá). Luego de realizar liberaciones en estos ríos, se ha podido comparar los cambios en la abundancia de los peces y así conocer el efecto de las liberaciones.



Figura 66. Recolección en los estanques de reproducción y liberación de peces en los ríos.

Durante el año 2022 se realizaron dos muestreos, uno durante el final época seca, en marzo, y otro durante el final de la época lluviosa, en diciembre. En total se encontraron 13 especies de peces y dos de camarón, siendo el pupo, la mojarra balsera, la pepesca y la mojarra tusa los peces más encontrados en los cuatro ríos monitoreados (Figura 67 y Cuadro 6).

En 2022 se encontraron 13 especies de peces y 2 de camarones en los monitoreos realizados en 4 ríos de la costa sur



Figura 67. Monitoreo de peces en los ríos Acomé y Madre Vieja.

Cuadro 6. Riqueza y abundancia de peces y camarones encontrados en cuatro ríos de la vertiente del Pacífico durante el 2022

Especie	Acomé		Coyolate		Madre Vieja		Popoguá (Sis-Icán)	
	Marzo	Diciembre	Marzo	Diciembre	Marzo	Diciembre	Marzo	Diciembre
Balsera (<i>Centropomus trimaculatum</i>)	13	10	8	3	7	4	0	7
Camarón Blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	9	0	0	0	0	0	0	0
Camarón Sholón (<i>Macrobrachium tenellum</i>)	5	0	5	4	2	7	0	0
Guabina (<i>Gobiomorus maculatus</i>)	1	0	0	0	0	1	0	3
Juilin (<i>Rhamdia guatemalensis</i>)	3	2	2	1	1	3	0	3
Lenguado (<i>Solea solea</i>)	0	0	0	0	1	0	0	0
Pepesca (<i>Pepesca fasciatus</i>)	11	17	6	7	13	0	0	22
Prieta (<i>Astatheros macracanthus</i>)	8	7	2	2	5	0	0	2
Pululo (<i>Dormitator latifrons</i>)	5	4	0	0	0	0	0	0
Pupo (<i>Poecilia mexicana</i>)	264	126	122	132	133	96	0	37
Robalito (<i>Robalito centropomus</i>)	1	0	0	0	0	0	0	0
Tepemechin (<i>Dajaus monticola</i>)	1	3	0	0	1	0	0	0
Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	3	0	0	0	0	0	0	0
Tusa (<i>Herichtys guttulatus</i>)	9	11	6	0	7	6	0	13
Vieja (<i>Eleotris picta</i>)	1	0	0	0	0	1	0	0

Nota: número de individuos por especie y río.

7. Adaptación comunitaria al cambio climático

Cultivo de tilapia en estanques de traspatio

El proyecto de cultivo de tilapia en estanques de traspatio inició en el año 2015 con un proyecto financiado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y su mecanismo de transferencia de tecnología y la acción frente al cambio climático en América Latina y el Caribe (REGATTA), en Sipacate,

Escuintla. Se construyeron estanques en los patios de las familias beneficiadas, aprovechando la mano de obra de los hogares, como una medida de adaptación al cambio climático y al acceso a alimento de alta calidad para autoconsumo.

En el 2022 se implementaron 12 estanques distribuidos en los municipios de: Champerico, Retalhuleu, La Nueva Concepción, Escuintla, y Pasaco, Jutiapa. De la producción que se obtuvo en ellos, aproximadamente el 45% fue para consumo directo de los beneficiarios y el 55% se vendió en mercados locales como una fuente de ingresos y capitalización para inversión en otro ciclo de producción (Figura 68).



Figura 68. Liberación de tilapia en estanques de traspatio en La Nueva Concepción, Escuintla.

Este proyecto se realizó en conjunto con el Ingenio Magdalena, Asociación de Agricultores y Protectores de las Bordas de los ríos de La Nueva Concepción (ASOBORDAS), Asociación para la Prevención y Estudio del VIH/Sida (APEVIHS) y la Municipalidad de Pasaco, Jutiapa. El mismo fue financiado por el Ingenio Magdalena, APEVIHS y el ICC, quien además continuará brindando asesoría técnica a los beneficiarios.

Desde el 2020 el ICC trabaja en medidas de adaptación al cambio climático para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional en municipios de Sololá

Seguridad alimentaria y adaptación

Este proyecto, financiado por el programa ARAUCLIMA de la Cooperación Española (AECID), se conoce como "MACC-SAN". Se implementó desde el 2020 en 11 comunidades de cinco municipios del departamento de Sololá, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria y reducir la desnutrición infantil a través de la adaptación al cambio climático. Los tres componentes principales del proyecto incluyeron: 1) aumentar el acceso a alimentos y agua segura; 2) fortalecer las capacidades de

actores sociales clave e incorporar el cambio climático en los planes de desarrollo municipal; y 3) investigaciones en adaptación para el cultivo de maíz y otras alternativas productivas.

Los participantes (beneficiarios) incluyeron: a) 617 familias con medidas de adaptación para fortalecer sus sistemas agroalimentarios, b) 1040 estudiantes y docentes de siete centros educativos con acceso a agua segura para consumo humano, y c) 42 técnicos y líderes comunitarios en gobernanza sobre seguridad alimentaria y cambio climático (Figuras 69 y 70).



Figura 69. Cierre del diplomado en adaptación comunitaria al cambio climático con beneficiarios del proyecto.





Figura 70. Fortalecimiento de capacidades sobre medidas de adaptación con estudiantes de diversificado de colegio MAIA, municipio de Sololá, Sololá.

Además, se fortalecieron las capacidades de 652 personas en adaptación al cambio climático y se concluyeron siete investigaciones en materia

de adaptación para el sector agroalimentario (Figuras 71 y 72).

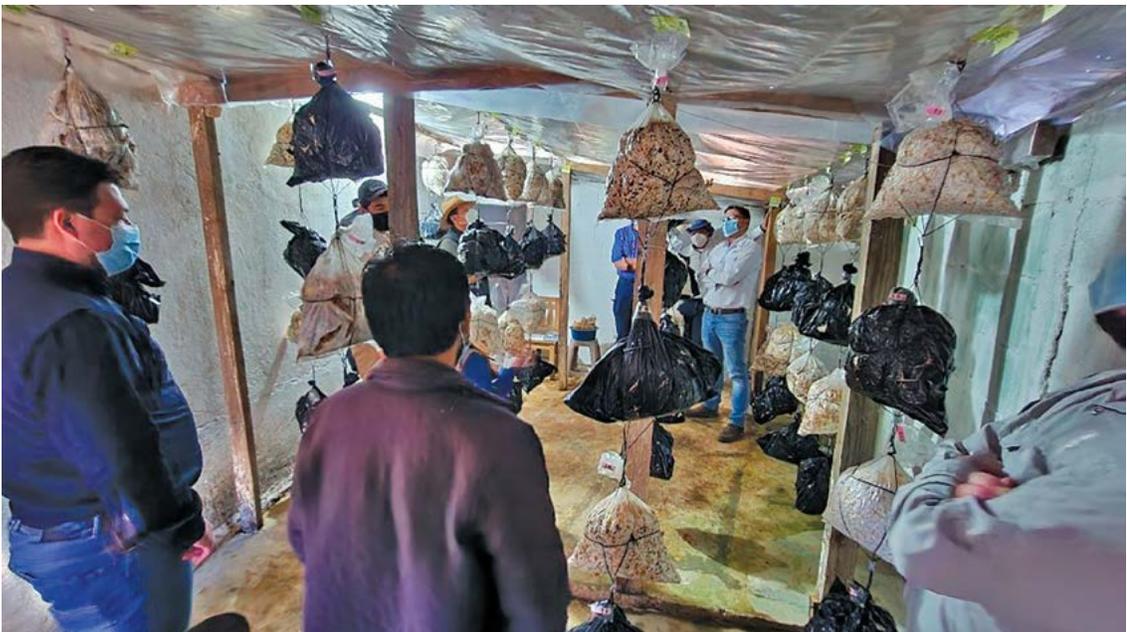


Figura 71. Visita de estudio de la evaluación de la producción de hongos ostra (*Pleurotus ostreatus*) utilizando diferentes sustratos y coloración de cobertura.





Figura 72. Parcela de estudio de horticultura vertical y sustratos para la producción de biomasa foliar de tres hortalizas ricas en hierro.



Figura 73. Parcelas del estudio de la evaluación del rendimiento de cuatro materiales nativos de maíz del altiplano expuestos a temperaturas extremas.

Las acciones se coordinaron con las Agencias Municipales de Extensión Rural (AMER) de los municipios de Sololá, San José Chacayá, Santa Lucía Utatlán y Santa María Visitación, la Asociación Amigos del Río Ixtacapa (ADRI), la Secretaría de Seguridad Alimentaria (SESAN), y la Dirección Departamental de Educación (DIDEDUC), del departamento de Sololá.

Además, en el 2022 el ICC formó parte de la campaña “Los Colores del Ixim” en conjunto con AECID Guatemala y otras organizaciones no gubernamentales. Durante la campaña se visibilizaron los resultados de las investigaciones en maíz y las tecnologías de adaptación al cambio climático para sistemas agroalimentarios (Figuras 73, 74 y 75).



Figura 74. Taller sobre construcción de sistemas verticales en Centro de Formación de AECID de Antigua Guatemala.



Figura 75. Presentación de resultados de investigaciones sobre adaptación del cambio climático en el cultivo del maíz en Guatemala.

8. Gestión de riesgo

Organización comunitaria, municipal y departamental

En el 2022 se ejecutaron dos proyectos para apoyar en la organización y acreditación de Coordinadoras Locales para Reducción de Desastres (COLRED). El primero de ellos titulado "Organización, capacitación y acreditación de COLRED, Zona Sur y Centro", fue financiado por el Ingenio Magdalena, se desarrolló en coordinación con el Departamento de Gestión

Social del Ingenio, acreditando a 10 COLRED en los departamentos de Retalhuleu y Escuintla, con un total de 98 líderes comunitarios capacitados (Cuadro 7).

En 2022 se apoyó la organización de **17** COLRED en dos departamentos del sur de Guatemala de las cuales 10 fueron acreditadas por la CONRED

Cuadro 7. Organización, capacitación y acreditación de Coordinadoras locales para la Reducción de Desastres (COLRED) Zona sur y Centro de Ingenio Magdalena

Fecha	Zona	Nombre de la COLRED	Número de participantes	
			Hombres	Mujeres
Agosto	CENTRO	Aldea Ceiba Amelia (La Gomera)	1	7
		Aldea El Terreno (La Gomera)	2	15
		Aldea El Arenal (La Democracia)	5	3
Octubre	SUR	Aldea Rusia	0	9
		Aldea San José La Gloria	2	7
		Comunidad Agraria Santa Isabel	6	6
Diciembre	CENTRO	Aldea Las Pampas	3	4
		Aldea Campamento La Barrita	0	8
		Aldea Barrita Vieja	4	8
		Parcelamiento Los Ángeles	2	6
		Subtotal	25	73
Total			98	

Con el acompañamiento de la municipalidad de San José, Escuintla, se organizaron siete coordinadoras locales, las cuales serán

acreditadas en el 2023, siendo 93 personas las que participaron en el proceso de capacitación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Implementación de acciones de los planes de respuesta para la resiliencia a inundaciones en la costa del Pacífico de los municipios de Iztapa y San José

Fecha	Nombre de la COLRED	Número de participantes	
		Hombres	Mujeres
Mayo – diciembre	Aldea Magueyes 1	3	12
	Aldea Magueyes 2	2	12
	Comunidad 6 de Mayo/Colonia 10 de Enero	1	12
	Colonia La Libertad	5	7
	Colonia Nuevo Amanecer 1	4	8
	Aldea Arizona	2	7
	Aldea y Parcelamiento Puerta de Hierro	10	8
	Subtotal	27	66
	Total	93	

A nivel municipal, el ICC fue juramentado como parte de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, siendo este el tercer periodo donde se integra a la estructura organizativa de prevención y atención de desastres.

Implementación de acciones de respuesta para la resiliencia a inundaciones de los municipios de Iztapa y San José

Como seguimiento a los Planes de Acción Climática desarrollados en 2019 para las municipalidades de la Mancomunidad del Sur (MASUR), el Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF) ha financiado dos proyectos para apoyar la resiliencia a inundaciones. En el 2021 se implementó el proyecto “Resiliencia a inundaciones en la costa del Pacífico de los

municipios de Iztapa y San José, departamento de Escuintla”, donde se elaboró y acreditaron los planes de emergencia para ambos municipios.

Durante el 2022 se implementaron algunas de las acciones planteadas en los planes, para mejorar la resiliencia a inundaciones en estos mismos municipios, siendo estas: a) diagnóstico sobre recursos existentes y necesidades para establecer un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para inundaciones en el municipio de Iztapa, y b) conformación de siete coordinadoras locales (COLRED) y entrega de equipo básico como chalecos, gorgoritos, linternas de cabeza y megáfonos para identificar a sus integrantes al momento de alguna emergencia. Por último, como parte del SAT, WWF donó una estación hidrométrica, que será instalada sobre el cauce del río María Linda para monitorear crecidas, apoyar la toma de decisiones sobre la apertura de la bocanera y disminuir el impacto de las inundaciones (Figura 76).



Figura 76. Conformación de coordinadoras locales y entrega de equipo básico.

Seguimiento al plan maestro de gestión de riesgo del río Pantaleón en coordinación con empresas, CONRED y Cooperación Internacional

Después de que el río Pantaleón cambiara de cauce durante la época lluviosa de 2021, representantes de la Alianza Público-Privada se reunieron en varias ocasiones para buscar soluciones utilizando topografía de alta precisión y un modelo hidráulico actualizado. Como resultado se obtuvieron modelaciones hidrológicas e hidráulicas con recomendaciones para la intervención y mitigación. Estos resultados fueron entregados a la Secretaría Ejecutiva de CONRED y a la Dirección General

de Caminos por medio del Departamento de Asesoría Técnica de Ríos (ATIR).

En esta zona se ha contado con inversión privada en maquinaria para ejecutar obras de mitigación basadas en el estudio y avaladas por el sector público (Figura 77). También se ha intervenido en la protección del puente "Don Genaro" por parte de Caminos. Gracias a las acciones, el río Pantaleón regresó a su cauce original, en dirección al río Coyolate y se evitaron múltiples inundaciones y daños a lo largo de 35 kilómetros hacia donde se había desviado, en los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, La Gomera y Sipacate. También se evitó que continuaran llegando cantidades significativas de sedimento a los manglares de Sipacate, con efectos sobre la pesca, el comercio y el turismo.



Figura 77. Azolvamiento del río Pantaleón durante el año 2021 y después de la intervención en el 2022.

9. Desarrollo de capacidades

Todo el equipo del ICC contribuye en desarrollar capacidades en diversos grupos con los que trabajamos, como: líderes comunitarios, miembros de COCODE, tomadores de decisión, jóvenes, técnicos de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, docentes de centros educativos nacionales y privados, entre otros. En el 2022 se realizaron 85 eventos de capacitación en Guatemala en donde participaron 2,055 personas, siendo algunos de estos: diplomados en cambio climático, cursos sobre cambio climático, diplomados sobre adaptación comunitaria al cambio climático y capacitaciones sobre gestión y capacitaciones sobre gestión de riesgo de desastres.

2,055 personas de diferentes sectores se capacitaron en 85 eventos sobre cambio climático, adaptación comunitaria y gestión de riesgos de desastres

Diplomados sobre cambio climático

Se impartió a cuatro grupos donde participaron 103 personas (Cuadro 9 y Figura 78). El contenido fue: a) Ambiente y sociedad, b) Cuencas hidrográficas y su manejo integral, c) Gestión de riesgos de desastres, d) Cambio climático, e) Escenarios climáticos, f) Mitigación del cambio climático, g) Adaptación del cambio climático y h) Gira de campo.

Cuadro 9. Grupos participantes en los diplomados sobre cambio climático

No.	Grupo	Socio	Ubicación	Departamento	Género	
					Femenino	Masculino
1	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA Chimaltenango	MAGA Chimaltenango	Cuenca alta del río Achiguate	Chimaltenango	1	12
2	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA San Marcos	MAGA San Marcos	Cuenca alta del río Naranjo	San Marcos	2	14
3	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA Sololá	MAGA Sololá	Cuenca del lago Atitlán	Sololá	18	20
4	Asociación Guatemalteca de Estudiantes de Ciencias Forestales y Carreras Afines (AGECIFCA).	AGECIFCA	Todo el país (Guatemala)	Todo el país	14	22
Total					103	



Figura 78. Grupo de técnicos de San Marcos en acto de clausura del diplomado.

Curso sobre cambio climático

Se llevaron a cabo tres cursos con la participación de un total de 160 personas, principalmente técnicos, estudiantes y otros interesados

(Cuadro 10 y Figura 79). El contenido se dividió en los siguientes temas: a) La base científica del cambio climático, b) La vulnerabilidad climática, c) La mitigación del cambio climático, y d) La adaptación al cambio climático.

Cuadro 10. Grupos participantes en el curso virtual sobre cambio climático

No.	Grupo	Socio	Ubicación	Departamento	Género	
					Femenino	Masculino
1	Estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala sede Totonicapán	CUNTOTO	Cuenca alta del río Salinas	Totonicapán	20	30
2	Inspectores de Saneamiento Ambiental, MSPAS, del departamento de Escuintla	Delegación de Inspectores de Saneamiento Ambiental Escuintla	Cuenca media del río Achiguate	Escuintla	4	15
3	Tres cursos virtuales sobre cambio climático	Ninguno	Todo el país (Guatemala)	Todo el país	36	55
Total					160	



Figura 79. Clausura del curso sobre cambio climático con inspectores de Saneamiento Ambiental de Escuintla.

Diplomados en adaptación comunitaria al cambio climático

Desde el 2012 el ICC se ha enfocado en fortalecer las capacidades comunitarias en relación al cambio climático y promover la adaptación para los principales medios de vida. En el 2022, basado en contenidos aplicables y estrategias didácticas participativas, se desarrollaron cinco diplomados

en donde participaron 41 personas (Cuadro 11, Figuras 80 y 81), que fueron capacitadas en los siguientes temas: a) Problemáticas ambientales en el territorio, b) Bases conceptuales sobre cuencas hidrográficas/hidrológicas, c) Base científica del cambio climático, d) Adaptación al cambio climático, e) Mitigación del cambio climático, f) Gestión de riesgo de desastres, y g) Gira de campo.

Cuadro 11. Grupos participantes en el diplomado en adaptación comunitaria al cambio climático

No	Grupo	Socio	Ubicación	Departamento	Género	
					Femenino	Masculino
1	Lideresas de la comunidad Sol y Mar de Sipacate, Escuintla	Centro de Salud de Sipacate	Cuenca baja del río Acomé	Escuintla	15	–
2	Líderes y técnicos del municipio de Catarina San Marcos	UGAM	Cuenca media del río Suchiate	San Marcos	3	12
3	Líderes y técnicos del municipio de Palmar Quetzaltenango	UGAM	Cuenca media del río Samalá	Quetzaltenango	4	14
4	Técnicos voluntarios de la delegación de Cruz Roja, Mazatenango	Delegación de Cruz Roja Suchitepéquez	Cuenca alta del río Sis-Icán	Suchitepéquez	4	11
5	Técnicos voluntarios de la delegación de Cruz Roja, Bolivia, Santo Domingo	Delegación de Cruz Roja Suchitepéquez	Cuenca baja de río Nahualate	Suchitepéquez	10	4

Total

77



Figura 80. Clausura del diplomado con lideresas de la comunidad Sol y Mar de Sipacate, Escuintla.



Figura 81. Técnicos voluntarios de la delegación de Cruz Roja, Mazatenango, participantes en el diplomado.

Capacitaciones sobre gestión de riesgo de desastres

Las acciones de capacitación sobre gestión de riesgo de desastres en 2022 incluyeron 22

eventos, en donde participaron 186 personas, desde líderes comunitarios, técnicos del MAGA y estudiantes universitarios (Cuadro 12 y Figura 82).

Cuadro 12. Capacitaciones o giras sobre la gestión de riesgos de desastres durante el 2022

No.	Tema / actividad	Fecha	Público objetivo	Participantes
1	Módulo sobre gestión de riesgos en el diplomado de adaptación y cambio climático.	Abril	Técnicos del MAGA, San Marcos y Sololá (virtual)	35
2			Líderes municipio de Sipacate, Escuintla (presencial)	28
3		03 de mayo	Líderes comunitarios San Marcos (virtual)	14
4		26 de mayo	Técnicos MAGA Sololá (virtual)	21
5		20 de julio	Líderes comunitarios (virtual)	15
6	Presentaciones universitarias	24 de junio	Formación de profesionales Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Istmo (UNIS) (presencial)	s/d
7	Congreso	18- 21 de julio	Segundo Congreso Interuniversitario GIRD (virtual)	s/d
8	Módulo sobre gestión de riesgos diplomado de adaptación y cambio climático.	10 de octubre	Técnicos del (MAGA) (virtual)	19
9		17 de noviembre	Voluntario Cruz Roja, Mazatenango (presencial)	15
10		06 de julio	Intercambio de experiencias volcán de Fuego, Equipo de vulcanólogos, Universidad de Bristol, Universidad de Michigan (virtual)	3
11	Alianza público - privado y academia	20 de julio	Universidad de Tulane (New Orleans) y del Valle de Guatemala. "Percepción comunitaria de impactos asociados con inundaciones y sus repercusiones en procesos sociales" (presencial)	14
12	Gestión de riesgos y manejo de emergencias. Presentaciones universitarias	17 de octubre	Centro Universitario del Sur (CUNSUR) Licenciatura en Pedagogía y Administración Educativa (presencial)	22
Participantes en todos los eventos				186



Figura 82. Participación en capacitaciones sobre gestión de riesgo de desastres.

Participación en la definición de las Contribuciones Determinadas Nacionalmente (NDC) en mitigación y adaptación

El ICC participó como ente técnico en la discusión de los compromisos internacionales de Guatemala ante el Acuerdo de París. El proceso fue liderado por el Ministerio de Ambiente y

Recursos Naturales con el apoyo de SEGEPLAN. En este foro participan entidades de gobierno, sector privado, academia y sociedad civil. Uno de los temas más relevantes en el 2022 fue la discusión y validación de las contribuciones nacionales determinadas (NDC por sus siglas en inglés), que se presentan ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Figura 83).



Figura 83. Participación en proceso final de discusión y aprobación de NDC en el pre-consejo de cambio climático.

Además, se participó en los procesos de formulación de hojas de ruta para la implementación de los NDC, en materia de adaptación y mitigación al cambio climático, especialmente en temas de agua y bosques, marino-costeros, energía y transportes. Esto estuvo promovido por el MARN con el apoyo de la Cooperación Internacional.

III Foro Universitario Mesoamericano de Cambio Climático y Gestión de Riesgos

Del 1 al 3 de junio del 2022 el ICC participó a través del MSc. Elmer Orrego en este foro realizado en la Universidad Nacional de Ciencias Forestales en Siguatepeque, Comayagua, Honduras, y que fue organizado por la Alianza Mesoamericana por la Sustentabilidad y el Ambiente (AMUSA). Guatemala es representada por la Red Nacional

de Formación e Investigación (REDFIA), de la cual el ICC es miembro desde el 2013.

En el evento participaron representantes de Honduras, El Salvador, Colombia, México, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Panamá y España. Los temas presentados en el evento estuvieron relacionados con la educación superior y la sustentabilidad ambiental, compromiso de las redes, avances, experiencias y expectativas de la alianza de redes Iberoamericanas de universidades por la sustentabilidad y el ambiente, la integración de la academia en los planes nacionales de adaptación y mitigación al cambio climático, implicaciones clave para América Central y América del Sur del informe del grupo de trabajo II del IPCC: Impactos del cambio climático, adaptación y vulnerabilidad (Figura 84). El ICC presentó información de la revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático (Yu'am).



Figura 84. Participación en III Foro Mesoamericano de Cambio Climático y Gestión de Riesgos.

ICC participa en la 27ª Conferencia de las Partes sobre cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático entró en vigor en 1994 y fue ratificada por Guatemala y El Salvador en 1995. Actualmente cuenta con la participación de 197 países. Cada año se celebra la Conferencia de las Partes (COP) para adoptar decisiones para mitigar y adaptar al cambio climático a nivel global, así como dar seguimiento a las tomadas en años anteriores. En 2022 se celebró la COP 27 en Egipto y el ICC formó parte de la delegación guatemalteca a través del MSc. Marco Tax.

La COP reunió a más de 35 mil participantes para compartir ideas y soluciones sobre temas como biodiversidad, bosques, agricultura sostenible, transición energética a fuentes renovables y transporte. El ICC participó en un conversatorio organizado por el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) sobre los avances interinstitucionales del sector agropecuario ante los retos del cambio climático en la región SICA. Se compartió panel con representantes de Belice y Costa Rica y se destacó la visión vanguardista del sector privado guatemalteco que fundó al ICC para contribuir a nivel paisaje en temas de adaptación y mitigación al cambio climático (Figura 85).



Figura 85. Participación de ICC en conversatorio sobre los avances interinstitucionales del sector agropecuario ante los retos del cambio climático en la región SICA.

También se participó en un foro organizado por el World Resources Institute (WRI) sobre políticas innovadoras para la restauración de paisajes en Latinoamérica. El evento fue inaugurado por el ministro de Ambiente de El Salvador y contó con la participación de panelistas de Fundación Natura, Jaguar Connection, FSC International y

el ICC. De manera innovadora, el ICC destacó la contribución del sector privado a través de instrumentos voluntarios para conservar y restaurar bosques y biodiversidad con beneficios significativos para los habitantes del territorio en mitigación y adaptación al cambio climático (Figura 86).



Figura 86. Panelistas en foro sobre políticas para restauración de bosques.

Congreso del Fondo Verde del Clima en Seúl, República de Corea

Del 13 al 15 de septiembre se llevó a cabo este evento para abordar avances y retos de este fondo, que es el más grande dentro del financiamiento climático. Guatemala contó con dos espacios de participación y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales decidió designar a Alex Guerra, director del ICC, por ser miembro del Consejo Nacional de Cambio Climático. La otra persona que asistió fue la directora de Cooperación del ministerio. Una parte importante del congreso fue la consulta a representantes de los países sobre las necesidades, fortalezas, debilidades y retos para tener acceso a los recursos del Fondo Verde del Clima.

Foro sobre resiliencia y sostenibilidad en tiempos actuales en El Salvador

En agosto el ICC participó, a través de Marco Tax, en el 3er Foro de la Agroindustria Azucarera organizado por FUNDAZUCAR de El Salvador. Se abordaron temas de resiliencia y sostenibilidad en tiempos actuales y se compartió espacio con representantes de ONU Mujeres El Salvador y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El ICC compartió sobre la importancia de cuantificar las huellas hídricas y de carbono como indicadores de sostenibilidad y competitividad e incentivó a incorporar estos indicadores en los esquemas de gestión empresarial. En el evento participaron equipos de trabajo de todas las empresas del gremio (Figura 87).



Figura 87. Participación en el 3er Foro de la Agroindustria Azucarera de El Salvador.

Primer simposio de la Red Global de Soluciones Sostenibles en Agua y Energía, en Brasil-Paraguay

Del 13 al 15 de junio se celebró este evento en Itaipú, en las instalaciones compartidas entre Brasil y Paraguay. El Dr. Alex Guerra del ICC expuso sobre el sector azucarero guatemalteco y cómo aborda el cambio climático, especialmente en relación al agua y la energía. Se destacó que la integración de esfuerzos de diferentes sectores es la mejor opción para alcanzar las metas establecidas por la Red Global para Soluciones Sostenibles de Agua y Energía (Figura 88).

La Red Global para Soluciones Sostenibles de Agua y Energía fue creada en 2018 y ha

tenido presencia en las COPs ya que el agua y la energía son vitales para cumplir el objetivo de desarrollo sostenible 13 sobre Cambio Climático. Uno de los datos compartidos es que en América Latina existe un gran potencial, ya que el 61% de la energía es renovable, lo que convierte a la región en un ejemplo para el mundo, sin embargo, se requiere de integración entre agua y energía para aprovecharlo al máximo. La Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) es miembro fundador de esta red junto con ITAIPU Binacional, organizaciones públicas, privadas y academia que busca ser una plataforma para compartir conocimientos y plantear soluciones (<https://www.un.org/en/waterenergynetwork>).



Figura 88. Participación del ICC en el primer simposio de la Red Global de Soluciones Sostenibles en Agua y Energía.

10. Manejo integrado de cuencas

Gran parte del trabajo del ICC contribuye al manejo integrado de las cuencas. La generación de información, los análisis de diversos temas y, sobre todo, la implementación en campo en cuanto al agua, el suelo y los bosques, son parte de este trabajo que han sido presentados e ilustrados en componentes anteriores de este informe. A continuación, se resaltan algunas acciones significativas que tuvieron lugar en 2022.

Caracterización y diagnóstico de seis cuencas del Pacífico guatemalteco

El Proyecto “Promoviendo territorios sostenibles y resilientes en paisajes de la cadena volcánica

central de Guatemala”, es financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés) y en él, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) están asociados en su implementación. Como parte de este, el ICC elaboró el Plan de Manejo Integral de Cuenca para cada una de las cuencas de los ríos Achiguate, Coyolate, Samalá, Ocosito, Naranjo y Suchiate (Figura 89). Las fases desarrolladas fueron la caracterización biofísica, caracterización socioeconómica, mapeo de actores, diagnóstico, línea base, zonificación territorial y un Plan de Manejo Integral de Cuenca, vinculando toda la planificación con el Acuerdo Gubernativo 19-2021.

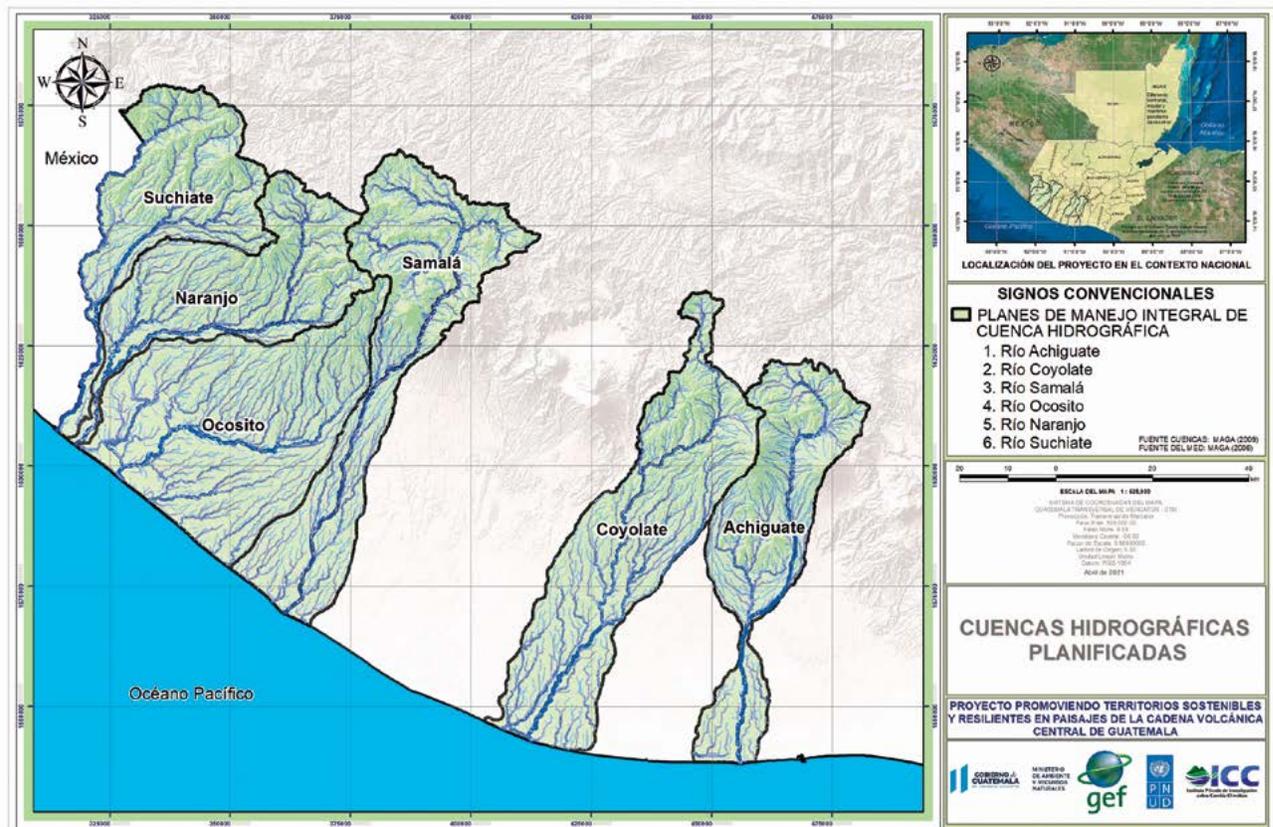


Figura 89. Cuencas hidrográficas planificadas con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

La caracterización reveló que las seis cuencas tienen tendencia entre media y alta para la producción de escorrentía, tendencia alta a inundaciones en su parte baja, y rápida respuesta hidrológica de sus ríos a las crecidas. Además, las cuencas Achiguate, Coyolate y Samalá se encuentran con la mayor exposición a amenazas volcánicas (lahares, dispersión de ceniza y flujos piroclásticos), por la actividad de los volcanes de Fuego y Santiaguito. Se estima que la cuenca más poblada es la del río Samalá (816,181 personas) y el resto está por debajo del umbral de 500,000 personas. Además, las mayores poblaciones se localizan en la parte media y alta de las cuencas.

El diagnóstico de cuenca se construyó con base a recorridos de campo, caracterizaciones, y actividades participativas (Figura 90); finalizando con un análisis interpretativo. Para este último se recopiló información a través de talleres con actores del territorio de las cuencas, coordinando con gobernación departamental, delegaciones departamentales del MARN y el Viceministerio del Agua del MARN. Las principales problemáticas identificadas y priorizadas fueron la pérdida de la cobertura forestal, descarga de aguas residuales, mal manejo de los desechos sólidos, falta de gobernanza con enfoque de cuenca, erosión hídrica, escasez de agua e inundaciones.



Figura 90. Talleres de diagnóstico participativo para las cuencas de los ríos Samalá, Achiguate y Ocosito.

Planes de manejo de seis cuencas

El Plan de Manejo Integral de Cuenca es un instrumento estratégico que permite guiar las acciones e inversiones para el mejoramiento del territorio. Además, le da cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 19-2021 y se vincula con otras legislaciones nacionales vigentes. El plan se formuló con base a las problemáticas identificadas y priorizadas para cada una de las seis cuencas y con ello contribuir a mejorar el estado actual de estas. Partiendo de dicha lógica, para cada plan se definieron seis programas que se vincularon con variables priorizadas de desarrollo nacional, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y cambio climático

(Figura 91). Los programas se integraron por una serie de actividades que contienen indicadores o metas, presupuesto, actores relacionados a la implementación, ubicación con base a zonificación territorial y sus objetivos.

El ICC apoyó al MARN en el cumplimiento al acuerdo gubernativo 19-2021 a través de la elaboración de **6** planes de manejo de cuencas y la conformación de las mesas técnicas.

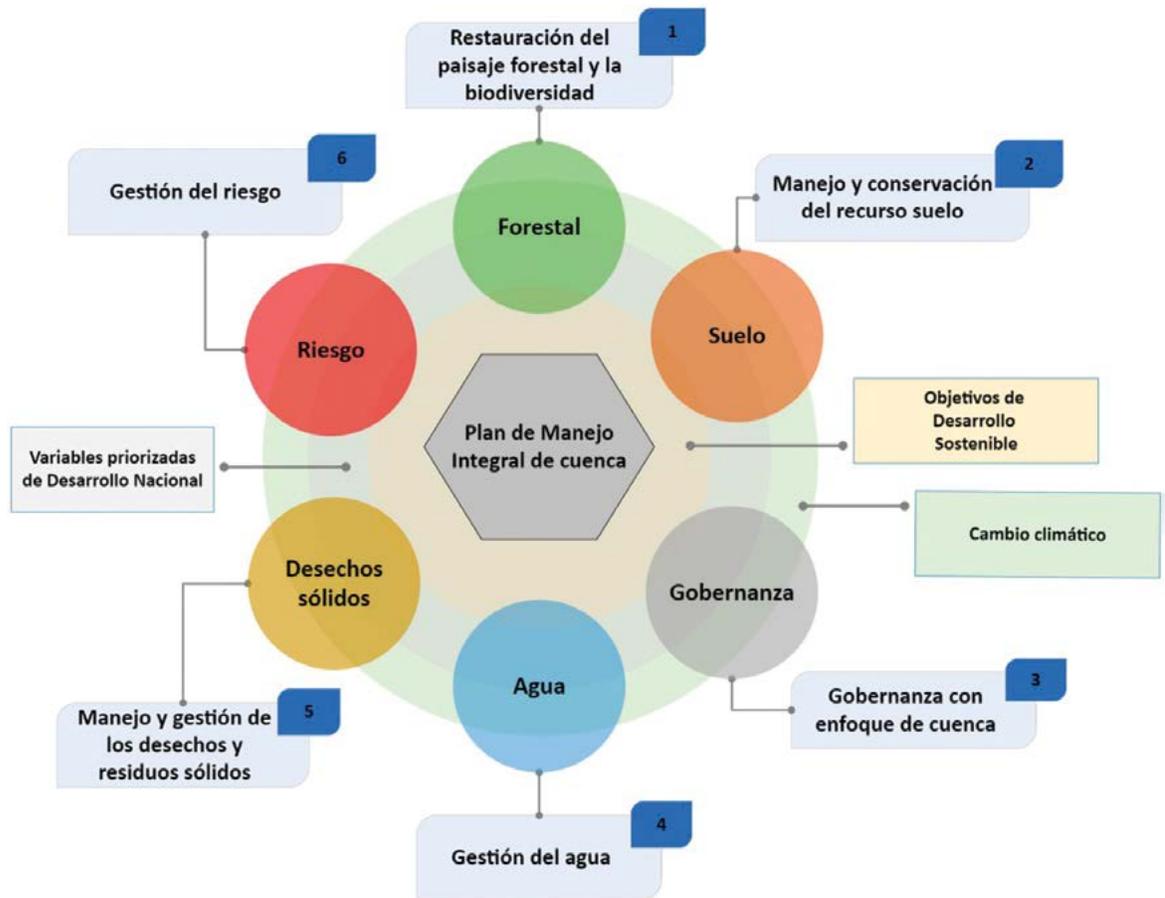


Figura 91. Esquema del Plan de Manejo Integral de la cuenca hidrográfica del río Achiguate con sus programas (numerados) y su vinculación con las prioridades de Desarrollo Nacional y Objetivos de Desarrollo Sostenibles.

Mesas técnicas de cuenca hidrográfica

Durante el proceso de elaboración de los seis planes de manejo, el ICC apoyó la conformación de tres mesas técnicas en los ríos Achiguate, Madre Vieja y Naranjo, como parte del compromiso de apoyar al Viceministerio del Agua del MARN bajo el marco del Acuerdo Gubernativo 19-2021 (Figuras 92 y 93). Estas mesas técnicas se suman a las de los ríos

Ocosito y Los Esclavos, por lo que el 2022 concluyó con cinco mesas técnicas oficialmente conformadas. Posteriormente, se continuó colaborando con el Viceministerio del Agua en reuniones de seguimiento de las mesas, cuyas acciones consisten principalmente en facilitar información técnica y científica de la vertiente del Pacífico en apoyo a requerimientos del MARN, estos procesos han favorecido la participación e integración de varios actores de la región.



Figura 92. Conformación de la mesa técnica de la cuenca hidrográfica del río Naranjo (izquierda) y Madre Vieja (derecha).



Figura 93. Presentación del plan de manejo integral de cuenca Achiguatate en la reunión de conformación de la mesa técnica.

11. ICC en El Salvador

Actividades básicas del ICC en El Salvador

Durante 2022, el ICC ha asentado sus actividades en El Salvador con el objetivo de generar, analizar y divulgar información

hidrometeorológica: trabajo sistemático del monitoreo y mantenimiento de seis estaciones meteorológicas, monitoreo del caudal de once ríos durante la temporada seca en cuatro regiones hidrográficas (Figura 94) y el monitoreo de 33 pozos artesanales de cinco comunidades a lo largo de la zona cañera.

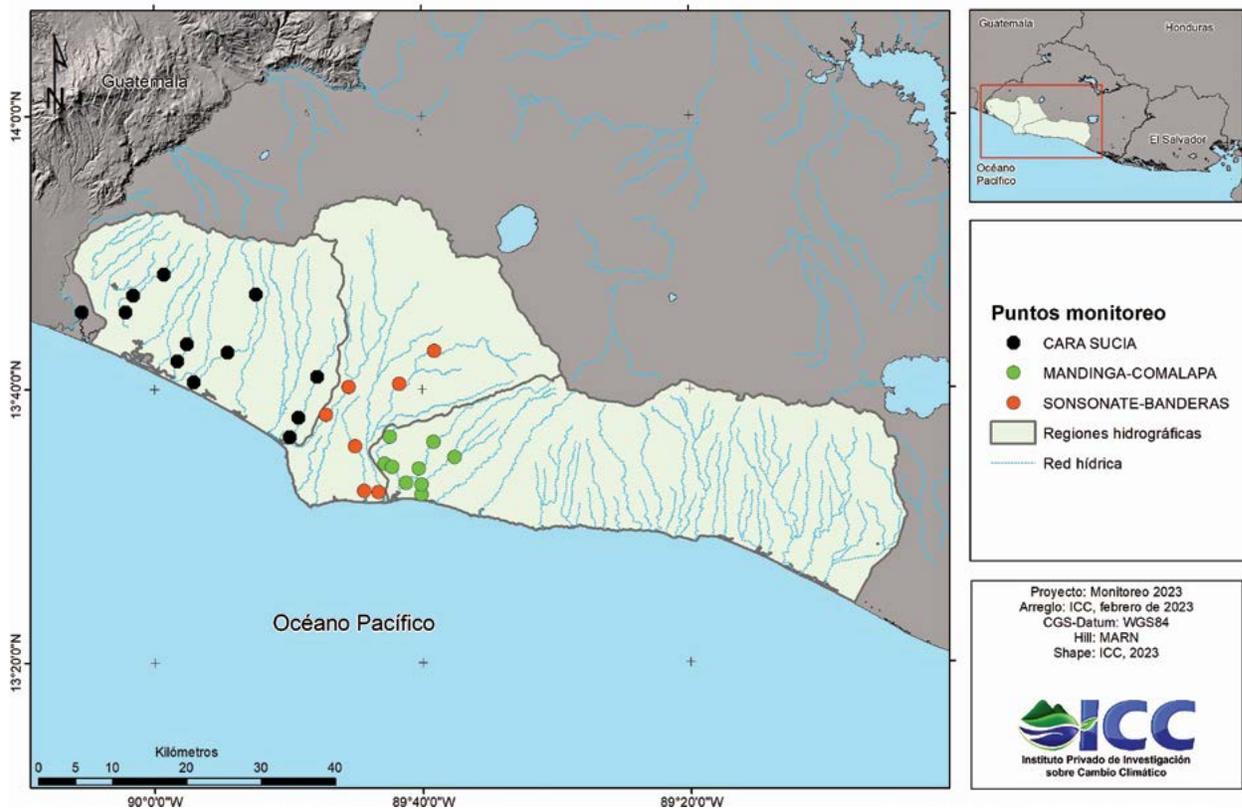


Figura 94. Puntos de monitoreo del caudal de los ríos Cara Sucia-San Pedro, Sonsonate-Banderas y Mandinga Comalapa.

En el tema de mitigación y gestión ambiental, se ha estimado la huella de carbono y huella hídrica para la zafra 2020-2021 de los Ingenios Central Izalco y Chaparrastique, siendo el tercer ejercicio que se realiza para CASSA en el tema, como también el primer año de prueba para la adopción de la aplicación del Sistema de Quemadas Controladas.

Un paso notable en 2022 ha sido el despegue del trabajo en restauración ecológica y adaptación al cambio climático, lo cual incluye también

procesos de divulgación y fortalecimiento de capacidades con personal técnico y gerencial de CASSA. Se han identificado las manifestaciones, efectos e impactos del cambio climático en la producción de caña de azúcar, mediante talleres de formación y consulta, con el propósito de desarrollar su estrategia de adaptación, y se ha continuado la restauración ecológica del bosque de ribera en la Cuenca del Río Aguacayo en la Bahía de Jiquilisco, mediante el esfuerzo cooperativo de CASSA y el ICC.

Trabajo en comunidades por proyecto colaborativo entre una empresa estadounidense, Grupo CASSA y el ICC

En el marco del Proyecto MAS, durante el año 2022 se realizaron seis capacitaciones en el tema de medio ambiente y cambio climático, tres talleres de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación, y una gira de intercambio en Guatemala. Esto se hizo con las seis comunidades ubicadas en tres Regiones Hidrográficas (RH) de la zona cañera de CASSA a lo largo del país (Figura 95): Vista Hermosa y Palo Combo (RH Mandinga Comalapa), El Carrizal y El Paraíso (RH Bahía de Jiquilisco) y La Pelota y El Cedral (RH Río Grande de San Miguel).

Además, se inició el proceso de restauración ecológica en 6.16 ha, abarcando 12 lotes en las seis comunidades, considerándose el trabajo cooperativo de restauración de las ADESCO,

CASSA y el ICC, e involucrando terrenos cedidos por CASSA para la conservación de la biodiversidad.

Cada comunidad elaboró su estrategia de adaptación basada en la Comunidad (EAbC), con medidas de reducción de vulnerabilidad y exposición, resiliencia y capacidad de adaptación, normativa y aspectos transformativos. Estas estrategias involucran los sectores agricultura, seguridad alimentaria, agua, biodiversidad, salud e infraestructura, en coherencia con las políticas nacionales y regionales de cambio climático, y serán gestionadas por comités comunitarios conformados para el efecto.

El Proyecto MAS fue implementado en El Salvador con el apoyo de la Empresa ED&F de los Estados Unidos de América, bajo la coordinación administrativa y técnica de CASSA y el ICC respectivamente; sentándose las bases para la gestión de más proyectos orientados a su implementación en el marco de la cadena de sostenibilidad a escala de paisajes.



Figura 95. Capacitaciones en comunidades beneficiadas del proyecto MAS.

12. Estudios e Investigaciones

Estudios finalizados en 2022

1. Actualización de las zonas inundables del sur de Guatemala utilizando sensores remotos
2. Actualización de modelos de erosión hídrica (USLE) del año 2021
3. Agroclima actual y futuro de la caña de azúcar en el sur de Guatemala
4. Análisis hidrológico superficial para la simulación de posibles áreas inundables en fincas de la parte baja de la cuenca María Linda
5. Caracterización y diagnóstico de las cuencas de Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Coyolate y Achiguate
6. Estimación de huella hídrica del banano del sur de Guatemala del año 2021
7. Estimación de huella hídrica del cultivo de caña de azúcar de Guatemala para la zafra 2021-2022
8. Estimación de huella hídrica en la producción de banano de la empresa Palo Blanco del año 2021
9. Estimación de la fijación de carbono en plantaciones y áreas bajo proceso de restauración
10. Estimación de la huella de carbono en la producción de banano de la empresa Palo Blanco
11. Estimación de la huella hídrica del cultivo de caña de azúcar del grupo CASSA para la zafra 2021-2022
12. Estrategia de mitigación de GEI para la reducción de la huella de carbono en la producción agroindustrial de azúcar de CASSA en El Salvador
13. Evaluación de la eficiencia biológica de hongos ostra *Pleurotus ostreatus* utilizando sometidos a cuatro tipos de sustratos y coloración de cobertura,
14. Evaluación de la tecnología en horticultura vertical y sustratos para la producción de biomasa foliar de tres especies comestibles del altiplano occidental
15. Evaluación del rendimiento de cuatro materiales nativos de maíz del altiplano expuestos a temperaturas extremas.
16. Hydrogeological investigation in coastal mangrove ecosystems of the Pacific coast of Guatemala
17. Identificación de riesgos climáticos en fincas productoras de caña de ingenio La Unión
18. Interacciones entre agua subterránea y agua superficial empleando Google Earth Engine en zonas priorizadas
19. Inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la producción independiente de banano de la costa sur de Guatemala del año 2021
20. Inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la producción de azúcar de Guatemala para la zafra 2021-2022
21. Inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en generación de energía eléctrica de Guatemala que se vende al sistema nacional zafra 2021-2022
22. Investigación sobre recurso genético (para sistemas agroalimentarios) y cambio climático en comunidades de la costa sur de Guatemala.

23. Plan de acción climática de los municipios de Antigua Guatemala y Nueva Concepción
24. Planes de manejo de las cuencas de los ríos Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Coyolate y Achiguate
25. Probabilidad de ocurrencia de la inversión térmica en la estación Trinidad Magdalena y Lorena
26. Recurso genético para sistemas agroalimentarios y cambio climático en comunidades de la costa sur de Guatemala
27. Resultados del monitoreo de los ríos de la vertiente del Pacífico durante la época seca del 2021 al 2022
28. Resumen meteorológico del año 2021 del sur de Guatemala
29. Tolerancia a escasez y exceso de agua en los cultivos de malanga y chufle
30. Uso del recurso de agrobiodiversidad para sistemas agroalimentarios y cambio climático en comunidades de la costa sur de Guatemala
31. Identificación de áreas potenciales para restauración forestal en las 14 cuencas del Pacífico de Guatemala
32. Estimación de carbono en árboles en paisajes de mosaico, cuencas ríos Acomé y Coyolate.

Artículos científicos publicados en 2022

1. Orrego León, E. A., González Batres N. C., Hernández Quevedo, M. P. (2022). La canícula y su comportamiento en Guatemala. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*, 6(1): 2-14.
2. Solano-Garrido, A., A. Guerra Noriega & F. Juárez-Padilla. (2022). El rol de la Red Nacional de Formación e Investigación Ambiental de Guatemala en la integración de la educación ambiental. *REMEA – Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental* 39(2):54-74.
3. Yax-López, P., Gómez Román, E., Noriega Elías, K., Espinoza Marroquín, F. (2021). Alternativas de adaptación para zonas agrícolas del Pacífico de Guatemala expuestas a inundaciones y sequía. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático-Yu'am*, 5(2): 4-21.

13. Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático (Yu'am)

Es una revista científica y de divulgación en formato digital sobre la investigación desarrollada en Mesoamérica que fue fundada por la Universidad del Valle de Guatemala, Rainforest Alliance, Defensores de la Naturaleza y el ICC. Actualmente es la revista oficial del Sistema Guatemalteco de Ciencias sobre Cambio Climático (SGCCC). Se publican

artículos científicos, notas de divulgación científica, infografías, reportajes y entrevistas; de esa manera se busca alcanzar una mayor audiencia, además de la académica. Se cuenta con un comité editorial internacional que revisa cada artículo. Generalmente se publica un volumen y dos números por año. Los temas que aborda la revista son: a) Biodiversidad, b) Manejo de recursos naturales, c) Manejo de áreas protegidas, d) Impacto del cambio climático en la región mesoamericana, e) Adaptación y mitigación ante el cambio climático, y f) Ordenamiento territorial y su relación al cambio climático. (Figura 97).



¡Escanea el código Qr y explora la revista!

14. Financiamiento 2022

El ICC cuenta con un financiamiento base y por tiempo indefinido que proviene del sector privado (guatemalteco y salvadoreño) a través de las cuotas ordinarias de sus asociados. Este hace posible llevar a cabo las investigaciones y acciones en campo con las mismas empresas y

con otros actores como los gobiernos locales y comunidades sin cobrar.

El presupuesto base se complementa con fondos para proyectos específicos provenientes de diversas fuentes como empresas, cooperación internacional, organizaciones no gubernamentales y fundaciones (Figura 96).

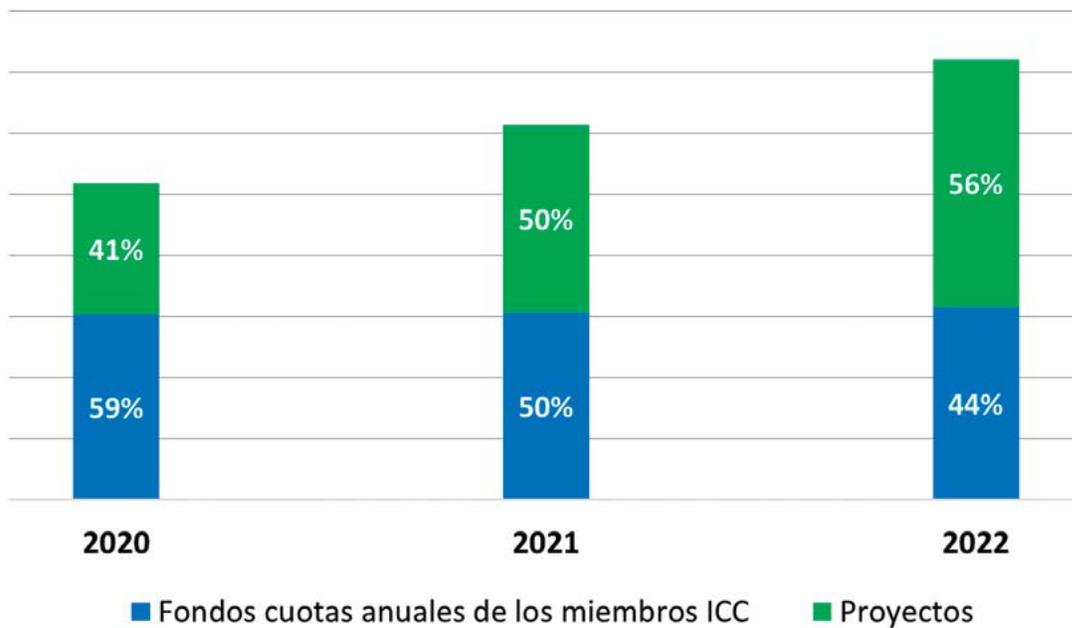


Figura 96. Comparación del financiamiento anual del ICC de los últimos tres años.

El ICC fue una de las organizaciones seleccionadas para recibir fondos de la Fundación Luis von Ahn

Esta fundación del reconocido científico y empresario guatemalteco Luis von Ahn hizo un análisis con el cual seleccionó a 18 organizaciones que recibirán apoyo financiero e institucional por cinco años. Los temas priorizados por la fundación y en los que trabajan estas organizaciones son la participación democrática, la igualdad de mujeres y jóvenes

y la conservación de la naturaleza. El ICC está entre las cinco organizaciones que trabajan en este último tema y que tienen como subtemas el cambio climático, la zona marino-costera, el manejo integrado de cuencas y la gestión de riesgo, entre otros.

La Fundación Luis von Ahn tiene un enfoque de trabajar que se basa en la confianza. Lo que busca es fortalecer a las instituciones que están haciendo un trabajo valioso en los temas priorizados para aumentar su impacto positivo. No se requiere de la burocracia habitual de los donantes y da libertad a las organizaciones en

el empleo de los recursos, siempre y cuando respondan a un plan estratégico, es decir, que se rijan por una visión de largo plazo y en un marco coherente.

Gracias a los fondos que recibimos en 2022 pudimos adquirir equipo para las investigaciones científicas (monitoreo del agua, una estación

meteorológica, un vehículo, computadoras, cámaras, entre otros), aumentar los recursos para una mayor cobertura en campo de las capacitaciones y de la reproducción de arbolitos en viveros, así como a la contratación de personal clave para hacer realidad el fortalecimiento institucional delineado por el Plan Estratégico ICC 2021-2026.



Figura 97. Parte del equipo adquirido con fondos de la Fundación Luis von Ahn: 1) Sonda de nivel; 2) Sonda multiparamétrica, y 3) MF pro.

15. Proyectos ejecutados durante el 2022

Cuadro 13. Proyectos ejecutados por el ICC durante el 2022

No.	Nombre del Proyecto	Fuente de Financiamiento	Período de Ejecución
1	Sistema de información de los ríos de la costa sur	Empresas de sectores bananero, azucarero y palmero	2016–2022
2	Implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y la reducción de la desnutrición infantil en comunidades y municipios del departamento de Sololá, Guatemala.	Programa ARAUCLIMA de la Cooperación Española (AECID)	2020–2022
3	Gestión ambiental de los miembros de la Asociación de Azucareros de Guatemala–ASAZGUA	Asociación de Azucareros de Guatemala–ASAZGUA	2018–2022
4	Elaboración de seis planes de manejo de cuenca e implementación de herramientas de manejo del paisaje.	Proyecto Cadena Volcánica Central–GEF–PNUD	2021–2022
5	Identificación de áreas potenciales para restauración forestal en las 14 cuencas del Pacífico de Guatemala	World Resources Institute (WRI)	2021–2022
6	Apoyo a la red de restauración de la costa sur	Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO)	2022
7	Análisis de riesgo de variedades de caña	Ingenio Pantaleon	2022
8	Estimación de carbono en árboles en paisajes de mosaico, cuencas ríos Acomé y Coyolate	World Resources Institute (WRI)	2022
9	Seguimiento a biodiversidad ISCC	Ingenio Pantaleon	2022
10	Estimación de huella hídrica y huella de carbono sector azucarero de El Salvador	Fundazucar El Salvador	2022–2023
11	Monitoreo de caída de pavesa en Sipacate, Escuintla	ASAZGUA	2022
12	Fortalecimiento Institucional ICC	Fundación Luis von Ahn	2022–2026
13	Manejo integral del paisaje en ocho municipios de la costa sur de Guatemala, para el mejoramiento de la resiliencia y la adaptación a los efectos del cambio climático	Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) y Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales y Ambiente en Guatemala (FCG)	2022–2023
14	Instalación de estación meteorológica en Sipacate, Escuintla	ASAZGUA	2022
15	Apoyo a la restauración del paisaje forestal del Suroccidente	Rainforest Alliance (RA)	2022–2025

No.	Nombre del Proyecto	Fuente de Financiamiento	Período de Ejecución
16	Diseño e implementación de un plan de restauración de paisaje para fincas de división de banano Fresh Del Monte-Izabal.	Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)	2022-2023
17	Plan para la gestión de la diversidad biológica en fincas de caña de azúcar.	Ingenio Palo Gordo	2022
18	Desarrollo de planes de acción climática para Nueva Concepción, Escuintla, y La Antigua Guatemala, Sacatepéquez	World Wildlife Fund (WWF)	2022
19	Evaluación de la diversidad biológica en pastizales	Ingenio Pantaleon	2022
20	Implementación de acciones de los planes de respuesta para la resiliencia a inundaciones en Iztapa y San José, Escuintla	World Wildlife Fund (WWF)	2022



16. Convenios

Cuadro 14. Convenios del ICC con otras Instituciones/Organizaciones

No.	Organización	Abreviatura	Período de Vigencia
1	Instituto Nacional de Bosques	INAB	2021–2025
2	Instituto Geográfico Nacional, parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	IGN–MAGA	2019–2023
3	Universidad de Tennessee en Knoxville	UTK	2019–2024
4	Proyecto “Promoviendo territorios resilientes en paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala”	Proyecto Volcanes–PNUD	2019–2025
5	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología	INSIVUMEH	2019 por tiempo indefinido
6	Pueblo Real y Asociación Civil Ambiental Xayá	Pueblo Real y ACAX	2021 por tiempo indefinido
7	Administrador del Mercado Mayorista	AMM	2021 por tiempo indefinido
8	Asociación Sotz’il	Sotz’il	2021 por tiempo indefinido
9	Centro de Desarrollo Integral	CEDIG	2021–2026
10	Asociación de Investigación y Estudios Sociales para el aporte a REDFIA	ASIES	2022–2023
11	Catholic Relief Services	CRS	2022–2026
12	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres	CONRED	2022–2026

17. Espacios institucionales en los que ICC participa

Cuadro 15. Espacios institucionales en los que el ICC participa

No.	Nombre del espacio	Año de inicio de participación
1	Salvemos el Manchón Guamuchal	Desde 2021
2	Mesas técnicas agroclimáticas del Suroccidente, Escuintla y Santa Rosa	Desde 2021
3	Comité Nacional de Ideas para una recuperación verde-GIZ	Desde 2021
4	Comité técnico asesor de cuencas	Desde 2021
5	Asociación Mundial del Agua / Global Water Partnership (GWP)	Desde 2020
6	Alianza por el agua	Desde 2020
7	Comité técnico asesor del proyecto Cadena Volcánica Central- GEF-PNUD	Desde 2020
8	CODEDE de Escuintla	Desde 2020
9	Grupo Técnico de Adaptación Basada en Ecosistemas (GTAbE)	Desde 2019
10	Plataforma regional de diálogo en gestión para la reducción de riesgo de los desastres	Desde 2019
11	Mesa temática del agua y bosque	Desde 2018
12	Comité técnico de Bonn Challenge (internacional)	Desde 2016
13	Mesas Técnicas de los ríos Madre Vieja, Achiguate, Ocosito y Los Esclavos	Desde 2016
14	Comités de agua	Desde 2016
15	Alianza Guatemalteca para el Manejo de los Suelos	Desde 2016
16	Mesa de restauración del paisaje forestal	Desde 2015
17	Red de restauración de la costa sur	Desde 2015
18	Mesa de mitigación del SGCCC	Desde 2015
19	Mesa de ciencias del clima	Desde 2014
20	Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático-SGCCC	Desde 2014
21	Red de formación e investigación ambiental (REDFIA)	Desde 2013
22	Plataforma nacional de diálogo en gestión para la reducción de riesgo de los desastres	Desde 2012



DESCARGAR EN PDF



ICC Cambio Climático

f @ t v in

Guatemala & El Salvador
 Centroamérica
www.icc.org.gt | www.icc.org.sv