



Instituto Privado de Investigación  
sobre Cambio Climático

# INFORME DE LABORES 2023





# INFORME DE LABORES 2023

Guatemala, julio de 2024

---

## 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). 2024.  
Informe de Labores 2023.  
Guatemala. 90 páginas.

ISSN: 2520-999X

---

### Diseño e impresión:



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

Portada y diagramación: Nancy Sánchez  
Revisión textos: Jaime Bran

Esta publicación fue impresa en julio de 2024.  
La edición consta de 200 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
Financiamiento 2023	6
Asamblea General 2023	8
Junta directiva 2023-2025	9
Consejo Consultivo ICC 2023	10
Equipo ICC 2023	11
Nuestro equipo y sus capacidades técnicas	15
Homenaje póstumo al Dr. Luis Alberto Ferraté Felice	16
Resumen del Director General	17
General Director's Summary	19
1. Gestión integrada del agua	21
2. Gases de efecto invernadero (GEI)	37
3. Gestión ambiental	45
4. Restauración y conservación de bosques	49
5. Biodiversidad	54
6. Adaptación comunitaria	60
7. Gestión de riesgo	63
8. Desarrollo de capacidades	65
9. Manejo integrado de cuencas	78
10. Investigaciones y artículos científicos realizados durante el 2023	83
11. Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático	85
12. Proyectos ejecutados durante el 2023	86
13. Convenios con otras instituciones y organizaciones	88
14. Espacios institucionales en los que el ICC participa	89



## 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

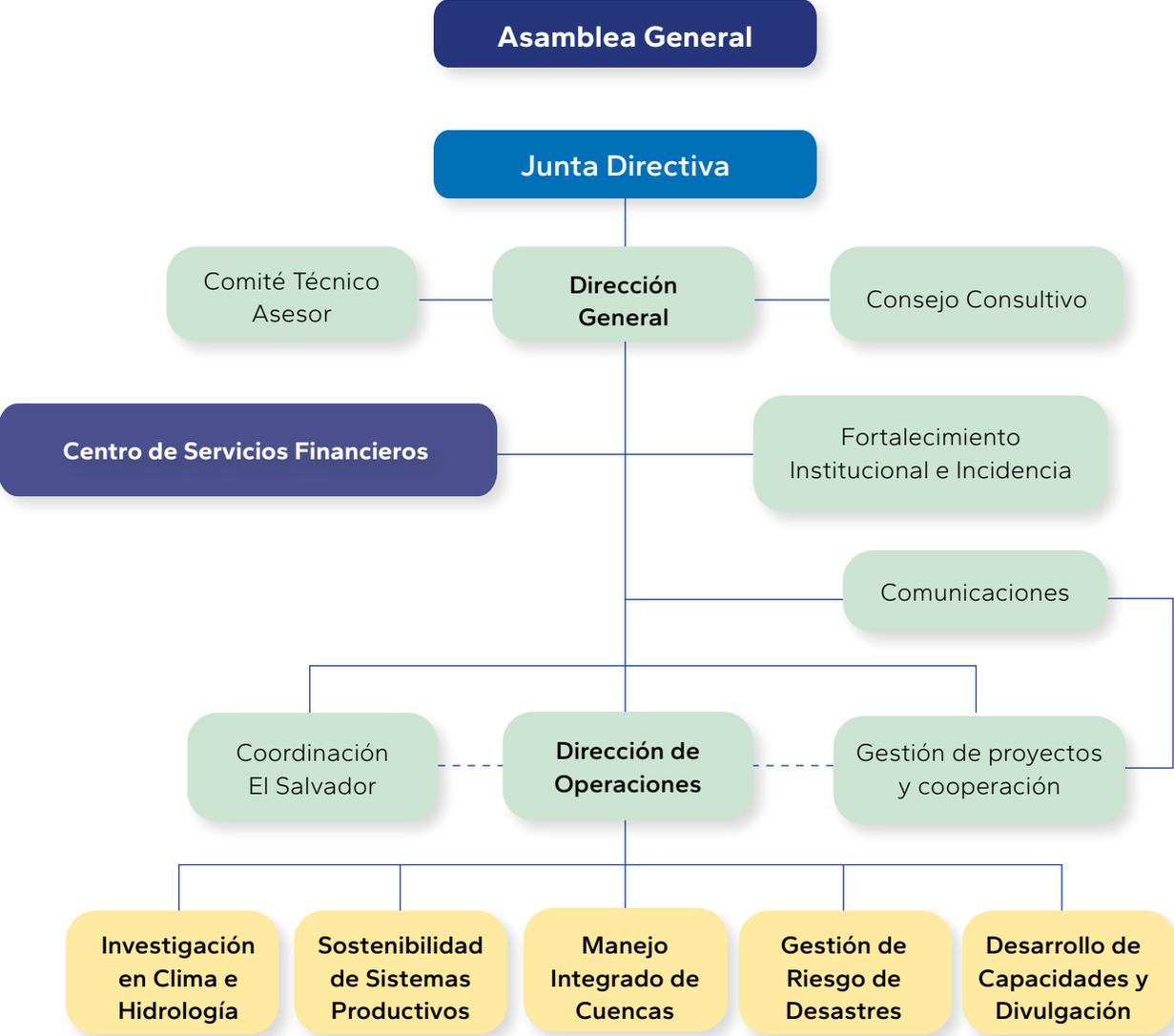
1. Fortalecimiento institucional
2. Incidencia y relacionamiento
3. Investigación científica



## 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

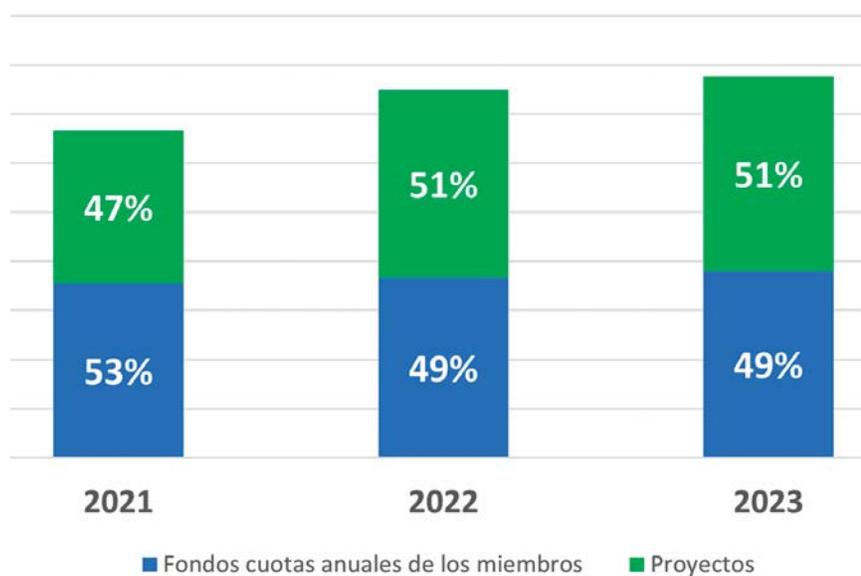


## Financiamiento 2023

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 tener líneas de trabajo a largo plazo, llevar a cabo las investigaciones y acciones en campo con las mismas empresas y

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

El presupuesto base se complementa con fondos para proyectos específicos provenientes de diversas fuentes como empresas, cooperación internacional, organizaciones no gubernamentales y fundaciones (Figura 1).



**Figura 1:** Comparación del financiamiento anual del ICC de los últimos tres años.



## Financiamiento de la Fundación Luis von Ahn

En 2023 recibimos financiamiento de la Fundación Luis von Ahn, lo cual nos permitió realizar investigaciones científicas y aumentar los recursos para el monitoreo del agua, para tener una mayor cobertura de nuestras acciones en campo y continuar con 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 y el Plan de Comunicación Estratégica.

La Fundación realizó una visita en campo para conocer el trabajo que desarrolla el ICC con el financiamiento que ellos nos brindan (Figura 2).



**Figura 2:** Visita de campo del personal de la Fundación Luis von Ahn.



## Asamblea General 2023

### 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 2023-2025

<b>Cargo</b>	<b>Representantes</b>
Presidente	Ing. Álvaro Ruiz
Vicepresidente	Ing. Herman Jensen
Secretario	Ing. Leonardo Cabrera
Tesorero	Ing. Mauricio Cabarrús / Ing. Erick Corado
Vocal Primero	Lcda. María Isabel Leal Suplente: Lic. Jorge Moreno
Vocal Segundo	Ing. Francis Bruderer Suplente: Licda. Alexandra Bruderer
Vocal Tercero	Lic. Julio Mérida / Ing. Alejandro Chacón
Vocal Cuarto	Ing. Luis Miguel Paiz
Vocal Quinto	Ing. Wilfredo Márquez Suplente: Ing. Melvi Roque
Vocales Adjuntos	Ing. Jorge Solares, Ing. Carlos Echeverría, Ing. Luis Pedro Tercero, Ing. Mario José Porras
Asesor Financiero	Lic. William Calvillo
Director General	Ph.D. Alex Guerra



## Consejo Consultivo ICC 2023

<b>Representante</b>	<b>Institución</b>
Ph.D. Edwin Castellanos	Universidad del Valle de Guatemala
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 ICC

## Equipo ICC 2023

Dirección General	Ph.D. Alex Guerra Noriega
Dirección de Operaciones	Ing. Luis Enrique Reyes García (hasta octubre)
Coordinador Nacional ICC en El Salvador	M.Sc. Francisco Soto Monterrosa
Asesor Institucional y Científico	Ph.D. Luis Alberto Ferraté Felice (hasta julio)
Técnicos de campo en El Salvador	Ing. Milton Tobar Castillo, Freddy Díaz
Gestor de Conocimiento técnico-científico	MSc. Elmer Adolfo Orrego León
Especialista en Gestión Integrada del Agua	MSc. Giovanni González Celada
Gestora de Desarrollo Institucional	Inga. Linda Mazariegos Guarchaj (desde julio)
Asistente de Dirección	Lcda. Sharon Arias de López (hasta octubre)
Secretaria y recepcionista	Vivian Aguilar (desde diciembre)
Asistente Institucional	Lcda. Gabriela Girón (hasta julio), Lcda. Alejandra Roesch (desde agosto)
Analista de Talento Humano	Lcda. Mailyn García Morales (desde marzo)
<b>Programa de Investigación en Clima e Hidrología</b>	
Coordinador	MSc. Juan Francisco Low Calle
Coordinadora del Sistema de Información de Ríos de la Costa Sur	Lcda. Lourdes Castilla Maldonado (hasta agosto), Inga. Amy Molina Estrada (desde septiembre)
Investigadora en Hidrología	Inga. Amy Molina Estrada (hasta agosto)
Investigador 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)	MSc. César Espinosa
Técnico en Meteorología	Elder Fernando Samayoa
Técnico en Análisis y Gestión de Información del Agua	Cristian René Ortiz
Investigador en Agua Subterránea	MSc. César Espinosa
Técnicos del Sistema de Información de Ríos de la Costa Sur	Eduardo García (hasta julio), Rover Ortiz Paz, José Raúl Sabán, Juan Francisco Díaz, José Eduardo Barrios, Ricardo Antonio López Ciciliano, Andrew Alexander Pérez Revolorio, Clinton Lucas, Joan López
<b>Programa Sostenibilidad en Sistemas Productivos</b>	
Coordinador	MSc. Marco Tax Marroquín
Investigador/a en Sostenibilidad de Sistemas Productivos	MSc. Carlos Humberto Rodríguez (hasta junio), Inga. Alma Santos Pérez (hasta enero)
Investigador en Manejo de Suelo y Agua	Ing. Luis Enrique Gómez (junio a noviembre)
Técnico en Sostenibilidad de Sistemas Productivos	Ing. Walter Sazo Martínez
Investigadora en Diversidad Biológica	Lcda. Anna Rocío León
Técnico en monitoreo de pavesa	Denis Armando Contreras

### Programa Manejo Integrado de Cuencas

Coordinador	Ing. Juan Andrés Nelson Ruiz
Profesional Jr. en Conservación y Restauración de Bosques	Ing. Luis Enrique Gómez (febrero a mayo)
Técnico en Restauración Forestal en el Altiplano	Dulce Karoline Poz Marroquín
Técnico en Restauración Forestal - Sur Occidente	Luis Jacob López López
Técnico del Programa Manejo Integrado de Cuencas - Sur Oriente	Ing. Alejandro Paniagua Estrada
Técnico en Gobernanza e Información del Agua	Cristian Ortiz
Especialista en Acuicultura y Calidad del Agua	Lic. Gabriel Rivas Say
Técnicos Forestales	Astrid Ibáñez, Javier Hernández

### Programa Gestión de Riesgo de Desastres

Coordinador	MSc. German Alfaro Ruiz
Técnico en Gestión de Riesgos	Lic. Francisco Fuentes González

### Programa Desarrollo de Capacidades

Coordinador	PhD. Pablo Yax López
Técnico en Adaptación Climática	Ing. Kevin 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 (hasta marzo)
Gestora de Proyectos	Inga. Lynn Nicté Silvestre (desde agosto)
Comunicador Social	Lic. Berny Ortega González
Consultor especialista en zona marino-costera	Lic. Victor Gudiel

### Personal administrativo y financiero

Contadora General	Lcda. Silvia Castillo
Especialistas de contabilidad	Esdras Miza Ajpuac, Humberto Cifuentes Sandoval
Auxiliares de contabilidad	Carlos Boror Chiroy, Borys López Quezada, Carlos Galindo Estrada, Carlos Pérez Ramírez, Henry Sinay Aldana, Julio Mazariegos Mejía, Luis López Sánchez, Mario Colop García, Marvin Gómez López, Ruddy Chay Aguilar, Edgar Rivas Hernández
Asistente de contabilidad	Marvin Ortiz Gudiel
Gestor administrativo	Lic. Yuver Barillas González
Asistentes administrativos	Orquídea Pérez Matzir, Lcda. Katherine Urruela (desde julio), Gabriel Contreras (marzo a junio)
Practicante en administración	Bryan Franco
Apoyo en campo y oficinas	Conrado Gámez Rivera, Darío Guarchaj, Cristian Argueta, Silvia Margarita Coyán, Kimberly González, Sandra Maldonado

### Evaluación de cumplimiento de las normativas ambientales del Azúcar de Guatemala, zafras 2022-2023 y 2023-2024

Coordinador	Ing. Geser González
Técnico 2023 - 2024	Inga. Claudia Alvarado
Técnico 2023 - 2024	Ing. Nelson Medrano
Técnico 2022 - 2023	Inga. Lynn Nicté Silvestre

### Personal en Proyectos

#### Contribuyendo a paisajes socio-ecológicos resilientes ante el cambio climático para la prosperidad y nutrición familiar en Guatemala y El Salvador financiado por AECID en el marco del programa ARAUCLIMA

**Financiado por:** Programa ARAUCLIMA de AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo)

Coordinador	Ph.D. Pablo Yax López
Coordinador El Salvador	MSc. Francisco Soto
Técnicos de Adaptación	Ing. Kevin Noriega Elías, Rolando Chumil (hasta octubre), Regina Ajcalón Samines (desde noviembre)
Asistente técnico	Antonio Carrillo Puac
Practicantes	Bryan Alberto Soloc Tupul, Josué Valenzuela

#### Apoyo a la Red de Restauración de la Costa Sur, Capítulo GLFx-CIFOR Costa Sur Guatemala

**Financiado por:** La Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO)

Coordinadora	MSc. María Andrea Bolaños (hasta marzo), Inga. Lynn Nicté Silvestre (desde agosto)
Comunicación y diseño del capítulo	Lic. Berny Fernando Ortega, Lcda. Julissa Zepeda
Secretaría técnica de la Red de Restauración - ICC	Javier Hernández

#### 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
Profesional Jr. en Conservación y Restauración de Bosques	Ing. Luis Enrique Gómez (hasta mayo)
Técnicos forestales	Ing. Alejandro Paniagua, Javier Hernández

#### Apoyo a la restauración del paisaje forestal de suroccidente

**Financiado por:** Rainforest Alliance

Coordinador	Ing. Juan Andrés Nelson
Profesional Jr. en Conservación y Restauración de Bosques	Ing. Luis Enrique Gómez (hasta mayo)
Técnicos forestales	Luis Jacob López López, Astrid Ibáñez

**Estimación de la huella hídrica y huella de carbono del Sector Azucarero de El Salvador**  
**Financiado por:** FUNDAZUCAR El Salvador con cofinanciamiento de GIZ

Coordinador MSc. Marco Tax Marroquín

Especialista en huella de carbono MSc. Carlos Humberto Rodríguez

Consultora MSc. Aura Rodríguez

**Estrategias AbE y gestión de territorio para reducir la vulnerabilidad en la microcuenca Xayá-Coyolate**  
**Financiado por:** Fondo Verde del Clima a través de UICN

Coordinador Ing. German Serech Reyes

Técnico Forestal Imelda Argueta Pérez

Técnico Agroforestal Fredy Teleguario Velásquez

**Fortalecimiento en el Manejo Integrado de la subcuenca del río Bolas**  
**Financiado por:** WWF / Coca Cola - Los Volcanes

Coordinador Forestal Ing. Juan Andrés Nelson

Coordinador Gobernanza Recurso Hídrico M.Sc. Giovanni González Celada

**Manejo de inundaciones basado en la naturaleza. Guía Verde Inundaciones**  
**Financiado por:** el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)

Coordinador MSc. German Alfaro Ruiz

Técnico en Gestión de Riesgos Lic. Francisco Fuentes González

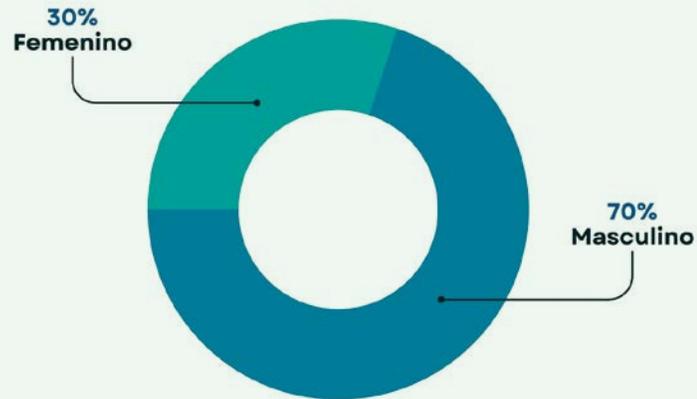
**Personal del ICC que cumplió 5 o 10 años de labores en 2023**

5 años Kimberly González, Kevin Manolo Noriega, Luis Enrique Gómez

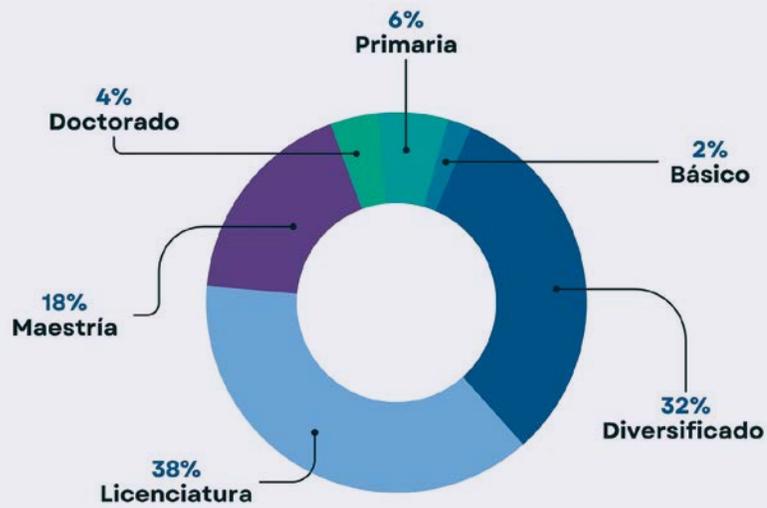
10 años Sharon Arias

## Nuestro equipo y sus capacidades técnicas

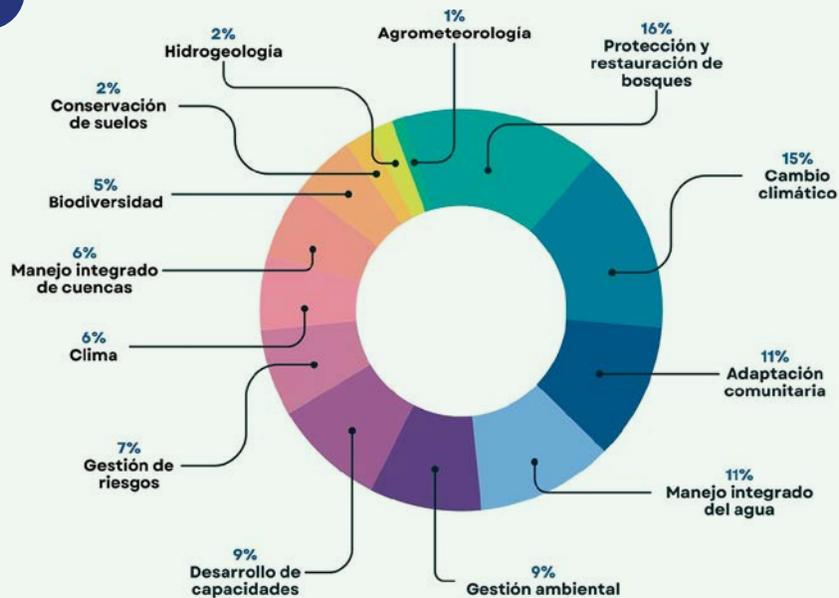
### Hombres y mujeres



### Nivel académico



### Experiencia y formación



## “Una vida dedicada a la ciencia y a la naturaleza”

### *Homenaje póstumo al Dr. Luis Alberto Ferraté*

El Dr. Luis Alberto Ferraté Felice inició su relación formalmente con el ICC en el 2012 como asesor científico y como miembro del Consejo Consultivo. Fue fundamental para el desarrollo institucional y científico del instituto, siendo sus aportes en investigación aplicada, una guía para mucho del trabajo que hoy se realiza.

Fue un geógrafo de profesión apasionado por su trabajo que siempre demostró un gran amor por la naturaleza y por Guatemala. Estudió en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el Instituto de Ciencias de la Tierra y Estudios Espaciales (ITC) en Países Bajos y en la Universidad de Oregón en Estados Unidos, instituciones en donde se especializó principalmente en ambiente y geografía.

Antes de formar parte del equipo del ICC, el Dr. Ferraté fue ministro de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, director del Departamento de Geografía del Instituto Geográfico Nacional y director de Investigaciones Geográficas del Instituto Nacional Forestal de Guatemala, entre otros. Además, fue consultor ambiental para diversas organizaciones internacionales y desarrolló estudios en comunicación y ciencias sociales, gestión y planificación ambiental, vulnerabilidad territorial y sistemas de áreas protegidas. Su destacado trabajo lo llevó a ser condecorado con la medalla presidencial de medio ambiente en 2006 y con la orden del quetzal en grado de gran cruz en 2010.

En 2023, el Dr. Ferraté culminó su vida en la tierra dejando un sentimiento profundo de tristeza, pero a la vez, un sentimiento de agradecimiento por haber sido un ejemplo de vida como persona y como un profesional con genuina vocación y rigor científico. En el ICC siempre se reconocerá su trabajo, dedicación y esfuerzo, y se resaltarán una gran admiración hacia su liderazgo, visión y filosofía ambiental.

*Muchas gracias por todo Dr. Ferraté.*





## Resumen del Director General

---

Cada año tiene eventos sobresalientes que nos hacen recordarlos. El año 2023 fue marcado por los efectos del fenómeno de El Niño, que inició oficialmente en junio y significó una reducción importante en las lluvias y un aumento de la temperatura. Esto causó estrés en los cultivos, los bosques y los cuerpos de agua, que se vieron afectados aún más en la temporada seca iniciada en noviembre. El otro evento que marcó 2023 fue la partida del Dr. Luis Ferraté Felice, posiblemente la persona más entusiasta y orgullosa del trabajo que hace el ICC. Fue un ejemplo como persona y como profesional, abogando por la ética y el respeto a la vida y el amor a la ciencia, lo cual dejó un legado en nuestra institución.

El año 2023 fue el tercero de implementación del Plan Estratégico 2021-2026. Los avances más importantes se relacionan al fortalecimiento institucional, especialmente a través de la creación de nuevas plazas y de subir el nivel de otras, así como a mejorar la gestión del talento humano. Geográficamente, a pesar de que nuestra visión indica que tenemos presencia a nivel mesoamericano, hemos decidido enfocar nuestros esfuerzos en Guatemala y El Salvador.

Seguimos reforzando nuestro trabajo en torno al agua. A través de este recurso es que estamos viviendo los impactos más importantes del cambio climático, lo cual también se debe a que tenemos un rezago en la gestión integrada del agua. El mayor aporte es en cuanto al monitoreo y la gestión de los ríos de la costa sur de Guatemala. El trabajo lo desarrollamos en 28 ríos, incluyendo los principales y muchos de los tributarios. También continuamos el monitoreo de la calidad del agua en 58 puntos de 18 ríos a través de 20 parámetros físicos, químicos y microbiológicos. El agua subterránea es otro tema de trabajo en donde resalta el monitoreo de 451 pozos artesanales en la costa sur y la investigación que se realiza en conjunto con el programa GroundwatCH que incluye a tres universidades europeas. El ICC contribuyó a la organización y al desarrollo del II Congreso Nacional de Recursos Hídricos celebrado en agosto.

Nuestra red de estaciones meteorológicas automáticas sigue fortaleciéndose. Un avance importante fue el inicio de operaciones de tres nuevas estaciones en El Salvador como inversión del Grupo CASSA, con la que ya suman 9 en el país y 43 tomando en cuenta las de Guatemala. Asimismo, ha habido mejoras en el manejo del Sistema de Información Hidrometeorológica, lo cual permite facilitar el control de calidad y la utilización de los datos. Aquí resaltamos el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Colombia.

Continuó el apoyo al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala en cuanto al manejo integrado de cuencas. Al 2023 se habían conformado 10 mesas técnicas de las cuencas de los ríos del Pacífico. Resalta el interés que han mostrado los distintos actores locales de las cuencas en abordar las problemáticas identificadas. Por tal razón, se crearon comisiones de trabajo por temas en varias de las cuencas, implementando en campo algunas actividades.

El trabajo con los recursos forestales sigue teniendo una importancia grande para el ICC. Este año, en los viveros manejados en conjunto con socios reproducimos 1.3 millones de arbolitos, con los cuales pasamos los 10 millones en 13 años para la reforestación de las cuencas del Pacífico guatemalteco en partes altas, medias y bajas. También continuamos apoyando la conservación de bosques en la parte alta de algunas cuencas. El trabajo con la diversidad biológica sigue aumentando e incluye estudios de flora y fauna en fincas, así como estrategias para conservar lo que existe y facilitar la recuperación de lo que se ha perdido. El ICC es socio de un consorcio liderado por Defensores de la Naturaleza que recibirá fondos de USAID por 5 años para trabajar en la temática y tendrá el liderazgo para la zona marino-costera.

Nuestro trabajo aumenta cada vez más en cuanto a la huella de carbono y la huella hídrica de distintos productos agrícolas y agroindustriales. Hacemos estimaciones de las huellas de carbono e hídrica



para la caña de azúcar, el azúcar, el banano, el plátano y el aguacate. También estimamos las emisiones de la electricidad generada por los ingenios guatemaltecos y por el Grupo CASSA de El Salvador. Algo a resaltar en 2023 es que se hizo la primera estimación de las huellas de carbono e hídrica para todo el sector azucarero salvadoreño de acuerdo con un requerimiento de Fundazúcar El Salvador. Los estudios están sirviendo de base para elaborar estrategias y planes de reducción de las huellas.

Contribuimos a la lucha contra el cambio climático a través del desarrollo de capacidades de distintos grupos de la población en Guatemala y El Salvador. Esto lo hacemos a través de diplomados, cursos, talleres, seminarios y congresos. Estos últimos los organizamos en conjunto con otras entidades. En 2023 participamos como expositores o instructores en eventos como el Foro Agroalimentario de

México y el Curso de Cambio Climático y sus implicaciones para la Seguridad en América Latina y el Caribe, organizado por el William Perry Center de la Universidad de la Defensa en Washington DC. La gestión de riesgo de desastres es un área clave dentro de las capacitaciones.

Como siempre, me parece justo terminar resaltando que todo nuestro trabajo se realiza en colaboración con otras entidades y gracias a los recursos brindados por nuestros miembros y otros donantes. Lo que verá en este informe es producto de un esfuerzo colectivo, liderado o conducido por el ICC pero apoyado y respaldado por una larga lista de empresas, organizaciones gubernamentales, municipalidades, ONGs, comunidades y la cooperación internacional. Es necesario aumentar la escala de este tipo de acciones para que realmente podamos como sociedades enfrentar los cambios que ya estamos viendo y que aumentarán a futuro.



## General Director's Summary

---

Every year is marked by special events that determine how we remember them. The year 2023 was marked by the effects of the El Niño phenomenon, which officially began in June and led to a significant reduction in rainfall and an increase in temperature. This caused stress in crops, forests and bodies of water, which were further affected in the dry season that began in November. The other event that marked 2023 was the passing of Dr. Luis Ferraté Felice, possibly the person most enthusiastic and proud of the work that the ICC does. He was an example as a person and as a professional, promoting ethics and respect for life and love for science, which left a legacy in our institution.

The year 2023 was the third year of implementation of the 2021-2026 Strategic Plan. The most important advances are related to institutional strengthening, especially through the creation of new positions and raising the level of others, as well as improving human talent management. Geographically, although our vision indicates that we work at the Mesoamerican level, we have decided to focus our efforts on Guatemala and El Salvador.

We continue to strengthen our work around water. It is through this resource that we are experiencing the most important impacts of climate change, which is also caused by the lack of integrated water management. Our greatest contribution is through monitoring and management of the rivers of the Pacific lowlands of Guatemala. We carried out the work in 28 rivers, including the main ones and many of their tributaries. We also continue monitoring water quality at 58 points in 18 rivers through 20 physical, chemical and microbiological parameters. Groundwater is another work area where I highlight the monitoring of 451 artisanal wells on the south coast. The research is carried out in conjunction with the GroundwatCH program that includes three European universities. The ICC contributed to the organization and development of the II National Congress of Water Resources held in August.

Our network of automatic weather stations keeps growing strong. A highlight was the start of operations of three new stations in El Salvador through investment of the CASSA Group, with which there are now 9 in the country and 43 including those in Guatemala. Likewise, there have been improvements in the management of the Hydrometeorological Information System, which facilitates quality control and data use. Here we highlight the support of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), based in Colombia.

Support continued to the Ministry of Environment and Natural Resources of Guatemala regarding integrated watershed management. By 2023, 10 watershed technical roundtables for the Pacific region had been formed. The interest that the different local actors in the watersheds have shown in addressing the identified problems is noteworthy. For this reason, work commissions were created by themes in several of the watersheds, implementing some activities in the field.

Work with forest resources continues to be of great importance to the ICC. This year, in the nurseries managed together with partners, we reproduced 1.3 million saplings, with which we passed the 10 million saplings mark in 13 years for the reforestation of the Guatemalan Pacific basins in the upper, middle and lower parts. We also continue to support forest conservation in the upper part of some watersheds. Work on biological diversity continues to increase and includes studies of flora and fauna on farms, as well as strategies to conserve the existing ones and facilitate the recovery of what has been lost. The ICC is a partner in a consortium led by Defensores de la Naturaleza that will receive funds from USAID for 5 years to work on biodiversity. The ICC will be in charge of the work in the marine-coastal zone of the Pacific.

Our work is increasing in terms of the carbon footprint and water footprint of different agricultural and agro-industrial products. We make estimates of carbon and water footprints for



sugarcane, sugar, banana, plantain, and avocado. We also estimate the emissions from electricity generated by Guatemalan mills and by the CASSA Group of El Salvador. Something to highlight in 2023 is that the first estimate of the carbon and water footprints was made for the entire Salvadoran sugar sector in collaboration with Fundazúcar El Salvador. The studies are being used as basis for developing strategies and plans to reduce footprints.

We contribute to the fight against climate change through the development of capacities of different population groups in Guatemala and El Salvador. We do this through courses, workshops, seminars, and conferences. We organize the latter together with other entities. In 2023 we participated as speakers or instructors in events such as the

Mexican Agri-Food Forum and the Course on Climate Change and its implications for Security in Latin America and the Caribbean, organized by the William Perry Center of the Defense University in Washington DC. Disaster risk management is a key area within training activities.

As always, it is only fair to highlight that all our work is done in collaboration with other entities and thanks to the resources provided by our members and other donors. What you will see in this report is the result of collective efforts, led or conducted by the ICC but supported by a long list of companies, government organizations, municipalities, NGOs, communities and international aid agencies. It is necessary to increase the scale of this type of actions so that we as societies can really face the changes that we are already seeing and that will increase in the future.

# 1

## Gestión integrada del agua

### Sistema de información de ríos de la costa sur de Guatemala

Desde 2017, el sistema genera, traduce, transfiere y utiliza información para ayudar a los usuarios del agua a tomar decisiones y a coordinar acciones que permitan gestionar adecuadamente el recurso hídrico y garantizar que el agua llegue hasta su desembocadura en el océano Pacífico durante la época seca.

**28** ríos son monitoreados en la costa sur de Guatemala.

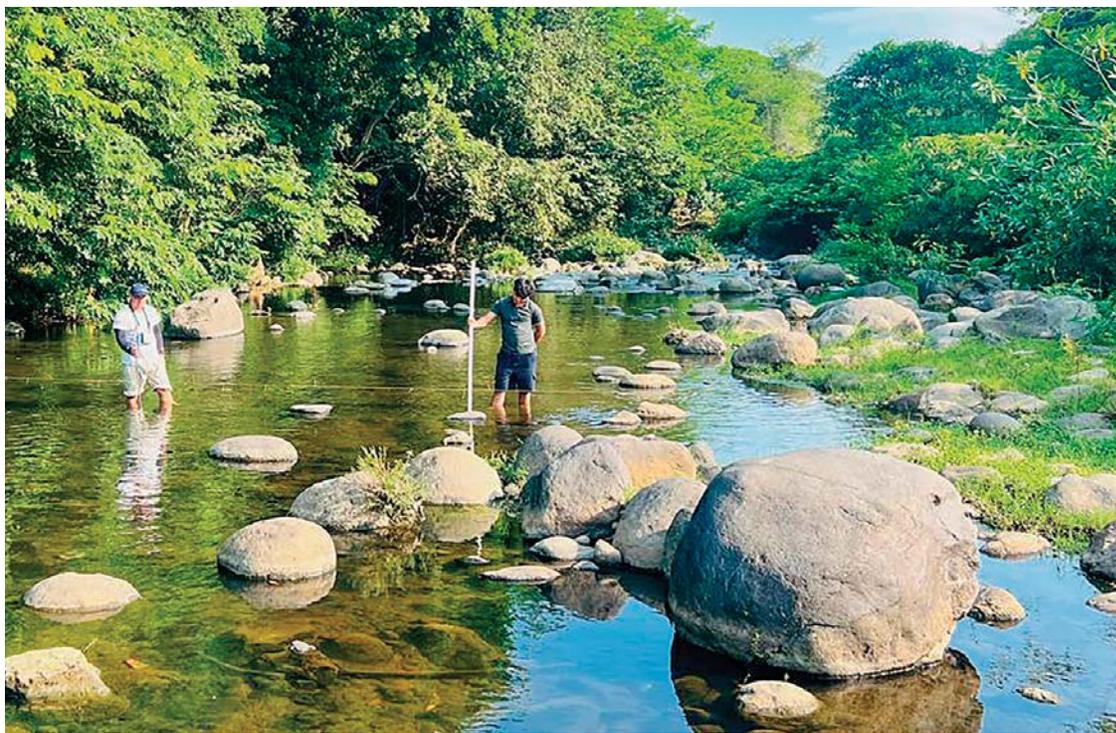
En 2023, a través de siete equipos de medición en campo con molinetes de alta precisión, el sistema recolectó datos en más de 444 puntos de monitoreo y realizó cerca de 7,107 aforos en 28 ríos principales de 11 cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico (Figura 3).



**Figura 3:** Medición de caudal en ríos de la vertiente del Pacífico de Guatemala.

Mientras tanto en El Salvador, durante la temporada seca 2022-2023 se monitorearon 15 ríos dos veces al mes. Estos se ubican en el occidente del país y son los siguientes: Zanjón del Aguacate, Cara

Sucia, Cuilapa, El Naranjo, El Rosario, La Barranca, Cenizas, Chimalapa, Banderas, Mandinga, Los Dos Ríos, Apancoyo, El Naranjo, Jalponga, Aguacayo (Figura 4).



**Figura 4:** Medición de caudal en ríos de El Salvador.

## Estaciones hidrométricas

La red de estaciones hidrométricas del ICC inició en 2017 para conocer más sobre el estado de los ríos y el recurso hídrico, en general, utilizando nuevas tecnologías. Estas generan información sobre el nivel del agua en el río, que a través de una fórmula se convierte en caudal. La información se envía automáticamente a nuestros servidores por medio de señal celular GPRS cada quince minutos.

En 2023 se instalaron dos nuevas estaciones en el departamento de Escuintla, la primera llamada “San Juan La Selva” se instaló en la desembocadura del río Coyolate, entre los municipios de Sipacate y Nueva Concepción (Figura 5) y la segunda llamada “Las Conchas” está ubicada sobre el río María Linda en Iztapa.



**Figura 5:** Presentación de la estación hidrométrica San Juan La Selva.

## Red de estaciones meteorológicas ICC

Desde el 2011, el ICC se encarga de administrar la red de estaciones meteorológicas que el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICANÁ) inició en 1997. Desde el 2019, es una red transnacional, ya que se instalaron estaciones en El Salvador. Para el 2023, la red contaba con 43 estaciones meteorológicas automáticas, 34 en la costa sur de Guatemala y nueve en El Salvador (Figura 6).

En El Salvador, con el objetivo de impulsar el monitoreo meteorológico en la región, así como la buena gobernanza en el manejo sostenible de cultivos, bosques y sistemas agroforestales asegurando la biodiversidad natural y cultural del territorio, la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA) instaló tres nuevas estaciones: Miravalle, El Cipitillo y San Idelfonso, las cuales entraron en operación en agosto.

**43** son las estaciones meteorológicas automáticas instaladas en Guatemala y El Salvador

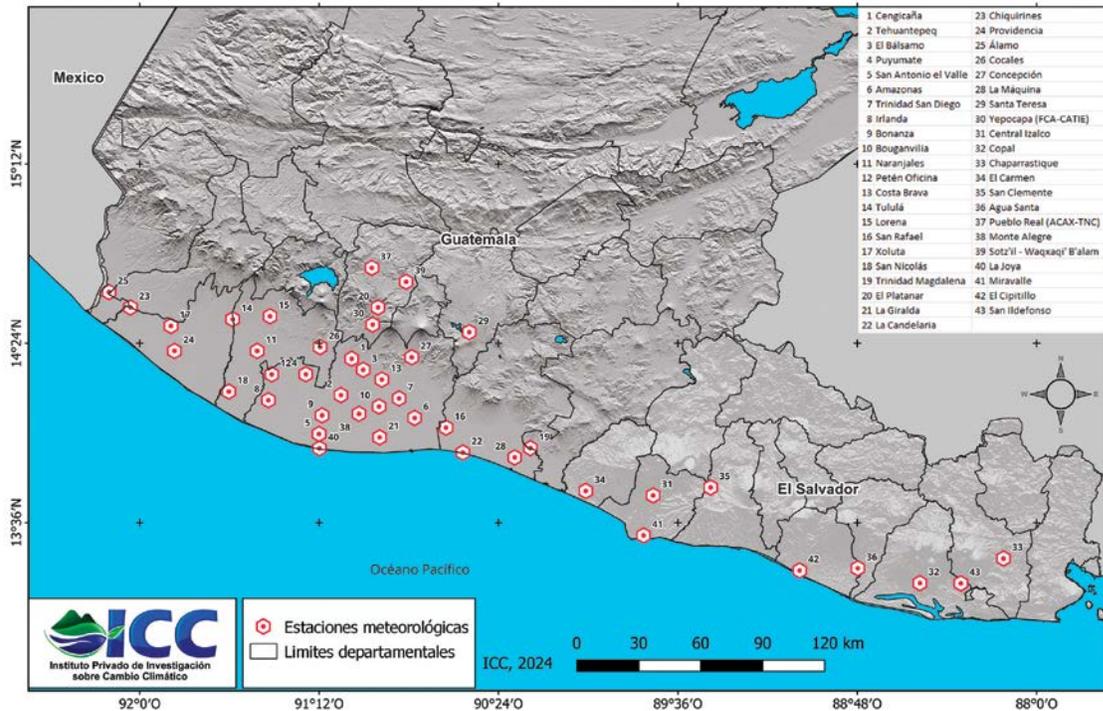


Figura 6: Red de estaciones meteorológicas del ICC.

Una estación meteorológica automática cuenta con distintos sensores que se encargan de medir variables meteorológicas y transmitir las cada 15 minutos (Figura 7). Esta información permite la toma de decisiones para el manejo de cultivos o para la gestión del riesgo de desastres por inundaciones, así como generar estudios sobre el clima y la meteorología. La ubicación de las estaciones se selecciona cuidadosamente ya que es un factor clave para registrar el comportamiento de las variables a lo largo de la región.



Figura 7: Estación meteorológica Chaparrastique, San Miguel, El Salvador.

Las estaciones meteorológicas del ICC tienen tres componentes principales: obra civil, sistema de pararrayos y sensores. La obra civil es el soporte físico donde se instalan los otros componentes de la estación, así como el perímetro de seguridad. El sistema de pararrayos minimiza el riesgo de daño en los sensores por el impacto de rayos durante las tormentas habituales en la costa sur. Los sensores se encargan de registrar y transmitir la información de las variables: temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitación, mojadura de hoja, velocidad y dirección del viento (Figura 8).

### Sistema de Información Meteorológica (REDMET)

Este sistema contiene la información meteorológica generada por la red de estaciones. Su interfaz permite la descarga y visualización de la información generada cada 15 minutos, así como se puede consultar el registro histórico a nivel día, mes y año para cada una de las estaciones. Se puede acceder a través de la página: [www.redmet.icc.org.gt](http://www.redmet.icc.org.gt) (Figura 9).



**Figura 8:** Sensores de medición de variables meteorológicas.



Figura 9: Interfaz de consulta y visualización de variables meteorológicas en diferentes estaciones.

Los datos meteorológicos son sometidos semanalmente a controles de calidad, donde se corrigen posibles errores que surgen durante la generación y transmisión de la información. Adicionalmente, se realiza un mantenimiento físico mensual de las estaciones para prevenir fallas de funcionamiento en el equipo y evitar que se creen vacíos de información.

### Generación de información climática especial

Como parte de la generación de información en tiempo real, se ha elaborado una herramienta

de visualización de datos climáticos a través de POWER BI (Microsoft), que permite crear informes interactivos y dinámicos de fácil comprensión. En la página (<https://icc.org.gt/es/mapadeprecipitacion/>) se pueden encontrar trece visualizaciones de datos meteorológicos utilizando esta herramienta (Figura 10).

En resumen, esta herramienta presenta eficazmente datos meteorológicos complejos de una manera clara, fácil de entender y permite al usuario explorar los datos de diferentes maneras y obtener una comprensión más profunda de los patrones climáticos en Guatemala.



Figura 10: Interfaz de visualización de información especial en diferentes estaciones a través de POWER BI.

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

En 2023 se continuó con la red de monitoreo de isótopos naturales en precipitación establecida en 2018 en asociación con la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA). Esta red cuenta con cinco puntos de monitoreo ubicados en Tecpán Guatemala y San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango, Santa Lucía Cotzumalguapa (dos puntos de monitoreo) y Sipacate en Escuintla. Las muestras se recolectan de manera mensual por el equipo técnico del ICC, almacenada y enviada a los laboratorios de la AIEA en Viena, Austria, para su análisis. Los datos finales son reportados en la página oficial de la GNIP (<https://nucleus.iaea.org/wiser/explore/>).

## Estudios del agua subterránea

Dentro de las regiones de interés en agua subterránea, el ICC monitorea e investiga los sistemas hidrogeológicos más relevantes en la planicie costera del Pacífico guatemalteco. Estas investigaciones se realizan en colaboración con el Instituto Superior Técnico de la Universidad de Lisboa en Portugal y el consorcio del programa de maestría Erasmus Mundus sobre Agua Subterránea y Cambio Global (GroundwatCH).

Las investigaciones realizadas hasta la fecha han permitido caracterizar gran parte del modelo hidrogeológico conceptual. Se han definido las propiedades físicas del sistema acuífero del abanico aluvial asociado a los volcanes de Fuego y Acatenango (FAF), su hidrogeoquímica y cómo el sistema interactúa entre su componente superficial y subterráneo.

Sin embargo, el balance de agua que permita conocer la disponibilidad del recurso no se ha estimado con precisión y por tanto para el 2023, el ICC en conjunto con el programa GroundwatCH, estimó la recarga directa de agua subterránea para el FAF. El objetivo principal de la investigación fue estimar la recarga considerando las condiciones meteorológicas del año hidrológico 2021-2022 (año La Niña) en las cuencas de los ríos Achiguate, Acomé y Coyolate.

La metodología propuesta, resalta como método de estimación el modelo físico distribuido de balance de agua WetSpaas-M. Otros dos métodos se utilizaron para validar el modelo. Uno fue el cálculo de recarga por medio de un balance de cloruro y el segundo recurrió al uso de los trazadores ambientales  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$  para la identificación de zonas de recarga. La Figura 11 muestra la recolección de agua de lluvia para el análisis de los parámetros mencionados.



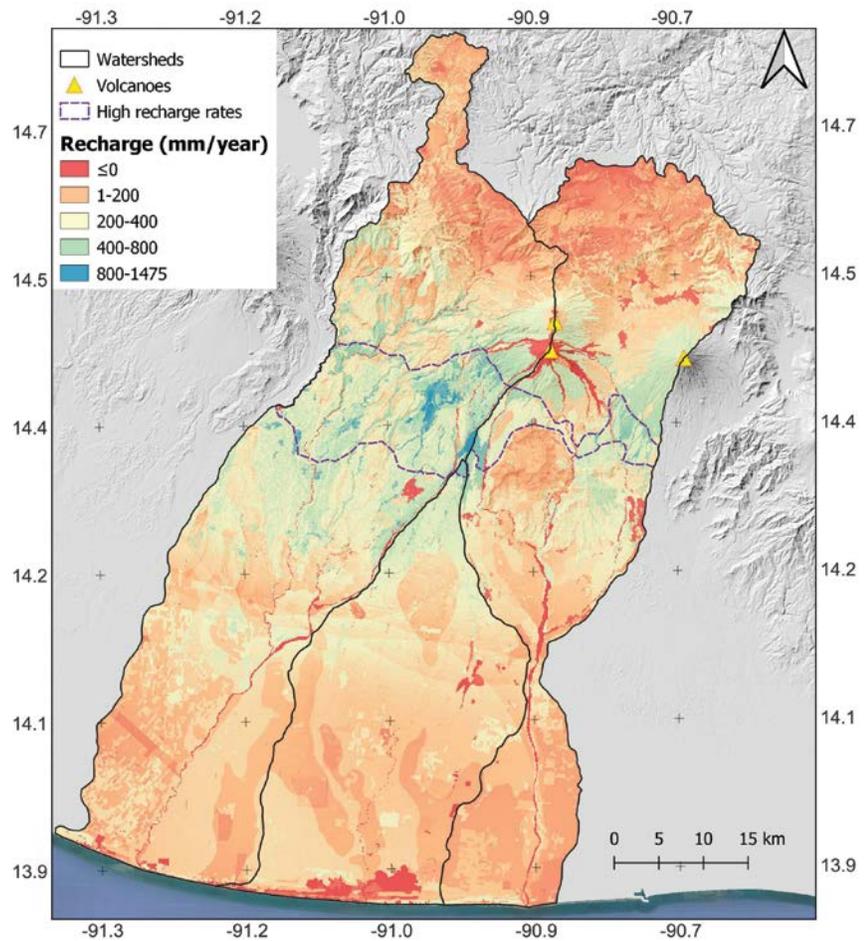
**Figura 11:** Recolecta de muestras de agua de lluvia para análisis de Cl, -,  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$ .

El estudio permitió identificar que para las condiciones del año hidrológico 2021-2022 el volumen total recargado fue 1241 hm<sup>3</sup>, representando un 16 % de la precipitación en las tres cuencas. Además, se identificaron las áreas más importantes en términos de recarga, delimitadas en la Figura 12 y resumidas por cuenca en el Cuadro 1.

**Cuadro 1:** Altitudes con mayores porcentajes de recarga por cuenca para condiciones 2021-2022.

Cuenca	Area [km <sup>2</sup> ]	Altitud mínima [msnm]	Altitud máxima [msnm]	Media [msnm]	Mediana [msnm]
Achiguate	75	503	1513	858	503
Acomé	1.6	497	567	527	524
Coyolate	250	218	1337	662	626

Bajo las mismas condiciones meteorológicas, también se evaluó un cambio de uso de suelo para ver los posibles impactos que este podría tener sobre el balance de agua y específicamente sobre la recarga de agua subterránea. Asumiendo un uso a capacidad de uso se tiene que el volumen total recargado es de 1325 hm<sup>3</sup>, un 6.8 % más alto.



**Figura 12:** Distribución de la recarga de agua subterránea para las condiciones de 2021-2022. Estimado usando WetSpas-M.

Desde el punto de vista hidrogeoquímico, se logró reconocer cómo varía la composición isotópica en la molécula del agua de lluvia con la altura y su influencia en la composición isotópica del agua subterránea. Este fue un avance importante en la caracterización de la entrada de agua al sistema acuífero, sin embargo, aún queda mucho por conocer.

### Monitoreo de pozos comunitarios

En 2023 se monitorearon 451 pozos artesanales en Guatemala, ubicados en los tres abanicos aluviales de la costa sur. En el abanico aluvial de Occidente se monitorean 106 pozos en los siguientes municipios: Retalhuleu, Santa Cruz Muluá, Champerico y San

Se monitorean los niveles y parámetros fisicoquímicos de **451** pozos comunitarios en la vertiente del Pacífico.

Andrés Villa Seca. En el abanico aluvial central se monitorearon 177 en los municipios de San Pedro Yepocapa, Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, La Gomera, La Democracia, Sipacate, San José, Escuintla, Masagua e Iztapa, y 90 pozos adicionales para el municipio de Nueva Concepción; y en el abanico aluvial de Oriente se monitorearon 78 pozos en los municipios de Chiquimulilla, Pasaco, Guazacapán y Taxisco (Figura 13).



**Figura 13:** Monitoreo de niveles piezométricos en pozos comunitarios.

Se realizaron tres monitoreos en el año y se elaboraron 37 mapas con datos de profundidad al manto, pH, conductividad eléctrica, salinidad y potencial de oxidorreducción (Figura 14).

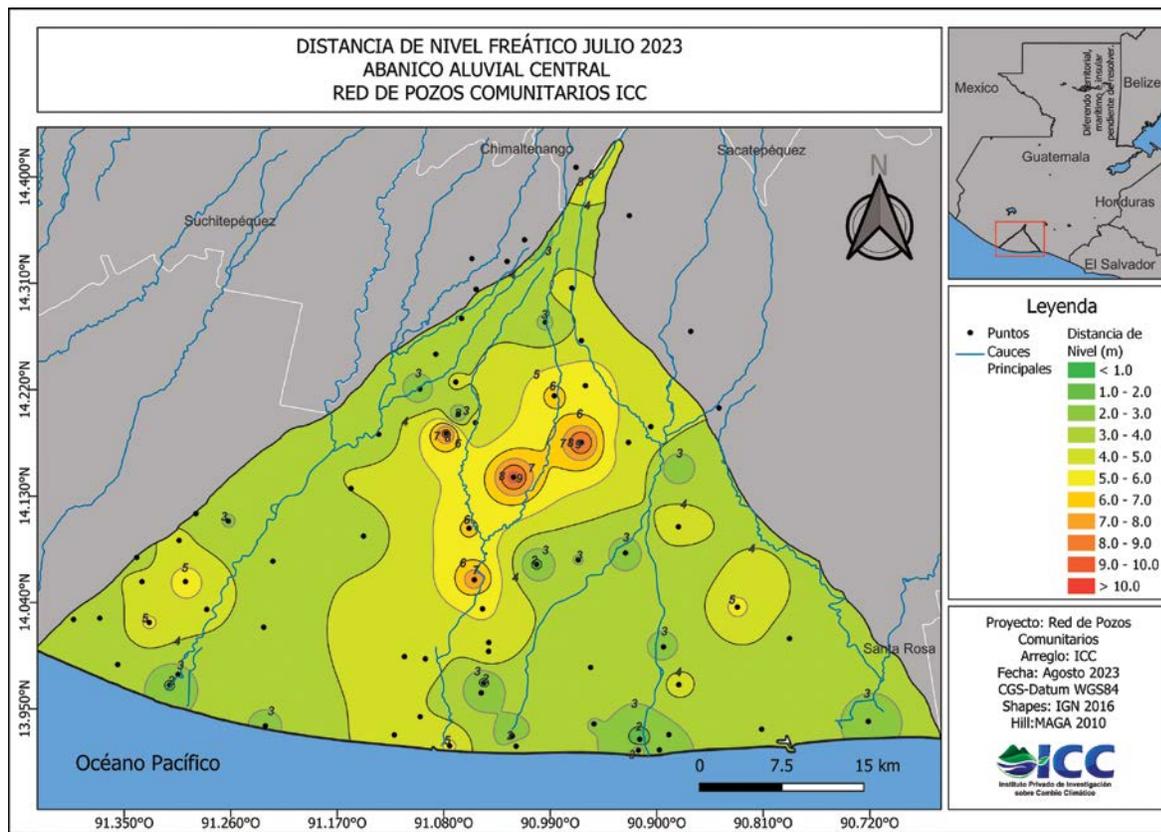


Figura 14: Una de las tres regiones de la red de pozos comunitarios monitoreados por el ICC en Guatemala.

En El Salvador, se monitorearon mensualmente 40 pozos artesanales en seis comunidades del occidente del país. Los monitoreos se realizaron con el apoyo de comunitarios y los resultados se compartieron con cada dueño del pozo para fortalecer la transparencia de esta actividad y la información recolectada.

### Calidad del agua de los ríos

Hasta el 2023, el ICC había realizado 24 monitoreos de calidad del agua, generando más

de 20,000 datos. Estos monitoreos abarcan 20 parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de los cuales ocho se evalúan en campo. Los restantes: nitritos, nitratos, turbidez, fósforo total, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, sólidos suspendidos totales, cadmio, cromo y plomo, se analizan en laboratorios certificados (Figura 15).



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

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

Se llevaron a cabo dos monitoreos: uno al final de la época lluviosa y el otro al final de la época seca. Estos se realizaron en 58 puntos de muestreo, distribuidos en 28 ríos de la vertiente del Pacífico (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Resultados de calidad del agua en promedio de los ríos de la vertiente del Pacífico.

Parámetro	Marzo - época seca		Octubre - época lluviosa	
	Media	Rango	Media	Rango
Temperatura (°C)	28.14	19.67 - 35.18	26.86	23.07 - 30.81
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	253.61	29 - 3166	283.56	97 - 569
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	126.82	15 - 1583	141.59	48 - 285
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5.9	2.15 - 8.98	8.27	2.75 - 10.16
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /l)	36.5	<6 - 173	14.26	<6 - 38
Fósforo Total (mg/l)	0.31	<0.1192 - 2.999	0.24	<0.064 - 1.794
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	4.7	2.1 - 12	4.81	1.3 - 15.9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	151.01	<6 - 4,732	119.1	7 - 1132
Coliformes fecales (NMP/100ml)	23,931.59	0.4 - 540,000	48,269.29	0.4 - 920,000

Aunque la mayoría de los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP), es importante resaltar que el número de coliformes fecales en todos los ríos es elevado, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano ni para abrevadero de animales o riego.

## II Congreso Nacional de Recursos Hídricos

Después de veinte años, en agosto de 2023 se llevó a cabo la segunda edición del Congreso Nacional de Recursos Hídricos en Guatemala, que tuvo como objetivo promover la seguridad hídrica a través de la integración del conocimiento, el diálogo intersectorial y el intercambio de buenas prácticas. El ICC participó como líder de la organización del evento, que tuvo conversatorios, charlas con expertos internacionales y ponencias de estudios sobre el agua en Guatemala. Ocho de las ponencias fueron presentadas por investigadores del ICC.

**350** participantes estuvieron en el II Congreso de Recursos Hídricos en Guatemala, en donde el ICC lideró la organización y presentó 8 ponencias.

En el evento, que duró dos días, participaron 350 personas de diferentes sectores, como la academia, sector privado, sector gubernamental, medios de comunicación, entre otros (Figura 16).



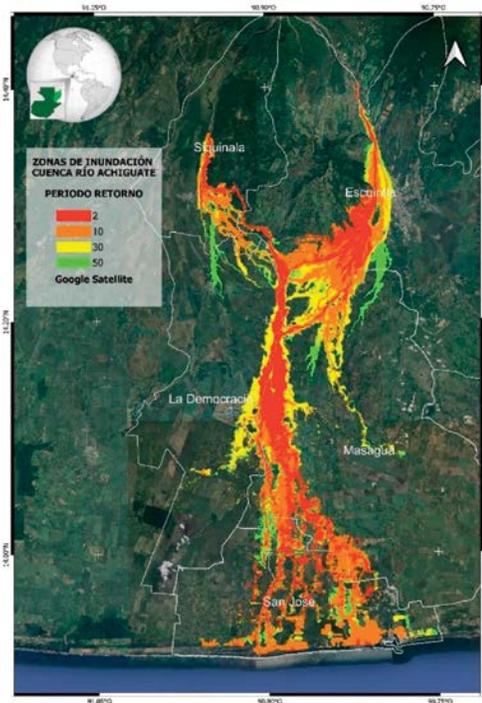
**Figura 16:** Sesión inaugural del Congreso en el Hotel Westin Camino Real Guatemala.

## Análisis de la amenaza de inundaciones

Otra área del trabajo del ICC relacionada al manejo integral del agua ha sido mejorar la comprensión y manejo de las inundaciones. A través de diversos estudios, mapas de riesgo y modelaciones hidrológicas, se ha logrado identificar áreas propensas o de mayor riesgo a inundaciones. Esta información se ha convertido en un recurso valioso para nuestros socios e instituciones públicas y privadas, facilitando la planificación, toma de decisiones y propuestas de obras de mitigación a estos eventos. Con esto se ha asegurado el manejo de información precisa y ha permitido identificar nuevos escenarios de riesgo, preparándonos para posibles eventos futuros.

En 2023, gracias al apoyo de la Fundación Luis von Ahn, se actualizó el modelo hidrológico del río Achiguate, cuya última revisión fue en 2013. Esta actualización incorporó una década adicional de información hidrometeorológica, así como la

actualización del mapa de uso de la tierra (2021) y el mapeo de suelo (geología) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (2015). Como resultado, se actualizaron los caudales máximos para diferentes periodos de retorno. Con el modelo hidrológico actualizado, se desarrolló el modelo hidráulico, lo que permitió identificar áreas potencialmente afectadas por inundaciones en la parte baja de esta cuenca. La actualización propone una línea de tiempo para entender los impactos de las diferentes amenazas en el territorio. Además, se realizó un análisis de la información y los estudios previos sobre gestión de riesgo de desastres y adaptación en la cuenca. Es importante destacar que la topografía o la actualización del Modelo Digital del Terreno (MDT) sigue siendo un factor crucial que puede influir en algunos de los resultados. Sin embargo, los resultados obtenidos ya proporcionan una idea del impacto potencial de las inundaciones en esta zona, registrando 124 en la subcuenca del río Guacalate y 57 en la parte baja de la cuenca del río Achiguate en los últimos 14 años (Figura 17).



Inundación (2008 -2022) Subcuenca Guacalate	
<b>Chimaltenango</b>	
Chimaltenango	11
El Tejar	7
Parramos	2
San Andrés Iztapa	2
<b>Sacatepéquez</b>	
Alotenango	3
Ciudad Vieja	4
Jocotenango	12
Pastores	8
Sumpango	2
<b>Escuintla (Achiguate alto)</b>	
Escuintla (Achiguate alto)	53
La Democracia	8
Masagua	6
<b>*Siquinalá (Barranca Cenizas)</b>	
Siquinalá	6
Se incluye los eventos provocados por los impactos producto de los descensos de lahares sobre el río Cenizas y que posteriormente se une al río Achiguate.	
<b>Inundación (2008-2022)</b>	
<b>Departamento de Escuintla</b>	
<b>Cuenca baja río Achiguate</b>	
Masagua	16
San José	41

Fuente: SISMICEDE

Figura 17: Zonas inundables en la cuenca del río Achiguate.

## Cosecha y almacenamiento de agua de lluvia

La recolección de agua de lluvia y niebla implica la captura y almacenamiento del agua atmosférica. Esto contribuye a mejorar la disponibilidad de agua para las comunidades vulnerables, en las que a menudo la demanda supera la oferta hídrica disponible.

En 2023, el ICC colaboró con la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) para la creación de una guía de premisas generales para Albergues de Transición (ATUS). Esta guía incorporó la captación de agua de lluvia como una medida que promueve la sostenibilidad y la resiliencia.

Por otro lado, se diseñó y propuso un Sistema de Cosecha y Almacenamiento de Lluvia (SCALL) para la escuela "El Horizonte" en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, el cual se construirá durante el 2024 en coordinación con el Ingenio La Unión.

Por último, se realizó una visita técnica a los SCALL instalados en Sololá como parte del proyecto financiado por la Cooperación Española (AECID) en 2022, para verificar su estado, funcionamiento y resolver dudas de los beneficiarios sobre el mantenimiento de los sistemas (Figura 18).

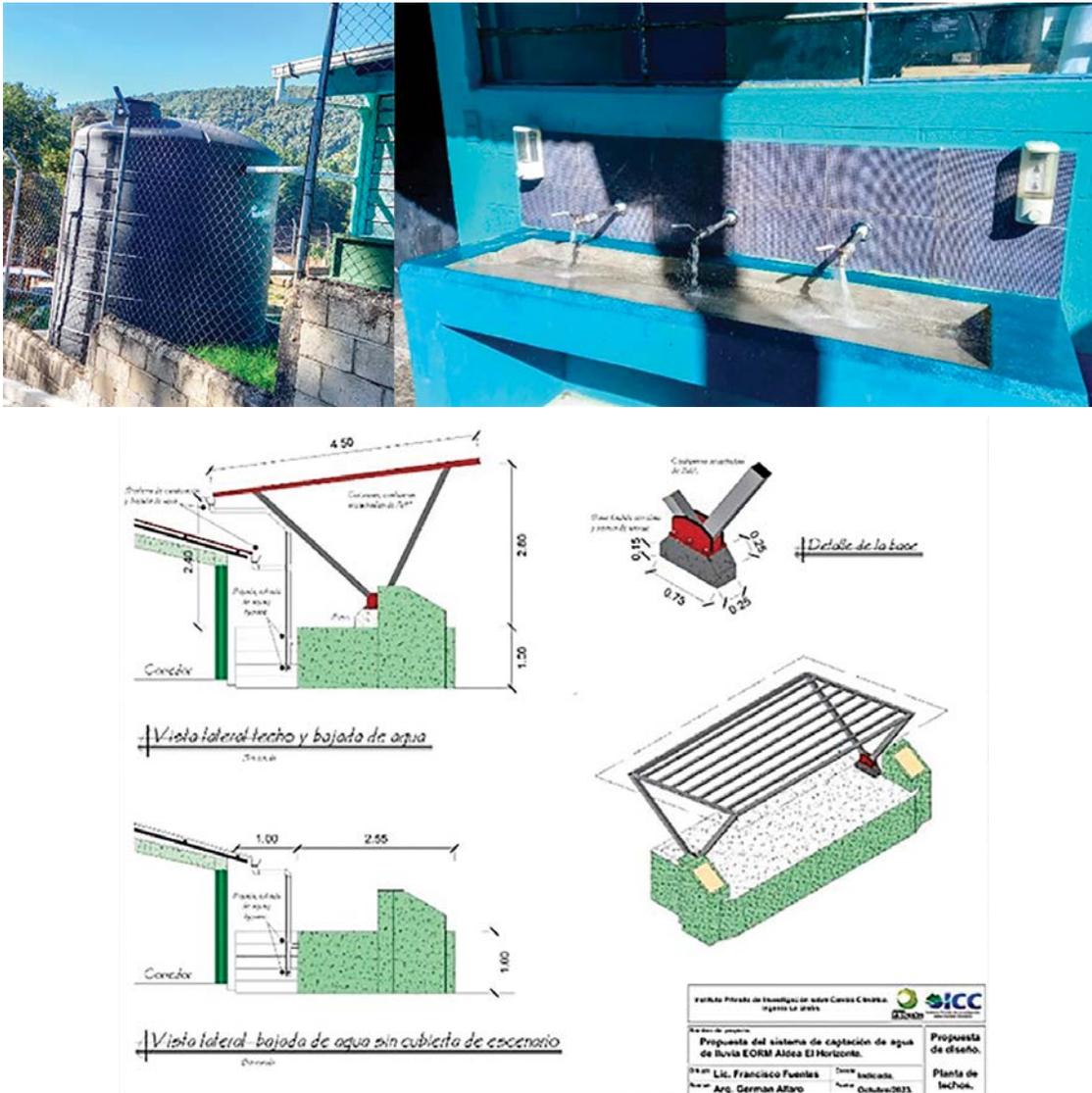


Figura 18: SCALL instalados en escuelas en Sololá y diseño para Santa Lucía Cotzumalguapa.

Además, participamos en espacios de diálogo, capacitación e intercambio de experiencias relacionadas con la recolección de agua de lluvia y niebla. Uno de estos espacios fue el webinar "Futuro Verde", organizado por Visión Mundial Guatemala.

## Estudios de huella hídrica

### Huella hídrica en la producción de caña de azúcar en El Salvador

La huella hídrica representa la cantidad de agua que, al ser utilizada, ya no regresa a la fuente natural de la cual se extrajo. En otras palabras, es el agua que queda comprometida y no está disponible para otros usos. Esta huella se origina por diversas razones:

1. **Evaporación:** Una parte del agua utilizada se evapora y no vuelve a la fuente original.
2. **Incorporación a productos:** Otra porción del agua se incorpora a productos, como en el caso de la agricultura o la industria.
3. **Contaminación:** También puede ocurrir que el agua se contamine durante su uso, lo que la hace inadecuada para otros fines.

Este concepto se basa en el trabajo conjunto del IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) y GSI (Global Water Footprint Standard) en 2017.

**La huella hídrica de la caña de azúcar de El Salvador es de 118 m<sup>3</sup> por tonelada de caña producida y el 89 % del agua que se utiliza proviene de la lluvia.**

Para la producción de la caña de azúcar en El Salvador se realizó un análisis gremial desde octubre de 2022 hasta octubre de 2023. Este

estudio abarcó la zafra 2021-2022 e incluyó información de los seis ingenios azucareros del país. La huella hídrica para la producción de caña de azúcar se estimó en 117.8 m<sup>3</sup> por tonelada de caña producida tendiendo la siguiente distribución:

1. **Huella Verde** (agua de lluvia): Representa 104.7 m<sup>3</sup> por tonelada de caña.
2. **Huella Azul** (agua aplicada por riego): Contribuye con 9.9 m<sup>3</sup> por tonelada de caña.
3. **Huella Gris** (agua utilizada para diluir fertilizantes): Aporta 3.1 m<sup>3</sup> por tonelada de caña.

### Huella hídrica en la producción de caña de azúcar de Guatemala

Para la producción de caña de azúcar en Guatemala, la estimación de la huella hídrica ha adquirido relevancia en los últimos años como un indicador ambiental crucial. Además, sirve como base para la planificación y la toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico. Los resultados representan a la zafra 2022-2023 (Figura 19).

La huella hídrica total para la producción de caña de azúcar se estima en 129 m<sup>3</sup> por tonelada de caña, teniendo la siguiente distribución.

1. **Huella Verde** (agua de lluvia): Contribuye con 99 m<sup>3</sup> por tonelada de caña.
2. **Huella Azul** (agua aplicada por riego): Aporta 24 m<sup>3</sup> por tonelada de caña.
3. **Huella Gris** (agua utilizada para diluir fertilizantes): Corresponde a 6 m<sup>3</sup> por tonelada de caña.

La huella hídrica de la caña de azúcar en Guatemala es un 38 % menor que el promedio global para este cultivo. Además, es menor en comparación con otros productos alimentarios importantes, como el arroz, el trigo y el maíz.

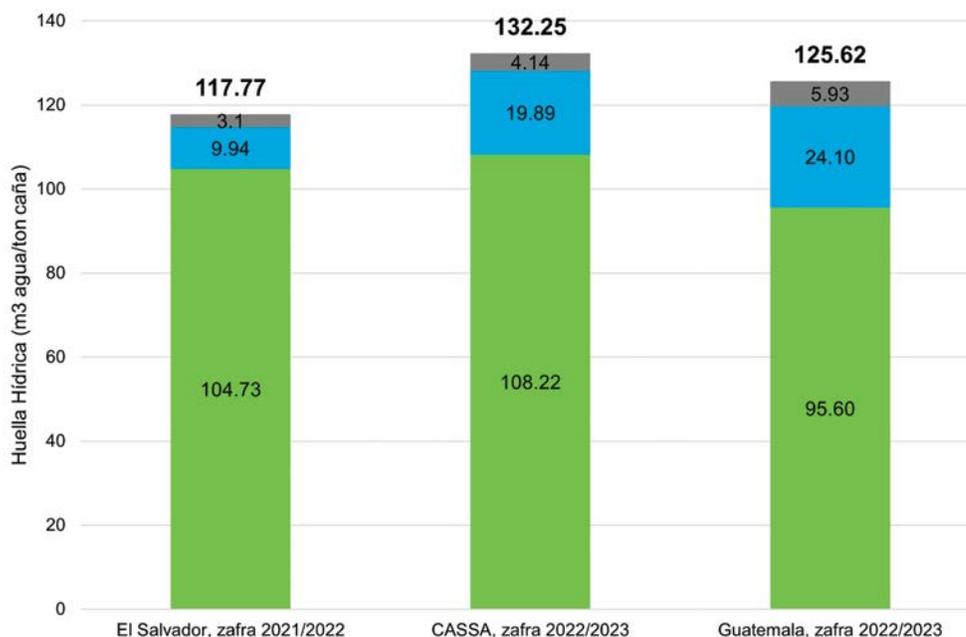


Figura 19: Huella hídrica del cultivo de caña de azúcar.

## Huella hídrica en la producción de banano en Guatemala

Los datos de huella hídrica del cultivo de banano corresponden a miembros de la Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB) y de la empresa Palo Blanco, S.A. Durante el año 2022, se analizaron datos de 19,783 hectáreas.

**La huella hídrica de la producción del banano en el sur de Guatemala es de 325 m<sup>3</sup> por tonelada de banano y el 39 % del agua que se utiliza es procedente de la lluvia.**

La huella hídrica promedio ponderada es de 325 m<sup>3</sup> por tonelada de banano, lo que es un 59 % menor que el promedio global. Esto equivale a 6.12 metros cúbicos por cada caja de 18.86 kilogramos de banano empacado.

- **Huella verde** (agua de lluvia): contribuye con 126.75 m<sup>3</sup> por tonelada de banano, equivalente al 39 %.

- **Huella verde** (agua aplicada por riego): 178.75m<sup>3</sup> por tonelada de banano, equivalente al 55 %.
- **Huella gris** (agua utilizada para diluir fertilizantes): 19.5m<sup>3</sup> por tonelada de banano, equivalente al 6 %.

Al comparar los resultados obtenidos con datos a nivel mundial, la huella hídrica estimada para Guatemala es baja en comparación con productores de otros países como Perú, donde alrededor del 94 % del agua es suministrada a través de riego. La huella hídrica para Guatemala es más baja que la de productores de Ecuador y República Dominicana, como se muestra en la figura siguiente.

En Guatemala, una de las causas para la menor huella hídrica es el alto rendimiento en la producción. Esto se debe a la relación inversa entre el rendimiento y la huella hídrica: a medida que el rendimiento disminuye, la huella hídrica aumenta, y viceversa.

# 2

## Gases de efecto invernadero (GEI)

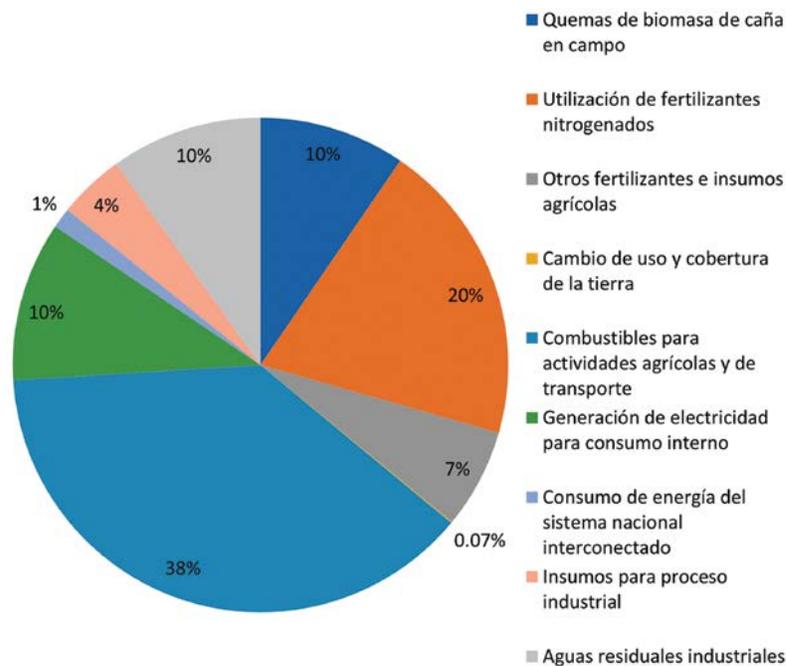
Durante el 2023 se realizaron siete estudios de huella de carbono para los sistemas productivos: caña de azúcar de Guatemala y El Salvador, producción de banano de la costa sur de Guatemala, y plátano y aguacate de la empresa Palo Blanco, S.A.

### Huella de carbono del azúcar de Guatemala

Desde el 2011, el ICC ha cuantificado las emisiones del proceso de producción del azúcar en Guatemala a través de Inventarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en los cuales incluye las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Durante la elaboración del inventario, estos son transformados a la unidad de toneladas de CO<sub>2</sub>eq utilizando los valores de

potencial de calentamiento global indicados en el Quinto Informe del IPCC. Este estudio gremial se actualiza y se realiza cada zafra, mejorando los protocolos de colecta de información y de procesamiento de los datos cada año.

Para la zafra 2022-2023 se estimó un total de 967,219 toneladas de CO<sub>2</sub>eq, y representan menos del 2 % de las emisiones nacionales. De estas emisiones, el proceso agrícola representó alrededor del 65 % de las emisiones (quemaduras, fertilizantes nitrogenados, combustibles para labores agrícolas, etc.), el transporte de la caña representó el 9 % y el proceso industrial el 26 % de las emisiones. Se estima que las actividades agrícolas generan 2.6 toneladas de CO<sub>2</sub>eq por hectárea (Figura 20).



**Figura 20:** Porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>eq por actividad evaluada en la producción del azúcar de Guatemala, zafra 2022-2023.

Según estos datos de emisiones y la producción total de azúcar en este período, se estimó que la huella de carbono del azúcar de Guatemala para la zafra 2022-2023 es de 0.37kg CO<sub>2</sub>eq por kg de azúcar producido, la más alta en los últimos años (Figura 21).



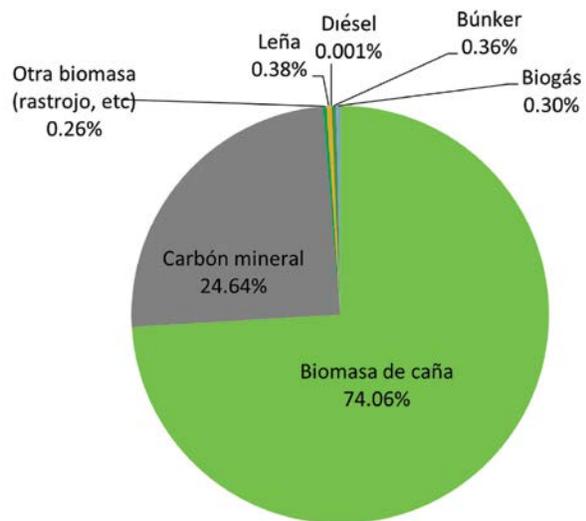
**Figura 21:** Huella de carbono del azúcar de Guatemala, zafra 2022-2023.

### Huella de carbono de la energía eléctrica generada por la agroindustria azucarera en Guatemala

Durante cada zafra, los ingenios utilizan la biomasa generada en la producción del azúcar para generar energía. Para la zafra 2022-2023 el 28 % de la energía generada se usó para procesos internos y el 72 % restante se proporcionó al sistema nacional interconectado. El ICC ha estimado la huella de carbono de la energía generada por la agroindustria azucarera de Guatemala de manera simultánea al estudio de la huella de carbono del azúcar desde 2012.

**El 26 % de la energía consumida en Guatemala se generó con biomasa de la caña de azúcar durante la zafra 2023-2024 (de noviembre a mayo).**

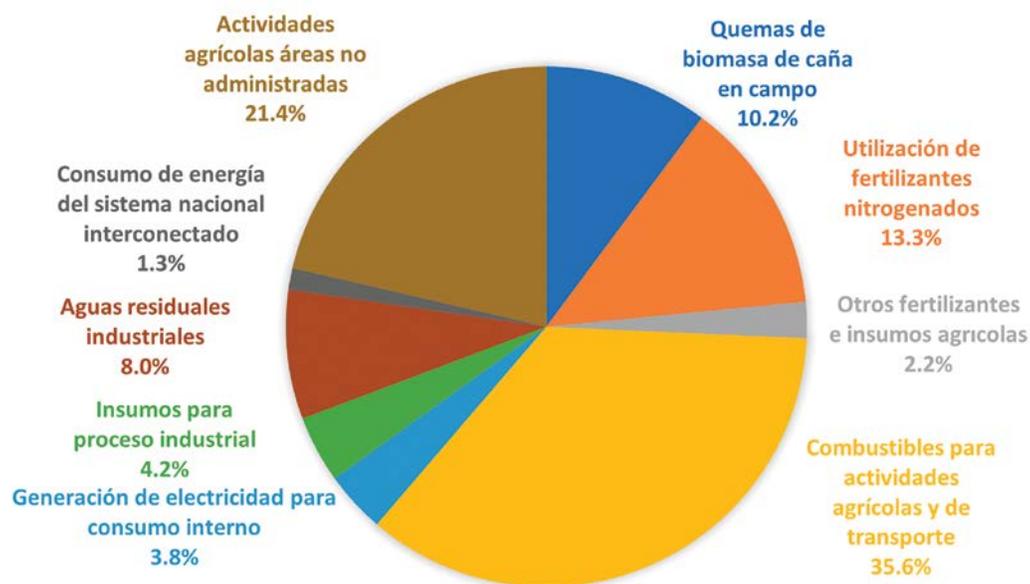
El 74 % de la energía fue generada a partir de biomasa de caña de azúcar, cuyo biocombustible presentó un factor de red de 0.046 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh. Según CENGICAÑA, en el período que comprende de noviembre de 2022 a mayo de 2023, el 26 % de la energía consumida en el país se generó con biomasa de caña, la segunda fuente de energía renovable más importante del país (Figura 22).



**Figura 22:** Proporción de la generación de energía eléctrica, según tipo de combustible, zafra 2022-2023.

### Huella de carbono del azúcar producida por Compañía Azucarera Salvadoreña Sociedad Anónima (CASSA)

Tomando en cuenta el total de emisiones generadas por la compañía y el total de azúcar producida durante la zafra 2021-2022, se determinó que su huella de carbono es de 0.32kg CO<sub>2</sub>eq/kg de azúcar producido. De esta, el 64 % de las emisiones están relacionadas a las actividades agrícolas, el 17 % corresponden al transporte de la caña, y el 19 % restante son generadas durante la fase industrial (Figuras 23 y 24).



**Figura 23:** Porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>eq por actividad evaluada en la producción del azúcar de CASSA durante la zafra 2021-2022, a nivel corporativo



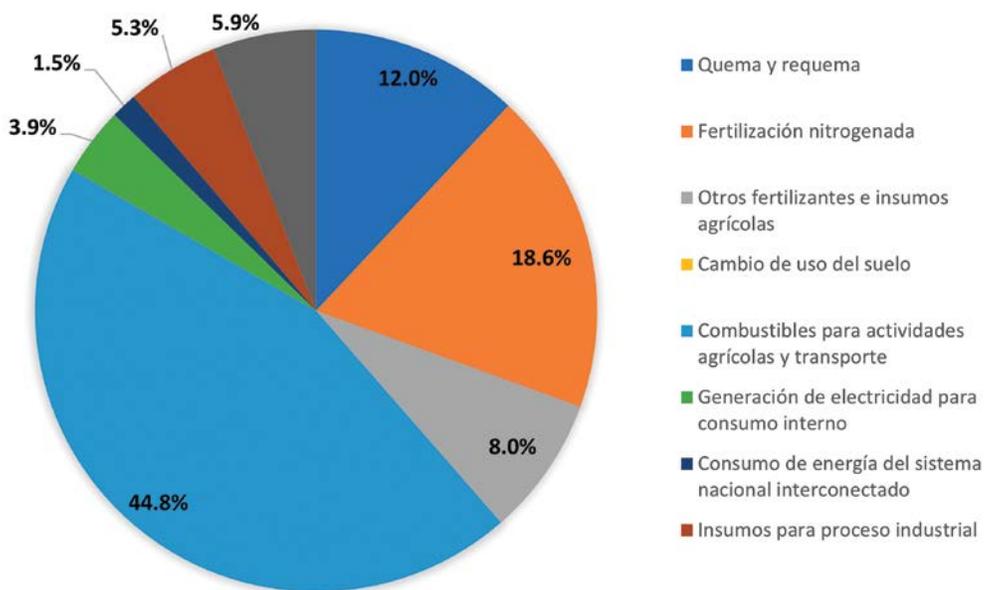
**Figura 24:** Huella de carbono del azúcar de CASSA, zafra 2021-2022.

Con respecto a la generación de energía, el 31 % se usó para procesos internos de la empresa y el 69 % restante se proporcionó al sistema nacional interconectado. El factor de red de esta energía

se estimó en 0.04 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh. Se estimó que el uso de esta biomasa de caña de azúcar para generar esta energía renovable evitó la emisión de 0.54 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq que resultarían de utilizar carbón mineral (combustible fósil) para la producción de energía en vez de la biomasa generada durante la producción del azúcar.

### Huella de carbono del azúcar de El Salvador

Se desarrolló el estudio gremial del gremio azucarero salvadoreño, que incluyó a los seis ingenios que operan en el país. Al clasificar las emisiones por tipo de fuente, se encuentra que los combustibles para actividades agrícolas y transporte es la actividad que más emisiones representa (Figura 25).



**Figura 25:** Porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>eq por actividad evaluada en la producción del azúcar de El Salvador, zafra 2021-2022.

Dentro de los resultados es valioso indicar que la fase agrícola representa el 64 % de las emisiones, el transporte de caña representa el 18 %, y la fase industrial el 18 % restante. Considerando estas emisiones, así como la producción total de azúcar para el período estudiado, se estimó que la huella de carbono del azúcar de El Salvador para la zafra 2021-2022 es de 0.30kgCO<sub>2</sub>eq por cada kilogramo de azúcar producida (Figura 26).

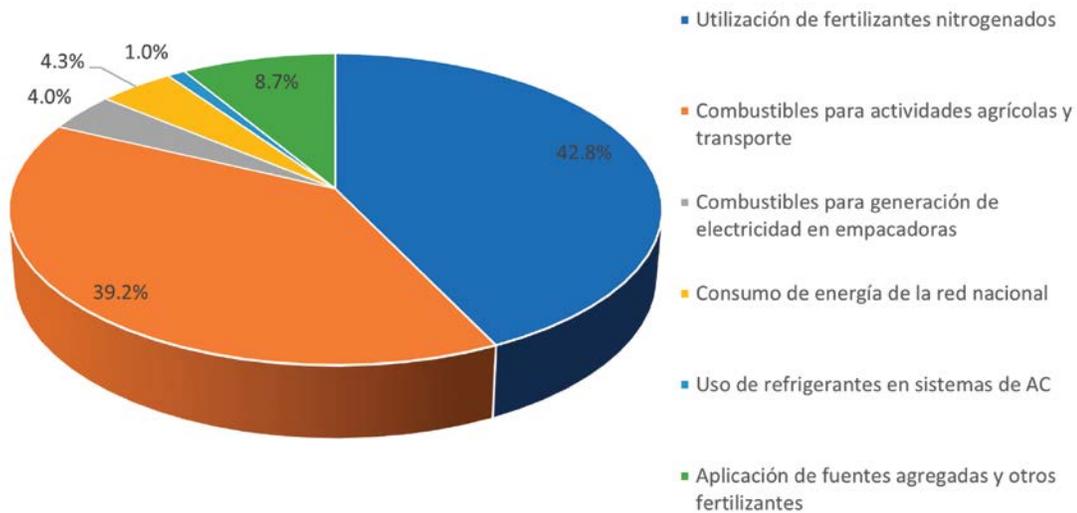


**Figura 26:** Huella de carbono del azúcar de El Salvador, zafra 2021-2022.

## Huella de carbono de la producción de banano de la costa sur de Guatemala

Se estimó la huella de carbono de la producción de banano de Guatemala en 2022. En este estudio participaron fincas de la Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB) y de la empresa Palo Blanco, S.A., a quienes se les desarrollaron los inventarios de gases de efecto invernadero incluyendo únicamente los procesos de producción agrícola y empaque. Los gases de efecto invernadero que se reportan en los inventarios son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los cuales fueron convertidos a la unidad de toneladas de CO<sub>2</sub>eq utilizando los potenciales de calentamiento global indicados en el Quinto Informe del IPCC.

Los resultados indican que se emitieron 94,149 toneladas de CO<sub>2</sub>eq para la producción y empaque de banano, una disminución de alrededor del 25 % de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto al año 2021. De acuerdo con las fuentes consultadas, esta variación estuvo relacionada al incremento de costos de fertilizantes y otros insumos agrícolas, así como en las dificultades para su disponibilidad (Figuras 27 y 28).



**Figura 27:** Distribución de las emisiones de GEI en la producción de banano de Guatemala, año 2022.

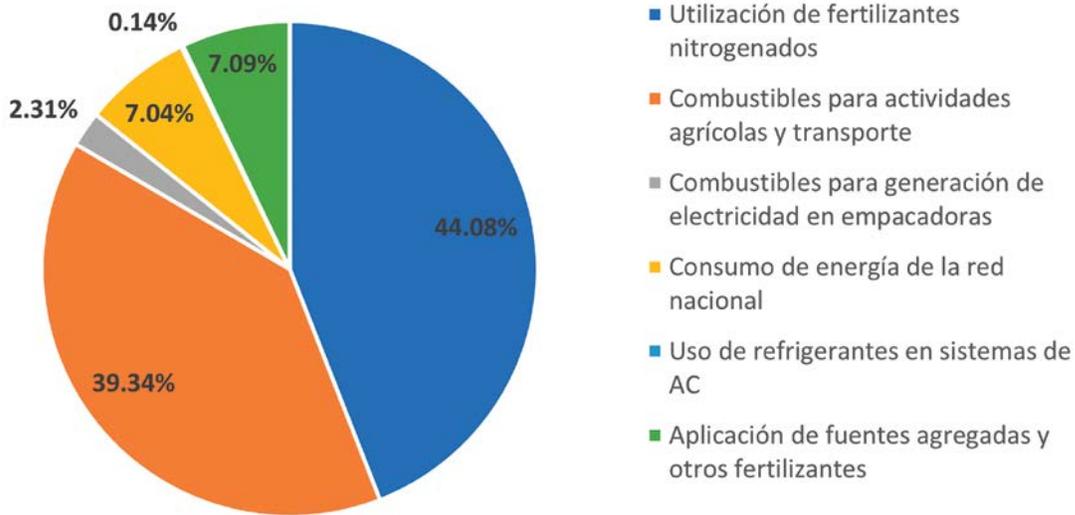


**Figura 28:** Huella de carbono del banano de Guatemala, año 2022.

Uno de los motivos de esto es menor que en otros países, Guatemala tiene una alta productividad de banano por hectárea, por lo que se requiere menos área de cultivo para producir la misma cantidad de banano que en otros países requeriría más espacio de terreno.

### Huella de carbono de la producción de plátano de Palo Blanco S.A.

Por otro lado, también se ha realizado el estudio de emisiones de gases de efecto invernadero generadas en el proceso de producción de plátano de la empresa Palo Blanco, S.A. Para el año 2022, se contó con la participación de 5 fincas donde la huella de carbono fue de 0.11kg CO<sub>2</sub>eq de plátano producido (Figuras 29 y 30). La distribución de emisiones de acuerdo con cada fuente se presenta a continuación:



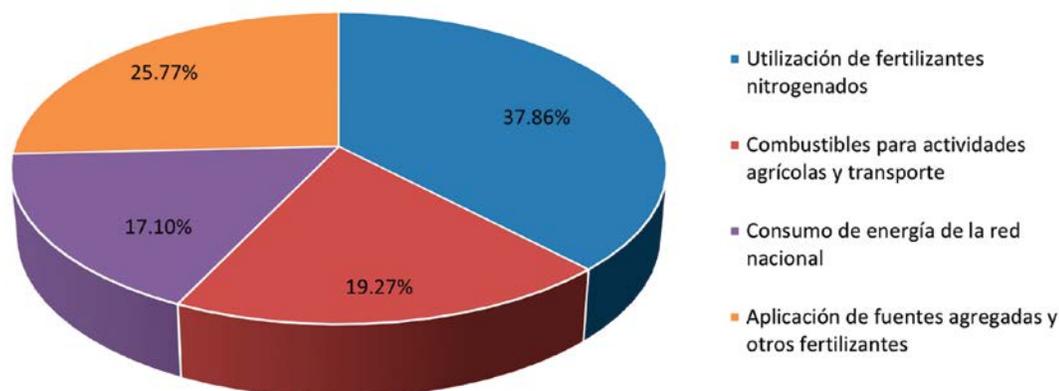
**Figura 29:** Distribución de las emisiones de GEI en la producción de plátano año 2022



**Figura 30:** Huella de carbono del plátano de Guatemala, año 2022.

### Huella de carbono de la producción de aguacate de empresa Palo Blanco, S.A. año 2021

En conjunto con la empresa Palo Blanco, S.A., se estimó la huella de carbono de su producción de aguacate para el año 2021. En este estudio participaron la totalidad de fincas productoras de aguacate de la Empresa, incluyendo únicamente los procesos de producción agrícola y empaque de aguacate, que son los que realiza la empresa. Se determinó una huella de 0.69 kg CO<sub>2</sub>eq por kg de aguacate (Figura 31).



**Figura 31:** Distribución de las emisiones de GEI en la producción de aguacate de empresa Palo Blanco S.A., año 2021.

### Fijación de carbono a partir de corredores biológicos en procesos de restauración forestal

El ICC ha monitoreado el crecimiento de árboles plantados como esfuerzos de restauración forestal, esto a través de un conjunto de parcelas permanentes de medición forestal, las cuales están ubicadas en distintos puntos de los corredores biológicos que distintos miembros de ICC han establecido en el Sur de Guatemala. Estas mediciones se han realizado desde hace nueve años, y con ello se ha buscado estimar el crecimiento de los árboles, que permite estimar la tasa de fijación de carbono que estos árboles incorporan a su biomasa.

Este estudio incluye información de 38 parcelas permanentes de entre cuatro y once años, tomando como base las variables: 1) especie, 2)

altura total, 3) diámetro a la altura del pecho. A partir de esta información, se estimó el área basal y el volumen total de los árboles, lo que, junto con la información de densidad de madera por especie, permite convertirlo en biomasa. Se consideró tanto el carbono en la parte aérea del árbol como también en la parte subterránea (la raíz).

Tomando como base el valor de la biomasa, se hizo la conversión a carbono considerando el porcentaje de la biomasa que corresponde a este elemento según la literatura. Al contar con este dato, se realizó una clasificación de los sitios según su rendimiento o tasa de fijación de carbono, encontrándose que: 19 parcelas cuentan con un crecimiento superior al valor de referencia proporcionado por las Directrices del IPCC 2006, de las cuales una presenta un incremento superior a las 50 toneladas de carbono por hectárea por año (Cuadro 3 y Figura 32).

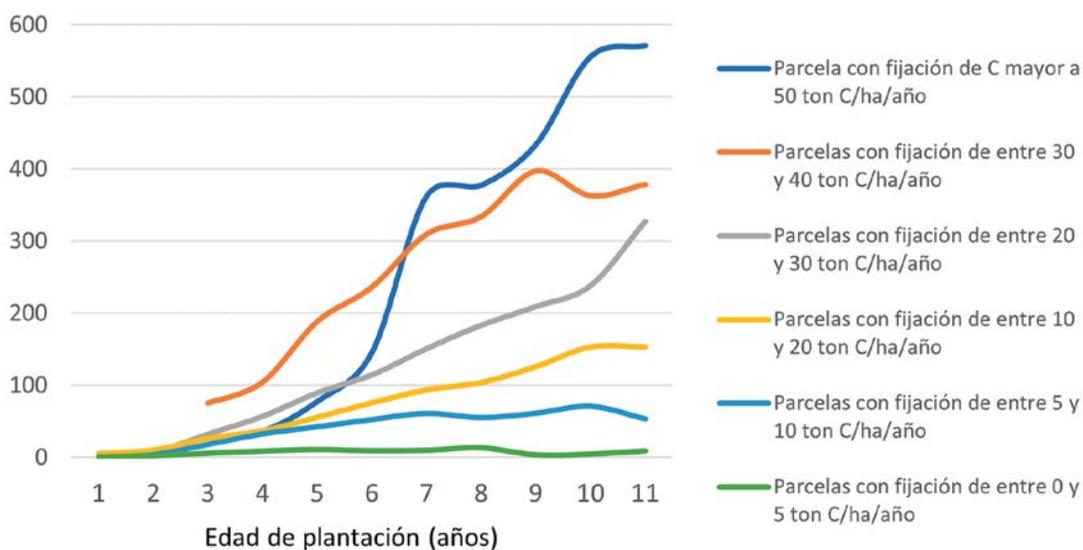
**Cuadro 3:** Carbono acumulado e incremento anual según sitio evaluado.

SITIO Tipo de variable	Parcela con los crecimientos más altos (11 años de edad)	Sitios con crecimientos altos (11 años de edad)	Sitios con buenos crecimientos	Sitios con crecimientos medios	Sitios con bajos crecimientos	Valores de referencia del IPCC para plantaciones forestales en bosques subtropicales*
Cantidad de parcelas	1	3	3	12	8** 11***	
Carbono en plantaciones forestales (ton C/ha)	570.64	378.51	326.93	153.19	52.89** 8.85***	78.96
Incremento de Carbono en plantaciones forestales (ton C/ha/año)	51.88	34.41	29.72	13.93	4.81** 0.80***	5.64

\* Calculado en función del Cuadro 4.12, capítulo 4 de las directrices del IPCC (IPCC, 2006)

\*\* Subgrupo con bajos rendimientos (fijación 5-10 ton C/ha/año)

\*\*\* Subgrupo con muy bajos crecimientos (fijación <5 ton C/ha/año)



**Figura 32:** Carbono acumulado por hectárea según el sitio evaluado (toneladas de carbono por hectárea).

# 3 Gestión ambiental

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

Desde 2018 profesionales externos a la institución coordinan el programa de evaluación de cumplimiento de normativas ambientales gremiales de la agroindustria azucarera, para evidenciar, verificar y registrar el desempeño cumpliendo la política ambiental gremial, de los ingenios de la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), coordinado por el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). Para la presente temporada se realizó la evaluación ambiental externa de las normativas de campo: Normativa de uso y aplicación adecuada de agroquímicos con énfasis en aplicaciones aéreas; Normativa y recomendaciones para la quema de la caña de azúcar y Normativa y recomendaciones para el aprovechamiento de la vinaza área agrícola y fábrica (Figuras 33, 34, 35 y 36).

El periodo de evaluación para la zafra 2022-2023 comprende del primero de noviembre de 2022 al 31 de mayo de 2023, los aspectos evaluados de cada normativa están por indicadores desarrollados por la gerencia de sostenibilidad ambiental de ASAZGUA.

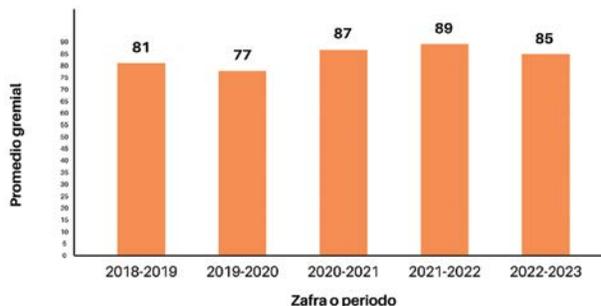


Figura 33: Desempeño gremial histórico normativa de Uso y aplicación adecuada de agroquímicos.

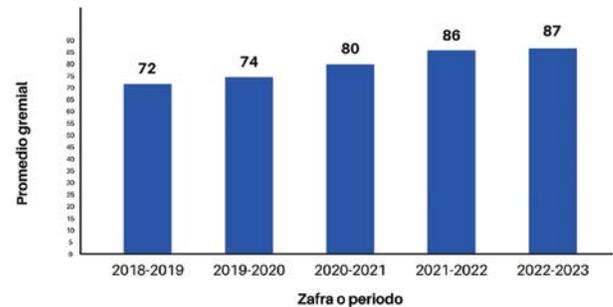


Figura 34: Desempeño gremial histórico normativa de quemas.



Figura 35: Evaluación de normativa de uso y aplicación adecuada de agroquímicos en zona de aplicación aérea.



**Figura 36:** Evaluación de la normativa y recomendaciones para la quema de caña de azúcar en frentes de quema.

El desempeño y récord de los ingenios en las distintas normativas se socializa en cada unidad que tiene el cumplimiento de estas normativas y a la junta directiva de ASAZGUA (Figura 37).



**Figura 37:** Socialización de resultados de evaluación externa con los diferentes ingenios.

## Sistema de quemas controladas en Guatemala (SQC)

El sistema de quemas controladas es una herramienta desarrollada por ICC a partir de experimentos de campo desde el año 2013 al 2015. Esta herramienta tiene el propósito de apoyar la toma de decisiones a nivel de campo. Es utilizada por los diferentes frentes de cosecha proporcionando información en tiempo real sobre la posible dispersión de las partículas de pavesa (ceniza que resulta de la quema precosecha de la caña de azúcar). Esta modelación se realiza a partir de datos de la red de estaciones meteorológicas (dirección y velocidad del viento, temperatura y humedad relativa). Esta información es representada mediante conos de dispersión, los cuales se proyectan geográficamente para evaluar su posible traslape con centros poblados y otras zonas sensibles, generando una recomendación para prevenir posibles impactos en dichas zonas.

Para ello se desarrolló la aplicación denominada “Quemas controladas”, y se opera a través de dispositivos móviles en campo.

Durante la zafra 2022-2023 el sistema de quemas controladas fue utilizado por ocho ingenios de Guatemala y se registró el 80.2 % de las áreas. En octubre y noviembre del 2023 previo al inicio de la zafra 2023-2024 se realizaron jornadas de capacitación al personal encargado del uso del Sistema de Quemas Controladas (SQC), para enseñar los procedimientos de registros a las personas que ingresan por primera vez, y fortalecer los procesos a quienes ya lo han utilizado. Año con año, se implementan mejoras al sistema las cuales son presentadas durante las capacitaciones. Se impartieron 27 jornadas de capacitación en los ocho ingenios que utilizan este sistema de quemas controladas (Figura 38).



**Figura 38:** Número de capacitaciones desarrolladas para uso del sistema de quemas controladas (SQC).

Con estas capacitaciones se fortalecieron los conocimientos de 1,300 colaboradores. Esta actividad incluyó ejercicios en campo, y durante

el desarrollo de la zafra se requiere atención constante a los usuarios de la plataforma (Figura 39).



**Figura 39:** Capacitaciones a ingenios para el uso del sistema de quemas controladas.

# 4

## Restauración y conservación de bosques

### Bosques de ribera

Durante el 2023 se reforestaron 61 hectáreas en zonas de ribera en el Pacífico de Guatemala 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, Paso Hondo, Los Esclavos, Nahualate. Se utilizaron más de 30 especies nativas que proveen beneficios para la flora y fauna de la región; dentro de estas destacan: Aripín (*Caesalpinia velutina*), Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Madre Cacao (*Gliricidia sepium*), Matiliguatate (*Tabebuia rosea*) y Hormigo (*Platymiscium dimorphandrum*).

**61** hectáreas de bosque de ribera se establecieron en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

Las acciones que el ICC desarrolla incluyen el establecimiento y el monitoreo que se realiza en años posteriores en reforestaciones seleccionadas, donde se mide el crecimiento de los árboles (Figura 40). Los propietarios de los terrenos se comprometen a dar el mantenimiento necesario para que los árboles se desarrollen adecuadamente.



Figura 40: Medición de parcelas en bosque de ribera.

En El Salvador, con el apoyo de grupo CASSA, se han restaurado nueve hectáreas de zonas degradadas hasta el 2023, a través del establecimiento de plantaciones mixtas con especies nativas, enriquecimiento de bosques secundarios y establecimiento de parques verdes comunitarios.

### Manglares

En el 2023 se establecieron 19 hectáreas de mangle a través del manejo de regeneración natural y plantación directa de acodos, en humedales de las cuencas de los ríos Ocosito, Sis-Icán y Madre Vieja. 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.

**19** hectáreas de mangle se establecieron en las cuencas de los ríos Ocosito, Sis-Icán y Madre Vieja.

La restauración de estos bosques fue implementada en conjunto con INAB, Rainforest Alliance, One Tree Planted, productores de caña de azúcar, productores independientes de banano, comunidades, municipalidades, con quienes se monitorearon las áreas restauradas (Figura 41).

El ICC cuenta con parcelas permanentes de monitoreo, a las cuales se les da seguimiento cada año. Manchón Guamuchal, Tahuexco, San Francisco Madre Vieja y Sipacate Naranjo.



**Figura 41:** Reforestación desarrollada en Aldea San Francisco Madre Vieja.

## Viveros y reproducción de árboles (plántulas)

Durante el año 2023, se produjeron 1.14 millones de plantas forestales para ser utilizadas en diversas actividades como reforestaciones, restauración y enriquecimiento, utilizando principalmente especies nativas.

Las plantas se produjeron en 64 viveros distribuidos en 12 cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico (Figuras 42 y 43). La producción de las plantas se realizó en conjunto con empresas, el INAB, instituciones de gobierno, municipalidades y otros actores de la región.

**En 2023 se produjeron más de 1.14 millones de árboles en 64 viveros para reforestar 12 cuencas de la vertiente del Pacífico.**



**Figura 42:** Producción de plantas, vivero forestal regional de San Gabriel Los Altos – ICC.

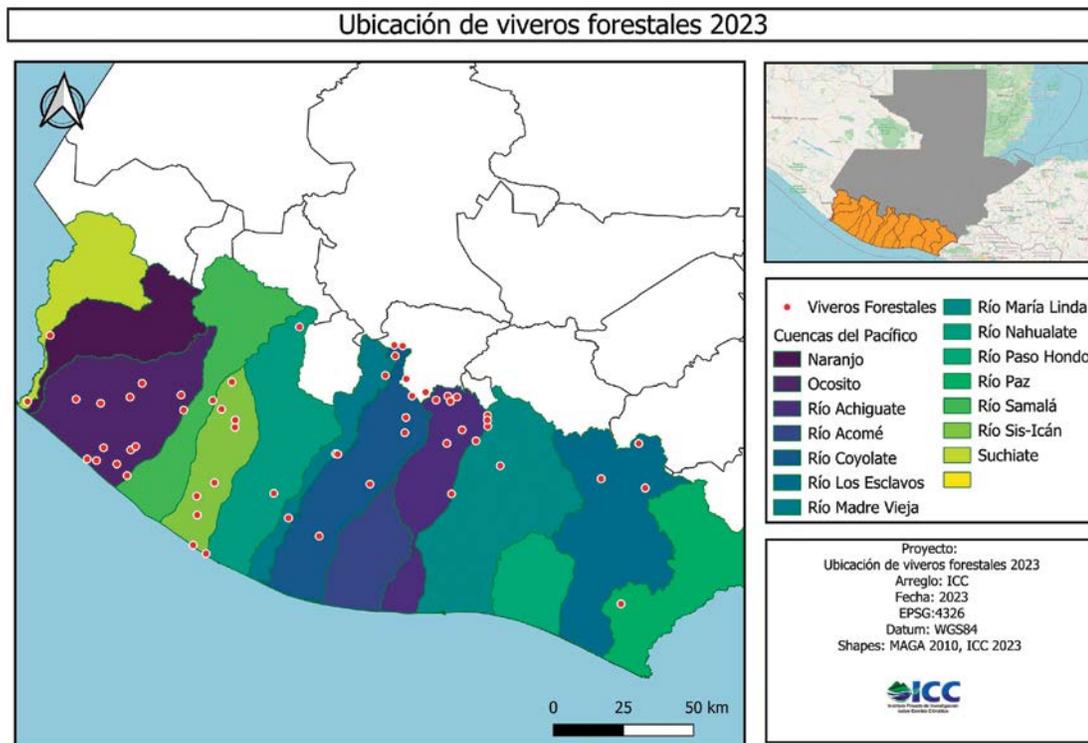


Figura 43: Ubicación de viveros forestales implementados durante el 2023 por cuenca hidrográfica.

## Apoyo a la conservación de bosques

En 2023 se continuó con la conservación de 3,680 hectáreas de bosque natural en las cuencas de los ríos María Linda, Cuyolate, Nahualate y Sis-Icán (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: monitoreo y vigilancia en conjunto con DIPRONA, prevención y control de incendios utilizando rondas corta fuego y producción de plantas en vivero.

**3,680 hectáreas de bosque natural se apoyaron para su conservación en las cuencas María Linda, Cuyolate, Nahualate y Sis-Icán.**

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 Cuyolate (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)
<b>Total</b>	<b>3,680</b>		

## Red de restauración forestal de la costa sur de Guatemala

A través del apoyo financiero de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO por sus siglas en inglés), en el año 2023 continuó la publicación de historias de éxito sobre acciones que ha implementado la Red. Se publicaron dos historias en el capítulo “Costa Sur de Guatemala” del Foro Global de Paisajes (GLFx) creado en 2022; una sobre la mesa local

de mangle en Suchitepéquez, donde se realizan esfuerzos comunitarios para restauración forestal, y la segunda sobre restauración de bosques de ribera en el río Pantaleón. También se realizaron acciones para el fortalecimiento de capacidades de los miembros de la Red. El capítulo para la costa sur se encuentra dentro de una plataforma web de GLFx, la cual es una red de capítulos a nivel global que promueven acciones a nivel local hacia paisajes más sostenibles (Figura 44).



Figura 44: Capítulo GLFx Costa Sur Guatemala, comunicando historias de éxito sobre restauración del paisaje forestal.

## Proyecto Fortalecimiento del vivero comunitario de Canoguitas, Nueva Concepción, CIFOR-GLFx

Con el apoyo financiero del Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) se fortaleció el vivero forestal comunitario de la aldea Canoguitas, el cual es administrado principalmente por mujeres. El apoyo consistió en mejorar sus capacidades en incentivos forestales

(PINPEP y PROBOSQUE) y manejo de viveros forestales, además de insumos para mejorar y aumentar la producción de plantas, como semilla, bolsas, sustrato y herramientas (Figura 45). Todas las acciones implementadas se publicaron en el capítulo GLFx Costa Sur de Guatemala, y fueron también divulgadas en reuniones sostenidas con otros capítulos a nivel latinoamericano y global.



**Figura 45:** Fortalecimiento Vivero forestal comunitario “Aldea Canoguitas”

## Plan de restauración del paisaje para fincas de la división de banano de Del Monte en Izabal

Con el apoyo financiero del programa Biodiversidad y Negocios de la GIZ, durante el 2023, se continuó con el desarrollo de diferentes estudios y acciones para la empresa Fresh Del Monte en Morales, Izabal. Las actividades principales fueron: a) análisis sobre riesgos y vulnerabilidad ante desastres, b) un plan de restauración del paisaje, c) asesoría y capacitación para el manejo del vivero forestal de la empresa, d) monitoreo biológico para determinar especies de flora y fauna presentes en sus fincas, y e) el fortalecimiento de capacidades del personal de la empresa en cambio climático, gestión de riesgos y conservación de la biodiversidad (Figura 46).



**Figura 46:** Lanzamiento de la temporada de reforestaciones con GIZ y Fresh Del Monte en la finca demostrativa Yuma.

# 5

## Biodiversidad

### Estudios de biodiversidad en sistemas productivos

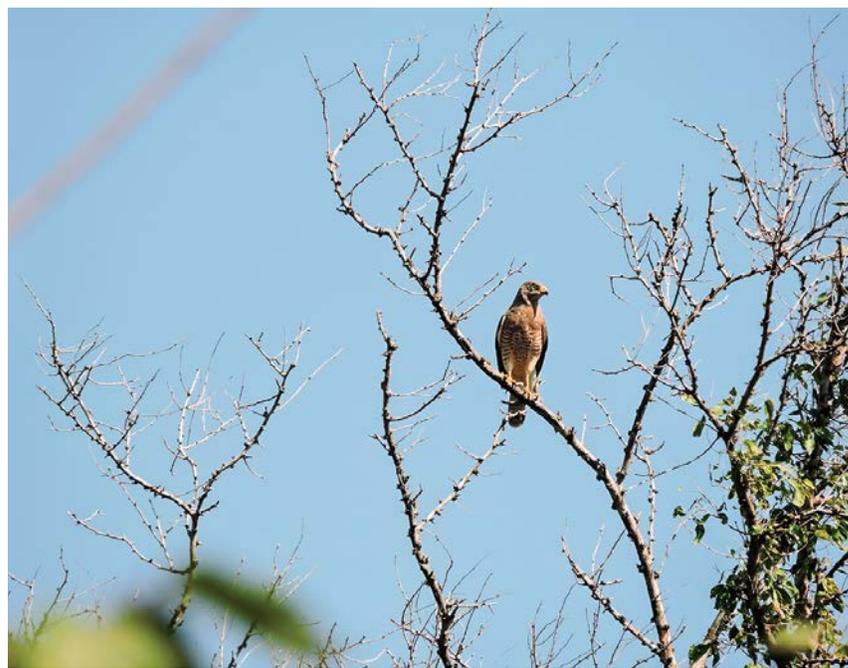
Durante el 2023 seguimos generando información biológica en el agro paisaje como apoyo a nuestros miembros, específicamente en la identificación de Áreas de Alto Valor de Conservación (AAVC). Se desarrollaron dos estudios en igual número de fincas, incluyendo seis componentes clave: 1)

diversidad de especies, 2) ecosistema y mosaicos a escala de paisaje y paisajes de bosque intactos, 3) ecosistemas y hábitats, 4) servicios ecosistémicos, 5) necesidades de las comunidades, y 6) valores culturales. Como resultados importantes destacan: 42 especies de aves, 10 de reptiles y anfibios y 13 de flora arbórea para la primera finca; y 42 especies de aves, 14 de reptiles y anfibios y 11 de flora arbórea para la segunda finca (Figura 47).



**Figura 47:** Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) y urraca cariblanca (*Calocitta formosa*).

Se apoyó la implementación de los lineamientos del sector azucarero para la conservación de la diversidad biológica, parte de su estrategia de sostenibilidad. Estos lineamientos se enfocan en la protección y restauración de bosques, bosques de ribera y otras zonas importantes para la diversidad biológica. Se apoyó a un ingenio productor de caña de azúcar en el análisis de uso del suelo y cobertura forestal en las últimas dos décadas para todas sus fincas. El estudio conllevó la revisión de imágenes satelitales históricas de las fincas y visitas de campo para validar información del entorno (Figura 48).



**Figura 48:** Plantación de eucalipto (*Eucalytus urograndis*) y halcón pollero (*Rupornis magnirostris*).

Se brindó asesoría a cuatro ingenios productores de caña de azúcar en el desarrollo e implementación de sus planes de gestión de la biodiversidad, los cuales son requeridos por certificaciones y estándares internacionales de sostenibilidad, y que también contribuyen a la adaptación al cambio climático. Estos planes buscan que las empresas asuman objetivos concretos, cuantificables y alcanzables en lo que respecta a la conservación de la biodiversidad, con un impacto integral que involucre a los diferentes niveles de sus operaciones.

Por otro lado, se desarrollaron dos estudios en áreas de ganadería que han estado sujetas a transformaciones. Para ello, se llevó a cabo una evaluación ecológica con énfasis en plantas y macroinvertebrados del suelo. Se determinó que los sitios transformados eran áreas de pastizales no naturales, con un alto porcentaje de pastos exóticos (originarios de otros países, especialmente de África) y una baja diversidad de flora y macroinvertebrados del suelo (Figura 49).



**Figura 49:** Área de ganadería y macroinvertebrados del suelo.

Por último, es importante mencionar el apoyo y seguimiento brindado a los instrumentos de gestión de áreas protegidas elaborados en años anteriores por ICC en colaboración con entidades de cooperación nacional e internacional: 1) Iniciativa que dispone aprobar Ley que declara Área Protegida el Área de Uso Múltiple Marino Costera Sipacate-Naranjo (Iniciativa de Ley no. 6306) y 2) Iniciativa que dispone aprobar Ley que declara Área Protegida el Área de Uso Múltiple Marino-Costera Tiquisate-Tecojate (Iniciativa de Ley no. 6305), los cuales fueron aprobados por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y que en 2023 fueron presentadas al Congreso de la República y recibieron dictamen favorable por parte de la Comisión de Ambiente, Ecología y Recursos Naturales. Se espera que estos instrumentos continúen su discusión y aprobación final, y con ello se fortalezca la gobernanza de las áreas protegidas en el territorio (Figura 50).

CONGRESO DE LA REPÚBLICA  
GUATEMALA, C. A.

**DIRECCIÓN LEGISLATIVA**  
- CONTROL DE INICIATIVAS -

NÚMERO DE REGISTRO  
**6305**

FECHA QUE CONOCIÓ EL PLENO: 23 DE NOVIEMBRE DE 2023.

INICIATIVA DE LEY PRESENTADA POR EL REPRESENTANTE DARWIN ALBERTO LUCAS PAZ.

INICIATIVA QUE DISPONE APROBAR LEY QUE DECLARA ÁREA PROTEGIDA EL ÁREA DE USO MÚLTIPLE MARINO-COSTERA TIQUISATE-TECOJATE.

TRÁMITE: PASE A LA COMISIÓN DE AMBIENTE, ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES, PARA SU ESTUDIO Y DICTAMEN CORRESPONDIENTE.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA  
GUATEMALA, C. A.

**DIRECCIÓN LEGISLATIVA**  
- CONTROL DE INICIATIVAS -

NÚMERO DE REGISTRO  
**6306**

FECHA QUE CONOCIÓ EL PLENO: 23 DE NOVIEMBRE DE 2023.

INICIATIVA DE LEY PRESENTADA POR EL REPRESENTANTE DARWIN ALBERTO LUCAS PAZ.

INICIATIVA QUE DISPONE APROBAR LEY QUE DECLARA ÁREA PROTEGIDA EL ÁREA DE USO MÚLTIPLE MARINO COSTERA SIPACATE-NARANJO.

TRÁMITE: PASE A LA COMISIÓN DE AMBIENTE, ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES, PARA SU ESTUDIO Y DICTAMEN CORRESPONDIENTE.

Figura 50: Iniciativas de ley para la declaración de dos áreas protegidas en la zona marino-costera.

## Reproducción, liberación y monitoreo de peces nativos y caracoles

En 2023, en conjunto con ASOBORDAS, los ingenios La Unión, Palo Gordo, Tzulá, la Municipalidad de Nueva Concepción y la Hacienda Santa Elissa, se liberaron más de 36 mil alevines y 1,800 caracoles en los ríos Cristóbal, Bolas, Popoguá, Seco y la Laguna Tarrales. Las especies se reproducen en 10 estanques de peces y tres piletas de reproducción de caracol.

### Monitoreo

Durante cada año, desde el 2015, se realiza el monitoreo de abundancia de especies hidrobiológicas en diferentes ríos de la costa sur de Guatemala, para conocer el impacto positivo de las liberaciones realizadas en años anteriores. En 2023, los puntos de monitoreo

se establecieron en la parte baja-media de las cuencas Acomé, Coyolate, Madre Vieja y Popoguá (Sis-Icán).

**En 2023 se encontraron 12 especies de peces y 2 de camarón en los monitoreos realizados en 4 ríos Acomé, Coyolate, Madre Vieja y Popoguá (Sis-Icán).**

En cada punto se hicieron transectos de 25 metros y 12 lances con atarraya. Se colectaron 12 especies de peces y dos de camarón. El río con más diversidad acuática fue el Acomé con 12 especies y el de mayor abundancia fue el río Coyolate con un número de 303 organismos (Figura 51 y Cuadro 5).



**Figura 51:** Monitoreo de peces en la cuenca Sis-Icán y peces *Herichthys guttulatus* y *Anableps dowi* encontrados.



**Cuadro 5:** Riqueza y abundancia de peces y camarón encontrados en cuatro ríos de la vertiente del Pacífico durante el 2023.

Especie	Acomé		Coyolate		Madre Vieja		Popoguá (Sis-Icán)	
	Marzo	Diciembre	Marzo	Diciembre	Marzo	Diciembre	Marzo	Diciembre
Pepesca <i>Psalidodon fasciatus</i>	7	3	7	14	0	0	9	7
Pupo <i>Poecilia mexicana</i>	72	116	83	136	127	91	61	20
Juilín <i>Rhamdia guatemalensis</i>	3	1	2	4	3	3	2	4
Vieja <i>Eleotris picta</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
Balsera <i>Cichlasoma trimaculatum</i>	7	11	3	11	2	8	2	4
Prieta <i>Herichthys sp.</i>	5	7	2	6	3	5	4	2
Tusa <i>Astatheros macracanthus</i>	4	7	8	8	5	5	8	3
Camarón Sholón <i>Macrobrachium tenellum</i>	4	3	5	13	7	3	0	0

También se han encontrado otras especies de peces como: camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, Chupapiedra *Awaous banana*, Tilapia

*Oreocromis niloticus*, Liseta *Mugil curema*, Pululo *Dormitator latifrons* y Cuatro ojos *Anableps dowii*.

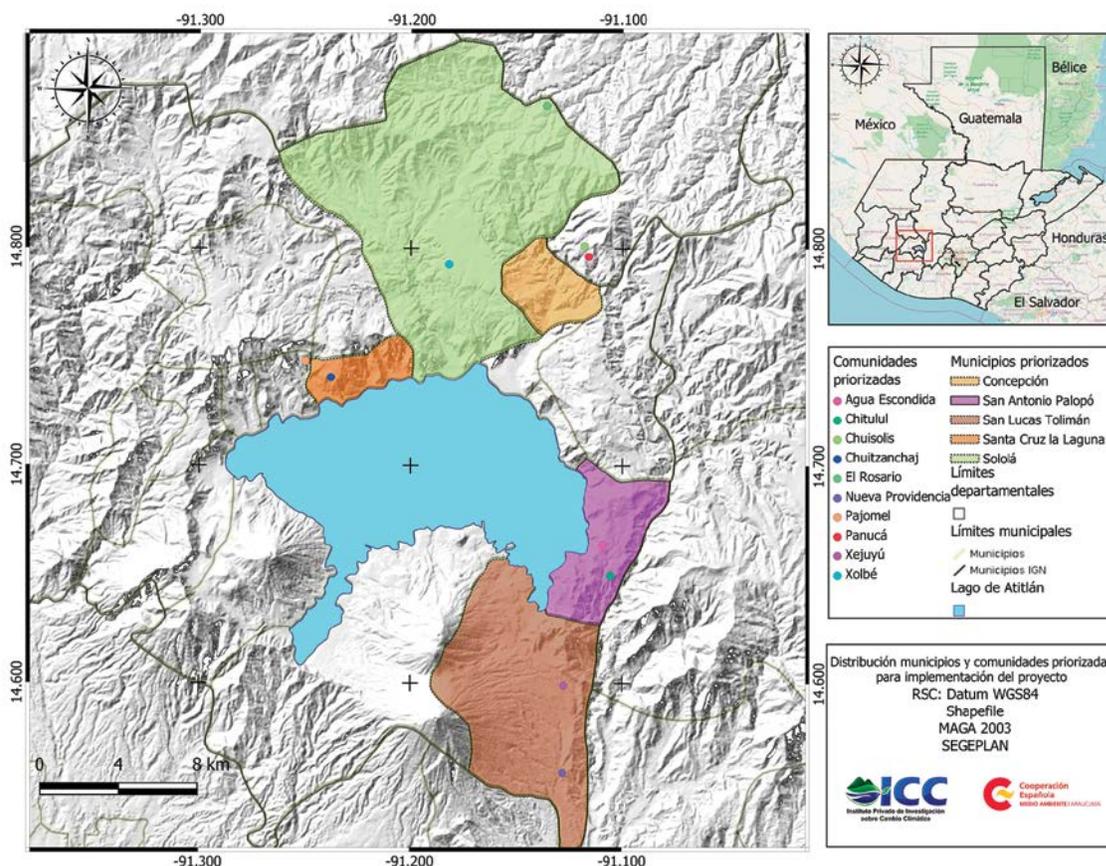
# 6 Adaptación comunitaria

## Seguridad alimentaria y adaptación

Las acciones en adaptación climática y seguridad alimentaria se enmarcan en el proyecto: "Contribuyendo a paisajes socio-ecológicos resilientes ante el cambio climático para la prosperidad y nutrición familiar en Guatemala y El Salvador", el cual es financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) a través de su programa Medio Ambiente y Cambio Climático en América Latina y el Caribe (ARAUCLIMA) con contrapartida y ejecución del ICC. Los cuatro componentes del proyecto son: 1) Implementación de acciones de adaptación al cambio climático en sistemas

agroalimentarios familiares; 2) fortalecimiento de capacidades sobre cambio climático y adaptación a distintos actores sociales; 3) implementación de medidas de adaptación en ecosistemas clave del territorio, y 4) generación de conocimiento científico y sistematización de conocimiento local/ ancestral maya para promover una adaptación efectiva.

Las acciones desarrolladas en 2023 se coordinaron con las Agencias Municipales de Extensión Rural (AMER) de los municipios de Santa Cruz La Laguna, Sololá, Concepción, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán y la delegación de la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional del departamento de Sololá (Figura 52).



**Figura 52:** Municipios y comunidades prioritarias para implementación del proyecto en el territorio de Guatemala.

## Implementación y promoción de medidas de adaptación

Se identificó que el 78% de las familias en los municipios priorizados en Sololá cuentan con espacios menores a 14 m<sup>2</sup> para producción hortícola, por lo que en 2023 se fortalecieron los sistemas agroalimentarios de 181 familias, con medidas de adaptación basadas en la producción

de alimentos frescos y saludables a través de la producción en sistemas hortícolas verticales, y de esta manera contrarrestar las amenazas climáticas que les afectan (Figura 53).

Las especies utilizadas fueron: acelga (*Beta vulgaris*), espinaca (*Spinacia oleraceae*), hierba mora (*Solanum americanum*) y cilantro (*Coriandrum sativum*) las cuales tienen aceptación por parte de la población.



**Figura 53:** Implementación de medidas de adaptación basadas en la producción de alimentos saludables en estructuras verticales con familias de Panucá, municipio de Concepción, Sololá.

## Conocimientos ancestrales mayas

También se realizó una investigación sobre conocimientos ancestrales mayas. La investigación se tituló: “Evaluación del potencial económico, ambiental y nutricional de sistema milpa, como medida de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el municipio de Sololá”. Se usaron especies aceptadas localmente para identificar el potencial del sistema milpa y caracterizar el comportamiento, los beneficios o efectos adversos que conllevan a la degradación del uso del sistema. Para la investigación se utilizaron las siguientes especies:

* <i>Zea mays</i>	* <i>Spinacia oleraceae</i>	* <i>Sonchus oleraceus</i> L., <i>compositae</i>
* <i>Phaseolus vulgaris</i>	* <i>Beta vulgaris</i> var <i>cicla</i>	* <i>Brassica campestris</i>
* <i>Cucurbita moschata</i>	* <i>Amaranthus cruentus</i>	* <i>Solanum americanum</i>

Las especies evaluadas tienen características nutricionales competentes en micronutrientes que pueden aportar en la seguridad alimentaria y nutricional de la población (Figura 54).



**Figura 54:** Investigación del sistema milpa utilizando la especie *Phaseolus vulgaris*, distribución de especies dentro del sistema milpa abierto.

## Acuicultura en estanques de traspatio

Los proyectos de acuicultura de traspatio tienen como objetivo la diversificación de los medios de vida, aprovechamiento del excedente de mano de obra de los hogares, seguridad alimentaria y generación de ingresos con la venta de remanente de pescado.

Durante 2023 se asesoró a productores de tilapia que ya tienen establecidos sus proyectos y ahora son autosostenibles: 1) Ingenio Magdalena y

Apevihs, con capacitación sobre el cultivo de tilapia en la aldea Nueva Candelaria; 2) establecimiento de ocho estanques de peces en aldeas de Caballo Blanco, Retalhuleu, y dos en aldea Mam Cajolá, Champerico, Retalhuleu; 3) aldea Canoguitas, Nueva Concepción, Escuintla, asesoría en el cultivo de peces en estanque de traspatio (Figura 55).

Entre el 55 y 60 % de las cosechas de peces en los estanques establecidos, es para consumo de los beneficiarios y el resto es para venta, lo que genera ingresos económicos, que también sirven para invertir en un nuevo ciclo de producción.



**Figura 55:** Diplomado del cultivo de tilapia gris en Champerico, Retalhuleu.

# 7

## Gestión de riesgo

### Organización comunitaria, municipal y departamental

Como parte de la certificación CPC obtenida por el ICC en 2016 para procesos de organización de coordinadoras para la reducción de desastres en todos sus niveles, en 2023, se juramentaron seis COLRED del municipio de San José, Escuintla. El proceso de juramentación se llevó a cabo en estrecha colaboración con los delegados de la CONRED, Oficina Municipal de Gestión Integral de Riesgos (OMGIR) y el Ingenio Magdalena, con el respaldo financiero del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). En total se acreditaron 84 líderes comunitarios.

También, se firmó un convenio entre Cáritas de Escuintla, el ICC y CONRED Región V, para organizar, capacitar y acreditar tres Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres (COLRED) en el municipio de Masagua, en el departamento de Escuintla. Durante todo el proceso participaron 52 personas.

Por último, en coordinación con el Ingenio Magdalena, se llevó a cabo el Primer Encuentro de Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres (COLRED) de las Regiones IV, V y VI. Este evento permitió un espacio para el intercambio de experiencias entre las coordinadoras locales de los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa (Figura 56).



**Figura 56:** Intercambio de experiencias entre las Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres (COLRED) de las Regiones IV, V y VI.

## Atención de emergencias Guatemala

A lo largo del 2023, se monitorearon las condiciones meteorológicas durante la época de lluvias y de la actividad del volcán de Fuego. El objetivo principal es mantener informados a nuestros miembros, socios y comunidades acerca de los posibles impactos en las áreas productivas e infraestructura a causa de estos sucesos. Además, el ICC jugó un papel esencial como mediador entre los sectores público y privado en todas las acciones de respuesta a emergencias.

En respuesta a la erupción del volcán de Fuego a principios de mayo, gestionamos el apoyo de autobuses para la evacuación de las comunidades en riesgo y proporcionamos asistencia alimentaria

en los refugios establecidos en Santa Lucía Cotzumalguapa. Durante la temporada de incendios forestales, coordinamos con el sector agroindustrial para suministrar raciones a los bomberos forestales (Figura 57).

La mayoría de los eventos que atendimos estuvieron vinculados con fenómenos hidrometeorológicos, especialmente inundaciones. La mayor parte de las emergencias ocurrieron en octubre. Gracias a una gestión integral de la información y la atención de solicitudes, conseguimos el apoyo del sector agroindustrial para proporcionar alimentos a los refugios activos. Además, implementamos acciones de mitigación, prevención y corrección en respuesta al desbordamiento de los ríos. Estas acciones incluyeron el uso de maquinaria y la donación de sacos para llenar con arena y piedras, también conocidos como “jumbos”.

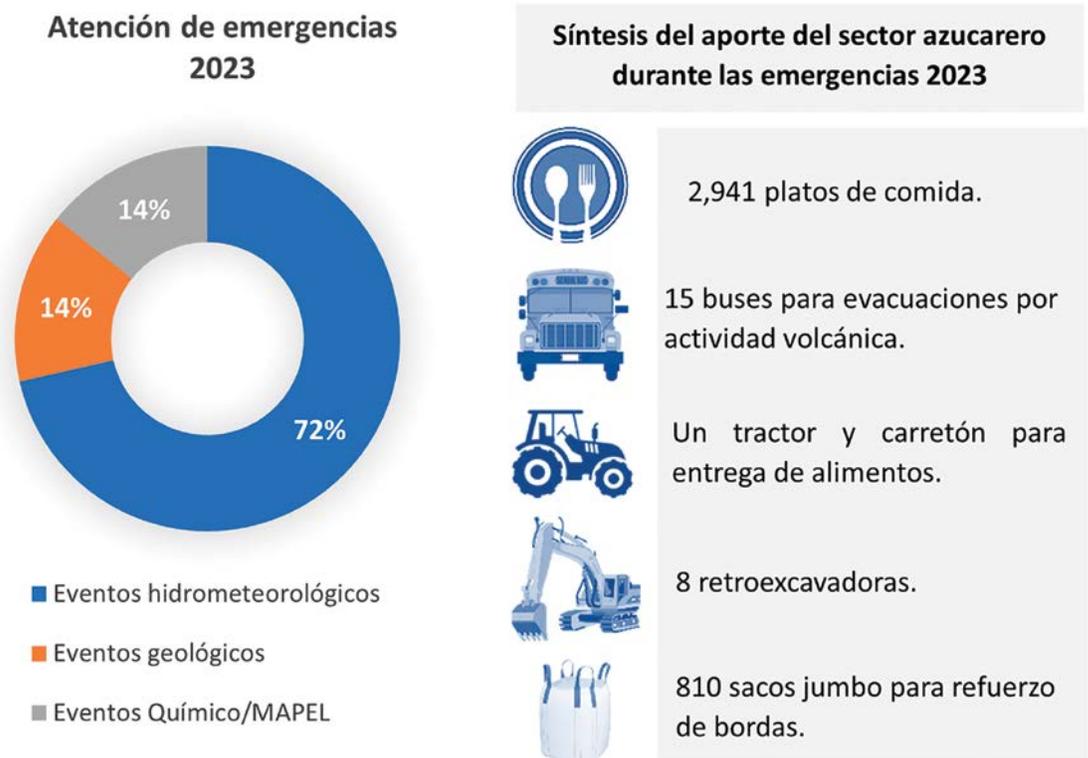


Figura 57: Síntesis del aporte del sector azucarero durante las emergencias 2023.

# 8 Desarrollo de capacidades

En 2023, se realizaron 44 eventos de desarrollo de capacidades en Guatemala y El Salvador, en donde participaron 1,667 personas. Los eventos realizados incluyeron: diplomados en adaptación comunitaria al cambio climático, diplomados en cambio climático y cuencas hidrográficas, cursos sobre cambio climático y otros (Cuadro 6).

**1,667 personas de diferentes sectores se capacitaron en 44 eventos sobre cambio climático, adaptación comunitaria, cuencas hidrográficas, gestión de riesgos de desastres, entre otros.**

**Cuadro 6:** Eventos de desarrollo de capacidades impartidos durante 2023.

No.	Curso	Enfocado	Área/localidad	Cantidad de eventos	Número de participantes
1	Diplomado en adaptación comunitaria al cambio climático	Líderes y lideresas comunitarias	Escuintla, Suchitepéquez, Quetzaltenango y Sololá	9	284
2	Diplomado de medio ambiente y cambio climático a nivel comunitario	Comunitarios	El Salvador	1	21
3	Diplomado en cuencas hidrográficas y cambio climático	Técnicos de la SESAN, MAGA, empresa Del Monte y ASAZGUA	Escuintla, Sacatepéquez e Izabal	5	95
4	Diplomado en adaptación al cambio climático y seguridad alimentaria nutricional	Técnicos, periodistas y docentes	Sololá	3	204
5	Curso sobre cambio climático	Técnicos y estudiantes	Retalhuleu	6	240
6	Charlas sobre gestión de riesgo de desastres	Municipalidades, reservas militares, técnicos del MAGA y colegios	Escuintla, Sacatepéquez y Guatemala	9	289
7	Seminario sobre cuencas hidrográficas y adaptación al cambio climático	Personal de grupo CASSA	El Salvador	1	30

Continúa...

No.	Curso	Enfocado	Área/localidad	Cantidad de eventos	Número de participantes
8	Curso de viveros forestales.	Estudiantes, profesionales, técnicos de OG's	Vertiente del Pacífico	1	31
9	Curso de producción sostenible de tilapia	Técnicos del MAGA	Quetzaltenango	1	47
10	Curso de mediciones hídricas superficiales (Aforos)	Estudiantes, profesionales, técnicos de OG's	Vertiente del Pacífico	1	38
11	Taller de huertos verticales	Lideresas y líderes	Escuintla	1	15
12	Taller de huertos verticales	Estudiantes	Suchitepéquez	1	14
13	Taller de huertos verticales	Lideresas y líderes	Suchitepéquez	1	19
14	Curso de biodiversidad	Personal de entidades del sector privado en el sur de Guatemala	Escuintla	1	79
15	Giras académicas para conocer el trabajo del ICC	Estudiantes de la Universidad Rural, Universidad Mariano Gálvez y Colegio Americano del Sur	Escuintla	3	61
<b>Total</b>				44	1,667

- **Diplomados en adaptación comunitaria al cambio climático**

El ICC financia la mayoría de estos diplomados, excepto los eventos impartidos en Sololá, realizados gracias al financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID)

en coordinación con las Agencias Municipales de Extensión Rural (AMER) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y la Dirección Departamental de Educación (DIDEDUC) del Ministerio de Educación (MINEDUC) en Sololá (Figuras 58, 59, 60 y 61).



**Figura 58:** Participantes del diplomado en adaptación comunitaria al cambio climático en Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.



**Figura 59:** Sesión de gestión de riesgo dirigida a técnicos y líderes comunitarios del municipio de San Lorenzo Suchitepéquez.



**Figura 60:** Taller sobre preparación de alimentos con recetas alternativas nutritivas para el consumo de especies como hierba mora (*Solanum americanum*), acelga (*Beta vulgaris*) y espinaca (*Spinacia oleraceae*).



**Figura 61:** Implementación de sesiones presenciales con lideresas comunitarias de las comunidades de Xejuyú del municipio de San Lucas Tolimán.

- **Diplomados sobre cambio climático**

Estos tuvieron como tema medular el cambio climático y sus implicaciones en el territorio. También, con el apoyo de la AECID e ICC en Sololá, Guatemala, se impartió un diplomado

sobre adaptación y seguridad alimentaria, con tres grupos: 1) técnicos de OG y ONG, 2) maestros (docentes) del sistema educativo nacional en municipios priorizados, y 3) periodistas y comunicadores sociales (Figuras 62, 63 y 64).



**Figura 62:** Dos grupos del diplomado de cuencas hidrográficas.



**Figura 63:** Grupo de diplomado con técnicos (OG's y ONG's) y con periodistas y comunicadores comunitarios.



**Figura 64:** Sesiones presenciales de los diplomados dirigido a docentes/profesores de Sololá.

- **Cursos sobre cambio climático y temas relacionados**

Se realizaron seis cursos en donde participaron 240 personas entre estudiantes y personal técnico (Figura 65).



**Figura 65:** Estudiantes del colegio Sinaí que recibieron el curso de cambio climático en Retalhuleu.

- **Charlas sobre gestión de riesgo de desastres**

Estas charlas fueron parte de las plataformas territoriales de riesgos correspondientes a las regiones II, IV y V de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). En estos espacios, se tuvo la oportunidad de

compartir la experiencia del ICC con relación a los Sistemas de Alerta Temprana para Inundaciones. Además, se atendieron múltiples solicitudes para ofrecer charlas sobre gestión de riesgos, brindar asesoramiento en fortalecimiento de capacidades y facilitar el intercambio de experiencias (Cuadro 7 y Figura 66).

**Cuadro 7:** Charlas impartidas sobre gestión de riesgos durante 2023.

Tipo	Lugar	Fecha	Público objetivo	Participantes		
				Hombres	Mujeres	
<b>Espacios de participación y respuesta a solicitudes</b>	Masagua, Escuintla.	Febrero	Gestión de riesgos de desastres y adaptación basada en ecosistemas dirigido a diferentes COCODE	15	21	
	Ciudad de Guatemala.	Marzo	Taller de experiencia interinstitucionales, Gestión de riesgos y panorama de riesgos de San Lucas Sacatepéquez.	17	10	
	Escuintla, Sede CONRED.	Marzo	Fortalecimiento a Oficinas municipales de Gestión Integral de Riesgos (OMGIR).	10	0	
	Antigua Guatemala.	Marzo	Taller de Sistema de Alerta Temprana de Volcanes.	14	8	
	Santa Lucía Cotzumalguapa. *	Junio	“Guía Verde ante inundaciones” fortalecimiento de unidades municipales de gestión integral de riesgos Regiones V y VII.	20	6	
	Santa Lucía Cotzumalguapa.	Julio	Charla a personal de Reservas Militares de Escuintla sobre gestión de riesgos de desastres y panorama de riesgos del departamento de Escuintla.	25	20	
	Antigua Guatemala.	Agosto	Capacitación sobre CC y GdR a profesionales y técnicos del MAGA Sacatepéquez, en coordinación con Unidad de Formación y Capacitación MAGA.	10	2	
	Antigua Guatemala.	Septiembre	Presentación sobre panorama de riesgos por inundación en la Costa Sur de Guatemala dentro del curso CPC “Guía Verde ante Inundaciones”.	6	6	
	Santa Lucía Cotzumalguapa.	Octubre	Capacitación y ejecución del Programa de Prevención de Desastres. Colegio Mixto Cotzumalguapa.	42	57	
				<b>Subtotal</b>	159	130
				<b>Total</b>	<b>289</b>	

\* Gira de campo



**Figura 66:** Charlas impartidas sobre gestión de riesgos durante 2023.

- **Diplomado Medio Ambiente y Cambio Climático a nivel comunitario en El Salvador**

El diplomado se impartió por segundo año consecutivo en dos comunidades entre febrero y septiembre de 2023, con el objetivo de mejorar las capacidades a nivel comunitario para la reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Los módulos incluyeron: medio ambiente y biodiversidad, cuencas hidrográficas, restauración ecológica comunitaria, causas del cambio climático, manifestaciones y efectos del cambio climático, impactos del cambio climático en la comunidad, y medidas de adaptación basadas en la comunidad, además de actividades prácticas como la planificación de las áreas para la restauración ecológica comunitaria, las estrategias de adaptación basada en la comunidad, y la preparación para la implementación de otros proyectos. Estas actividades se realizan en un asocio cooperativo entre la comunidad, la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA) y el ICC.

- **Seminario Cuencas Hidrográficas y Adaptación al Cambio Climático para CASSA**

Esto se realizó con la participación de 30 personas de diferentes áreas de grupo CASSA, para fortalecer y desarrollar capacidades en cuencas hidrográficas y adaptación al cambio climático. Se logró entender y manejar los elementos principales de las cuencas hidrográficas y recursos hídricos, y su relación con las circunstancias ambientales del país. Además, se comprendieron los principales elementos para el correcto abordaje del cambio climático, incluyendo causas, manifestaciones, efectos, impactos, medidas de respuesta y medios de implementación. Finalmente, se participó en un proceso de consulta sobre los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático de las actividades de cultivo de caña y producción de azúcar de CASSA.

## Red iberoamericana de universidades

En septiembre se llevó a cabo el IV Foro Iberoamericano de Universidades y Sostenibilidad en Antigua Guatemala, en donde el ICC participó como parte de un panel de expertos sobre cambio climático en Guatemala. En la actividad se tuvo la presencia de académicos e investigadores de distintas universidades de Colombia, Chile,

Argentina, Brasil, Venezuela, Costa Rica, España y Guatemala.

Como parte del evento se realizó una gira de intercambio de experiencias con los participantes en el departamento de Sololá, donde el ICC pudo exponer investigaciones sobre cómo se integra la academia en la adaptación al cambio climático en comunidades (Figura 67).



Figura 67: Participación en el IV Foro Iberoamericano de Universidades y Sostenibilidad.

## Presentación y lanzamiento público de huella de carbono e hídrica del azúcar de El Salvador

En septiembre de 2023 se presentó al sector azucarero de El Salvador el estudio de huella de carbono y huella hídrica realizado por el ICC para ese sector productivo. En esta presentación participaron técnicos, gerentes de las empresas y otros actores.



Figura 68: Presentación de resultados de estudios de huella hídrica y huella de carbono del azúcar de El Salvador, ingenio La Cabaña.

En octubre de 2023, en un evento coordinado por FUNDAZÚCAR de El Salvador y el ICC, se presentaron los resultados de estos estudios a representantes de embajadas acreditadas en El

Salvador, ONG, cooperación internacional, medios de comunicación, así como a las autoridades del gremio azucarero salvadoreño (Figura 69).



**Figura 69:** Presentación de resultados de estudios de huella de carbono y huella hídrica del azúcar de El Salvador, ciudad de San Salvador.

## XXII Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA) y XV Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA)

El ICC fue parte del comité organizador de este congreso que se realizó en agosto de 2023 en Antigua Guatemala. Los ejes fueron: a) Sostenibilidad, b) Innovación, c) Tecnología, d) Competitividad. En el evento participaron 488 personas procedentes de Centroamérica, Alemania, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador,

Estados Unidos, México y República Dominicana. Se desarrollaron más de 50 ponencias, de las cuales ICC presentó tres, relacionadas a huellas ambientales y cambio climático (Figuras 70 y 71). Asimismo, se participó en un panel foro sobre la integración regional y el futuro ante los mercados globales. Por último, se apoyó la participación de la Asociación de Combustibles Renovables (ACR) quienes presentaron el futuro de los biocombustibles, con un experto del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).



**Figura 70:** Participación de expertos de ICC en el Congreso de ATACA y ATAGUA.



**Figura 71:** Presentación del tema futuro de los biocombustibles, a través de la Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala (ACR) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

## Participación Foro Global Agroalimentario

En octubre se llevó a cabo la vigésima edición del Foro Global Agroalimentario en el corazón de la Expo Guadalajara, en Jalisco, México. En este evento el ICC contó con una participación en el panel “Agronegocios inspiradores: historias de éxito ante un entorno desafiante” en donde se abordaron los retos que enfrenta el sector en un entorno más competitivo ante nuevas exigencias

tecnológicas, laborales, ambientales, entre otras (Figura 72).

El Foro Global Agroalimentario se ha convertido en un espacio de conocimiento que busca la unión de esfuerzos para encontrar soluciones que puedan garantizar una alimentación adecuada y sostenible para las generaciones presentes y futuras. En esta edición participaron más de 2,800 personas de manera presencial y más de 5,800 de manera virtual.



**Figura 72:** Participación del ICC en el Foro Global Agroalimentario En el corazón de la Expo Guadalajara, en Jalisco, México.

## Curso sobre cambio climático y sus implicaciones para la seguridad y la defensa en Washington, D.C.

En junio se llevó a cabo el curso “Cambio Climático e Implicaciones en Seguridad y Defensa 2023”, organizado por el Centro de Estudios Hemisféricos de Defensa William J. Perry de la Universidad Nacional de Defensa de Washington, D.C., en

donde el Dr. Alex Guerra, director general de ICC, participó como instructor (Figura 73).

El curso estuvo dirigido a representantes de fuerzas armadas y gobiernos de Latinoamérica, y se centró en 5 temas relacionados al cambio climático: la ciencia, las amenazas, las soluciones, el papel de las fuerzas de seguridad y el impacto humano. En esta edición participaron 42 personas de 22 países.



**Figura 73:** Entrega de reconocimiento a nuestro Director General por ser instructor del curso Cambio Climático e Implicaciones en Seguridad y Defensa 2023 en Estados Unidos.

# 9

## Manejo integrado de cuencas

### Seguimiento a los planes de manejo a través de las mesas técnicas

En seguimiento al trabajo realizado por el ICC en años anteriores (2021-2022) para elaborar los planes de manejo integral de cuenca de los ríos Achiguate, Coyolate, Samalá, Ocosito, Naranjo y Suchiate, en el 2023, en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021, se apoyó al viceministerio del agua del MARN en la conformación de las mesas técnicas de las cuencas Samalá, Suchiate y Coyolate. Asimismo, se apoyó la conformación de comisiones de trabajo temáticas para cada mesa técnica y que están vinculadas a los programas de los planes de manejo.

El ICC apoyó al MARN para la conformación y seguimiento de las mesas técnicas de los ríos Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate y Los Esclavos.

En las cuencas Achiguate y Coyolate, las tres comisiones que tuvieron actividad fueron la forestal, aguas residuales y desechos sólidos, y riesgos. El trabajo se concentró en vincular a actores con acciones planteadas en los planes de manejo, y así definir un plan de trabajo anual de cada mesa técnica (Figuras 74 y 75).

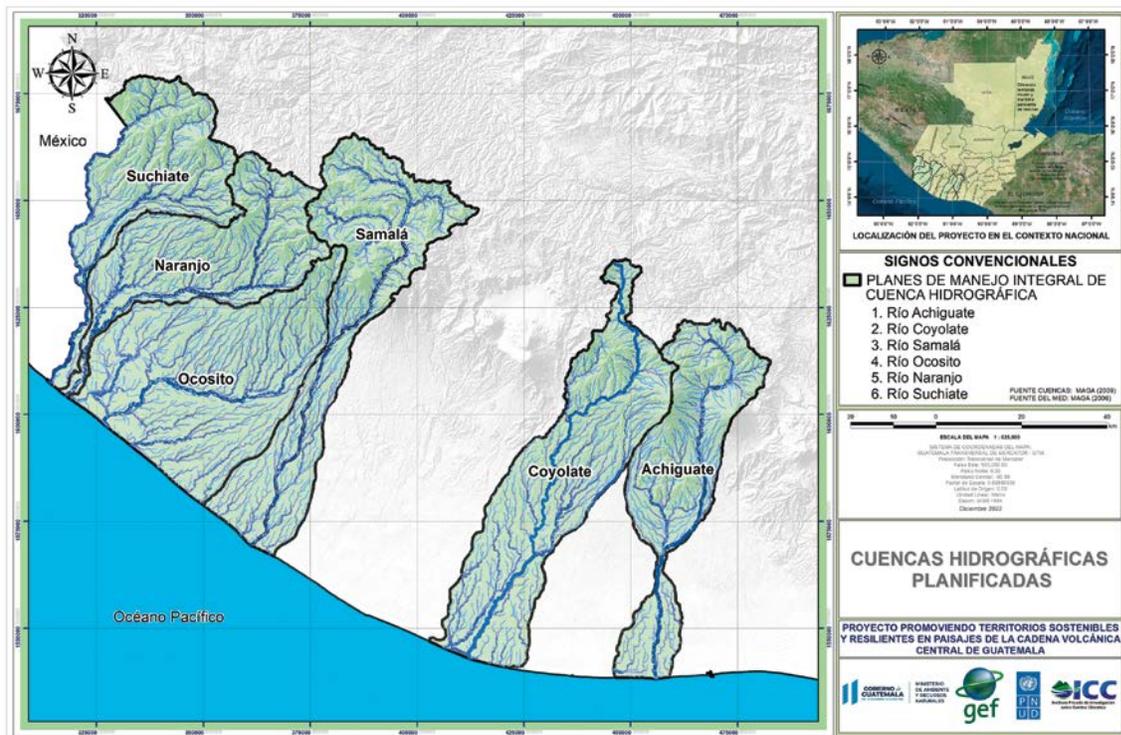


Figura 74: Cuencas hidrográficas planificadas con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

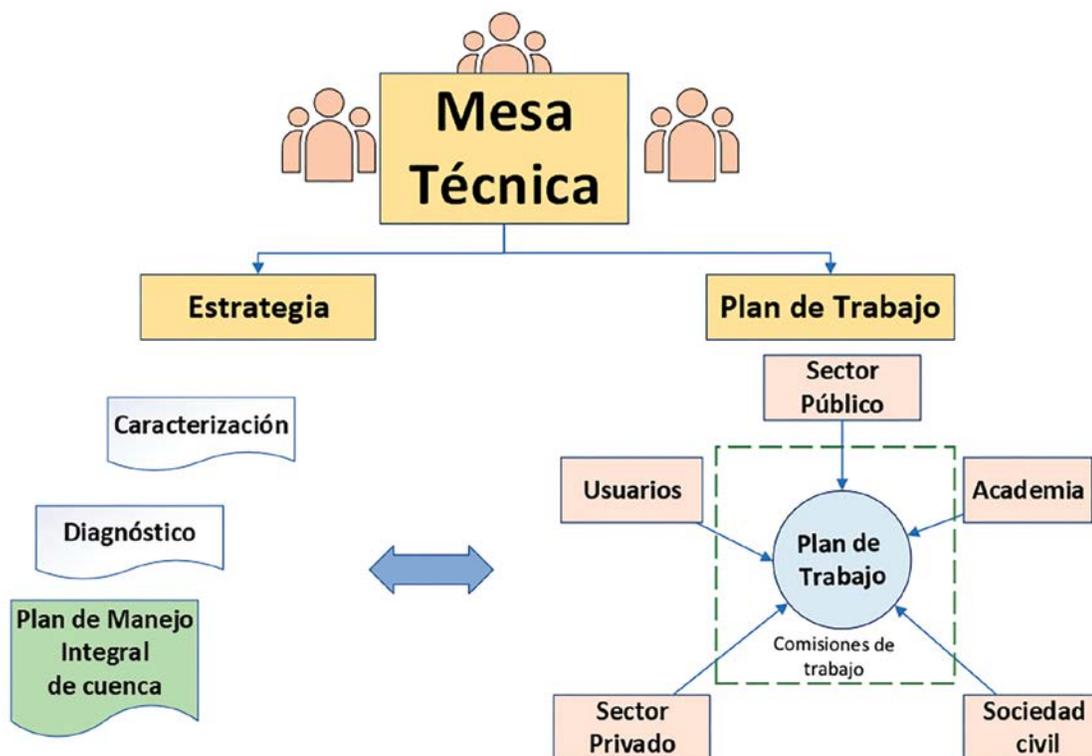


Figura 75: Vinculación entre el Plan de Manejo Integral de cuenca y el plan de trabajo de la Mesa Técnica.

## Plan de manejo de cuenca Los Esclavos

En 2023, con el acompañamiento del viceministerio del agua del MARN, se diseñó el diagnóstico técnico y participativo (problemáticas, potencialidades, riesgos y conflictividad, entre otros), del plan de manejo integral de la cuenca del río Los Esclavos. Adicionalmente, se desarrollaron

cuatro talleres de diagnóstico participativo (Figura 76) con los sectores: privado, mujeres, gobierno, y sociedad civil y academia. Con la información analizada de estos talleres, preliminarmente, se puede listar las problemáticas priorizadas: i) pérdida de la cobertura forestal; ii) mal manejo de los desechos y residuos sólidos; y iii) descarga de aguas residuales.



Figura 76: Talleres de diagnóstico participativo de cuenca del río Los Esclavos.

## Manejo y conservación de suelos

En 2023, se sistematizó el proceso de modelación hídrica del suelo que el ICC ha realizado durante los últimos años en la vertiente del Pacífico. El documento de sistematización se encuentra disponible en la página web del ICC. En este se

muestran los resultados de las modelaciones que utilizan información geográfica del MAGA y meteorológica actualizada del ICC e INSIVUMEH, para mostrar el riesgo potencial de erosión hídrica del suelo en la región, cuya tasa promedio se estima en 543 toneladas por hectárea por año (Figura 77).

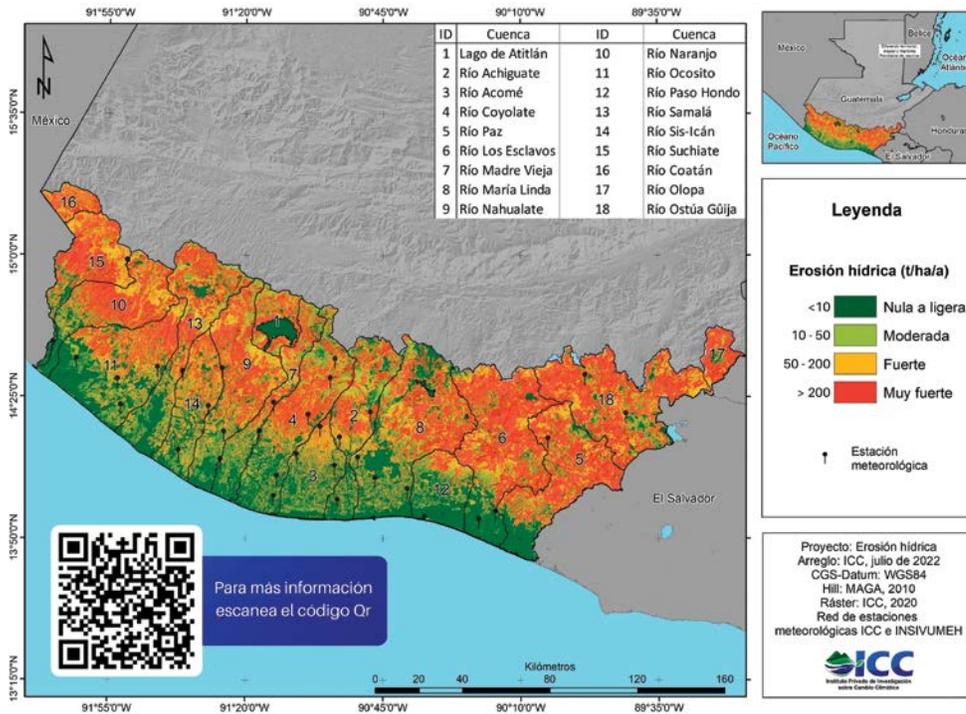


Figura 77: Modelación de la erosión hídrica en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

## Mesas Técnicas de cuenca hidrográfica

En 2023, además del apoyo brindado al viceministerio del agua del MARN en la conformación de las mesas técnicas de las cuencas de los ríos Samalá, Suchiate y Coyolate, el

ICC apoyó la conformación de otras tres en los ríos Acomé, Selegua y Coatán. En total hasta el 2023, se han conformado 13 mesas técnicas (Figura 78). Además, se apoyó al MARN en la elaboración y publicación del documento de cronología de mesas técnicas de cuenca desde que se publicó el Acuerdo Gubernativo 19-2021 (Figura 79).



Figura 78: Conformación de Mesas Técnicas cuencas Samalá (izquierda) y Suchiate (derecha).



**Figura 79:** Portada del documento de cronología de Mesas Técnicas de cuenca hidrográfica.

## Proyecto Altiplano Resiliente

Con el apoyo financiero de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Fondo Verde del Clima (GCF por sus siglas en inglés) en junio de 2023 dio inicio la implementación del proyecto “Estrategias AbE, manejo de información hidrometeorológica y gestión del territorio para reducir la vulnerabilidad en la microcuenca Xayá-Coyolate”. Las acciones propuestas se están desarrollando en comunidades del altiplano ubicadas en los municipios de Patzún, Patzicía y Tecpán Guatemala del departamento de Chimaltenango.

Desde agosto se trabajó en el fortalecimiento de siete viveros forestales municipales y comunitarios, para la producción de 350,000 plantas, que estarán destinadas a implementar diversas medidas de adaptación basada en ecosistemas (AbE), como restauración forestal, plantaciones forestales energéticas, sistemas agroforestales, entre otras (Figura 80).



**Figura 80:** Fortalecimiento de viveros forestales municipales y medición de parcelas para implementación de estrategias AbE.

Los otros componentes del proyecto incluyen la elaboración e implementación de un plan de manejo y conservación de suelos para la microcuenca, el cual se desarrollará participativamente, tomando en cuenta conocimientos y prácticas ancestrales, el desarrollo de un sistema de información meteorológica que provea información en tiempo real a grupos de agricultores, organizaciones e instituciones de la región, y por último, el fortalecimiento de las capacidades comunitarias,

municipales y de organizaciones en gestión de riesgo de desastres para reducir la vulnerabilidad y mejorar la gestión del territorio.

De agosto a diciembre, se realizaron talleres con agricultores (hombres y mujeres), instituciones de gobierno y organizaciones que trabajan en la microcuenca, para la identificación de necesidades y amenazas agrometeorológicas, lo cual permitirá definir acciones que reduzcan la vulnerabilidad climática de sus cultivos (Figura 81).



**Figura 81:** Consulta a agricultores, instituciones y organizaciones para la generación de información agrometeorológica de la microcuenca Xayá-Coyolate.

# 10 Investigaciones y artículos científicos realizados durante el 2023

## Estudios e investigaciones

1. Evaluación del rendimiento de cuatro maíces nativos de maíz sometidos a distintas alturas que difieren a su zona de producción en la localidad del caserío San Martín, San Lucas Tolimán, Sololá.
2. Evaluación de cuatro materiales nativos de maíz con características de tolerancia a fuertes vientos y escasez hídrica como una medida de adaptación en el municipio de San Antonio Palopó, Sololá.
3. Evaluación de la planta *Azolla filiculoides* L. como suplemento en la alimentación convencional en gallinas criollas en Santa María El Tablón, Sololá.
4. Evaluación de dos diseños de huertos verticales y dos materiales orgánicos para la producción de hierba mora (*Solanum nigrescens*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y bledo (*Amaranthus spp.*) en el municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.
5. Evaluación del potencial económico, ambiental y nutricional de Sistema Milpa como medida de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el municipio de Sololá.
6. Estrategia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la producción de azúcar de la Compañía Azucarera Salvadoreña.
7. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono del azúcar de El Salvador.
8. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono del azúcar producida por la Compañía Azucarera Salvadoreña.
9. Huella hídrica de la producción de azúcar de El Salvador.
10. Huella hídrica en la producción de azúcar de la Compañía Azucarera Salvadoreña.
11. Identificación y mapeo georreferenciado de lotes de restauración ecológica comunitaria a nivel de cuencas y tres regiones hidrográficas del paisaje cañero en El Salvador.
12. Plan de reconversión a cosecha verde del cultivo de caña de azúcar en El Salvador.
13. Análisis de la calidad del agua en ríos de seis cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico de Guatemala.
14. Modelación de erosión hídrica en la vertiente del Pacífico de Guatemala.
15. Estimación de la erosión hídrica en cultivo de banano a través de parcelas de escorrentía.
16. Inventario de emisiones de gases efecto invernadero y huella de carbono del azúcar de El Salvador para la zafra 2021-2022.
17. Huella hídrica del azúcar de El Salvador para la zafra 2021-2022.
18. Inventario de emisiones de gases efecto invernadero y huella de carbono del azúcar de Guatemala para la zafra 2022-2023.
19. Inventario de emisiones de gases efecto invernadero en la generación de energía del sector azucarero de Guatemala para la zafra 2022-2023.
20. Huella hídrica del cultivo de caña de azúcar de Guatemala para la zafra 2022-2023.
21. Inventario de gases efecto invernadero y huella de carbono en la producción independiente de banano durante el año 2022.

22. Huella hídrica del cultivo de banano de APIB durante el año 2022.
23. Inventario de gases efecto invernadero y huella de carbono de la producción de aguacate de la empresa Palo Blanco durante el año 2021.
24. Huella hídrica del cultivo de aguacate de la empresa Palo Blanco durante el año 2021.
25. Inventario de gases efecto invernadero y huella de carbono en la producción de banano y plátano de la empresa Palo Blanco durante los años 2021 y 2022.
26. Huella hídrica del cultivo de banano y plátano de la empresa Palo Blanco durante los años 2021 y 2022.
27. Estimación de la fijación de carbono a partir de áreas bajo proceso de restauración forestal en corredores biológicos en la costa sur de Guatemala.
28. Estudio de áreas de alto valor de conservación en dos fincas del sur de Guatemala.
29. Estudio de diversidad biológica en áreas de pastizales en dos fincas del sur de Guatemala.

## Artículos científicos publicados en 2023

1. Gil-Rodas, N., Guevara-Mora, M., Rivas, G., Dávila, G., García, D., Contreras-Perdomo, A., Alvizures, P., Martínez, M., & Calvo-Brenes, G. (2023). A comparative study of several types of indices for river quality assessment. *Water Quality Research Journal*, 58(3), 169–183. <https://doi.org/10.2166/wqrj.2023.029>.
2. Paíz, R., Low-Calle, J. F., Molina-Estrada, A. G., Gil-Villalba, S., & Condesso de Melo, M. T. (2023). Combining spectral analysis and geochemical tracers to investigate surface water–groundwater interactions: A case study in an intensive agricultural setting (southern Guatemala). *Science of the Total Environment*, 899. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165578>.
3. Salazar, L. F., Guerra Noriega, A., Bolaños, A., & Solís, J. P. (2023). Toward sustainability? Contributions of the Guatemalan Sugarcane Agro-Industry to the Sustainable Development Goals on water and energy. *Natural Resources Forum*, 47(4), 772–788. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12349>.

# 11

## Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático

La revista, que originalmente publicó sus dos primeros números en 2008, fue revitalizada en formato digital en 2017 gracias a la colaboración entre la Fundación Defensores de la Naturaleza, el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), Rainforest Alliance (RA) y la Universidad del Valle de Guatemala. Desde 2021, se ha establecido como un canal de comunicación clave para el Sistema Guatemalteco de Ciencias sobre Cambio Climático.

Esta revista digital se centra en la divulgación e investigación científica realizada en Mesoamérica, abordando temas como: a) Biodiversidad, b) Gestión de recursos naturales, c) Administración de áreas protegidas, d) Impacto del cambio climático en la región mesoamericana, e) Adaptación y mitigación al cambio climático, y f) Ordenamiento territorial y su relación con el cambio climático.

El objetivo principal es difundir la información generada en Mesoamérica, aprender de los éxitos logrados, y fomentar la comunicación entre científicos, técnicos, administradores, gobiernos locales, instituciones gubernamentales y empresarios en la región. Los artículos publicados provienen de países como Guatemala, México, Colombia, Panamá, Costa Rica, Venezuela, Honduras y El Salvador. En los últimos años, la página web de la revista ha atraído entre 9,000 y 35,000 visitantes de más de 25 países (Figura 82).

A partir de 2023, la revista de acceso libre y arbitrada ofrece una opción de acceso de pago para los autores que deseen publicar. La publicación es semestral y se aceptan manuscritos durante todo el año. Cada año se publica un volumen de dos números, que suelen incluir artículos científicos, notas de divulgación científica, reportajes y entrevistas con expertos.

El proceso de revisión de cada manuscrito comienza con una inspección general realizada por el editor en jefe para verificar el cumplimiento de

los requisitos básicos. Los manuscritos se envían a dos expertos externos en la temática, quienes proporcionan sus recomendaciones de manera anónima. Basándose en las recomendaciones de los revisores, el Editor en jefe decide si se publica el manuscrito. La revista solo acepta trabajos originales que no hayan sido publicados previamente en otras revistas.

A pesar de ser una de las regiones más mega diversas del mundo y más vulnerables a los efectos del cambio climático, Mesoamérica rara vez aparece en los informes mundiales debido a la falta de publicaciones científicas. Esta revista busca cambiar esta situación y contribuir a la visibilidad de la región.



Figura 82: Pantalla de inicio de la página web de la revista Mesoamérica de Biodiversidad y Cambio Climático.

# 12

## Proyectos ejecutados durante el 2023

No.	Nombre 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	2016-2023
2	Contribuyendo a paisajes socio-ecológicos resilientes ante el cambio climático para la prosperidad y nutrición familiar en Guatemala y El Salvador.	Programa ARAUCLIMA de la Cooperación Española-AECID.	2023-2025
3	Gestión ambiental Asociación de Azucareros de Guatemala-ASAZGUA	Asociación de Azucareros de Guatemala-ASAZGUA	2018-2023
4	Gestores de cuencas hidrográficas, apoyo al MARN	Empresas de sectores bananero, azucarero y palmero	2022-2023
5	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
6	Apoyo a la red de restauración de la costa sur	Unión Internacional de Institutos de Investigación Forestal-IUFRO.	2023
7	Estudios sobre biodiversidad con el Ingenio Pantaleon	Ingenio Pantaleon	2023
8	Estrategias AbE, manejo de información hidrometeorológica y gestión del territorio para reducir la vulnerabilidad en la microcuenca Xayá-Coyolate	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN	2023-2025
9	Estimación de huella hídrica y huella de carbono sector azucarero de El Salvador	Fundazucar El Salvador	2022-2023
10	Monitoreo de caída de pavesa en Sipacate, Escuintla	Asociación de Azucareros de Guatemala-ASAZGUA	2023
11	Fortalecimiento Institucional ICC	Fundación Luis von Ahn	2022-2026
12	Apoyo a la restauración del paisaje forestal de Suroccidente	Rainforest Alliance-RA	2022-2025



13	Diseño e implementación de un plan de restauración de paisaje para fincas de división de banano Del Monte-Izabal.	Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ	2022-2023
14	Taller de guía verde ante inundaciones	Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF	2023
15	Fortalecimiento en el manejo integrado de la subcuenca del río Bolas, Retalhuleu, Guatemala	Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF	2023-2024
16	Fortalecimiento al vivero forestal comunidad Canoguitas, Nueva Concepción, Semillero GLFx	Centro de Investigación Forestal Internacional-CIFOR-y Foro Global de Paisajes-GLFx	2023
17	Análisis del acuífero superficial ante el uso de fertirriego en fincas del Ingenio Pantaleon	Ingenio Pantaleon	2023-2024
18	Estudio de áreas de alto valor de conservación, Ingenio La Unión	Ingenio La Unión	2023

# 13

## Convenios con otras instituciones y organizaciones

No.	Organización	Abreviatura	Período de Vigencia
1	Instituto Nacional de Bosques	INAB	2021-2025
2	Universidad de Tennessee	Universidad de Tennessee	2019-2024
3	Proyecto "Promoviendo territorios resilientes en paisajes de la Cadena Volcánica Central de Guatemala"	Proyecto Volcanes-PNUD	2019-2025
4	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología	INSIVUMEH	2019 por tiempo indefinido
5	Hacienda Real y Asociación Civil Ambiental Xayá	Hacienda Real y ACAX	2021 por tiempo indefinido
6	Administrador del Mercado Mayorista	AMM	2021 por tiempo indefinido
7	Asociación Sotz'il	Sotz'il	2021 por tiempo indefinido
8	Centro de Desarrollo Integral	CEDIG	2021-2026
9	Asociación de Investigación y Estudios Sociales	ASIES	2022-2023
10	Catholic Relief Services	CRS	2022-2026
11	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres	CONRED	2022-2026
12	Centro Internacional de Agricultura Tropical	CIAT	2023 por tiempo indefinido

# 14

## Espacios institucionales en los que el ICC participa

No.	Nombre del espacio	Año de inicio de participación
1	Mesa de adaptación y vulnerabilidad	Desde 2022
2	Salvemos el Manchón Guamuchal	Desde 2021
3	Mesas Técnicas Agroclimáticas del Suroccidente, Escuintla, Santa Rosa y Sololá	Desde 2021
4	Comité Nacional de Ideas para una recuperación verde-GIZ	Desde 2021
5	Comité técnico asesor de cuencas	Desde 2021
6	Asociación Mundial del Agua / Global Water Partnership (GWP)	Desde 2020
7	Alianza por el Agua	Desde 2020
8	Comité Técnico Asesor del Proyecto Cadena Volcánica Central- GEF-PNUD	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 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, Achiguat, Ocosito, Acomé, Coyolate, Samalá, Naranjo, Suchiate 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 de GEI	Desde 2015
19	Mesa de ciencias del clima	Desde 2014
20	Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático - SGCCC	Desde 2014
21	Red nacional 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



ENCUÉNTRALO EN  
NUESTRA BIBLIOTECA  
VIRTUAL



Diferendo Territorial,  
Insular y marítimo pendiente  
de resolver

México

Belice

OCEANO  
ATLÁNTICO

Guatemala

Honduras

OCEANO  
PACÍFICO

El Salvador

Nicaragua

-  Oficinas del ICC
-  Oficinas compartidas
-  Áreas de acción del ICC



ICC Cambio Climático

