



Universidad de Costa Rica

Centro de Investigación en
Contaminación Ambiental (CICA)

Informe final 2015-2018

Proyecto:

Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)

Equipo de trabajo CICA:

Elizabeth Carazo Rojas (coordinadora 2015-2016)

Laura Brenes Alfaro (coordinadora 2017-2018)

Paula Aguilar Mora

Carolina Zúñiga Zamora

Carlos Quesada Araya

Dulce Rodríguez Rodríguez

Greivin Pérez Rojas

Mario Masís Mora

Didier Ramírez Morales

Wilson Beita Sandí

Melvin Alpízar Marín

Giovanni Mora Castro

Mayela Monge Muñoz

María del Mar Sánchez Barrantes

Daniela Fajardo Romero

Juan Salvador Chin Pampillo

Marta Pérez Villanueva

Gabriel Rodríguez Castillo

David Espinoza Villalobos

Paula Alfaro Montero

Melissa Garita Solano

Asistentes:

Alfredo Meneses Garzona, Josué Monge Chacón, Dayana Vega Méndez, Hillary Pérez Quesada, Henry Oviedo Cordero, Jose Mario Hidalgo Lobo, Mónica Solano Palacios, Mariana Soto Méndez, Katheryn Salazar Zeledón, Emmanuel Sáenz Peña, Jennifer Sandí Flores, María Laura Ramírez Jaén, Isabella Varela Mora, Li Min Ajú Brenes, Nancy Arias Monge, Jochebeth Godínez Bolaños, Verónica Suárez Romero, Julián Portuguez Brenes, Antony Torres Solano, Anthony Ramírez Méndez, Haranxa Jiménez Mora, Michelle Lizano Brenes.

Presentación

En razón del repunte del cultivo de piña en la zona norte del país, aspectos como la protección del ambiente y de la salud humana deben ser considerados en el desarrollo de la producción agrícola, lo cual obliga a las instituciones a generar alternativas amigables y sostenibles para el control de plagas (SFE-UCR, 2012). Por esto, a la luz del Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional suscrito entre el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) y la Universidad de Costa Rica (UCR) en el 2012, se señala la necesidad de “promover acciones conjuntas para desarrollar y mejorar medidas sanitarias y fitosanitarias, con alternativas tecnológicas amigables con el ambiente y la salud humana” (SFE-UCR, 2012).

En su papel como Autoridad Nacional que protege los recursos agrícolas de las plagas y contribuye con la protección de la salud humana y el ambiente, el SFE tiene la responsabilidad de verificar que los residuos de plaguicidas en los vegetales no sobrepasen los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos, mediante muestreos en el cultivo en mención, y además promover las buenas prácticas agrícolas (BPA).

De la misma manera, su contraparte, el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la UCR, es la unidad de investigación científica dedicada al estudio de la contaminación ambiental, sus causas y efectos en los seres humanos, los animales, las plantas y su entorno físico. Mediante el desarrollo de metodologías propias, la evaluación y adaptación de métodos internacionales para el análisis de contaminantes, el CICA realiza investigaciones para buscar un desarrollo integral con alcances de largo plazo, que incluye el análisis, la discusión y la participación en soluciones a los problemas nacionales, así como el planteamiento de propuestas que benefician a la sociedad.

Dado el trabajo que cada institución realiza para resolver problemas del sector agrícola y ambiental, el SFE y el CICA unieron esfuerzos en torno al objetivo de promover y fomentar las buenas prácticas agrícolas en el sector productivo de piña de la zona norte del país (Pital, Aguas Zarcas, Venecia de San Carlos; y Río Cuarto) mediante la implementación del proyecto “Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)”, del 2015 al 2018.

Este informe corresponde a las actividades y resultados del proyecto en los cuatro años de su implementación. Consta de los siguientes apartados:

Capítulo 1. Caracterización de las buenas prácticas agrícolas (BPA).

Capítulo 2. Estrategia de comunicación y programas de capacitaciones.

Capítulo 3. Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua, y de residuos de plaguicidas en frutas. Mapas de vulnerabilidad para bromacil y ametrina.

Logros y recomendaciones.

Anexos.

Resumen de actividades

En el **primer año** del proyecto (2015) se planificó la creación de la línea base en dos aspectos: 1) obtener y analizar la información inicial acerca de la calidad de las aguas, suelos y frutas de la Región Huetar Norte, mediante análisis de residuos de plaguicidas y análisis de parámetros físico-químicos, análisis microbiológicos y residuos de metales (en el caso de muestras de agua); y 2) obtener, de los productores de piña en la zona de estudio, información básica sobre la aplicación de BPA y de plaguicidas utilizados.

Las actividades realizadas en ese año abarcaron giras de reconocimiento de la zona y de los sitios de muestreo, giras de recolección de muestras de agua, suelos y frutas para los diferentes análisis; así como la búsqueda de información acerca de la zona, construcción de instrumentos de recolección de datos, identificación de actores, entre otras.

En el **segundo año** de ejecución del proyecto (2016) se continuó con el monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas, se analizaron las muestras de agua recolectadas durante el año, para detectar residuos de distintos contaminantes orgánicos, entre ellos, contaminantes emergentes. Asimismo, se efectuaron análisis microbiológicos y análisis de parámetros físico-químicos, con el fin de precisar la calidad de estos cuerpos de agua. También, se realizaron muestreos de frutas de pequeños productores, para determinar la presencia o no de residuos de plaguicidas. A partir de los resultados del monitoreo de cuerpos de agua del 2015, se elaboraron mapas preliminares de riesgo con los datos de residuos de plaguicidas; en este caso, mapas para el herbicida bromacil.

Con el propósito de contar con información sobre el uso de BPA, continuaron las giras para aplicar encuestas y entrevistas a los productores, completando 70 cuestionarios. Con la información preliminar obtenida, se desarrollaron dos programas de capacitación, uno dirigido a pequeños productores de Pital y Aguas Zarcas, y el otro a medianos y grandes productores de la zona.

Como parte de la estrategia de comunicación, se realizaron cuñas, carteles y algunas entrevistas en medios locales, para invitar a los productores a participar en el proyecto y en los programas de capacitación. Además, se efectuó un primer mapeo de públicos meta para la estrategia y se completó la base de datos de los medios de comunicación.

En el **tercer año** de ejecución del proyecto (2017) se continuó con el monitoreo de las aguas superficiales, mientras que se efectuó solamente una campaña de aguas subterráneas a principios del año. Se analizaron las muestras de agua recolectadas para detectar residuos de contaminantes orgánicos, identificar parámetros físico-químicos y microbiológicos; se continuó con los muestreos de frutas de pequeños productores, para determinar la presencia o no de residuos de plaguicidas. De igual manera, se amplió la elaboración de mapas de vulnerabilidad y se incluyó la clasificación de cuerpos de agua según el Índice Holandés.

Se continuó con un nuevo programa de capacitaciones en el INA La Marina de San Carlos, dirigidos a pequeños, medianos y grandes productores, así como a público interesado. La estrategia de comunicación del proyecto apoyó dicho proceso y ejecutó diversas actividades de divulgación de las BPA, entre ellas, la "I Feria de buenas prácticas agrícolas de productores de piña de la Zona Huetar Norte".

En el **cuarto** y último año del proyecto (**2018**) se realizó el monitoreo de las aguas superficiales, y generando sus respectivos análisis. También, se continuó con los muestreos de frutas de pequeños productores. A partir de los resultados de los monitoreos de cuerpos de agua se elaboraron mapas de vulnerabilidad con los datos de residuos de plaguicidas, específicamente de bromacil y ametrina.

Como parte de la estrategia de comunicación, se realizaron reuniones con agroservicios de la zona con el fin de planificar la colaboración de estos centros en la colocación de infográficos. Además, se realizó el último programa de capacitaciones del proyecto cuyo cierre oficial se efectuó mediante charlas informativas de los resultados del proyecto, dirigidas tanto a los productores como a las comunidades, mediante la participación de ASADAS y asociaciones de desarrollo.

En el 2018 se participó en diferentes espacios de medios de comunicación nacionales, en relación con los resultados preliminares obtenidos. Así, se efectuó una conferencia de prensa, se brindaron entrevistas a medios escritos y televisivos, y se realizaron reuniones en la Asamblea Legislativa, en relación con los análisis efectuados a los cuerpos de agua.

Finalmente, en el **2019**, como una ampliación del proyecto, se continuará con la estrategia de comunicación con la divulgación y difusión de los resultados del proyecto. Se buscará la publicación de artículos científicos o la participación en congresos, foros, u otros espacios informativos y científicos; sin dejar de lado la transferencia de información en los espacios comunitarios, dirigido a grupos organizados y productores. Se efectuarán nuevos muestreos y análisis solamente si la contraparte así lo solicita.

Objetivos del proyecto

Objetivo general:

Determinar y valorar el uso de agroquímicos en el cultivo de piña de la zona norte de Costa Rica, específicamente el distrito de Pital y sus alrededores, con el fin de implementar buenas prácticas agrícolas para promover el uso y manejo apropiado de estos productos.

Objetivos específicos:

1. Determinar la utilización de los insumos agrícolas registrados y autorizados por el SFE-MAG para controlar las plagas y enfermedades del cultivo de piña.
2. Elaborar mapas de vulnerabilidad al impacto de los agroquímicos en Pital y otros distritos.
3. Determinar y valorar (caracterización) las prácticas agrícolas en las fincas dedicadas al cultivo de la piña de la zona de estudio.
4. Realizar análisis de residuos de plaguicidas y otros contaminantes para determinar los niveles de estos productos en suelos o sedimentos, aguas (agua de escorrentía de la finca -cuando sea posible-, aguas subterráneas y superficiales), y en el fruto de piña.
5. Elaborar una estrategia informativa y educativa en BPA a través de los medios de comunicación locales (radio, televisión y prensa escrita y digital).
6. Desarrollar acciones tendientes a la implementación de las buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña en la zona de Pital y alrededores.
7. Elaborar recomendaciones para la implementación de las BPA en el cultivo de la piña en la zona de Pital y alrededores.

Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto se implementó en la Región Huetar Norte del país, específicamente en:

Provincia: Alajuela

Cantón: San Carlos

Distritos: Pital, Aguas Zarcas y Venecia

Cantón: Río Cuarto

Distritos: Río Cuarto, Santa Rita y Santa Isabel





UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Universidad de Costa Rica

Centro de Investigación en Contaminación
Ambiental

Capítulo 1.

Caracterización de buenas prácticas agrícolas
(BPA)

Proyecto:

Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo
de agroquímicos en el cultivo de piña, para la
implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)

2018





ÍNDICE

Introducción	3
Reuniones y giras	4
Caracterización de la población consultada de acuerdo con la información recopilada	9
1. Aspectos generales de la población entrevistada	9
2. Conocimientos de los productores sobre aspectos técnicos	23
3. Medidas de seguridad adoptadas.....	29
4. Manejo del suelo	33
5. Manejo de aguas.....	36
6. Capacitaciones.....	38
Conclusiones	40
Referencias bibliográficas	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de consulta a pequeños, medianos y grandes productores	7
Figura 2. Sexo, según el total de las personas consultadas	10
Figura 3. Localización de fincas de los productores consultados (medianos y grandes)	11
Figura 4. Localización de fincas de los productores consultados (pequeños).....	11
Figura 5. Porcentaje de productores consultados que indican pertenecer a una organización agrícola.	13
Figura 6. Tipo de producción, según la totalidad de los productores consultados	15
Figura 7. Total de productores consultados, con profesional en Ingeniería agronómica en finca	16
Figura 8. Totalidad de productores que destinan su producto para exportación, jugo, congelados y consumo nacional.....	19
Figura 9. Total de productores que exportan, según forma de realizar la exportación	21
Figura 10. Total de productores consultados que cuentan con alguna certificación de BPA.....	23
Figura 11. Porcentaje de productores que realizan registros de aplicación.....	27
Figura 12. Porcentaje de realización de registros de aplicación, según grupo de productores	28
Figura 13. Porcentaje con uso de carteles en finca con información de emergencias.....	32
Figura 14. Personas que se han intoxicado en su finca en el pasado.....	32



Figura 15. Grupo de productores que han recibido algún tipo de capacitación en temas de Manejo Integrado de Cultivos y/o Buenas Prácticas Agrícolas. 39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escolaridad de todos los productores consultados 12
Cuadro 2. Tipo de la última cosecha 18
Cuadro 3. Porcentajes de grupo de productores, según destino de la fruta 20
Cuadro 4. Forma de realizar la exportación, según grupo de productores 21
Cuadro 5. Porcentaje de productores que cuentan con certificación de Buenas Prácticas Agrícolas 23
Cuadro 6. Tipo de control de plagas utilizado, según grupo de productores. Datos en porcentajes . 24
Cuadro 7. Razones para aplicar plaguicidas, según grupo de productores 25
Cuadro 8. Frecuencia de calibración de boquillas, según grupo de productores consultados 26
Cuadro 9. Información sobre la trazabilidad de la fruta, según grupo de productor 28
Cuadro 10. Lugar de almacenamiento de los plaguicidas, según grupo de productores 29
Cuadro 11. Uso obligatorio de Equipo de Protección Personal en Finca, según grupo de productor 31
Cuadro 12. Porcentaje de productores que realizan muestras de suelo en finca 33
Cuadro 13. Porcentaje de productores que utilizan prácticas de conservación 34
Cuadro 14. Técnica de manejo de rastrojo utilizada, según grupo de productores 35
Cuadro 15. Presencia de mosca de establo, según grupo de productores 36
Cuadro 16. Realización de análisis de calidad del agua utilizada en finca, según grupo de productores 36
Cuadro 17. Fuente de agua de las principales actividades en finca, según grupo de productores 37
Cuadro 18. Medios de informarse sobre temas agrícolas, según grupo de productores 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades realizadas 4
Tabla 2. Perfil general del productor de piña, Zona Norte 14
Tabla 3. Razones por las cuáles devuelven la fruta para exportación, según grupo de productores . 22
Tabla 4. Plagas y enfermedades más comunes en cultivo, según tipo de productor 24
Tabla 5. Agroquímicos que más utilizan la totalidad de productores, según tipo de sustancia 25



Introducción

Durante el 2015 y 2016 se realizó recopilación de información básica del uso de BPA y de plaguicidas, utilizados por los productores de piña en la zona de estudio, con el objetivo de contar con una línea base acerca de la actividad de piña en los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos, así como del cantón de Río Cuarto¹. Dicha información se recopiló mediante la aplicación de encuestas (pequeños productores) y entrevistas (medianos y grandes productores).

El presente capítulo documenta el trabajo realizado por el equipo de investigación del CICA, encargado de la coordinación y ejecución de la recopilación de información, así como los resultados obtenidos.

Las actividades desarrolladas abarcaron la investigación para generar ambos instrumentos, revisiones constates y cambios, pre-test con productores de la zona, así como giras de reconocimiento y generación de la base de productores, entre otras.

¹ En los años 2015 y 2016 Río Cuarto aún pertenecía al cantón de Grecia.



Reuniones y giras

A continuación, se presentan las fechas de las reuniones con las contrapartes, reuniones internas (CICA) y las giras realizadas para las actividades de la estrategia de comunicación.

Tabla 1. Actividades realizadas

Actividad	Fecha de realización	Participantes
2015		
Reuniones con funcionarios del SFE de la Zona Norte (Ing. Jorge Solano e Ing. Andrea Bolaños).	5 de mayo	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Reuniones con la supervisora agroambiental de la Zona Norte de CANAPEP (Ing. Stephanie Rodríguez).	6 de mayo	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Reuniones con expertos en el cultivo de piña de la Zona Norte (MAG-Pital – Ing. David Meneses).	3 de junio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Gira de identificación de las fincas y productores en Pital (MAG- Ing. David Meneses).	15 de junio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Gira de identificación de las fincas y productores en Aguas Zarcas (SFE- Ing. José Luis Hernández).	9 de julio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Gira de identificación de las fincas y productores en Venecia y Río Cuarto de Grecia (MAG- Ing. Alexis Quesada)	29 al 31 de julio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Pre-test de la encuesta y entrevista en Sarapiquí.	20 al 21 de agosto	Laura Brenes, Josué Monge, Carolina Zúñiga
Localización de pequeños productores de piña para la aplicación de encuestas (SFE- Ing. José Luis Hernández).	22 al 24 de setiembre	Laura Brenes, Josué Monge, Carolina Zúñiga
Aplicación de encuestas y entrevistas a pequeños, medianos y grandes productores de piña.	21 al 23 de octubre 27 de octubre	Laura Brenes, Josué Monge, Carolina Zúñiga
Revisión bibliográfica sobre la situación del cultivo de piña.	Enero-Febrero	Carolina Zúñiga
Revisión de información de la Zona Norte, enviadas por el SFE (mapas y listado de fincas del 2009).	Marzo	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Construcción y validación de dos instrumentos de recopilación de datos (encuesta y entrevista).	Abril-Junio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Revisión y búsqueda de información sobre diversos actores (<i>stakeholders</i>) relacionados con el cultivo de piña de la Zona Norte.	Abril-Mayo	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Construcción de mapeo de actores, a partir de la información recopilada.	Mayo	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Identificación de fincas de pequeños, medianos y grandes productores de piña de la Zona Norte (Pital, Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto).	Junio-Julio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Pre-test de los instrumentos de encuesta y entrevista	Agosto	Laura Brenes, Carolina Zúñiga



Generación de listados y contacto de productores de piña a encuestar y entrevistar.	Setiembre-Octubre	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Aplicación de encuesta y entrevista a productores de piña.	Octubre-Noviembre	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Elaboración de un esquema preliminar de la estrategia de comunicación	Julio-Noviembre	Laura Brenes, Carolina Zúñiga, Esteban Umaña
2016		
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	12 y 13 de enero	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Visita a empresas productoras de piña.	29 de enero	Laura Brenes, José Luis Hernández (SFE)
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña / Reunión con David Meneses (MAG Pital).	11 y 12 de febrero	Laura Brenes
Reunión con Fernando Vargas del MAG Zona Norte.	18 de febrero	Esteban Umaña
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña / Visita a empresas productoras de piña.	25 y 26 de febrero	Laura Brenes, Carolina Zúñiga, José Luis Hernández (SFE)
Reunión con funcionarios del MAG Zona Norte.	7 de marzo	Elizabeth Carazo, Laura Brenes
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	9, 10 y 11 de marzo	Laura Brenes, Juan Chin
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	17, 18 y 19 de marzo	Laura Brenes
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	28 de marzo	Carolina Zúñiga
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	31 de marzo	Laura Brenes
Entrevista a agente extensionista de Aguas Zarcas.	31 de marzo	Esteban Umaña
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	14, 15 y 16 de abril	Laura Brenes
Reunión con productores de piña en el MAG Pital (invitación a capacitaciones en BPA).	20 de abril	Elizabeth Carazo, Laura Brenes
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	21 de abril	Laura Brenes
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	27 y 28 de abril	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Entrevista en Radio Santa Clara para la divulgación del programa de capacitación en BPA.	28 de abril	Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Reunión en el Centro de Producción Audiovisual (CEPROAV) de la Universidad de Costa Rica, para la producción de un video acerca de las BPA.	2 de mayo	Laura Brenes
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	9, 10, 11, 12 y 13 de mayo	Laura Brenes
Presentación del programa de capacitación en BPA en el cultivo de piña, a productores de piña de Pital y	11 y 12 de mayo	Laura Brenes

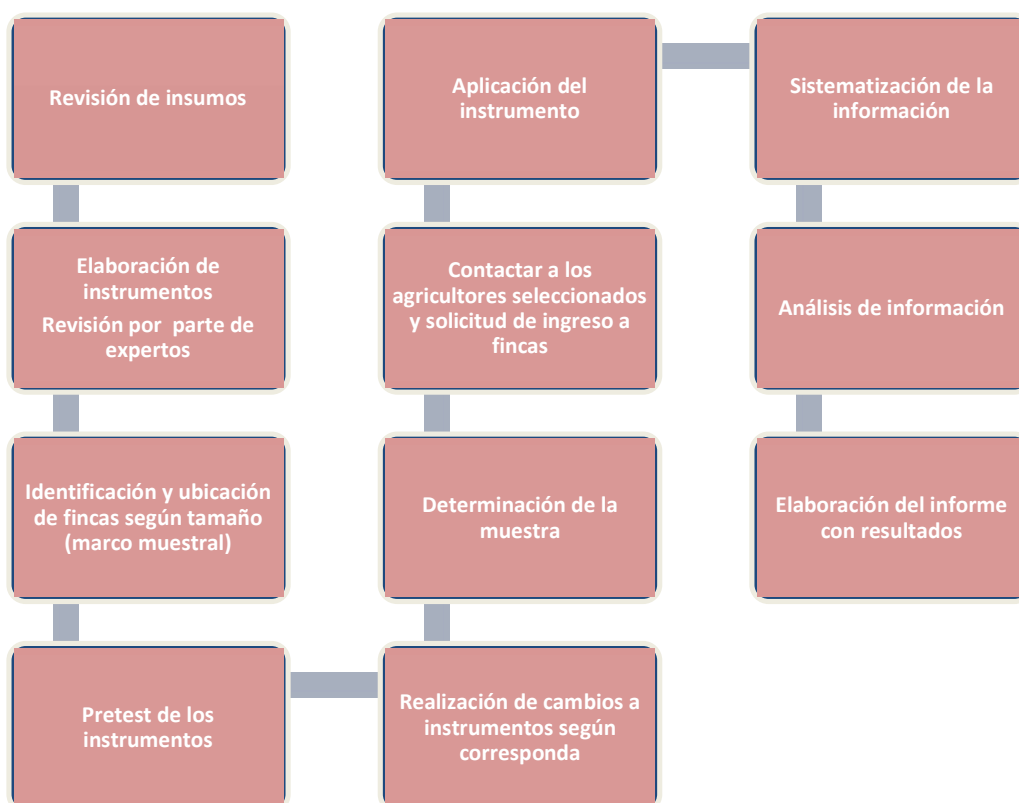


Aguas Zarcas (inicio de las capacitaciones).		
Aplicación de entrevistas y encuestas a productores de piña.	20, 21, 22 y 23 de julio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga, Josué Monge
Realización de charla “Estructura de costos” a pequeños productores de Pital y Aguas Zarcas.	27, 28 y 29 de julio	Laura Brenes
Visita a comunidades y aplicación de entrevistas a agentes extensionistas MAG y SFE para estrategia de comunicación.	12, 13 y 14 de setiembre	Carlos Quesada, Dayana Vega
Inicio de programa de capacitaciones dirigida a grandes y medianos productores de piña	22 de setiembre	Elizabeth Carazo, Laura Brenes
Entrevistas a grandes productores de piña, para la estrategia de comunicación	4 y 5 de octubre	Carolina Zúñiga, Carlos Quesada, Laura Brenes
Cierre del programa de capacitaciones dirigida a pequeños productores de Pital (entrega de certificados de participación)	5 de octubre	Carolina Zúñiga, Carlos Quesada, Laura Brenes, Paula Aguilar
Realización de dos grupos focales con pequeños productores de piña de Pital y Aguas Zarcas, y entrevista a grandes productores, para la estrategia de comunicación	11 y 12 de octubre	Carlos Quesada, Laura Brenes, Josué Monge
2017		
Taller de mensajes clave y sensibilización	20 de marzo	Laura Brenes, Elizabeth Carazo, Carlos Quesada.
Georreferenciación de fincas de productores	5 y 6 de abril	Laura Brenes, Carolina Zúñiga, Alfredo Meneses
Colocación de afiches de invitación para el programa de capacitación, reunión con curas párrocos de Aguas Zarcas y Pital. Recolección de información acerca de plaguicidas utilizados en piña	9 y 10 de agosto	Laura Brenes, Alfredo Meneses, Carlos Quesada
Reuniones con la Coopepiña, Asociación de Desarrollo de Pital, MAG y oficinas parroquiales de Pital y Aguas Zarcas, para la organización de la I Feria de BPA dirigida a la productores agrícolas de la Zona Huetar Norte	20 y 21 de setiembre	Dulce Rodríguez, Alfredo Meneses, Emmanuel Sáenz y Geovanny Mora
Apoyo en charla de capacitación en el INA La Marina, San Carlos	10 de octubre	Dulce Rodríguez
Visita a escuelas y pegar afiches de invitación a la I Feria de BPA dirigida a la productores agrícolas de la Zona Huetar Norte	20 y 21 de octubre	Dulce Rodríguez y Juan Salvador Chin

Encuestas y entrevistas para recopilación de información

La consulta para la recopilación de la información se llevó a cabo del mes de julio del 2015 al mes de agosto del 2017. Este proceso de consulta siguió los siguientes pasos (**figura 1**):

Figura 1. Proceso de consulta a pequeños, medianos y grandes productores



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Durante el proceso de elaboración de la consulta surgieron algunas dificultades que retrasaron el inicio del proceso:

- Las bases de datos de productores de piña de la Zona Norte se encontraban desactualizadas al momento de la consulta. Muchos pequeños productores cambiaron de actividad, las fincas cambiaron su uso de suelo: fueron alquiladas o vendidas a otras personas; y el contacto y ubicación exacta no estaba dentro de la base.
- Fue necesario generar una base de datos con la información de ubicación de los productores desde cero. Esto se logró con la colaboración de los agentes extensionistas del MAG y el SFE



quienes acompañaron al personal del CICA al campo con el fin de ubicar las fincas de los diferentes productores y hacer la correspondiente georreferenciación.

- A pesar de contar con una lista con las diferentes fincas georreferenciadas, se necesitaba el contacto telefónico de los productores. Para la obtención de esta información se necesitó coordinar con funcionarios del SFE y el MAG de Zona Norte y CANAPEP. Este proceso, al tardar varios meses, tuvo que continuarse en paralelo con el inicio de la aplicación de las entrevistas.

Durante la aplicación de las entrevistas, se encontró que:

- Algunas personas no quisieron ser entrevistadas, a pesar de hacer solicitudes formales para realizar la consulta. Esta situación se presentó principalmente en las empresas grandes, y fue subsanada hasta cierto punto con la ayuda de CANAPEP. Sin embargo, implicó que se agotara la lista de productores, es decir, que no sólo se utilizara la información de la muestra, sino que se contactara a la mayor cantidad posible de personas.
- Muchas de las entrevistas debieron ser reprogramadas en diferentes ocasiones, aumentando la cantidad de giras a la zona.
- El contacto telefónico obtenido no funcionó y la visita a algunas fincas no tuvo resultados positivos, pues no vivían en ella.

Se aplicaron dos tipos de instrumentos: 1) una entrevista adecuada a los medianos y grandes productores (anexos), y 2) una encuesta adecuada a los pequeños productores (anexos). Ambos instrumentos contaron con cinco secciones:

1. Información general del productor y su finca: esta información se dividió en: **a)** preguntas de datos socioeconómicos sobre el productor (variables básicas de edad, sexo, escolaridad, rol del entrevistado dentro de la finca, asociados); **b)** preguntas relacionadas con la producción de piña realizada en finca.
2. Conocimiento del agricultor sobre aspectos técnicos: se incluyeron aspectos relacionados con control de plagas y uso de plaguicidas, y conocimiento sobre uso de agroquímicos.
3. Medidas de seguridad adoptadas en finca: prácticas de precaución para el manejo de agroquímicos, salud ocupacional.



4. Manejo de suelo: prácticas para mantener un buen suelo y manejo de rastrojos, uso de prácticas de conservación.
5. Manejo de aguas: zona amortiguadora, tipo de fuente del agua utilizada en la finca, resultados de análisis de laboratorio (si los realizó).
6. Capacitaciones: medios de comunicación utilizados para informarse, tipo de capacitaciones ya recibidas, temas de interés para capacitarse en el futuro.

Para la aplicación de los instrumentos, a las personas se les explicó el tipo de información que contenían la encuesta y la entrevista, objetivo de la consulta, y se realizó una sesión inicial de sensibilización sobre el proyecto en el cual se enmarcó la consulta, así como las responsabilidades de los investigadores del CICA para con los informantes.

Además, se les pidió a los dueños de las fincas asignar a la persona o personas que mejores conocimientos tenían sobre las principales actividades que se realizaban cotidianamente en el cultivo. Esto con el fin de obtener la mayor cantidad de información y lo más fidedigna posible sobre las diferentes prácticas agrícolas realizadas.

Caracterización de la población consultada de acuerdo con la información recopilada

1. Aspectos generales de la población entrevistada

En total, se aplicaron los instrumentos de recolección de información a 70 personas, que representaban ya sea a pequeños, medianos o grandes productores de piña de la Zona Norte de nuestro país.

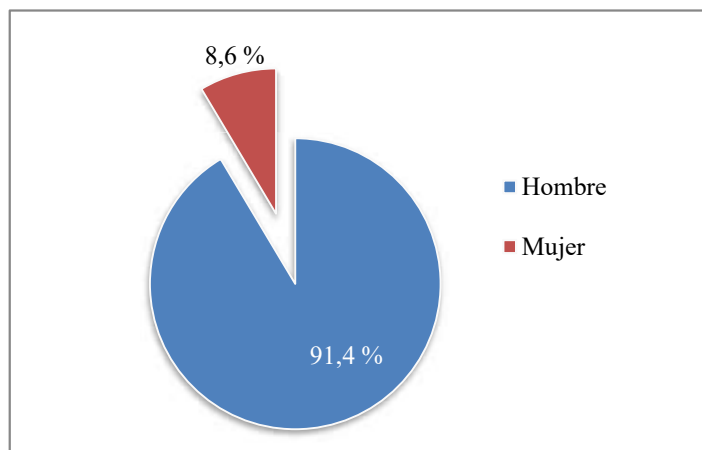
Del total de personas consultadas (70), 36 eran productores pequeños (51,4 % del total de consultados), mientras 34 se clasificaron como medianos y grandes productores (48,6 %), según la extensión de área productiva.

1.1. Sexo

Al realizar una desagregación por sexo, la mayoría de las personas consultadas eran hombres (**figura 2**). Prácticamente todas las mujeres entrevistadas, (a excepción de una de ellas, que era la dueña de la finca), mencionaron ser las administradoras o las ingenieras agrónomas a

cargo de la finca. Por otro lado, el 65,6 % del total de hombres consultados eran los dueños de la empresa o finca sobre la cual versó la consulta. El porcentaje restante correspondió a administradores, gerentes, o familiares de los dueños de las fincas.

Figura 2. Sexo, según el total de las personas consultadas



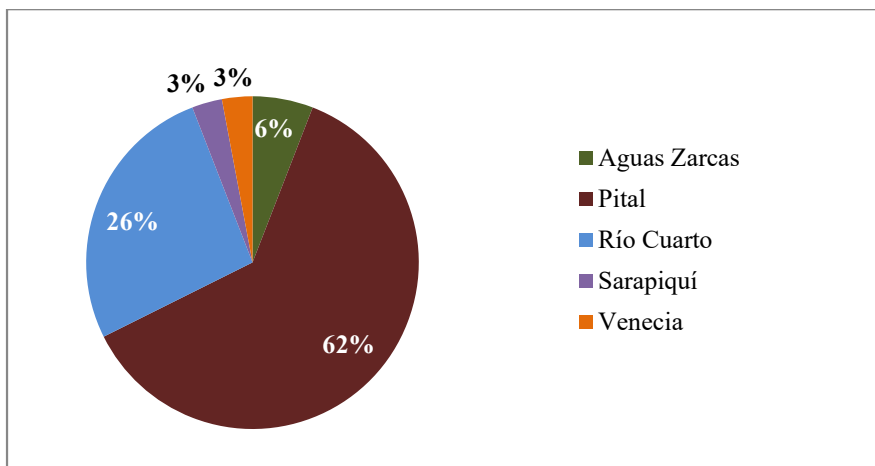
Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

En el caso de las personas consultadas del grupo de medianos y grandes productores (34 personas), el 35,3% de ellos eran dueños de empresas o fincas y encargados de coordinar las labores de campo, mientras que el 63,7 % eran ingenieros agrónomos, administradores o gerentes que mencionaron atender las fincas. Esto contrasta con el 86,1 % del total de pequeños productores consultados quienes mencionaron ser los dueños de las fincas y encargados de las principales labores de campo.

1.2. Ubicación de las fincas

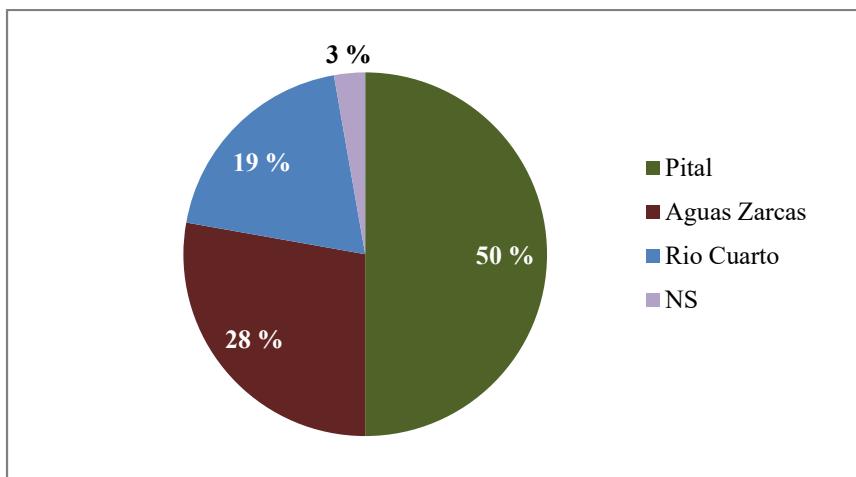
Cómo se muestra en la **figura 3** y en la **figura 4**, la mayoría de las fincas de piña visitadas para este análisis, son del distrito de Pital, correspondiente al cantón de San Carlos. Fue en ese distrito donde se encontró la mayor concentración tanto de pequeños (52 % de los consultados) como de medianos y grandes productores (62 % de los consultados). Para el caso de los medianos y grandes productores, el segundo distrito con más consultados fue Río Cuarto, mientras que, en el caso de los pequeños productores, el segundo distrito con más piñeros consultados fue Aguas Zarcas.

Figura 3. Localización de fincas de los productores consultados (medianos y grandes)



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Figura 4. Localización de fincas de los productores consultados (pequeños)



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

1.3. Escolaridad

En el **cuadro 1** se incluyen los datos correspondientes a la escolaridad de los piñeros consultados. En el caso del grupo de los medianos y grandes productores consultados, más de la mitad cuenta con estudios universitarios completos (52,9 %), de los cuales la mayoría corresponde a ingenieros agrónomos encargados de la coordinación de las diferentes actividades de campo de la



finca. El otro porcentaje que se debe rescatar de este grupo es el 29,4 %, compuesto por dueños de fincas que finalizaron sus estudios con primaria completa.

Cuadro 1. Escolaridad de todos los productores consultados

Escolaridad	Medianos y grandes		Pequeños	
	Absoluto	(%)	Absoluto	(%)
Primaria incompleta	1	2,9	6	16,7
Primaria completa	10	29,4	19	52,8
Secundaria incompleta	1	2,9	2	5,6
Secundaria completa	3	8,8	4	11,1
Técnico	1	2,9	0	0
Universidad completa	18	52,9	5	13,9
Total	34	100	36	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Con respecto al grupo de los pequeños productores, la mayoría de ellos cuenta con estudios de primaria, ya sea completa o incompleta (69,4 %). Este porcentaje está compuesto por dueños de fincas, que se encargan de coordinar y ejecutar las diferentes actividades que se realizan en campo. En este grupo también se encuentran personas con estudios universitarios finalizados (13,9 %).

Por tanto, cabe destacar que, en el caso de empresas o fincas medianas o grandes, la producción y la coordinación de las labores de campo (manejo de suelos, uso de plaguicidas, producción, etc.) recae principalmente en personas con universidad completa; caso contrario sucede con el pequeño productor, donde la coordinación de labores de campo, y también la ejecución, recae en los mismos dueños, quienes en su mayoría presentan primaria incompleta o completa.

1.4. Edad

Con respecto a la edad de las personas entrevistadas, en general, para el grupo total de productores consultados, la edad promedio es 48,1.

Al realizar la distinción por grupos de productores (1. Medianos y grandes productores; y 2. Pequeños productores), se tiene que el promedio de edad para el primer grupo es de 41,03 años, no alejándose mucho del promedio general. Al revisar las frecuencias, se encontró que el 62,5 % tienen 41 años o menos. Inclusive, el valor que más se repite es el 41 (moda).

En el segundo grupo, pequeños productores, el promedio de edad aumenta con respecto al primer grupo, siendo 52,9 años. Para este caso, la edad que aparece con más frecuencia es 48, sin

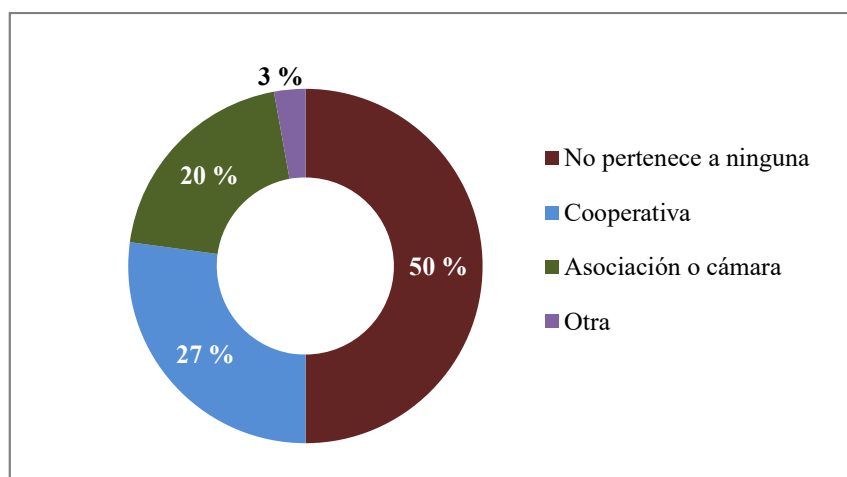
embargo, se puede decir que más de la mitad (un 54,3 %) tiene 56 años o menos. Esta información se consideró para las estrategias de comunicación y las capacitaciones que el proyecto realizó.

1.5. Pertenencia a organizaciones agrícolas

Las organizaciones agrícolas o de productores (cooperativas, asociaciones, cámaras, entre otras) son muy importantes, pues además de ser estructuras de adhesión, muchas de ellas brindan servicios a los productores como información, capacitaciones, apoyo en procesos de certificación ambiental, compra del producto para asegurar un precio estable, comercialización internacional, asesoría en tratamiento del cultivo, entre otros. Además, funciona como un espacio de interacción y acompañamiento entre productores.

Por lo anterior, fue importante para el proyecto determinar la cantidad de productores que estaban adscritos a alguna organización de este tipo. Del total de productores consultados, la mitad de ellos pertenecían a una organización, y la otra mitad declaró no pertenecer a ninguna. A continuación, se presenta el detalle en la **figura 5**:

Figura 5. Porcentaje de productores consultados que indican pertenecer a una organización agrícola.



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

En el caso de los pequeños productores, la mayoría de los que respondieron pertenecer a una organización (19 productores), mencionaron ser parte de Coopepiña (para un total de 12



productores). Los demás productores pequeños están afiliados a Agropiña, Coopeproagro, Coopeagrotour, Pineapple Company, Provivo, y Asociación de Agricultura de Cartago.

De los medianos y grandes productores que reportaron ser parte de una organización agrícola (16 productores), poco más de la mitad reportaron ser parte de CANAPEP, para un total de nueve productores. Otras organizaciones a las cuales mencionaron afiliación, aunque en menor medida, fueron Coopepiña, Coopeproagro, UPA Nacional y Agronorte.

En la siguiente tabla se resume el perfil general del productor de piña:

Tabla 2. Perfil general del productor de piña, Zona Norte

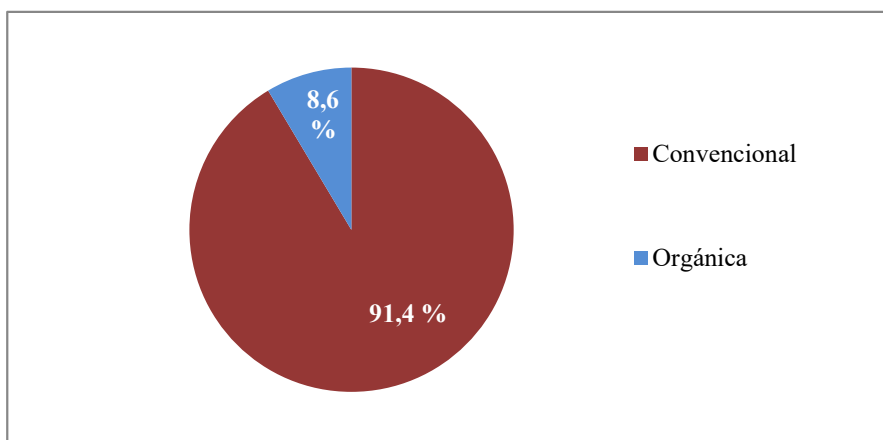
Aspecto	Pequeños productores	Medianos y grandes productores
Sexo	Mayoría hombres	Mayoría hombres
Posición o cargo en la finca	Dueños de fincas encargados de labores de campo	Ingenieros agrónomos, gerentes, o administradores
Edad	Promedio de 41 años	Promedio de 53 años
Escolaridad	Principalmente primaria (completa e incompleta).	Principalmente universidad completa.
Ubicación	Mayoría en Pital	Mayoría en Pital
Organización agrícola	Mayoría con Coopepiña	Mayoría con CANAPEP

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

1.6. Información general de la finca

A las personas consultadas se les hizo la pregunta: “¿Qué tipo de producción tiene?”, con la intención de conocer si era orgánica o convencional, o si producían piña natural (sin inducir a floración, la cual sucede debido a factores climáticos). Se encontró que, tanto en productores pequeños como en medianos y grandes, la producción de piña convencional es la predominante, tal y como lo muestra la **figura 6**.

Figura 6. Tipo de producción, según la totalidad de los productores consultados



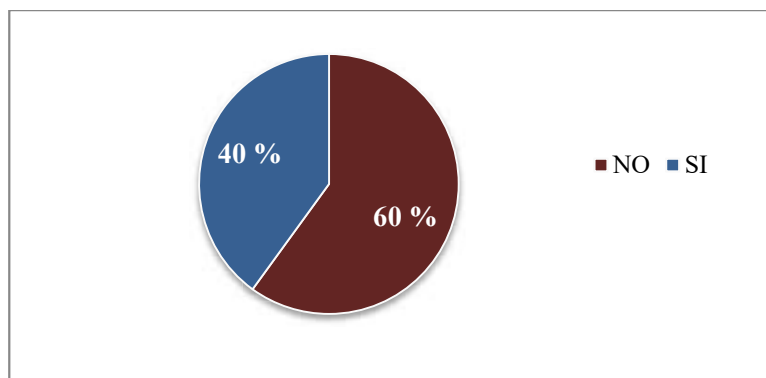
Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

La mayoría de los productores de piña siembran de manera convencional, es decir, utilizando productos químicos o plaguicidas sintéticos. Sin embargo, a pesar que un 8,6 % de productores consultados siembran piña orgánica (es decir, utilizan fertilizantes orgánicos y prácticas de control de plagas y enfermedades en equilibrio con el medio ambiente), la mitad de ellos reportó sembrar también piña convencional. Sólo un pequeño porcentaje (correspondiente a tres productores) mencionó sembrar únicamente piña orgánica.

1.6.1. Ingeniero agrónomo en finca

A los productores se les consultó si en sus fincas tenían un ingeniero o ingeniera agrónoma que trabajara para brindarles asistencia técnica para la ejecución de las labores de campo. Del total de productores consultados, un 40 % reportó contar con un profesional en agronomía en finca colaborando con la parte técnica, mientras la mayoría - un 60 % - dijo no recibir apoyo de ingenieros agrónomos (**figura 7**).

Figura 7. Total de productores consultados, con profesional en Ingeniería agronómica en finca



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Al observar la respuesta a esta pregunta, por grupo de productores, encontramos diferencias importantes. Más de la mitad de los medianos y grandes productores consultados, es decir, un 64,7 %, mencionaron tener un ingeniero agrónomo/a en finca quien les brinda la asistencia necesaria en la producción del cultivo. En el caso de los pequeños productores con ingeniero agrónomo en finca, la proporción es hasta tres veces menor: un 16,7 % de los pequeños productores reportaron contar con profesional apoyando la toma de decisiones técnicas para el cultivo.

Según lo anterior, los pequeños productores no cuentan con un apoyo técnico permanente para la toma de decisiones en campo. Sin embargo, aquellos productores tanto pequeños, como medianos y grandes quienes mencionaron **no** tener a un ingeniero agrónomo en finca, reciben apoyo principalmente de ingenieros de casas comerciales (14,7 % en el caso de medianos y grandes; y 30,6 % en el caso de pequeños).

1.6.2. Cantidad y tipo de cosechas

Para realizar la cosecha, el fruto debe presentar ciertas características de calidad. La cantidad de cosechas depende del vigor y sanidad de la planta, así como de las condiciones del mercado. Generalmente, los productores poseen diferentes lotes dentro de la finca, con siembra escalonada. Esto les permite tener plantaciones en distintas etapas vegetativas y, por lo tanto, obtener varias cosechas a lo largo del año.



Para determinar la cantidad y el tipo de cosecha² (primera generación, segunda o tercera), se les consultó a los productores cuántas cosechas de piña tienen anualmente. Considerando la totalidad de los productores consultados, reportan tener principalmente una **(1)** cosecha al año (42,9 %), seguido de tres **(3)** cosechas (10 %), y en tercer lugar (8,6 %) una cosecha semanalmente lo que corresponde a **52** cosechas, debido a que la siembra se realiza durante las 52 semanas del año. Las demás personas reportaron cantidades variadas de cosechas.

A partir de dichos datos según el grupo de productores, se encontró que el 58,1 % de los pequeños productores que respondieron la pregunta obtiene una **(1)** única cosecha al año, guardando coherencia con el dato general. Este dato se pudo corroborar en campo cuando se realizaron los muestreos de fruta (para detectar presencia de plaguicidas), y tras consultar con diferentes productores, la mayoría no tenía fruta disponible a lo largo del año, lo que obedece a una única cosecha.

Seguidamente, un 16,1 % del grupo mencionó tener tres **(3)** cosechas al año. Revisando las estadísticas generales, se encontró que el 80,6 % de los pequeños productores no obtienen más de **14** cosechas de piña al año. Esto según la cantidad de lotes cultivados y la siembra escalonada que realizaron.

La información proporcionada por los medianos y grandes productores varía ligeramente: el 40 % de este grupo reporta sólo una **(1)** cosecha al año, mientras el 32,4 % dice tener **40** o más cosechas al año; inclusive algunos de ellos dicen tener cincuenta y dos **(52)** cosechas, es decir, todas las semanas deben cosechar producto. Lograr una alta cantidad de cosechas anuales implica rotar diferentes sectores de la finca para contar con disponibilidad del producto para su comercialización durante todo el año. Esto es posible, en mayor medida, para los grandes y medianos productores, principalmente porque poseen grandes extensiones de área, lo que les permite dividir la finca en lotes y tener un manejo específico para cada uno. Otra de las consultas realizadas fue con respecto al tipo de la última cosecha obtenida, como se puede observar en la información del **cuadro 2** (primera generación, segunda o tercera).

² Se consultó si la cosecha fue la primera, segunda o tercera, con respecto a una única siembra, obtenida de la finca cultivada.



Cuadro 2. Tipo de la última cosecha

Tipo	Medianos y grandes productores (%)	Pequeños Productores (%)
Primera cosecha	51,5	75
Segunda cosecha	39,4	21,9
Tercera cosecha	9,1	3,1
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

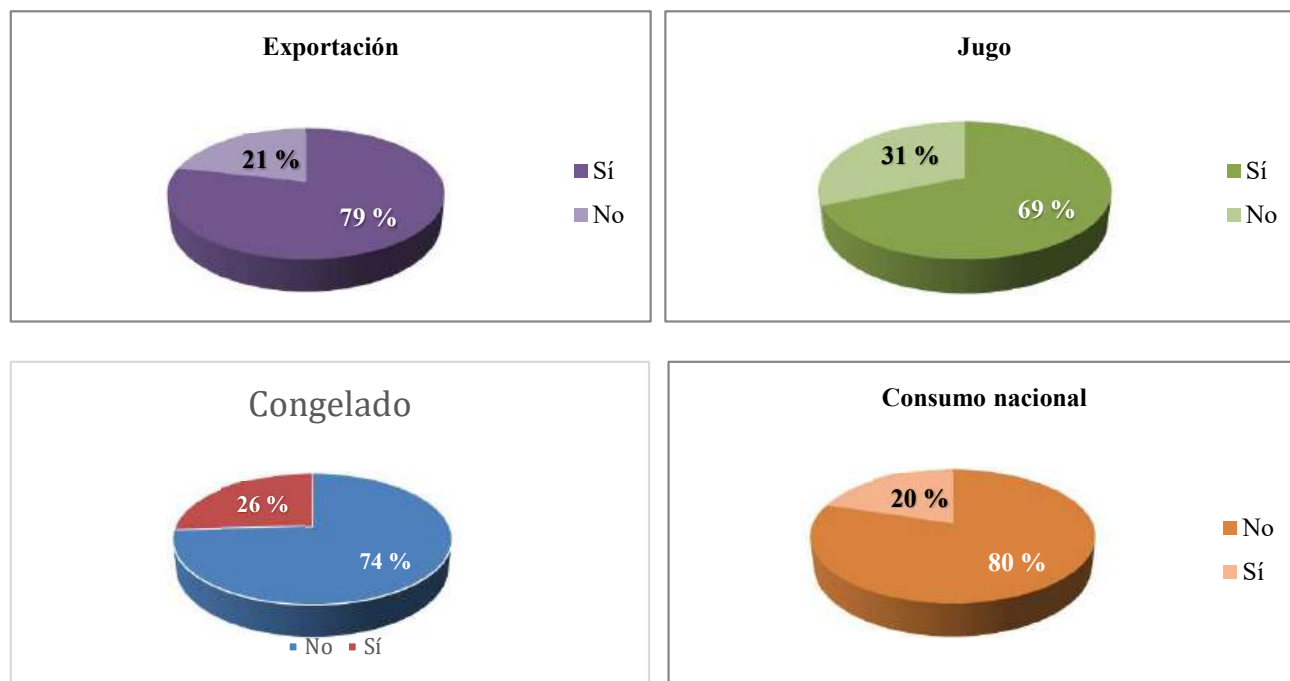
Es evidente que en ambos grupos hay una preferencia por la primera cosecha, lo cual es comprensible debido a que la mayoría de productores solo obtienen una **(1)** cosecha al año. Sin embargo, con respecto a la última cosecha, los medianos y grandes productores tuvieron mayor preferencia por la segunda cosecha que los pequeños productores. El número de cosechas generalmente se ve influenciado por el vigor y la sanidad de la plantación. Si después de una primera cosecha la plantación se encuentra en buen estado, puede continuarse con el manejo hasta la obtención de una segunda cosecha.

1.6.3. Destino final de la fruta producida

A todos los productores se les consultó el destino de la fruta, cuyas respuestas pueden distribuirse entre la venta internacional, mediante la exportación de fruta fresca, la venta para la industria de congelados o para jugo, así como la colocación de la fruta en el mercado nacional.

A continuación, se muestran los resultados generales obtenidos para los 70 productores consultados:

Figura 8. Totalidad de productores que destinan su producto para exportación, jugo, congelados y consumo nacional³



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Como se observa en la **figura 8**, el principal destino de la fruta de los productores de piña es, en primera instancia, la exportación, y en un segundo lugar, la venta para la industria de jugo. En conversaciones posteriores a la aplicación de los instrumentos (años 2016-2017), los productores comentaban que el precio pagado por la piña para elaboración de jugo era muy bueno, y solicitaban menos restricciones de calidad del producto al momento de la compra; esta situación incentivó que la venta de piña para jugo aumentara.

Llama la atención también el hecho que sólo un 20 % de los productores consultados mencionara que destinan una parte de su producción de piña fresca para el consumo en el mercado nacional. Claramente el mercado nacional no es una de las principales metas de producción para los agricultores de esta fruta en la Zona Norte.

Cuando se observa esta información desagregada por grupo de productores, es decir, para pequeños, medianos y grandes productores, la información varía ligeramente. En el **cuadro 3** se

³ Se refiere al consumo nacional de piña fresca.



indica dicha información según el destino de la fruta y de acuerdo con los grupos de productores consultados:

Cuadro 3. Porcentajes de grupo de productores, según destino de la fruta

Destino	Medianos y grandes productores (%)	Pequeños productores (%)
Exportación	91,2	66,7
Jugo	73,5	63,9
Congelados	26,5	25
Consumo nacional	20,6	19,4

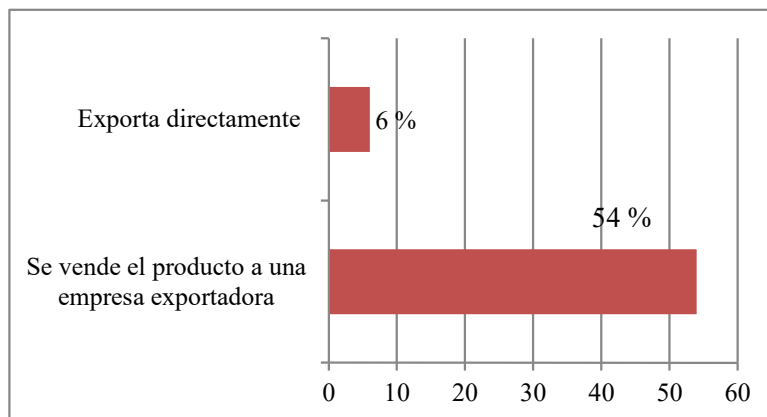
Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Nota: Los porcentajes no deben sumar 100 %, pues los productores podían responder varias opciones. En el cuadro sólo se incluye el porcentaje de los productores que dijeron que sí al destino mencionado.

La primera diferencia entre grupos corresponde a la exportación: mientras la mayoría del grupo de los medianos y grandes productores dijeron exportar fruta, en menor medida lo hacen los pequeños productores. En este último grupo, también hay un porcentaje menor (10 % menos con respecto al grupo de medianos y grandes productores) que menciona destinar fruta para jugo. Sin embargo, como se observa, una cantidad muy similar de pequeños dijo exportar y también asignar fruta para jugo; es decir, para ellos es casi tan importante exportar como destinar fruta a la industria del jugo. Por lo demás, los porcentajes son similares entre grupos con respecto a congelados y consumo en mercado nacional, los cuales guardan similitud con la generalidad.

Con respecto al total de personas que se dedica a la exportación, es posible decir que la gran mayoría vende la fruta a un intermediario que logra venderla en el exterior. Lo anterior posiblemente debido a la cantidad de fruta que se necesita exportar, así como los requerimientos logísticos y administrativos que se requieren para hacerlo de forma directa. En el siguiente gráfico se representa la información anterior:

Figura 9. Total de productores que exportan, según forma de realizar la exportación



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Nota: Este gráfico se realizó según la cantidad de productores que exportan, que son un total de 60, de los 70 productores consultados.

Cuando se sistematiza la información con respecto a la forma de exportación de las personas consultadas, según grupo de productores, se observa lo siguiente:

Cuadro 4. Forma de realizar la exportación, según grupo de productores

Forma de exportación	Pequeños productores (%)	Medianos y grandes productores (%)
Se vende el producto a una empresa exportadora	100	81,3
Exporta directamente	0	18,8
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Como se observa en el **cuadro 4**, la mayoría exporta a través de intermediarios en ambos grupos, pero quienes parecen tener las posibilidades de realizarlo de manera directa en los mercados internacionales es el grupo de los medianos y grandes productores.

Con fin de conocer cuáles son los principales problemas que presentan los productores al momento de exportar, se les consultó, mediante una pregunta abierta, sobre las principales razones por las cuáles les devuelven producto. La **tabla 3** resume las respuestas de los productores:



Tabla 3. Razones por las cuáles devuelven la fruta para exportación, según grupo de productores

Pequeños productores	Medianos y grandes productores
1. Daño físico (incluyendo corona torcida, golpes, quema de sol, malformación de la fruta y grados brix).	1. Daño físico (corona torcida, golpes y quema de sol).
2. Defecto por plaga (mordidas de ratas, perforaciones por gusano soldado, cochinilla o tecla, o presencia de éstas).	2. Daños causados por plagas y/o enfermedades como cochinilla, tecla, soldado y pudre y su presencia.
3. Fruta pequeña (con menor tamaño y/o peso al deseado).	3. Fruta pequeña (con menor tamaño y/o peso al deseado).

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

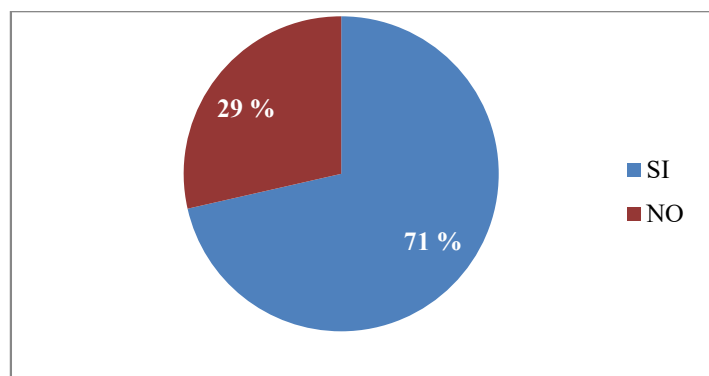
Nota: Las respuestas se presentan según las más mencionadas.

No se encontraron diferencias importantes entre lo mencionado por ambos grupos, a excepción del daño físico; en el caso de los pequeños productores, la malformación de la fruta y los grados brix parece ser un problema recurrente. Sin embargo, los problemas enfrentados al momento de exportar, relacionado con la devolución de la fruta, son los mismos para ambos grupos. Afecta más en el caso de los pequeños, posiblemente porque tienen menos producto que ofrecer, contrario al caso de los medianos y grandes, quienes poseen mayor área productiva

1.6.4. Certificación

La certificación es un aspecto importante, tanto para pequeños como para medianos y grandes productores. Sin embargo, el trabajo que conlleva tener una certificación es arduo, pues la tramitología y la inversión económica son significativas, además de las condiciones que deben cumplir las fincas para optar por la certificación. Por esa razón, no todos los productores pueden contar con una certificación, a pesar de que representa una oportunidad para exportar piña. La información recopilada con respecto a la certificación se encuentra en la **figura 10**.

Figura 10. Total de productores consultados que cuentan con alguna certificación de BPA



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Como se observa, del total de productores, un porcentaje menor no cuenta con certificación de BPA. Cuando se observa dicho porcentaje, desglosado por grupo de productores, son los pequeños productores quienes en menor medida poseen una certificación, tal y como lo muestra el **cuadro 5**:

Cuadro 5. Porcentaje de productores que cuentan con certificación de Buenas Prácticas Agrícolas

Respuesta	Medianos y grandes productores (%)	Pequeños productores (%)
Sí	91,2	52,8
No	8,8	47,2
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

2. *Conocimientos de los productores sobre aspectos técnicos*

1. Control de plagas y aplicación de plaguicidas

Cuando se les consultó a los productores sobre el control de plagas utilizado, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 6. Tipo de control de plagas utilizado, según grupo de productores. Datos en porcentajes

Medianos y grandes productores (%)		Control químico		Total
		No	Sí	
Control biológico	No	0	39,4	39,4
	Sí	6,1	54,5	60,6
Total		6,1	93,9	100

Pequeños productores (%)		Control químico		Total
		No	Sí	
Control biológico	No	0	80	80
	Sí	8,6	11,4	20
Total		8,6	91,4	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Según el **cuadro 6**, en ambos grupos, el uso de control biológico únicamente es muy bajo. Sí es posible observar una diferencia importante entre grupos: más de la mitad de los grandes y medianos productores (54,5 %) utilizan tanto control biológico como control químico. Donde los productores de fruta convencional incorporan alguna técnica de manejo biológico.

En el caso de los pequeños productores, un porcentaje bajo hace uso del control biológico en combinación con el control químico. Esto implicó, durante las charlas de capacitación, que se sensibilizara a este grupo de productores sobre las ventajas de la utilización de algunos productos biológicos en su cultivo, sin embargo, es una tarea que se debe realizar de forma constante por el MAG y el SFE.

Las plagas y enfermedades en el cultivo reportadas con más frecuencia durante este estudio, por grupo de productores consultados, se pueden observar en la **tabla 4**. Las plagas que causan más daños son las mismas para todos los productores, lo cual está muy relacionado con la clase de suelo de la zona, así como el clima.

Tabla 4. Plagas y enfermedades más comunes en cultivo, según tipo de productor

Aspecto	Tipo de productor	
	Pequeños	Medianos y grandes
Plagas comunes en cultivo	Cochinilla, Tecla	Cochinilla, Tecla
Enfermedades comunes en cultivo	Phytophthora, Erwinia	Phytophthora, Erwinia, Fusarium

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Los agroquímicos más utilizados para contrarrestar la aparición de las plagas anteriormente mencionadas y sus efectos, se muestran en la **tabla 5**.

Tabla 5. Productos que más utilizan la totalidad de productores, según tipo de sustancia

Tipo de sustancia	Productos más mencionados
Herbicidas	Diurón, ametrina y bromacil
Insecticidas	Diazinón y clorpirifós
Fungicidas	Fosetil-Al y metalaxil

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Con la prohibición del uso del bromacil, por parte de las autoridades del gobierno central en el año 2017, resulta importante que el MAG-SFE realice jornadas de sensibilización e información para comunicar a los productores sobre otras opciones de herbicidas (en lugar del bromacil) y moléculas que sean más amigables con el ambiente (pues como se informó con los monitoreos realizados por el proyecto, en algunos puntos de muestreo de aguas se encontró bromacil).

Se consultó también sobre las razones por las cuales los productores aplican plaguicidas, y se obtuvo la siguiente información, según grupo de productores:

Cuadro 7. Razones para aplicar plaguicidas, según grupo de productores

Razón	Pequeños (%)	Medianos y grandes (%)
Costumbre	5,6	2,9
Prevención	47,1	38,2
Muestreo	17,6	58,8
Protocolo o programa de aplicación	17,6	61,8
Recomendación	20,6	8,8

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Nota: Los porcentajes no deben sumar 100 %, pues los productores podían responder sí a varias de las razones. En el cuadro sólo se incluye el porcentaje de los productores que dijeron que sí a las razones expuestas.

Del **cuadro 7** las cifras que más llaman la atención son las relacionadas con los muestreos y los protocolos o programas de aplicación: en mucho menor medida son utilizados como razones importantes para tomar la decisión de aplicar agroquímicos en pequeños productores. Los grandes y medianos están enterados que los muestreos y protocolos planificados son buenas prácticas para la toma de decisiones.



Otro tema del cual se consultó, pues tiene que ver con la cantidad de producto (agroquímico) que se puede aplicar en campo, es el tema de la calibración del equipo con boquillas nuevas (**cuadro 8**), práctica que evita el desperdicio tanto de agua como de producto para evitar una sobredosificación en el cultivo.

Cuadro 8. Frecuencia de calibración de boquillas, según grupo de productores consultados

Frecuencia	Grandes y medianos productores (%)	Pequeños productores (%)
Mensualmente	5,9	0
Cada tres meses	14,7	2,8
Cada seis meses	41,2	19,4
Anualmente	20,6	19,4
No lo hace	5,9	27,8
Otro	11,7	33,4
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

En el grupo de medianos y grandes se realiza con cierta frecuencia, de forma que, si se toma en cuenta los porcentajes acumulados, más del 80 % en este grupo realiza cambio de boquillas anualmente o en más ocasiones. En general, un porcentaje menor (poco más de 40 %), cambia boquillas anualmente; inclusive hay casi un 30 % de productores pequeños que declaran no cambiar boquillas. Este es un aspecto que se debe recordar con más frecuencia a los pequeños productores por parte de las autoridades fitosanitarias, pero que fue abordado con los productores durante las capacitaciones del proyecto.

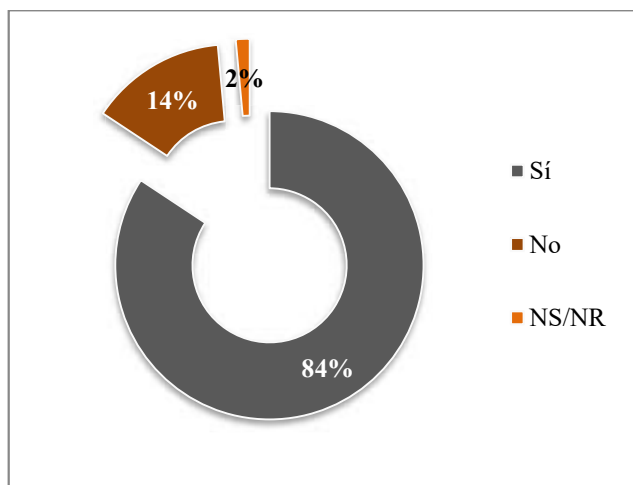
2. Registros de aplicación y trazabilidad

La utilización de los registros de aplicación de plaguicidas permite identificar en qué medida los productores son responsables de contar con respaldos de información referentes a los productos que aplican en campo. Estos registros son especialmente útiles cuando surgen situaciones en campo (por ejemplo, proliferación descontrolada de una plaga y su afectación en el cultivo) que obligan a los productores a revisar el historial de aplicaciones en conjunto con otras prácticas (como análisis de suelos) y tomar la mejor decisión en favor de su cultivo.

Cuando se realiza la consulta a los productores sobre el uso de registro de aplicación, favorablemente más de 80% del total de consultados menciona llevar este registro dentro de sus

fincas, tal y como se muestra en la **figura 11**. Inclusive durante la aplicación de los instrumentos de recolección de información, muchos de los productores mostraron dichos registros, que iban desde un software con la información de aplicaciones de plaguicidas que incluía el plan de aplicación, hasta sistemas más básicos como un ampo o folder con las hojas de información que recopilaba las aplicaciones de plaguicidas de los últimos años.

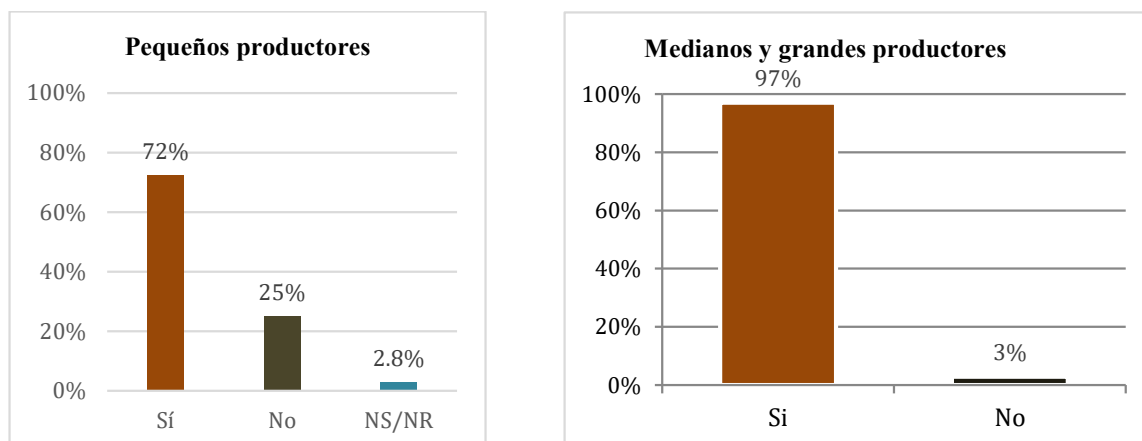
Figura 11. Porcentaje de productores que realizan registros de aplicación



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Al revisar esta misma información, según grupo de productores, es posible observar que los datos son más contundentes en el caso de los medianos y grandes productores, donde un 97 % menciona contar con estos registros de aplicación de plaguicidas (**figura 12**). En el caso de los pequeños productores, aún hay un 25 % que no lleva registro de ningún tipo, ya sea porque no ha identificado su utilidad o no se encuentra certificado.

Figura 12. Porcentaje de realización de registros de aplicación, según grupo de productores



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Al igual que se consideró importante consultar sobre el registro de las aplicaciones, fue relevante indagar sobre los registros respectivos de la fruta entregada. La trazabilidad es la capacidad de seguir el recorrido de un alimento a través de la(s) etapa(s) especificada(s) de producción, procesamiento y distribución (ISO 22005:2007). Por ejemplo, en casos donde se llegase a identificar algún tipo de contaminación de la fruta, la utilización de boletas, rotulaciones y anotaciones de la labor realizada, permitiría identificar la causa del problema.

Los resultados con respecto a la información de trazabilidad son favorables, si se observa el **cuadro 9**. Sin embargo, una vez más se tienen disparidades entre grupos de productores, donde el porcentaje que llama la atención es el registro de las labores realizadas en campo: poco más de la mitad de los productores pequeños dicen realizar esta práctica. En el caso de los medianos y grandes productores la rotulación en campo alcanza casi un 70 %.

Cuadro 9. Información sobre la trazabilidad de la fruta, según grupo de productor

Información	Pequeños productores (%)		Medianos y grandes productores (%)	
	Sí	No	Sí	No
Boletas o recibos de entrega para transporte de fruta	72,2	27,8	97	3
Rotulaciones en áreas de siembra (lote, sección, siembra, etc.)	63,9	36,1	100	0



Anotación en lotes de la labor realizada en campo	58,3	41,7	69,7	30,3
---	------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Nota. Todos los productores pequeños respondieron, mientras que de los medianos y grandes 33 de 34 lo hicieron para esta pregunta.

3. Medidas de seguridad adoptadas

La norma Global GAP, una de las más conocidas por los productores, en su apartado sobre productos fitosanitarios, indica que los agroquímicos deben conservarse en un lugar seguro, ventilado, con buena iluminación y libre de riesgos, con el fin de evitar accidentes en los trabajadores y evitar la contaminación de los productos (Global G.A.P, 2017).

En esta sección se realizaron varias consultas a las personas entrevistadas. Uno de los aspectos sobre los cuales se recolectó la opinión de los productores fue acerca de la seguridad en el almacenamiento de los productos agroquímicos.

La mayoría de los consultados mencionan tener una bodega especial para los plaguicidas, lo cual debe valorarse positivamente, pues implica que los productos no están expuestos al sol, a altas temperaturas y al alcance de cualquier persona. Al visualizar la información desagregada por grupo de productores, se identifica que aún hay un porcentaje de pequeños productores que no realiza un almacenaje adecuado: un 16,8 % guarda sus productos en espacios abiertos, o inclusive no tiene donde guardar los agroquímicos (ver **cuadro 10**).

Cuadro 10. Lugar de almacenamiento de los plaguicidas, según grupo de productores

Lugar de almacenamiento	Pequeños (%)	Medianos y grandes (%)
Bodega	74,9	97,1
Otro lugar (cuarto, rancho, galera abierta)	11,2	0
No tiene donde guardar	5,6	0
NS/NR	8,3	2,9
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Adicionalmente, con respecto a otros implementos almacenados dentro de la bodega, de los 32 productores medianos y grandes que respondieron la pregunta, un 93,8 % indica no almacenar ningún otro implemento dentro de la bodega donde guarda plaguicidas; el porcentaje restante menciona guardar herramientas. Lo anterior marca una ligera diferencia con los



productores pequeños, pues de los 32 que también respondieron la pregunta, un 81,3 % no almacena otros productos dentro del lugar donde almacena plaguicidas, mientras que un 18,7 % guarda herramientas o ropa dentro de su bodega. Durante el programa de capacitaciones, se les recordó a los productores pequeños el potencial de contaminación y la importancia de no mezclar especialmente ropa y alimentos en el lugar de almacenaje de agroquímicos.

Un aspecto muy importante relacionado con las prácticas de seguridad de los productores en campo, es la realización del triple lavado de los envases con residuos de agroquímicos; práctica ampliamente promovida por los agentes de extensión del MAG y funcionarios del SFE. El objetivo del triple lavado es dar disposición final adecuada a los envases vacíos de plaguicidas, promoviendo una manipulación más segura del envase vacío por parte del productor y permitiendo inclusive un reciclaje más seguro del recipiente.

Si bien, con respecto a esta práctica, poco más de la mitad del total de productores consultados (58,6 %) mencionó realizar triple lavado a sus recipientes vacíos de plaguicidas, un porcentaje importante de ellos (el 80 %) dijeron perforar y entregar estos recipientes para su desecho apropiado a personal de las casas comerciales donde compran sus productos fitosanitarios. Este último aspecto es importante y muestra un interés por mejorar sus prácticas seguras en campo.

El uso de equipo de protección personal (EPP) es uno de los aspectos que se debe recordar a los productores de forma constante mediante las visitas de los extensionistas así como en capacitaciones y actividades de sensibilización, considerando que su uso deviene en la protección y minimización de una posible afectación en la salud del productor o sus trabajadores por el uso de plaguicidas, y el frecuente trabajo en campo (actividades de mezcla de agroquímicos, aplicaciones, e inclusive la exposición constante al sol y la lluvia).

El **cuadro 11** muestra cuáles implementos del EPP son reportados por los dos grupos de productores como de uso obligatorio, es decir, que deben utilizarse en finca en toda ocasión. El menos utilizado de forma obligatoria, en ambos grupos de productores, es el delantal, en cuyo caso, los productores aclararon durante la aplicación de los instrumentos de recolección de información, que no es de uso obligatorio porque es principalmente utilizado al momento de mezclar agroquímicos para realizar las aplicaciones.

El otro implemento que se reporta con poca frecuencia de utilización obligatoria, es el respirador. Al consultar el porqué de su poco uso, nuevamente aclaran que se reserva para



momentos claves como la realización de mezclas de agroquímicos y al momento de realizar las aplicaciones, pues hacerlo en todo momento es muy molesto para el trabajador.

Cuadro 11. Uso obligatorio de Equipo de Protección Personal en finca, según grupo de productor

Implementos de EPP	Pequeños productores (%)			Medianos y grandes productores (%)		
	Siempre	A veces	Nunca	Siempre	A veces	NR
Sombrero	88,9	11,1	-	55,9	41,2	2,9
Guantes	83,3	16,7	-	94,1	5,9	-
Respirador	44,4	50	5,6	38,2	58,8	2,9
Mascarilla	63,9	33	2,8	73,5	26,5	-
Gafas	61,1	36,1	2,8	82,4	14,7	2,9
Camisa de manga larga	63,9	30,6	5,6	47,1	50	2,9
Pantalón largo	69,4	27,8	2,8	44,1	52,9	2,9
Delantal	22,2	69,4	8,3	41,2	55,9	2,9
Botas	100	-	-	82,4	14,7	2,9

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

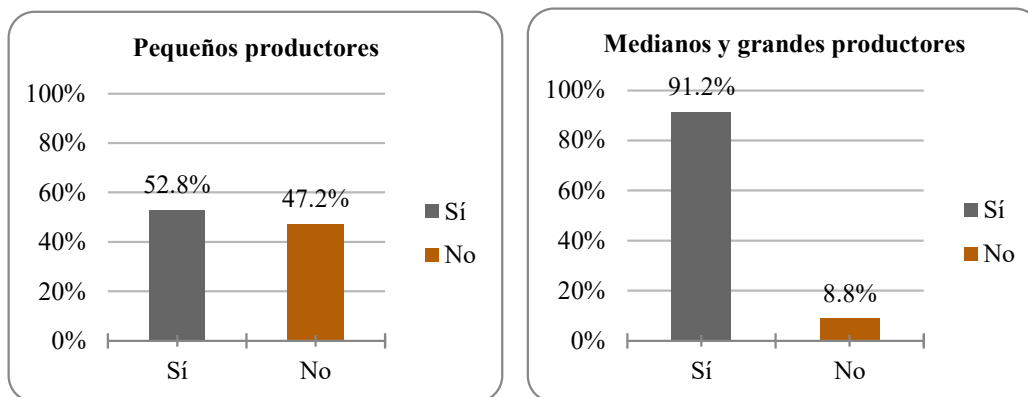
Nota: No se indicó la opción de “Nunca” en medianos y grandes productores.

Es importante resaltar que, durante la ejecución del proyecto, tanto en actividades de sensibilización como en las capacitaciones realizadas, se aclaró con los productores participantes la importancia del uso del EPP, especialmente al mezclar y aplicar plaguicidas. Inclusive se donaron equipos completos de EPP a varios productores, después de hacer demostraciones correspondientes sobre cómo utilizarlos.

Otro de los aspectos relacionados con la seguridad del productor, es la utilización de carteles con información básica sobre atención de emergencias en campo y contactos telefónicos de los servicios de atención médica. Esta práctica permite que en situaciones de emergencia los trabajadores en finca sigan el protocolo adecuado para atención de la persona afectada, y así alertar a las autoridades correspondientes a tiempo.

La presencia de este tipo de carteles difiere en el grupo de pequeños productores con respecto al de medianos y grandes productores. Si se comparan los datos por grupo de productores: más del 90 % de los medianos y grandes productores mencionan tener esta información disponible en finca, mientras el porcentaje de pequeños productores que dicen usar carteles con información de emergencias llega al 52,8 %, tal como lo muestra la **figura 13**.

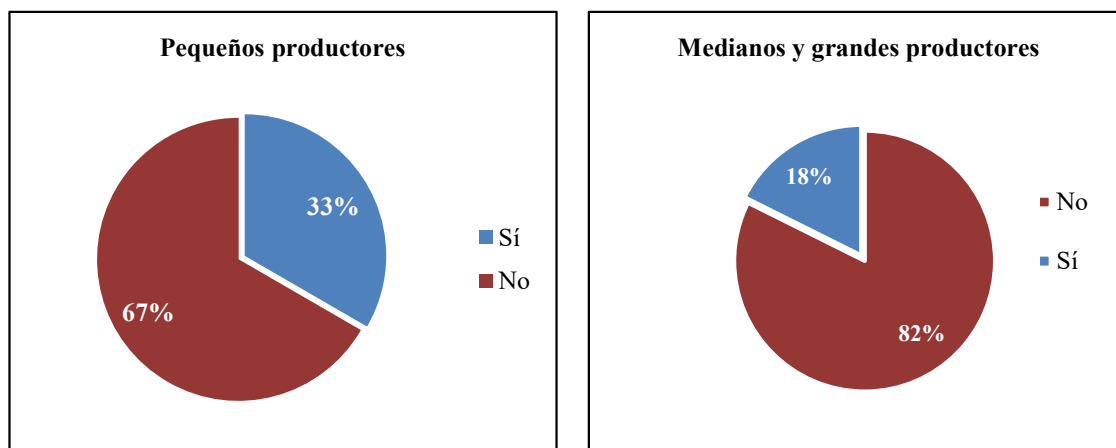
Figura 13. Porcentaje con uso de carteles en finca con información de emergencias



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

La utilización de este tipo de información en finca resulta de importancia, especialmente en el caso de los pequeños productores, donde 33 % de ellos mencionaron haber tenido emergencias médicas por intoxicación de alguna de las personas que laboran en su finca; este porcentaje es casi el doble de lo reportado por el grupo de los medianos y grandes productores, como se muestra en la **figura 14**.

Figura 14. Porcentaje de presencia de intoxicaciones en finca, según grupo de productores



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

4. Manejo del suelo

El manejo apropiado del suelo en las fincas permite: disminuir la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo (Altieri y Nicholls, 2019), mejorar la nutrición del suelo para obtener fruta de mejor calidad, utilizar menor cantidad de plaguicidas, disminuir o evitar la erosión, entre otros aspectos. En ese sentido, el análisis de suelos es la herramienta que se utiliza como referencia para determinar todos esos aspectos (FAO, 2013).

4.1 Muestras de suelo

Uno de los primeros aspectos para iniciar el cuidado del suelo es la realización y utilización de análisis de muestras de suelos, para identificar cuáles son sus necesidades de nutrientes. Casi la totalidad de los productores consultados ha realizado este tipo de análisis, y poco más de dos terceras partes del total de productores ha utilizado de alguna manera los resultados; sin embargo, con respecto a su uso, quienes menos lo han usado son los pequeños productores. En el **cuadro 12** muestra esta información:

Cuadro 12. Realización de muestras de suelo en finca, según grupo de productores

Aspecto	Pequeños productores (%)	Medianos y grandes productores (%)
Productores que han realizado análisis de suelo en el pasado.	91,7	100
Productores que utilizan los resultados del análisis de suelos	63,9	97,1

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Al consultarles a los productores sobre el uso de los análisis, sus respuestas giran principalmente a la aplicación de enmiendas, es decir, una vez que cuentan con los resultados de las análisis, toman decisiones con respecto a la nutrición y el encalado. Estos resultados pueden considerarse como el uso adecuado de los análisis de suelo.

Se les consultó también a los productores quien realiza la aplicación de enmiendas, principalmente lo relacionado con los programas de fertilización en su finca. Se encontró que los pequeños productores confían principalmente en las recomendaciones de las casas comerciales para luego preparar ellos mismos los programas de fertilización, aunque también se mencionó al



personal del MAG y el SFE que en algunos casos les acompañan con consejos de fertilización. Los medianos y grandes productores confían especialmente en la contratación de un ingeniero agrónomo para la preparación y realización del programa de fertilización de su finca.

4.2 Prácticas de conservación

Las prácticas de conservación también son un elemento relevante para mantener la salud del suelo y del ambiente. Para fines de este estudio, se identificaron en conjunto con el SFE las principales prácticas de conservación de suelos que son implementadas por los productores.

El **cuadro 13** indica las prácticas menos utilizadas, según grupo de productores. Por ejemplo, los productores reportan en menor medida el uso de barreras rompevientos, las cuales evitan los daños por fuertes vientos, y las cuales ayudan a atrapar la deriva de las aplicaciones de plaguicidas de la misma finca o fincas vecinas. La baja implementación de estas prácticas también se reporta para las lagunas de infiltración y la cobertura en taludes. En el caso de los pequeños productores, también se reporta poco uso de barreras vivas.

Cuadro 13. Prácticas de conservación utilizadas, según grupo de productores

Práctica	Pequeños productores (%)	Medianos y grandes productores (%)
Drenajes en contorno	75	90,9
Incorporación de rastrojos al suelo	88,9	97
Construcción de gavetas en drenajes	58,3	90,6
Barreras vivas	38,9	81,8
Cortinas rompevientos	2,8	21,2
Lagunas de sedimentación o infiltración	2,8	21,2
Coberturas en taludes	16,7	30,3

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Del cuadro anterior se resaltan los drenajes en contorno y la incorporación de rastrojo al suelo, dos de las prácticas más utilizadas en finca para evitar la saturación del suelo, y aumentar el porcentaje de materia orgánica en el mismo. Afortunadamente, son dos prácticas ampliamente realizadas por los productores de piña consultados.

4.3 Manejo de rastrojo

El manejo de rastrojo que se realiza en las fincas de piña es un aspecto importante a considerar en el tema de las BPA, especialmente porque un mal manejo de rastrojo puede implicar



la propagación de la mosca de establo, que puede llegar a ser molesta para las personas vecinas de los piñales y dañinas para el ganado de la zona.

Al realizar la consulta sobre el uso de técnicas específicas de manejo de rastrojo, sorprende que el grupo de los medianos y grandes sean quienes mencionen utilizar en mayor medida la quema química y física. Inclusive hay un porcentaje mayor de productores medianos y grandes que utiliza tanto la quema física y química siempre (32,4 %) pues en menor porcentaje (16,7 %) lo utilizan los productores pequeños. Además, se resalta que la técnica por excelencia es la utilización de la rastra para incorporar la materia orgánica al suelo (**cuadro 14**).

Cuadro 14. Técnica de manejo de rastrojo utilizada, según grupo de productores

Técnica de manejo de rastrojo	Medianos y grandes productores (%)	Pequeños productores (%)
Quema química	67,6	47,2
Quema física	35,3	25
Mecanización con rastra	73,3	72,2
Descomponedores	52,9	47,2
Fosas de residuos	0	2,8
Sin tratamiento especial	5,9	8,3

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Nota: Los porcentajes no deben sumar 100 %, pues los productores podían responder sí a varias de las opciones. En el cuadro sólo se incluye el porcentaje de los productores que dijeron que sí a las técnicas expuestas.

También se debe que prestar atención al hecho de que algunos productores mencionan que aún dejan rastrojo sin tratamiento especial, que, aunque representan un porcentaje muy bajo, es importante que el profesional extensionista del MAG y el SFE le brinden seguimiento a esta variable en caso de que llegue a aumentar en el futuro. Únicamente el 14,3 % de todos los productores consultados, menciona tener planta empacadora (lo anterior corresponde al 29,4 % de medianos o grandes productores consultados). Sin embargo, el análisis de las respuestas cualitativas señala que los residuos de la planta empacadora se desechan de manera adecuada: estas personas indican que dichos desechos se vierten apropiadamente en zonas de barbecho; en el caso de los residuos de la fruta, las coronas se brindan a productores de ganado para alimentar reses o se utiliza la corona para producción de semilla.

Relacionado al tema del manejo del rastrojo en campo, está la plaga conocida como la “mosca de establo” o *Stomocys calcitrans* L. El mal manejo del rastrojo (incorrecta mecanización



del suelo y por ende exposición de residuos, acumulación irresponsable de rastrojo en diferentes zonas de la finca, humedad prolongada del rastrojo sin tratamiento, entre otros posibles focos) ocasiona el desarrollo de este tipo de mosca, convirtiéndose en una plaga que puede esparcirse y afectar zonas aledañas a la finca.

De acuerdo con la información recopilada durante el estudio, un porcentaje importante del total de los productores que participaron en la consulta, correspondiente al 30 %, mencionaron que en el año anterior a la aplicación de la encuesta (año 2016) habían tenido presencia de “mosca de establo” (**cuadro 15**). Al revisar la información según grupo de productores, los pequeños reportan haber tenido presencia de mosca en menor medida que los productores grandes y medianos.

Cuadro 15. Presencia de mosca de establo, según grupo de productores

Respuestas	Pequeños productores (%)	Medianos y grandes productores (%)
Sí	16,7	44,1
No	80,6	55,9
NS/NR	2,8	-
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

5. Manejo de aguas

De acuerdo con la información recopilada, únicamente la mitad de los productores consultados mencionaron haber realizado análisis de calidad de agua que utilizan en finca para las diferentes actividades. Al separar la información según pequeños, medianos y grandes productores, la información es dispar: es el grupo de medianos y grandes productores quienes en mayor medida reportan haber realizado análisis de calidad de agua.

Cuadro 16. Realización de análisis de calidad del agua utilizada en finca, según grupo de productores

Respuestas	Pequeños productores (%)	Medianos y grandes productores (%)
Sí	36,1	64,7
No	63,9	35,3
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.



De aquellas personas que dijeron haber realizado análisis de aguas, únicamente tres de ellas reportaron haber obtenido resultados negativos, principalmente relacionados con alta acidez y presencia de *E-coli*. Ninguno reportó presencia de plaguicidas, ni de ningún tipo de agroquímicos; más bien señalan que el agua fue determinada como potable.

Importante resaltar que la fuente del agua para las actividades en finca de los productores, varía según grupo de productores. La mayoría de pequeños productores utiliza un acueducto para abastecer su finca, mientras que la mayoría de grandes productores se abastece de un pozo. Así lo señala el **cuadro 17**.

Cuadro 17. Fuente de agua de las principales actividades en finca, según grupo de productores

Fuente	Pequeños productores (%)	Medianos y grandes productores (%)
Un acueducto	44,4	26,5
Una naciente o manantial	22,2	0
Un pozo	33,3	73,5
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

De acuerdo con estos datos, es comprensible que aquellas fincas que obtienen suministro de agua de un pozo, decidan realizar análisis de calidad de agua e identificar su potabilidad del agua. Al hacer cruce de información, efectivamente se encuentra que son los medianos y grandes productores que obtienen abastecimiento de un pozo, quienes han realizado los análisis de agua.

Adicionalmente, se les consultó por las zonas amortiguadoras en las fincas. Cuando estos espacios son menores a 20 metros, se corre el riesgo de escorrentía y contaminar así con más facilidad los cuerpos de agua y áreas boscosas aledañas a las fincas por las aplicaciones de plaguicidas en los cultivos. En el caso de los pequeños productores, 41,2% señalan que sus zonas amortiguadoras son de 20 metros o menos, mientras que en el grupo de los medianos y grandes productores es un 22,2% quienes señalan estas distancias. Lo anterior implica enfocar los esfuerzos principalmente en pequeños productores y señalar la importancia de evitar cultivar a las orillas de cuerpos de agua y en la medida de lo posible, fomentar la reforestación.

6. Capacitaciones

Las respuestas obtenidas en esta sección de la consulta, contribuyeron a enfocar las charlas de capacitación gestionadas a través del proyecto para con los productores de la Zona Norte. Es decir, además de la información que se desprendió de los demás aspectos de este estudio, también se consideró las capacitaciones que los productores dijeron haber recibido y las que deseaban recibir así como los medios de comunicación que utilizaban más comúnmente para recibir información relacionada con el cultivo de piña, lo anterior con el fin de estructurar las charlas de capacitación y de contactar con los expertos facilitadores de acuerdo a las necesidades de los productores.

Cuadro 18. Medios de informarse sobre temas agrícolas, según grupo de productores

Pequeños productores (%)						
Respuestas	T.V	Radio	Internet	Periódico	Teléfono celular	Otro
Sí	13,9	13,9	11,1	--	16,7	63,9
No	86,1	86,1	88,9	100,0	83,3	36,1
Total	100	100	100	100	100	100

Medianos y grandes productores (%)						
Respuestas	T.V	Radio	Internet	Periódico	Teléfono celular	Otro
Sí	5,9		41,2	5,9	8,8	88,2
No	94,1	100,0	58,8	94,1	91,2	11,8
Total	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Como se observa en el **cuadro 18**, únicamente dos datos sobresalen con respecto a los medios a los que recurren los productores para informarse: el internet en el caso de los medianos y grandes productores, y el de “otros” para ambos grupos de productores.

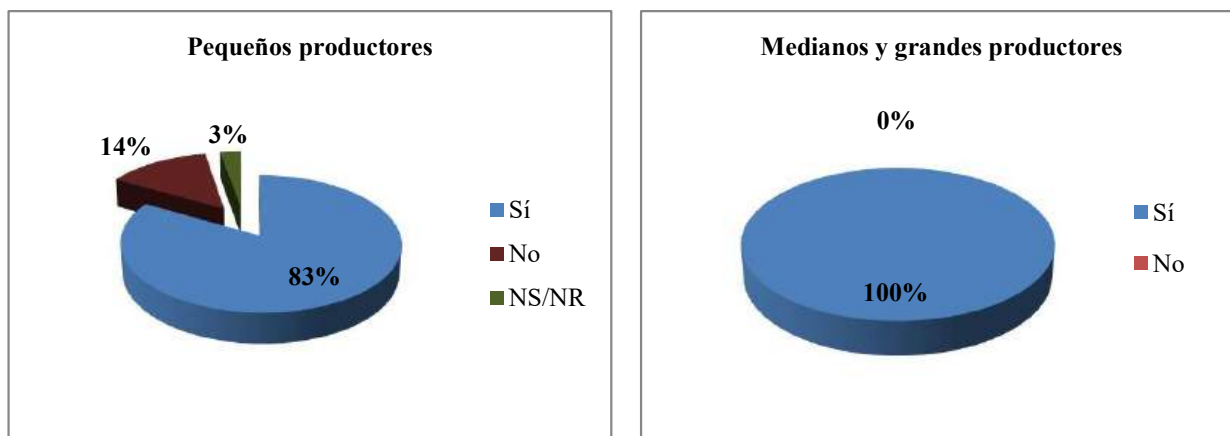
En el caso de la opción “otros medios que utiliza”, los pequeños productores mencionaron las casas comerciales, el MAG y su personal. También se mencionaron, aunque en menor medida, la información que obtienen a través de revistas, de sus colegas productores de piña y de la cooperativa a la cual pertenecen. Para el caso de los medianos y grandes productores, la opción “otros medios que utiliza” correspondió principalmente a la información brindada por las casas comerciales, CANAPEP y a profesionales del área para actualización de información en temas

agronómicos; en menor medida mencionaron instituciones públicas (MAG, PROCOMER, universidades estatales), así como colegas productores de piña.

De esta forma, la información para participación de los productores en las charlas de capacitación organizadas por el proyecto y la documentación generada sobre el cultivo de piña, fue distribuida utilizando los enlaces institucionales del MAG y SFE, las casas comerciales, COOPEPIÑA e inclusive la revista de CANAPEP. Más adelante en este informe (capítulo 2), se detallan los medios y los mensajes utilizados para distribuir datos claves sobre BPA.

En la figura siguiente, se muestra que la mayoría de los productores consultados han recibido en algún momento capacitaciones correspondientes a manejo integrado de cultivos (MIC) y buenas prácticas agrícolas. Al consultar sobre el tipo de capacitaciones recibidas, se mencionan con frecuencia “uso adecuado de plaguicidas”, “cuidado de suelos”, “uso de equipo de protección personal”, “manejo adecuado de rastrojos” y “seguridad en el trabajo”. Han recibido estas capacitaciones principalmente por parte del MAG, el SFE y de casas comerciales; los medianos y grandes productores mencionan –además– a CANAPEP y a asesores especialmente contratados para ese fin.

Figura 15. Grupo de productores que han recibido algún tipo de capacitación en temas de Manejo Integrado de Cultivos y/o Buenas Prácticas Agrícolas.



Fuente: Elaboración propia, según los instrumentos aplicados a los productores; 2017.

Es posible identificar que los productores han recibido diferentes charlas relacionadas con temáticas de BPA, por lo que es posible hablar de una población de productores con acceso a información sobre su cultivo y las mejores prácticas. Sin embargo, estas personas indican la necesidad de recibir charlas y capacitaciones en temas de BPA (uso de agroquímicos, buenas



prácticas y ambiente, nuevos productos, fertilización, control de plagas, inocuidad de alimentos) pues consideran importante que esto se realice de manera constante para mantenerse actualizados. Otros temas mencionados son “administración adecuado de costos en finca”, “piña orgánica” y “regulaciones de certificación / exportación”. Parte importante de estas temáticas fueron cubiertas en modalidad de charlas durante el proyecto.

Conclusiones

- El gremio piñero está compuesto principalmente de hombres, de edad media, y de escolaridad media-baja (en el caso de los pequeños) y media-alta (en el caso de los medianos y grandes productores). Al momento de realizar las capacitaciones, se tomó en consideración el tema de género de por medio.
- Los pequeños productores están agremiados principalmente a Coopepiña, y los grandes a CANAPEP. Esto fue importante conocerlo, especialmente en el caso de los pequeños, pues permitió tener acceso a ellos mediante esta asociación, lo cual facilitó visitas para muestreos, entrevistas, etc. En el caso de CANAPEP el contacto fue más difícil, aunque también fue posible recibir algún tipo de colaboración hacia el proyecto. Importante mencionar que estas asociaciones siempre sean tomadas en cuenta en lo que respecta a contacto con productores, organización de capacitaciones, y compartir información relevante sobre buenas prácticas agrícolas, pues facilita el acceso a los productores y se convierten en aliados sensibilizadores de las acciones que se quieren realizar desde la academia y el gobierno.
- Con respecto al cultivo, la mayoría de los productores cosechan principalmente la primera producción, y generalmente es producto cultivado para exportación y el mercado de congelados. Aunque los pequeños exportan menos, el mercado exterior sigue siendo el principal mercado de venta del producto. Esto implica la necesidad de redoblar esfuerzos, especialmente con pequeños, para generar las condiciones de calidad necesarias para exportar, especialmente considerando que el acceso a certificaciones agrícolas de BPA es más difícil para dicho grupo. Los pequeños productores mencionaron durante el estudio, y también en las actividades de capacitación su interés de obtener y/o renovar certificaciones que les permitan participar más activamente en el mercado internacional.
- La piña de los productores de la Zona Norte, especialmente los consultados, es convencional, es decir, recibe aplicación de plaguicidas para prevenir y tratar las consecuencias de la aparición de plagas y enfermedades, y así mantener los niveles de calidad de la fruta cosechada. Los productores de piña orgánica son los menos, posiblemente porque implica



esfuerzos más fuertes, con productos no convencionales para evitar las plagas y enfermedades. La situación es comprensible, pues en diferentes reuniones con el equipo de la Unidad de Investigación Socioambiental del CICA, los productores mencionaron que es difícil ser orgánicos pues implica una inversión financiera importante, se necesitan extensiones de tierra que deben descansar por mucho tiempo del uso de plaguicidas, además que es un mercado más exigente. Este contexto limita el esfuerzo de generar piña orgánica, especialmente en pequeños productores.

- Sin embargo, un aspecto positivo es que muchos productores tratan de hacer un balance entre el uso de productos biológicos y químicos para el control de plagas. Es más frecuente en el caso de los grandes y medianos productores, y mucho menos frecuente en el caso de los pequeños. Para el futuro, es importante que se continúe desde el MAG y el SFE, la labor de brindar más charlas y capacitaciones, días de campo prácticos, socialización de moléculas nuevas más beneficiosas para el ambiente cuando surjan, y de esta forma sensibilizar sobre los beneficios que trae el uso de productos biológicos, especialmente en el caso de pequeños productores, haciendo especial hincapié en el beneficio para el ambiente, la salud de la comunidad, los productores y sus familias, y de la producción de piña misma.
- Los pequeños productores, principalmente, realizan las labores de campo ellos mismos, sin mayor apoyo de un ingeniero agrónomo, y un porcentaje importante menciona que los consejos sobre programas de aplicación los reciben en buena medida de casas comerciales. En estos casos, quedan a disposición de los intereses de estas instancias, que en muchas ocasiones se preocupan más por la venta de sus productos, más allá de brindar una atención personalizada. Es importante que el gobierno reconozca este aspecto como un área de oportunidad, para apoyar más fuertemente a los pequeños productores en temas agronómicos. En los medianos y grandes productores, generalmente tienen los recursos para gestionar apoyo con profesionales de agronomía.
- Es importante resaltar que, en reuniones del proyecto con el SFE, funcionarios de esa institución mencionaron durante la realización de sus visitas a fincas que, en muchas ocasiones, no se ha encontrado pruebas de almacenamiento del bromacil. La aplicación de instrumentos reflejó que muchos productores fueron transparentes al mencionar su uso (es uno de los tres herbicidas más usados por los consultados), y los informes técnicos del proyecto han demostrado su presencia en algunos puntos de monitoreo (aunque en concentraciones muy bajas). Con la decisión de prohibición del producto, tomada desde el MAG, surge la necesidad



de sensibilizar e informar a los productores sobre otras alternativas de herbicidas tanto efectivas para con la eliminación hierbas y rastrojo como amigables con el ambiente.

- Otros temas donde es importante enfocar la sensibilización, la capacitación (y también la toma de decisiones del proyecto), es en aspectos como: promover el uso de muestreos y programas de aplicación en pequeños productores para que las decisiones de aplicación de agroquímicos sean más racionales; resaltar la importancia (también principalmente a pequeños productores) de la calibración de los equipos con boquillas nuevas para evitar el desperdicio de producto y la sobredosificación en los campos; potenciar el uso de descomponedores en el manejo de rastrojo; lectura adecuada de etiquetas y demarcación de los lotes en campo.
- Es necesario persistir con los diferentes grupos de productores en la importancia de realizar análisis de suelo y también de aguas para uso en finca. Muchas de las decisiones con respecto a la aplicación de BPA y el Manejo Integrado de Cultivos, pasa por conocer las características de suelo y solventar sus necesidades de nutrición y de maquinaria, e identificar la calidad del agua con la que están trabajando. Hacer hincapié de manera constante en estos aspectos, sensibiliza a los productores sobre la posibilidad de reducir la aparición de plagas y enfermedades, y obtener fruta de mejor calidad.
- La mosca de establo parece ser una plaga difícil de erradicar por completo, ya que cualquier descuido deviene en la aparición de este insecto, que por lo demás afecta en mayor escala a los animales y las personas, más allá del cultivo de piña mismo. La atención de esta problemática, no sólo mediante sensibilización de productores, sino mediante las visitas constantes a las fincas por parte de los extensionistas, es vital para mantener esta plaga bajo control. Importante mencionar el trabajo que realizan el MAG y el SFE en esta temática, pues en diferentes momentos del estudio, se pudo visualizar el trabajo realizado por los funcionarios en campo para atender las consultas de los productores, y las denuncias de algunos vecinos de las comunidades aledañas.
- Las capacitaciones y charlas deben ser constantes porque los productores así lo solicitan. Además, en este estudio se han señalado varios aspectos que deben ser reforzados en las fincas para mejorar las prácticas agrícolas, y es común encontrar rotación de personas laborando en las fincas (trabajadores de temporada). Aunque este proyecto brindó charlas de capacitaciones de forma constante durante los años en que se implementó el proyecto, debe continuarse esta práctica con programas estructurados que atiendan las necesidades identificadas para proteger el ambiente.



- El acceso a información relevante sobre actualización agrícola del cultivo de piña puede hacerse no únicamente mediante capacitaciones presenciales, sino también utilizando otros espacios como campos pagados en televisión y radio, boletines de internet enviados a los celulares de diferentes productores, folletos ubicados en casas comerciales y en las mismas cooperativas piñeras, así como presencia en espacios de reunión comunitaria ya establecidos (ferias por ejemplo). La creatividad para acercarse al productor es bien valorada, y permite un alcance mayor en cobertura de personas.



Referencias bibliográficas

Altieri, Miguel & Nicholls, Clara. (2019). Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo. *Agroecología*, N°. 1, 2006, págs. 29-36.

FAO. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. Paraguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Gobernación del Departamento Central, Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO.

Global G.A.P. (2017). *Aseguramiento integrado de fincas. Módulo base para todo tipo de finca- Módulo base para cultivos, frutas y hortalizas*. Recuperado de: <https://www.globalgap.org/es/for-producers/globalg.a.p./integrated-farm-assurance-ifa/crops/FV/>



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Universidad de Costa Rica

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental

Capítulo 2.

Estrategia de comunicación y programas de
capacitaciones

Proyecto:

Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de
agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas
prácticas agrícolas (BPA)

2018





ÍNDICE

Introducción.....	7
Reuniones y giras	8
Estrategia de comunicación	13
Definición de una línea gráfica para comunicar el proyecto y producción de materiales	13
Propuesta de estrategia de comunicación consolidada	17
Divulgación del programa de capacitaciones en buenas prácticas agrícolas	56
Evento de cierre del programa de capacitación “Buenas Prácticas agrícolas en el Cultivo de Piña, 2018”	61
Informe de actividades publicación de resultados preliminares junio–agosto 2018.....	67
Programa de capacitación.....	77
Evaluación del programa de capacitación y comunicación	100
Estrategia de divulgación de resultados finales	106
Anexos	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de línea gráfica inicial del proyecto de BPA en el cultivo de piña en la zona norte	14
Figura 2. Gorra y taza con alusión al programa de capacitaciones “Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña”, para entregar a productores.....	14
Figura 3. Carpeta, libreta de apuntes y lapicero confeccionados para el programa de capacitaciones “Buenas prácticas en el cultivo de piña”, mayo de 2016	15
Figura 4. Mapeo de actores proyecto piña.....	16
Figura 5. Paleta de colores.....	19
Figura 6. Identificador grafico del proyecto	19
Figura 7. Materiales gráficos	20
Figura 8. Plantillas de presentación Power Point	20
Figura 9. Materiales con la imagen gráfica de la campaña.....	21
Figura 10. Puesto informativo en Fiestas Populares de Aguas Zarcas, marzo 2018	26



Figura 11. Publicación del 05 de abril en la página del Servicio Fitosanitario del Estado.....	32
Figura 12. Carátula de disco con videos informativos	34
Figura 13. Portada de video sobre Buenas Prácticas Agrícolas, julio 2018	34
Figura 14. Entrevista a productor de piña sobre buenas prácticas agrícolas, febrero 2018.....	35
Figura 15. Afiche en Escuela El Sahino, Pital.....	39
Figura 16. Afiche en Supermercado Deliahorro.....	39
Figura 17. Afiche en Escuela Pueblo Viejo, Venecia.....	40
Figura 18. Agenda de la Feria BPA, colocadas en la Feria y enviados vía <i>WhatsApp</i>	41
Figura 19. Brochure informativo acerca del proyecto, <i>stand</i> del proyecto en Feria de BPA	44
Figura 20. Torneo de Fútbol 5, Coopepiña vs Tres Amigos	45
Figura 21. Premiación del Torneo Fútbol 5, equipo ganador	45
Figura 22. Infografías colocadas en almacenes de insumos agrícolas, zona Huetar Norte	46
Figura 23. Infografías colocadas en almacenes de insumos agrícolas, zona Huetar Norte	47
Figura 24. Boletín “Control Biológico”, noviembre 2017	48
Figura 25. Boletín “Manejo adecuado del rastrojo”, abril 2018.....	49
Figura 26. Boletín “Prevención y manejo de la mosca <i>Stomoxys calitrans</i> L”, mayo 2018	50
Figura 27. Boletín “Incorporación de materia orgánica en suelos piñeros”, agosto 2018.....	51
Figura 28. Actividad informativa con comunidades, charla 1	52
Figura 29. Actividad informativa con comunidades, charla 2	53
Figura 30. Actividad informativa con comunidades, charla 3	53
Figura 31. Taller “Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Piña, el papel de los niños y las niñas”. Veracruz de Pital, 2018.....	55
Figura 32. Taller “Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Piña, el papel de los niños y las niñas”. La Gloria, Aguas Zarcas, 2018.	56
Figura 33. Ejemplo de afiche capacitaciones 2016	58
Figura 34. Ejemplo de afiche capacitaciones 2017	58
Figura 35. Ejemplo de afiche capacitaciones, 2018	58
Figura 36. Ejemplo de envío WhatsApp 2017	59
Figura 37. Ejemplo de envío WhatsApp 2018	59
Figura 38. Programa Capacitación grandes productores 2016	60
Figura 39. Programa de capacitación 2017	60
Figura 40. Programa de capacitación 2018	61
Figura 41. Agenda de actividades, evento de cierre	62



Figura 42. Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña.....	63
Figura 43. Folleto sobre lectura de etiqueta	64
Figura 44. Folleto sobre salud ocupacional.....	64
Figura 45. Afiche sobre pictogramas de etiquetas de plaguicidas.....	65
Figura 46. Puesto de entrega de materiales, evento de cierre del programa de capacitación, setiembre 2018.....	66
Figura 47. Convocatoria de prensa	68
Figura 48. Comunicado de prensa	69
Figura 49. Nota aclaratoria	70
Figura 50. Reunión con David Menes y Alexis Quesada (MAG-Pital)	78
Figura 51. Visita al campo, de izquierda a derecha: David Menes, Productor, Gilberto Corrales y Bernal Valverde..	78
Figura 52. Visita al campo con el presidente de Coopepiña y los ingenieros Bernal Valverde y Paula Aguilar	78
Figura 53. Visita a fincas de productores de la Tabla junto con Dr. Julio Arias y los ingenieros Melvin Alpízar y Paula Aguilar.....	79
Figura 54. Porcentaje de satisfacción general de la capacitación según la opinión de los participantes.....	80
Figura 55. Porcentaje de satisfacción general de la capacitación según la opinión de los participantes.....	81
Figura 56. Porcentaje de satisfacción general de la capacitación según la opinión de los participantes.....	84
Figura 57. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Manejo de malezas en piña: limitaciones del control químico” (2016).....	84
Figura 58. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Comportamiento biológico de insectos claves asociados con el cultivo de la piña” (2016)	85
Figura 59. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas, participando de la charla “Generalidades sobre el uso del biochar como enmienda de suelo” (2016).....	85
Figura 60. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Control biológico en el cultivo de piña” (2016).....	86
Figura 61. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Salud ocupacional en la agricultura” (2016)	86
Figura 62. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Generalidades sobre el comportamiento ambiental de agroquímicos” (2016)	87
Figura 63. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Estructura de costos” (2016)..	87
Figura 64. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Mosca del establo <i>Stomoxys calcitrans</i> L.” (2016)	88
Figura 65. Grandes productores participando de la charla “Agricultura de precisión y sensoramiento remoto e información” y “Certificación voluntaria del MAG” (2016)	88



Figura 66. Grandes productores participando de la charla “Manejo del rastrojo para evitar la reproducción de la mosca del establo <i>Stomoxys calcitrans</i> L.” (2016).....	89
Figura 67. Grandes productores participando de la charla “Cambio climático y la agricultura” (2016).....	89
Figura 68. Grandes productores participando de la charla “Cambio climático y la agricultura” (2016).....	90
Figura 69. Pequeños productores participando de la primera charla “Conservación de suelos” (2017).....	90
Figura 70. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Manejo de malezas” (2017)	91
Figura 71. Pequeños productores elaborando una hoja de cálculo de para llevar los costos de producción (2017)	91
Figura 72. Pequeños productores participando de la charla “Uso correcto de plaguicidas” (2017).....	92
Figura 73. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Producción de piña orgánica” (2017).....	92
Figura 74. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Certificación de piña orgánica” (2017).....	93
Figura 75. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Regeneración de suelos” (2017).....	93
Figura 76. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Evaluación del impacto en el bienestar animal de la mosca <i>S. calcitrans</i> ” (2017).....	94
Figura 77. Medianos y grandes participando de la charla “Agricultura de precisión” (2017)	94
Figura 78. Pequeños, medianos y grandes productores participando de la charla “Recuperación de suelos” (2018)...	95
Figura 79. Pequeños y medianos productores participando en la práctica de erosión de la charla “Manejo de escorrentía y control de la erosión” (2018).....	95
Figura 80. Pequeños y medianos productores participando de la charla “Estrategia para un adecuado manejo de malezas” y “Manejo de plagas” (2018).....	96
Figura 81. Pequeños y medianos productores participando de la charla “Nutrición del cultivo de piña” (2018).....	96
Figura 82. Pequeños, medianos y grandes productores participando de la charla “Requisitos para la exportación” y “Administración de fincas piñeras” (2018).....	97
Figura 83. Pequeños, medianos y grandes productores participando en la charla “Recurso hídrico y manejo de aguas residuales” (2018).....	97
Figura 84. Pequeños, medianos y grandes productores participando de la charla “Alternativas para reducir carga química” y “Comportamiento ambiental de plaguicidas y biochar” (2018).....	98
Figura 85. Fotografías del evento de cierre del programa de capacitación (2018).....	98
Figura 86. Clasificación de productores según el tamaño de la finca.....	100
Figura 87. Medios por los que ha recibido información sobre BPA	101
Figura 88. Principales problemáticas en el cultivo de piña según los productores.....	102
Figura 89. Beneficios de las BPA según los productores	102
Figura 90. Mención de temas aprendidos sobre BPA en las capacitaciones	103
Figura 91. BPA más usadas por los productores	104



Figura 92. Aumento en la capacidad de producir piña implementando las BPA 105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Reuniones con contrapartes	8
Tabla 2. Reuniones internas.....	10
Tabla 3. Giras estrategia de comunicación.....	11
Tabla 4. Publicaciones acerca del proyecto durante los años 2016, 2017 y 2018	23
Tabla 5. Resultados de campaña BPA en WhatsApp.....	27
Tabla 6. Resultados de campaña BPA en Facebook.....	33
Tabla 7. Resultados de campaña BPA en WhatsApp.....	35
Tabla 8. Resultados de publicaciones en Facebook del SFE.....	37
Tabla 9. Guion elaborado en el CICA para la cuña de radio difundida en Radio Santa Clara de San Carlos en mayo de 2016.....	57
Tabla 10. Cronología de los hechos.....	67
Tabla 11. Notas relacionadas con los resultados del proyecto 802-B5-500	71
Tabla 12. Publicaciones relacionadas con la audiencia del CICA en la Asamblea Legislativa	73
Tabla 13. Programa de capacitación dirigido a pequeños productores (2016).....	77
Tabla 14. Programa de capacitación dirigido a grandes y medianos productores (2016)	80
Tabla 15. Programa de capacitación dirigida a pequeños, medianos y grandes productores de piña (2017).....	82
Tabla 16. Programa de capacitación dirigida a pequeños, medianos y grandes productores de piña (2018).....	83
Tabla 17. Cronograma de actividades	110

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Listas de asistencia talleres Escuela Oscar Rulamán Salas.....	111
Anexo 2. Listas de asistencia talleres Escuela La Gloria	113
Anexo 3. Cuestionario de evaluación	115
Anexo 4. Fotografías de reuniones con las contrapartes e internas	117



Siglas y acrónimos utilizados

BPA	Buenas prácticas agrícolas
CANAPEP	Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña
CICA	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental
COOPEPIÑA	Cooperativa de Comercio y Servicios múltiples de Productores de piña de Pital de San Carlos
EPP	Equipo de protección personal
FECON	Federación Costarricense para la Conservación del Ambiente
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado
SEPSA	Secretaría Sectorial de Planificación Agropecuaria
UCR	Universidad de Costa Rica



Introducción

El planteamiento de la estrategia de comunicación del proyecto se desarrolló durante los años 2016, 2017 y 2018, en la cual se ejecutaron diversas actividades de información y educación, como: la gestión de prensa, un boletín de correo electrónico dirigido a productores, feria de buenas prácticas agrícolas, campaña de mensajes vía *WhatsApp*, entre otras; para promover la implementación de las buenas prácticas agrícolas.

Este capítulo describe la campaña de comunicación, menciona los resultados de cada una de las actividades realizadas y presenta la estrategia de divulgación de los resultados finales del proyecto, que será ejecutada en los últimos meses del 2018 y los primeros del 2019.

Por otro lado, hace mención de las dificultades presentadas para el desarrollo de las actividades, que impidieron la ejecución de ciertas las tácticas planteadas inicialmente, además se mencionan las soluciones a estas dificultades. También hace un recuento de los tres programas de capacitación realizados por el proyecto en los años: 2016, 2017 y 2018, en los que se impartieron 34 capacitaciones a 240 personas relacionadas con el cultivo de piña en la zona.

Finalmente, se presentan los resultados de una evaluación aplicada a productores con el objetivo de conocer los principales resultados del proyecto.

Reuniones y giras

A continuación, se presentan las fechas de las reuniones con las contrapartes, reuniones internas (CICA) y las giras realizadas para las actividades de la estrategia de comunicación.

Tabla 1. Cronograma de reuniones con las contrapartes

Reuniones con contrapartes del proyecto 2015		
Temas	Fecha de realización	Participantes
Presentación del equipo de investigadores del CICA con el personal del SFE Zona Norte y revisión general del proyecto en Ciudad Quesada, San Carlos	12 de enero	Equipo de investigación CICA y personal del SFE-Zona Norte.
Reunión general del proyecto	21 de abril	Marco Vinicio Jiménez (SFE), Elizabeth Carazo y Laura Brenes (CICA).
Presentación del proyecto a la Comisión Socio Ambiental de la Piña (COSAP) de CANAPEP	27 de abril	Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Juan Chin (CICA) y miembros de COSAP.
Validación de la encuesta con el SFE- Zona Norte	5 de mayo	Jorge Solano (SFE), Andrea Bolaños (SFE), Laura Brenes, Esteban Umaña, Carolina Zúñiga
Validación de la encuesta con CANAPEP- Zona Norte	6 de mayo	Stephanie Rodríguez (CANAPEP), Laura Brenes, Juan Chin, Carolina Zúñiga (CICA).
Reunión en SFE-Oficinas Centrales para discutir aspectos administrativos del proyecto	20 de mayo	Elizabeth Carazo, Juan Chin (CICA), Dennis Campos (VI-UCR), Marco Vinicio Jiménez (SFE), Edgar Vega (SFE), Felicia Calderón (Proveeduría-SFE), Carlos Gamboa (Proveeduría-SFE), Gerardo Castro (Asesoría legal-SFE), Robert Ramírez (Asesoría legal-SFE).
Reunión acerca del trabajo del Área Socio-ambiental con el agente extensionista del MAG-Pital	3 de junio	Laura Brenes, Carolina Zúñiga (CICA) y el Ing. David Meneses (MAG-Pital)
Revisión de temas administrativos y actividades del proyecto	17 de junio	Equipo de investigación CICA Marco V. Jiménez y Edgar Vega (SFE)
Presentación del proyecto al MAG-Huetar Norte, agentes extensionistas de Pital, Aguas Zarcas y Venecia	6 de julio	Elizabeth Carazo, Laura Brenes Funcionarios MAG y SFE de la Zona Norte
Reunión en CANAPEP (área social del proyecto)	17 de agosto	Stephanie Rodríguez (CANAPEP), Alejandra Muñoz (CANAPEP), Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Reunión con el gerente general de COOPEPIÑA (Pital)	23 de setiembre	Mario Vargas (Gerente General de COOPEPIÑA), Leónidas Chávez (Junta Directiva de COOPEPIÑA), Laura Brenes
Revisión y discusión del primer informe enviado al SFE y revisión del estado de los compromisos	2 de setiembre	Marco V. Jiménez y Arlette Vargas (SFE- Oficinas centrales), Equipo de investigación CICA
Reunión con el jefe regional del MAG para solicitar información de contacto para aplicación encuestas y entrevistas	27 de octubre	Fernando Vargas (MAG-Zona Norte), Laura Brenes, Carolina Zúñiga
Reuniones con contrapartes del proyecto 2016		
Revisar las actividades de cierre del 2015 y las actividades a realizar en el 2016.	05 de febrero	Marco Vinicio Jiménez (SFE), Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Juan Salvador Chin, Paula Aguilar (CICA).
Reunión en CANAPEP.	22 de febrero	Abel Chaves, Stephanie Rodríguez y Rebeca Sequeira de CANAPEP, Elizabeth Carazo, Laura Brenes (CICA).
Presentación de resultados 2015.	01 de abril	Personal del SFE, de CANAPEP (Junta Directiva y COSAP), Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Juan Salvador Chin, Greivin Pérez, Didier Ramírez, María del Mar Sánchez (CICA).
Análisis de la situación de los productores de la zona.	13 de abril	David Meneses y Alexis Quesada (MAG-Pital), Paula Aguilar (CICA), Gilberto Corrales, Bernal Valverde (consultores).

La tabla continúa en la siguiente página



Reunión con el área de Salud de Aguas Zarcas, para tratar temas de contaminación de nacientes y pozos de la zona.	13 de abril	Greivin Pérez, Melvin Alpízar, Dionisio Sibaja (Área rectora del Ministerio de Salud de Aguas Zarcas)
Temas para los programas de capacitación.	15 de abril	Stephanie Rodríguez (CANAPEP), Elizabeth Carazo (CICA), Gilberto Corrales, Bernal Valverde (consultores).
Temas para el programa de capacitación para los grandes productores.	5 de agosto	Stephanie Rodríguez (CANAPEP), Elizabeth Carazo (CICA), Laura Brenes (CICA), Paula Aguilar (CICA) y Melvin Alpízar (CICA)
Presentación de resultados 2016 (informe parcial). Explicación de la metodología y cronograma de consolidación de la estrategia de comunicación.	10 de octubre	Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Greivin Pérez, Carlos Quesada, Didier Ramírez, Marta Pérez (CICA), Marco Jiménez, Guillermo Arrieta, Pedro Sánchez, Gerardo Granados (SFE)
Validación de la propuesta de consolidación de estrategia de comunicación del proyecto.	16 de diciembre	Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Carlos Quesada (CICA), Marco Jiménez, Pedro Sánchez, Gerardo Granados (SFE)
Reuniones con contrapartes del proyecto 2017		
Presentación de consolidación de la estrategia de comunicación a equipo de comunicación SFE y seguimiento a temas de prensa (vocería, mensajes clave, etc.).	8 de febrero	Guillermo Arrieta, Pilar Jiménez y Susana Hütt (SFE), Rosa Brenes (MAG) y Carlos Quesada (CICA).
Conversar sobre las actividades del 2017 y la participación del personal del SFE de la zona norte.	27 de febrero	Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Paula Aguilar y Carlos Quesada (CICA). Jorge Solano y Andrea Bolaños (SFE).
Taller de mensajes clave y sensibilización en zona norte	20 de marzo	Jorge Solano y Andrea Bolaños (SFE), José Ángel Pérez y José Luis Hernández (MAG Aguas Zarcas), Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Mónica Solano y Carlos Quesada (CICA).
Definir las acciones a realizar por parte del SFE y el CICA a partir de los resultados obtenidos de los análisis efectuados en el proyecto, de acuerdo con las recomendaciones del CICA. Discutir la estrategia de comunicación para dar a conocer los resultados del proyecto en la Zona Norte.	17 de abril	Elizabeth Carazo, Laura Brenes y Carlos Quesada (CICA). Marco Vinicio Jiménez, Pilar Jiménez, Jorge Solano, Olger Borbón, Verónica Picado, Jorge Araya y Guillermo Arrieta (SFE).
Definir las acciones a realizar por parte del SFE a partir de los resultados obtenidos de los análisis efectuados en el proyecto.	7 de agosto	Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Carlos Quesada y Paula Aguilar (CICA). Marco Vinicio Jiménez, Guillermo Arrieta, Pilar Jiménez y Arleth Vargas (SFE).
Presentar los avances del proyecto, discutir sobre los resultados obtenidos y las acciones a seguir por parte del SFE y el MAG	4 de setiembre	Elizabeth Carazo, Laura Brenes, Greivin Pérez, Carolina Zúñiga y Paula Aguilar (CICA). Marco Vinicio Jiménez, Guillermo Arrieta, Jorge Solano (SFE), David Menes (MAG), Felipe Arauz (Ministro, Ivannia Quesada (Viceministra).
Reuniones con contrapartes del proyecto 2018		
Conversar acerca de temas relacionados con la estrategia de comunicación del proyecto	25 de enero	Laura Brenes, Dulce Rodríguez (CICA), Pilar Jiménez (SFE)
Definir la logística para grabar en el programa “Guía Agropecuaria”	13 de febrero	Laura Brenes, Dulce Rodríguez, Henry Oviedo, Paula Aguilar (CICA), Norman Mora, Gilberto Cedeño y Gabriela Mora (MAG-Ciudad Quesada)
Reunión con personal de PNUD para conversar acerca de posibles esfuerzos conjuntos en la Zona Norte	22 de febrero	Laura Brenes, Mario Masís (CICA), Jairo Cerna (PNUD)
Reunión SFE-PNUD-CICA para discutir posibles esfuerzos conjuntos en la Zona Norte	12 de abril	Laura Brenes, Juan Chin, Greivin Pérez (CICA), Marco Vinicio Jiménez, Guillermo Arrieta (SFE), Jairo Cerna (PNUD)

Fuente: Elaboración propia, 2018



Tabla 2. Cronograma de reuniones internas

Reuniones internas del equipo de investigación del CICA 2015	
Temas	Fecha de realización
Definición de puntos claves de la planificación del proyecto	5 de enero
Revisión de mapas y definición de puntos de muestreo	29 de enero
Revisión de reportes de giras	24 de febrero
Revisión de análisis	13 de abril
Aclaraciones sobre la estrategia de comunicación del proyecto	21 de abril
Sitios definitivos de muestreo según resultados de análisis físico-químicos	18 de mayo
Revisión de asuntos logísticos y administrativos	26 de junio
Revisión de asuntos logísticos y administrativos	1 de setiembre
Revisión de resultados correspondientes al primer año del proyecto	6 de noviembre
Reuniones internas 2016	
Evaluación de eliminación o integración de algunos parámetros de análisis en los muestreos de aguas subterráneas y superficiales.	19 de enero
Revisar las próximas fechas para aplicar encuestas y entrevistas, los resultados de estos instrumentos y revisión de la estrategia de comunicación.	28 de marzo
Avance de resultados 2016 y discusión sobre la presentación de resultados 2015.	29 de marzo
Revisar fechas de próximos muestreos, resultados de análisis, revisar avance de la estrategia de comunicación.	17 de mayo
Revisar fechas y pendientes de estrategia de comunicación.	23 de agosto
Revisar fechas y pendientes de estrategia de comunicación.	6 de setiembre
Aplicación de entrevistas semiestructurada a profesional CICA (Laura Brenes)	13 y 20 de setiembre
Aplicación de entrevistas semiestructurada a profesional CICA (Elizabeth Carazo)	20 de setiembre
Aplicación de entrevistas semiestructurada a profesional CICA (Melvin Alpizar)	27 de setiembre
Revisión resultados 2016 (informe parcial).	
Explicación de la metodología y cronograma de consolidación de la estrategia de comunicación en reunión general del proyecto	3 de octubre
Aplicación de entrevistas semiestructurada a profesional CICA (Carolina Zúñiga)	5 de octubre
Aplicación de entrevistas semiestructurada a profesional CICA (Greivin Pérez)	10 de octubre
Revisión de hallazgos para elaboración de la propuesta de consolidación de estrategia de comunicación del proyecto	28 de octubre
Validación de la propuesta de consolidación de estrategia de comunicación del proyecto	18 de noviembre
Reunión revisión de realimentación CICA UCR sobre propuesta de estrategia consolidada	5 de diciembre
Reuniones internas 2017	
Dar seguimiento a las actividades del proyecto. Discutir acerca de las actividades que se desarrollarán en el tercer año del proyecto (2017)	25 de enero
Taller de mensajes clave y manejo de prensa con funcionarios CICA	4 de abril
Situación de la entrega de resultados al Ministerio de Salud, por parte del SFE, de los resultados de los análisis. Conversar acerca de los resultados para el informe, muestreos de aguas superficiales, programa de capacitaciones del segundo semestre 2017, avances de la estrategia de comunicación y avances de la revisión del Manual de BPA	21 de junio
Reunión del equipo CICA para analizar avances del proyecto	25 de abril
Reunión de planificación del programa de capacitaciones	03 de mayo
Situación de la entrega de resultados al Ministerio de Salud, por parte del SFE, de los resultados de los análisis. Conversar acerca de los resultados para el informe, muestreos de aguas superficiales, programa de capacitaciones del segundo semestre 2017, avances de la estrategia de comunicación y avances de la revisión del Manual de BPA	21 de junio
Dar seguimiento a las actividades del proyecto	22 de agosto

La tabla continúa en la siguiente página



Reunión para la definición de fechas de entrega de resultados	09 de octubre
Reuniones internas 2018	
Revisar avances del proyecto y proponer fechas de entrega	09 de abril
Revisar avances del proyectos y proponer fechas de entrega	01 de agosto
Sesión de trabajo: logros y recomendaciones para el informe	29 de octubre

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 3. Giras estrategia de comunicación

Giras 2016		
Reunión con Fernando Vargas del MAG Zona Norte	18 de febrero	Esteban Umaña
Entrevista a agente extensionista de Aguas Zarcas.	31 de marzo	Esteban Umaña
Entrevistas a grandes productores de piña, para la estrategia de comunicación	4 y 5 de octubre	Carolina Zúñiga, Carlos Quesada, Laura Brenes
Cierre del programa de capacitaciones dirigida a pequeños productores de Pital (entrega de certificados de participación)	5 de octubre	Carolina Zúñiga, Carlos Quesada, Laura Brenes, Paula Aguilar
Realización de dos grupos focales con pequeños productores de piña de Pital y Aguas Zarcas, y entrevista a grandes productores, para la estrategia de comunicación	11 y 12 de octubre	Carlos Quesada, Laura Brenes, Josué Monge
Giras 2017		
Taller de mensajes clave y sensibilización	20 de marzo	Laura Brenes, Elizabeth Carazo, Carlos Quesada.
Colocación de afiches de invitación para el programa de capacitación, reunión con curas párrocos de Aguas Zarcas y Pital. Recolección de información acerca de plaguicidas utilizados en piña	9 y 10 de agosto	Laura Brenes, Alfredo Meneses, Carlos Quesada
Reuniones con la Coopepiña, Asociación de Desarrollo de Pital, MAG y oficinas parroquiales de Pital y Aguas Zarcas, para la organización de la I Feria de BPA dirigida a la productores agrícolas de la Zona Huetar Norte	20 y 21 de setiembre	Dulce Rodríguez, Alfredo Meneses, Emmanuel Sáenz y Geovanny Mora
Apoyo en charla de capacitación en el INA La Marina, San Carlos	10 de octubre	Dulce Rodríguez
Visita a escuelas y pegar afiches de invitación a la I Feria de BPA dirigida a la productores agrícolas de la Zona Huetar Norte	20 y 21 de octubre	Dulce Rodríguez y Juan Salvador Chin
I Feria de BPA dirigida a la productores agrícolas de la Zona Huetar Norte	03 al 05 de noviembre	Laura Brenes, Dulce Rodríguez, Juan Salvador Chin, Alfredo Meneses, Carolina Zúñiga, José Mario Hidalgo, Dayana Vega, Juan Carlos Cambronero, Greivin Pérez
Giras 2018		
Reunión con Agrosuperior	17 de enero	Dulce Rodríguez, Paula Aguilar
Reunión con Almacén El Éxito	12 de febrero	Dulce Rodríguez
Reunión con Novagro	13 de febrero	Dulce Rodríguez, Henry Oviedo
Reunión con Agrecicla	14 de febrero	Dulce Rodríguez
Reunión con Asociación de Desarrollo de Aguas Zarcas	19 de febrero	Dulce Rodríguez
Reunión con El Colono	19 de febrero	Dulce Rodríguez
Taller BPA Escuela Veracruz	27 de junio	Dulce Rodríguez, Mayela Monge
Taller BPA Escuela La Gloria	18 de julio	Dulce Rodríguez, Mayela Monge
Actividad de cierre del programa de capacitación	07 de setiembre	Dulce Rodríguez, Laura Brenes, Alfredo Meneses, Greivin Pérez, Melvin Alpizar,

La tabla continúa en la siguiente página



		Mayela Monge, Marta Pérez, Henry Oviedo, Alfredo Meneses, Juan Chin
Reunión con Asociación de Desarrollo Integral de Pital	2 de octubre	Dulce Rodríguez
Actividad informativa con asadas y Asociaciones de Desarrollo.	15 de noviembre	Dulce Rodríguez, Greivin Pérez, Juan Chin, Edwin León

Fuente: Elaboración propia, 2018

Estrategia de comunicación

Objetivo: Elaborar una estrategia informativa y educativa en BPA a través de los medios de comunicación locales (radio, televisión y prensa escrita y digital).

Este objetivo se desarrolló durante los cuatro años del proyecto. Los primeros años, 2015 y 2016, se realizó el diagnóstico y la planificación de la estrategia de comunicación, y durante los años 2017 y 2018 se implementó dicha estrategia junto con avances en el área de prensa. Con el fin de promover la implementación de buenas prácticas agrícolas en los productores de piña de la Región Huetar Norte, específicamente en los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos y el cantón de Río Cuarto.

En el 2015 se realizaron las siguientes acciones para el desarrollo de la estrategia de comunicación:

- a) Se elaboró una base de datos de medios de comunicación locales y especializados en temas de agricultura y piña en Costa Rica, logrando establecer una base de datos de 23 medios de comunicación para la gestión de prensa del proyecto.
- b) Se realizó un mapeo de actores para identificar los principales “*stakeholders*” involucrados con el proyecto.
- c) Se realizaron entrevistas a funcionarios del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de la Región Huetar Norte, con el objetivo de entender el entorno y la realidad de los productores de la zona.
- d) Se estableció como objetivo principal de la estrategia de comunicación: promover y posicionar el uso de las BPA relacionado con el manejo adecuado de plaguicidas en el cultivo de piña en la Zona Norte de Costa Rica, para conservar el ambiente y mejorar la producción agrícola.
- e) Se planteó como una de las acciones principales el contacto con medios de comunicación locales.

Durante el 2016 se comenzó a implementar la estrategia preliminar. El trabajo se concentró en tres aspectos fundamentales: definición de una línea gráfica para comunicar el proyecto y la producción de materiales, la difusión de acciones relacionadas con el proyecto y la consolidación de la estrategia de comunicación.

Definición de una línea gráfica para comunicar el proyecto y producción de materiales

El inicio del plan de charlas y capacitaciones impartidas en Pital y en Aguas Zarcas se acompañó de varios esfuerzos de comunicación, y uno de ellos fue elaborar materiales de divulgación y promoción. Como se observa en la **figura 1**, en la propuesta se incluyeron los logotipos del CICA, la UCR, el sector agroalimentario, el SFE y el MAG. Se utilizó una ilustración alusiva al cultivo de piña, además de fotos, formas circulares y colores (café, anaranjado y distintas tonalidades de verde) relacionados con esta fruta y su cultivo.

Figura 1. Elementos de línea gráfica inicial del proyecto de BPA en el cultivo de piña en la zona norte



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Esta línea gráfica se mantuvo durante el año 2016 y principios de 2017, en el cual y se diseñaron materiales para productores como: una libreta de apuntes, gorras, tazas, carpetas y bolígrafos. Estos materiales se entregaron a los productores durante las capacitaciones del 2016 y el 2017, se utilizaron como un incentivo y premio a los productores que más asistieron a las capacitaciones, y que mostraron interés y compromiso con el proyecto. Estos productos son los siguientes (**figura 2 y figura 3**):

Figura 2. Gorra y taza con alusión al programa de capacitaciones “Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña”, para entregar a productores



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

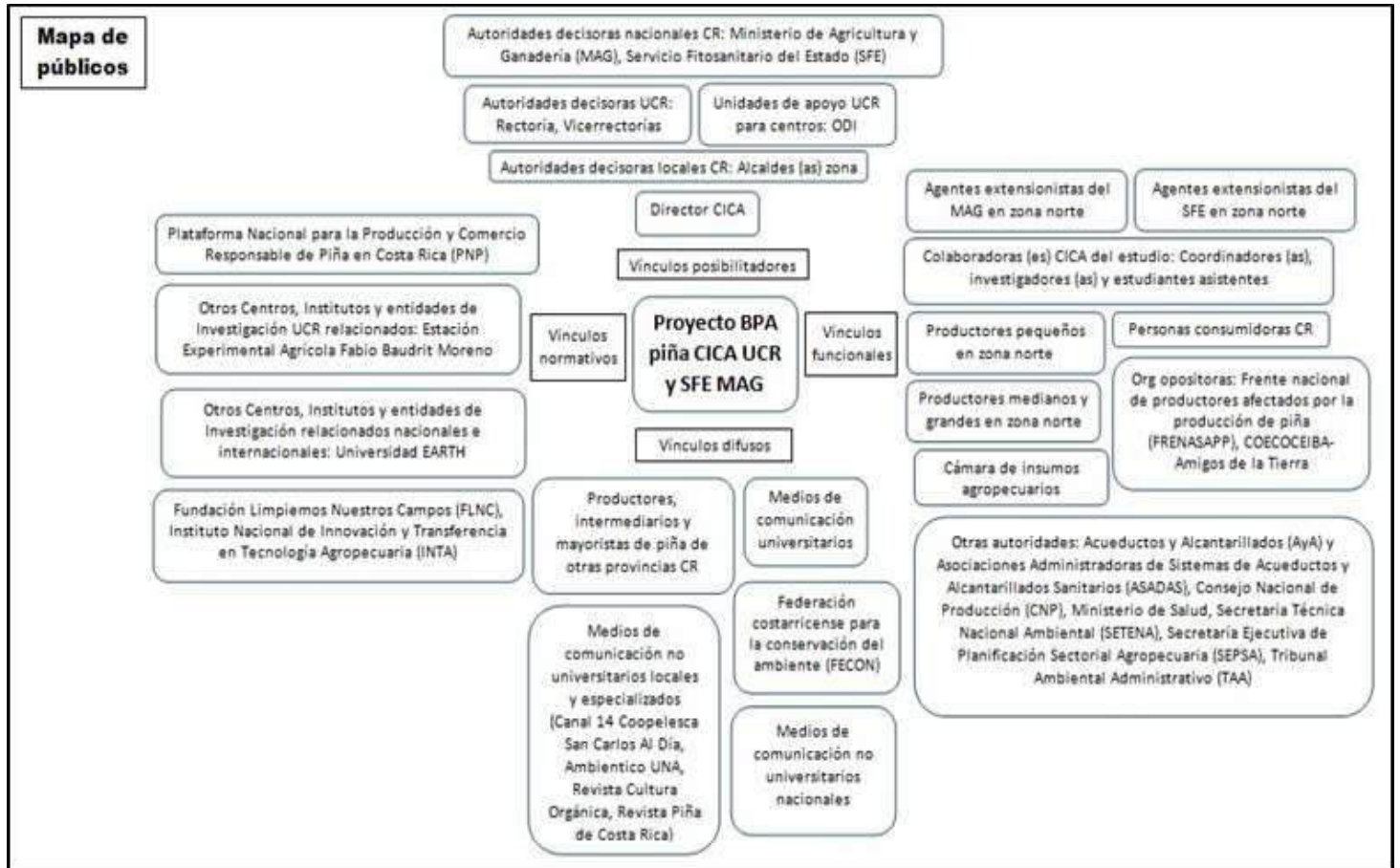
Figura 3. Carpeta, libreta de apuntes y lapicero confeccionados para el programa de capacitaciones “Buenas prácticas en el cultivo de piña”, mayo de 2016



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

En el año 2016, también se trabajó un mapeo de los principales públicos del proyecto, se presentan los detalles en la **figura 4:**

Figura 4. Mapeo de actores proyecto piña



Fuente: elaboración propia, 2016

Con este mapa fue posible identificar las principales partes interesadas o “stakeholders” del proyecto y clasificarlos, para construir una estrategia de comunicación que respondiera a las necesidades del público más importantes para el desarrollo del proyecto.

Producción del programa “Guía agropecuaria”

En enero de 2016 se programó una gira a la Región Huetar Norte para grabar el programa “Guía Agropecuaria”, de Canal 14. Esta gira se definió desde finales del 2015 con el productor de este programa, el Ing. Agr. Gilberth Cedeño, del MAG.

La gira fue cancelada, debido a que ningún funcionario del SFE pudo asistir ese día a la grabación, lo cual, según Cedeño, era un requisito. En el mes de febrero de 2018 se reintentó efectuar la grabación del programa, para lo cual se realizó



una reunión con el personal del MAG de la zona y una primera planificación, sin embargo, a pesar de que el CICA envió una propuesta de guion no fue posible coordinar la grabación del programa, esencialmente porque los funcionarios del MAG de la zona y don Gilberth Cedeño no lograron coordinar sus agendas para la grabación.

Propuesta de estrategia de comunicación consolidada

Posterior a la realización de un diagnóstico de comunicación que incluyó: entrevistas a profundidad con productores y agentes extensionistas del MAG, monitoreo de medios, análisis de información y mapeo de públicos; se estableció una estrategia de comunicación completa para el año 2017, que se detalla a continuación.

Debido a la complejidad de las principales problemáticas en la producción de piña, y, aunado a que, al parecer, no se presenta un faltante en la cantidad de información que se difunde a los distintos grupos de productores, conlleva la necesidad de reformular el objetivo preliminar planteado para la estrategia (CICA, 2015, p. 56), así como sus objetivos específicos, pues se orientaban principalmente a la promoción y posicionamiento de las Buenas Prácticas Agrícolas.

En la propuesta de consolidación, también se readecúan los medios elegidos de manera preliminar, con base en otros hallazgos importantes obtenidos, para elaborar tácticas de comunicación adecuadas al contexto actual en que se desenvuelve el sector, eficaces y medibles a través de metas e indicadores claros.

A partir de estas conclusiones, se elaboró la propuesta de consolidación de la estrategia de comunicación: “¡Piña + BPA = vida!”.

Estrategia de Comunicación:

“¡Piña + BPA = Vida!”

Racional:

Ante la destacada negatividad en la cobertura de los medios de comunicación locales y nacionales sobre la producción de piña, y dada la alta competencia en este sector, pequeños/as, medianos/as y grandes productores/as parecen haber encontrado en la desconfianza, el hermetismo y el individualismo maneras de enfrentar la constante crítica y polémica que rodea su actividad, sin abrirse a los beneficios que les puede traer el aplicar buenas prácticas agrícolas.

Sin un liderazgo fuerte y en este panorama de desunión, las probabilidades de quienes abogan por el cese de la producción de piña en el país logren su cometido son mayores, día con día, lo cual da al traste con el cumplimiento de los objetivos de proyectos constructivos como este.

La oportunidad de que los/as productores/as apliquen BPA en sus cultivos requiere fomentar una nueva cultura de producción y promover una comunidad productora unida en torno a la aplicación de buenas prácticas agrícolas, que demuestren que sí puede existir una producción de piña sostenible. Una cultura renovada le hará ver al mundo que el cultivo de la piña, cuando se le suman las BPA, significa vida para miles de personas y familias que dependen de esta fruta para salir adelante.

Objetivo general de la estrategia de comunicación:

Potenciar la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en las principales problemáticas ambientales generadas por la producción de piña que se identifican en la zona norte, a través de acciones de comunicación que propicien un cambio cultural en pequeños/as, medianos/as y grandes productores/as y resalten los beneficios que les puede traer el implementar BPA.

Objetivos específicos:

1. Aumentar el posicionamiento del SFE- MAG y del CICA-UCR como organizaciones líderes en la difusión de BPA en la zona para potenciar su implementación entre productores y productoras.
2. Fomentar la unión del sector piñero de la zona norte en torno a la implementación de BPA como un cambio necesario para la sostenibilidad personal, familiar, comunal, empresarial y ambiental.

La estrategia de comunicación consolidada inició su aplicación de una manera constante y fuerte a partir del segundo semestre 2017, aunque durante los primeros meses de ese año se ejecutaron algunas de las acciones propuestas, la continuidad y constancia en la ejecución inició en el segundo semestre. Posteriormente en el año 2018 se continuó con las actividades para el cumplimiento de estos objetivos y se cambió el objetivo 1 por el siguiente:

1. Fortalecer el conocimiento sobre la implementación de buenas prácticas agrícolas en las/los productores y productoras de la Zona Huetar Norte en las cuatro problemáticas principales encontradas en el diagnóstico, posicionando al SFE-MAG y el CICA-UCR como organizaciones líderes y fuentes de información sobre BPA.

Lo anterior, en vista de que las actividades correspondientes al primer objetivo ya tenían un alto nivel de cumplimiento y se buscó orientar la comunicación en torno a las Buenas Prácticas Agrícolas y no precisamente a los entes que las fomentan. A continuación, se detallan las tácticas desarrolladas en la estrategia organizadas de acuerdo con los públicos de interés del proyecto.

Personal CICA UCR y SFE MAG

- *Renovación de línea gráfica del proyecto de acuerdo con la estrategia de comunicación final*: se remozó la línea gráfica según la versión final de la estrategia, para que potenciar el logro de los objetivos:

Paleta de colores:

Se eligieron colores en tonalidades verdes y amarillas, relacionados con el cultivo de piña como lo muestra la siguiente figura.

Figura 5. Paleta de colores



Fuente: Elaboración propia, 2017

Identificador gráfico:

Representa la unión de la piña con las buenas prácticas agrícolas y beneficios que esta unión puede traer (**figura 6**); se hace una homologación con la vida, pues al aplicar buenas prácticas agrícolas se puede garantizar una fruta inocua. Además, las buenas prácticas en salud ocupacional favorecen el bienestar de las/los trabajadores de este cultivo.

Figura 6. Identificador grafico del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2017

Los materiales gráficos que se elaboraron contaron con la nueva línea gráfica (**figura 7**), además se hizo una plantilla de PowerPoint (**figura 8**) para utilizarlas en las diferentes actividades.

Figura 7. Materiales gráficos



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 8. Plantillas de presentación de PowerPoint



Fuente: Elaboración propia, 2017

Con el fin de construir identificación con las buenas prácticas agrícolas y presencia de la estrategia en el diario vivir de las/los productores, se crearon materiales como gorras, mangas para protección de sol, una carpeta para documentos y tazas para café (**figura 9**): a, b, c y d), que fueron entregados en las actividades de capacitación del proyecto durante el año 2018.

Figura 9. Materiales con la imagen gráfica de la campaña



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

-Mensajes claves generales del proyecto y específicos de cada informe de resultados: Se basó en elaborar mensajes clave acordes con la estrategia planteada, para que las personas voceras los utilicen en la comunicación general del proyecto y en las comunicaciones proactivas o reactivas que corresponda hacer de sus resultados parciales y finales.



Mensaje clave general del proyecto de BPA en piña CICA-UCR y SFE-MAG

“El CICA-UCR y el SFE-MAG trabajan en conjunto para fomentar la implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña de la zona norte porque es fundamental para el desarrollo sostenible y la salud humana y ambiental de la región, a través de capacitaciones y actividades de divulgación”.

Mensajes:

- El proyecto busca determinar y evaluar el uso de agroquímicos en el cultivo de piña de la zona Huetar Norte de Costa Rica, con el fin de implementar buenas prácticas agrícolas para promover el uso y manejo apropiado de dichos productos.
- La piña es el segundo producto de exportación nacional más importante generando \$873,1 millones en ingresos anuales, según las estadísticas de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) para el año 2016.
- Debido al área sembrada de piña en el país, en donde el 47 % corresponde a la Región Huetar Norte, al cultivo debe dársele un manejo sostenible con buenas prácticas agrícolas que le permita seguir siendo una fuente de ingresos para los productores y sus familias, según la Secretaría Sectorial de Planificación Agropecuaria (SEPSA), 2017.
- En Costa Rica existen 250 productores de piña, ellos, sus familias y sus colaboradores dependen del cultivo de piña para sobrevivir, esta actividad genera 32000 empleos directos y en muchos casos la piña representa la principal actividad económica de una comunidad, según la Secretaría Sectorial de Planificación Agropecuaria (SEPSA), 2017.
- Costa Rica es el primer exportador mundial de piña desde el 2007 por lo que es necesario que pequeños, medianos y grandes productores se unan en torno a la implementación de buenas prácticas agrícolas de producción que permitan la reducción de los riesgos de contaminación del producto comercializado, tanto a nivel nacional como de exportación.
- Además de promover y capacitar a los productores involucrados dentro del proyecto en la implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de piña de la zona norte, este proyecto establece una línea de información base actualizada sobre el cultivo de piña que resulta fundamental para la toma de decisiones en el sector.

Público general de la zona y nacional

-Gestión de prensa: gestionar la publicación de notas, artículos o reportajes sobre el proyecto y las actividades que se realicen, en los principales medios de comunicación masiva que los/as productores/as indicaron como sus preferidos para



informarse, con el fin de generar una cobertura positiva sobre la producción de piña y el proyecto, que apoye la consecución de los objetivos de la estrategia.

Durante los tres años de ejecución de la estrategia de comunicación se gestionaron siete comunicados de prensa sobre diversas actividades del proyecto, y se logró la publicación de 27 notas de prensa en diferentes medios. En la **tabla 4** se detallan cada una de estas publicaciones.

Tabla 4. Publicaciones acerca del proyecto durante los años 2016, 2017 y 2018

Nº	Medio	Titular	Enlace de la noticia	Fecha de la publicación
1	San Carlos al Día	Capacitaciones a productores sobre buenas prácticas agrícolas.	http://www.sancarlosaldia.com/#!/Capacitaciones-a-productores-de-pi%C3%B1a-sobre-buenas-pr%C3%A1cticas-agr%C3%ADcolas/cjds/576bf4210cf258cfddd8c42a	23/06/2016
2	Sitio web de CANAPEP	Capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas llegan a la zona Huetar Norte.	http://canapep.com/2016/07/08/capacitaciones-sobre-buenas-practicas-agricolas-llegan-a-la-zona-huetar-norte/	08/07/2016
3	Radio Santa Clara	Reportaje: Abriendo brechas, cultivando esperanzas.	https://radiosantaclara.org/soundtrack/reportaje-abriendo-brecha-cultivando-esperanzas-91/	04/05/2016
4	Sitio web Radio Santa Clara	Este miércoles comienza el programa de capacitación en buenas prácticas agrícolas.	https://www.radiosantaclara.org/article/este-miercoles-comienza-programa-de-capacitacion-e/	10/05/2016
5	Radio Santa Clara	No cualquier persona puede cultivar piña correctamente.	http://radiosantaclara.cr/noticias/noticias-nacionales/101-no-cualquier-persona-puede-cultivar-pi%C3%B1a-correctamente.html	04/10/2017
6	Periódico La Región Huetar Norte	Productores de piña se capacitarán en buenas prácticas agrícolas.	http://laregion.cr/productores-de-pina-se-capacitaran-con-buenas-practicas/	04/10/2017
7	Sitio web oficial del MAG	Productores de piña se capacitarán en buenas prácticas agrícolas.	http://www.mag.go.cr/sala_prensa/comunicados.html#tag:blogger.com,1999:blog-1221537483035486915.post-7356081691387220895	04/10/2017
8	Sitio web oficial del Servicio Fitosanitario del Estado	Productores de la Zona Huetar Norte se capacitan en Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña.	http://sfe.go.cr/Prensa2017/CP23%20Productores%20de%20pi%C3%B1a%20se%20capacitan%20en%20BPA.pdf	04/10/2017
9	Periódico digital El Mundo CR	Productores de la Zona Huetar Norte se capacitan en buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña.	https://www.elmundo.cr/productores-la-zona-huetar-norte-se-capacitan-buenas-practicas-agricolas-cultivo-pina/	05/10/2017
10	Sitio web oficial del CICA	Productores de la Zona Huetar Norte se capacitan en Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña.	http://cica.ucr.ac.cr/?p=5278	11/10/2017

Continuación de la tabla en la siguiente página



Nº	Medio	Titular	Enlace de la noticia	Fecha de la publicación
11	Facebook de la Asociación de Desarrollo de Pital	Publicación en Facebook de la Asociación de Desarrollo de Pital sobre Feria BPA.	https://www.facebook.com/1589552104442750/photos/a.1589560717775222.1073741828.1589552104442750/1589560684441892/?type=3	10/10/2017
12	Facebook de la Asociación de Desarrollo de Pital	Publicación en Facebook de la Asociación de Desarrollo de Pital sobre Feria BPA.	https://www.facebook.com/asocia.desarrollodepital/posts/1531269626966864	20/10/2017
13	Radio Cultural de Pital	Entrevista sobre Feria de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña.	https://www.facebook.com/NoticiasRCP/videos/1983501188536643/	03/11/2017
14	Facebook de EcoPlag	Publicación de Eco Plag sobre participación en Feria de Buenas Prácticas Agrícolas.	https://www.facebook.com/Ecoplag/posts/1443158659135538	04/11/2017
15	Periódico La Región.	Exitosa I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña.	http://laregion.cr/exitosa-i-feria-de-buenas-practicas-agricolas-en-pina/	08/11/2017
16	San Carlos Al Día	I feria de buenas prácticas agrícolas de productores de piña se celebró en Pital.	http://www.sancarlosaldia.com/interes-social/248-i-feria-de-buenas-practicas-agricolas-de-productores-de-pina-se-celebro-en-pital.html	08/11/2017
17	Sinapsis- Canal UCR	Implementación de buenas prácticas piñeras en la zona norte de Costa Rica	https://www.youtube.com/watch?v=noa3fPgWtcE&t=59s	19/06/2018
18	Página web Universidad de Costa Rica	UCR fomenta buenas prácticas agrícolas entre productores de piña	https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/21/ucr-fomenta-buenas-practicas-agricolas-entre-productores-de-pina.html	21/06/2018
19	Periódico de La Región Huetar Norte	Desarrollan proyecto para producir piña sostenible.	https://laregion.cr/desarrollan-proyecto-para-producir-pina-sostenible/	01/03/2018
20	El Mundo CR	Proyecto busca que productores apliquen Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña.	https://www.elmundo.cr/proyecto-busca-productores-apliquen-buenas-practicas-agricolas-cultivo-pina/	01/03/2018
21	San Carlos Al Día	Proyecto busca que productores apliquen Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de piña.	http://www.sancarlosaldia.com/actualidad/343-proyecto-busca-que-productores-apliquen-buenas-practicas-agricolas-bpa-en-el-cultivo-de-pina.html	01/03/2018
22	Fresh Plaza	Costa Rica: Proyecto de BPA en el cultivo de piña.	http://www.freshplaza.es/article/114004/Costa-Rica-Proyecto-de-BPA-en-el-cultivo-de-pi%C3%B1a	01/03/2018



N°	Medio	Titular	Enlace de la noticia	Fecha de la publicación
23	Revista ProAgro	Proyecto enseña buenas prácticas en cultivo de piña.	https://revistaproagro.com/conozca-proyecto-ensena-buenas-practicas-cultivo-pina/	19/03/2018
24	San Carlos Al Día	Ciclo de capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña inicia este mes de mayo.	<i>Continuación de la tabla en la siguiente página</i> http://www.sancarlosaldia.com/actualidad/402-6316-de-capacitaciones-sobre-buenas-practicas-agricolas-en-el-cultivo-de-pina-inicia-este-mes-de-mayo.html	16/04/2018
25	Facebook, San Carlos Al Día	Ciclo de capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña inicia este mes de mayo.	https://www.facebook.com/scaldiacr/posts/792017664301983	16/04/2018
26	Periódico de La Región Huetar Norte	Realizarán talleres sobre buenas prácticas agrícolas en piña.	http://laregion.cr/realizaran-talleres-sobre-buenas-practicas-agricolas-en-pina/	16/04/2018
27	CICA- UCR	Ciclo de capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña inicia este mes de mayo.	http://cica.ucr.ac.cr/?p=5767	16/04/2018

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los comunicados de prensa gestionados se enfocaron principalmente en los programas de capacitación de buenas prácticas agrícolas y en la labor del proyecto de promoción de las BPA en las comunidades donde se desarrolla. Además, se realizó comunicación en torno la I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas de Productores de Piña de la Zona Huetar Norte, asimismo se difundió un comunicado sobre los beneficios que el proyecto ha traído a los productores en términos de conocimiento sobre Buenas Prácticas Agrícolas.

-Puesto informativo del proyecto en actividades de la zona: Se buscó tener presencia física del proyecto en actividades de alta afluencia de personas de la comunidad y productores y productoras, con el propósito de reforzar su liderazgo y brindar información sobre las BPA. Para el puesto informativo, se produjeron volantes, *brochures* y afiches información sobre el proyecto y consejos prácticos de las buenas prácticas agrícolas.

Durante la primera semana del mes de marzo se realizaron las Fiestas Populares de Aguas Zarcas. Parte del equipo del proyecto participó en esta actividad los días viernes 02 y sábado 03 de marzo, con un puesto informativo sobre buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña.

Ambos días la participación de las personas de la comunidad en las Fiestas Populares fue poco concurrida, e incluso en los momentos de mayor participación, los visitantes asistían para participar en los juegos y demás actividades de entretenimiento, por esta razón no estaban interesados en recibir información sobre BPA. Debido a dicha experiencia se tomó

la decisión de participar únicamente en eventos informativos, tales como ferias ambientales y agrícolas, pues en este caso, las personas asisten con el objetivo de recibir información.

Figura 10. Puesto informativo en Fiestas Populares de Aguas Zarcas, marzo 2018



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Pequeños/as y medianos/as productores/as

-*Campaña de recomendaciones prácticas sobre BPA por WhatsApp*: se produjeron imágenes con consejos prácticos sobre las BPA sugeridas para las cuatro principales problemáticas de producción identificadas: sobredosificación de plaguicidas, manejo inadecuado de rastrojo, mal manejo de suelo e irrespeto a zonas de protección de acuíferos; las cuales se enviaron a productores y productoras vía *WhatsApp*.

La elección de *WhatsApp* como medio de comunicación se debió a que un importante grupo de productores/as lo mencionaron como muy utilizado, además de que permite una redifusión sencilla y muy social de la información, como se hace en el boca a boca tradicional, también citado como una de sus principales formas de comunicarse. Desde el año 2017 se implementó una campaña de recomendaciones de buenas prácticas agrícolas vía *WhatsApp*, y se envió un mensaje cada 15 días, para no saturar a los productores y no convertirse en mensajes de *spam*.

En la siguiente tabla se presentan todos los mensajes enviados y los resultados de cada envío:




Tabla 5. Resultados de campaña BPA en *WhatsApp*

N°	Mensaje	Fecha de envío	Resultados
1.		31 de agosto de 2017	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 57</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: No se recolectaron datos.</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: No se recolectaron datos.</p> <p>Respuesta: 1</p>
2.		21 de setiembre de 2017	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 44</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 34</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 30</p> <p>Respuesta: 2</p>
3.		21 de octubre de 2017	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 42</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 36</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 31</p> <p>Respuesta: 1</p>




Continuación de la tabla en la siguiente página

N°	Mensaje	Fecha de envío	Resultados
4.		29 de noviembre 2017	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 42</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 36</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 31</p> <p>Respuesta: 1</p>
5.		30 de enero de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 42</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 37</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 33</p> <p>Respuesta: 2</p>
6.		15 de febrero de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 42</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 40</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 31</p> <p>Respuesta: 2</p>

Continuación de la tabla en la siguiente página

N°	Mensaje	Fecha de envío	Resultados
7.		13 de marzo de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 44</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 41</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 35</p> <p>Respuesta: 3</p>
8.		03 de abril de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 60</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 53</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 49</p> <p>Respuesta: 4</p>
9.		24 de abril de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 47</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 39</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 35</p> <p>Respuesta: 0</p>

Continuación de la tabla en la siguiente página

N°	Mensaje	Fecha de envío	Resultados
10.		07 de mayo de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 41</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 37</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 32</p> <p>Respuesta: 2</p>
11.		22 de mayo de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 42</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 36</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 29</p> <p>Respuesta: 1</p>
12.		05 de junio de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 45</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 41</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 33</p> <p>Respuesta: 2</p>

Continuación de la tabla en la siguiente página

N°	Mensaje	Fecha de envío	Resultados
13.		26 de junio de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 46</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 40</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 36</p> <p>Respuesta: 3</p>
14.		19 de julio 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 44</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 39</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 34</p> <p>Respuesta: 1</p>
15.		01 de agosto de 2018	<p>Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 44</p> <p>Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 40</p> <p>Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 35</p> <p>Respuesta: 4</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018

Utilizar *WhatsApp* como medio de comunicación con los productores ha sido provechoso para el proyecto, pues se logra una comunicación directa y eficaz, de dos vías, donde además de enviar la información de buenas prácticas agrícolas, sabemos quiénes la están recibiendo y, en algunos casos, tenemos consultas de los/las productores/as sobre los mensajes enviados o sobre cualquier otra información de buenas prácticas agrícolas. Este medio, ha sido de gran importancia para fortalecer la relación con las y los pequeños/as y medianos/as productores/as y se ha convertido en un canal oficial y constante del proyecto.

El medio también se utilizó durante la etapa de ejecución del proyecto para enviar mensajes informativos sobre diferentes actividades e informaciones del proyecto, por ejemplo, para comunicar la entrega de certificados y resultados de análisis de fruta. Esto logró tener una comunicación más directa, bidireccional e inmediata, facilitando la relación con las/los productores/as.

Estos mensajes también fueron publicados en la página de Facebook del Servicio Fitosanitario del Estado (**figura 11**), con el objetivo de lograr un mayor alcance de los mensajes y reforzar en aquellos productores que son seguidores de la página en la red social.

Figura 11. Publicación del 05 de abril en la página del Servicio Fitosanitario del Estado



Fuente: Página de Facebook del SFE, 2018



En la siguiente tabla se resumen las interacciones con estas publicaciones en el Facebook del Servicio Fitosanitario del Estado:

Tabla 6. Resultados de campaña BPA en Facebook

Fecha de publicación	Me gusta (reacción)	Compartido
26 de enero de 2018	13 me gusta	8 veces compartido
29 de enero de 2018	20 me gusta	4 veces compartido
31 de enero de 2018	3 me gusta	1 vez compartido
05 de febrero de 2018	25 me gusta	4 veces compartido
21 de febrero de 2018	12 me gusta	5 veces compartido
13 de marzo de 2018	6 me gusta	4 veces compartido
05 de abril de 2018	22 me gusta	7 veces compartido
30 de abril 2018	21 me gusta	9 veces compartido
10 de mayo de 2018	16 me gusta	4 veces compartido
22 de mayo de 2018	5 me gusta	5 veces compartido

Fuente: Elaboración propia, 2018

Todos/as las/los productores/as

-*Video manual de BPA:* Como parte de la estrategia de comunicación, se trabajó en una serie de videos cortos sobre buenas prácticas agrícolas. Los temas elegidos para la realización de dichos videos fueron:

1. ¿Qué son las BPA? (Opiniones de los productores)
2. ¿Qué son las BPA? (Según el Manual de Buenas Prácticas Agrícolas Para la Producción de Piña, 2010)
3. ¿Para qué sirven las BPA?
4. Uso del Equipo de Protección Personal
5. Almacenamiento de agroquímicos
6. ¿Cómo leer una etiqueta de plaguicidas?
7. Técnicas para el manejo de la erosión
8. Requisitos para las bodegas de almacenamiento de agroquímicos
9. Control de plagas

Estos videos fueron distribuidos vía *WhatsApp*, enviados al Servicio Fitosanitario del Estado, para ser publicados en su sitio en *Facebook* y sitio web, y serán publicados en el sitio web del CICA. Además, fueron entregados en un dispositivo de almacenamiento externo a Coopepiña, CANAPEP, al Ministerio de Agricultura y Ganadería y fueron enviadas por Correos de Costa Rica a las oficinas de 25 empresas dedicadas a la producción de piña de la zona, para que sean utilizadas en procesos de capacitación e inducción internos. En la **figura 12** se muestra la portada el disco que se envió con los videos informativos

y en la **figura 13** se muestra un ejemplo de uno de los videos elaborados. Para la realización de estos videos se contó con la participación de varios productores de la zona. En la **figura 14** se observa algunos productores en la entrevista sobre BPA.

Figura 12. Carátula de disco con videos informativos



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 13. Portada de video sobre Buenas Prácticas Agrícolas, julio 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 14. Entrevista a productor de piña sobre buenas prácticas agrícolas, febrero 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018


En la siguiente tabla se presenta los resultados de la campaña BPA vía *WhatsApp*, se indica la fecha de envío de cada video y el resultado obtenido.

Tabla 7. Resultados de campaña BPA en *WhatsApp*

Título de video	Captura de pantalla	Fecha de envío	Resultados
¿Cómo leer una etiqueta de plaguicidas?		20/08/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 44 Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 40 Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 34 Respuesta: 1
Almacenamiento de plaguicidas		03/09/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 44 Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 41 Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 36 Respuesta: 2

Continuación de la tabla en la siguiente página



Título de video	Captura de pantalla	Fecha de envío	Resultados
¿Cómo controlar la erosión?		10/09/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 41 Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 37 Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 31 Respuesta: 1
¿Para qué sirven las BPA?		18/09/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 47 Sin datos.
Requisitos para las bodegas		24/09/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 45 Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 41 Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 34 Respuesta: 0
Uso del equipo de protección		13/11/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 46 Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 42 Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 39 Respuesta: 2
Control de plagas		20/11/2018	Cantidad de personas a las que se les envió el mensaje: 50 Cantidad de personas que recibieron el mensaje: 45 Cantidad de personas que leyeron el mensaje: 38 Respuesta: 3

Continuación de la tabla en la siguiente página

Título de video	Captura de pantalla	Fecha de envío	Resultados
¿Qué son las BPA? (Opiniones de productores)		No se envía vía <i>WhatsApp</i> , es únicamente para entregar en discos.	Sin datos
¿Qué son las BPA? (Manual de Buenas Prácticas Agrícolas Para la Producción de Piña)		No se envía vía <i>WhatsApp</i> , es únicamente para entregar en discos.	Sin datos

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los videos tuvieron una gran aceptación por parte de los productores, quienes afirmaron en la actividad de cierre del programa de capacitación, que este material les sería de gran utilidad tanto para consulta como para compartir con otros/as productores/as y trabajadores/as del cultivo de piña en el país.

Tabla 8. Resultados de publicaciones en Facebook del SFE

Nombre del video	Fecha de publicación	Interacción
Almacenamiento de plaguicidas	12/09/2018	Cantidad de reacciones: 9 Cantidad de comentarios: 1 Cantidad de reproducciones: 814 Cantidad de compartidos: 24
¿Cómo controlar la erosión?	17/09/2018	Cantidad de reacciones: 28 Cantidad de comentarios: 0 Cantidad de reproducciones: 558 Cantidad de compartidos: 15

Fuente: Elaboración propia, 2018

- *I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas de Productores de Piña de la Zona Huetar Norte*: Se realizó una Feria de BPA de productores de piña en Pital de San Carlos, la cual fue planteada en la estrategia como una Feria de Responsabilidad Social Empresarial; sin embargo, se decidió enfocarla en el tema de BPA ya que es el eje central de este proyecto.



Se logró el apoyo de la Asociación de Desarrollo de Pital, quienes prestaron las instalaciones del Salón Comunal y el Estadio de Pital de manera gratuita, y colaboraron con la divulgación del evento.

La I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas Productores de Piña buscó ser un espacio de interacción entre los productores que practican BPA, la comunidad y el público en general. Sirvió como medio de diálogo y compromiso con las BPA, a través de diversas actividades como conferencias, talleres y espacios de exhibición de proyectos relacionados con BPA en piña, además, actividades lúdicas como un torneo de Fútbol 5 y concursos alusivos.

Para la divulgación de la Feria se realizó una gira a los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia, así como al cantón de Río Cuarto, donde se visitaron 21 escuelas, en las cuales se dejó una carta de invitación para la comunidad educativa, afiches con la agenda de la feria y volantes sobre los concursos. Se visitaron los siguientes centros educativos:

Aguas Zarcas:

1. Escuela de Pitalito Sur
2. Escuela Los Chiles
3. Escuela los Llanos
4. Escuela Santa Fe
5. Escuela José Rodríguez Martínez
6. Escuela La Gloria
7. Mario Salazar Mora

Pital:

8. Escuela El Saíno
9. Escuela Santa Lucía
10. Escuela El Encanto
11. Escuela Puerto Escondido
12. Escuela El Palmar
13. Escuela Gonzalo Monge Bermúdez
14. Escuela Clemente Marín

Río Cuarto:

15. Escuela La Tabla
16. Escuela La Flor
17. Escuela Santa Rita
18. Escuela Río Cuarto

Venecia:

19. Escuela Pueblo Viejo
20. Escuela José María Vargas Arias
21. Escuela La Unión

Además, se colocaron afiches y se dejaron volantes sobre los concursos en diferentes locales comerciales y sociales de la zona, que se mencionan a continuación:

1. Súper Melasa, Veracruz de Pital
2. Agroservicio El Éxito, Pital
3. Agroservicio el Colono, Pital
10. MAG Aguas Zarcas
11. Pulpería en La Gloria de Aguas Zarcas
12. Supermercado junto a soda Chomé, Pital.

4. Agroservicio NovAgro, Pital
5. Súper Santa Fe, Santa Fe de Aguas Zarcas
6. Pulpería frente a la Escuela La Gloria, La Gloria de Aguas Zarcas
7. Súper Adriana, La Gloria de Aguas Zarcas
8. Pulpería El Refugio, La Gloria de Aguas Zarcas
9. MAG Pital
13. Supermercado Deliahorro, Pital.
14. Súper Los Llanos, Aguas Zarcas
15. Parada de Autobús camino a La Gloria, Aguas Zarcas
16. Supermercado Solidarista, Pital
17. Súper San Miguel, Venecia

La Asociación de Desarrollo de Pital se encargó de distribuir 30 afiches en el centro de la comunidad, en diversos comercios como Soda El Parque, Radio Cultural de Pital, instalaciones de la biblioteca de la comunidad, entre otros.

Se confeccionó una carta de invitación personalizada para cada una de las empresas y fincas piñeras registradas en la base de datos del proyecto, la cual se envió vía correo electrónico, y posteriormente, se hicieron llamadas de confirmación a cada uno de los/las productores/as y contactos de dicha base de datos.

En las siguientes figuras se muestran algunos de los afiches que se colocaron invitando a la comunidad a la I Feria de BPA.

Figura 15. Afiche en Escuela El Sahíno, Pital



Figura 16. Afiche en Supermercado Deliahorro



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 17. Afiche en Escuela Pueblo Viejo, Venecia



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

El 3 y 4 de noviembre se realizó la I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas de Productores de Piña de la Zona Huetar Norte, en Pital de San Carlos, que contó con diversas actividades de capacitación e interacción para niños/as y adultos, tales como:

- ▶ Presentación artística: Marimba Los del Pueblo.
- ▶ Taller: Buenas Prácticas Agrícolas en el hogar, el papel de los niños y niñas.
- ▶ Foro: “Experiencias exitosas de la implementación de BPA”, a cargo de productores.
- ▶ Concurso “La piña más grande”.
- ▶ Reconocimiento a productores comprometidos con las BPA.
- ▶ Concurso “La receta más innovadora de piña”
- ▶ Presentación artística: Grupo Folklórico Flor de Caña, de Aguas Zarcas.

En la **figura 18** se puede observar la agenda completa de actividades:

Figura 18. Agenda de la Feria BPA, colocadas en la Feria y enviados vía *WhatsApp*



Agenda de actividades

I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas
de Productores de Piña de la Zona Huetar Norte

Fecha: 3 y 4 de noviembre 2017

03 de noviembre

5:00 p.m. Torneo de Fútbol 5
Lugar: Estadio de Pital

04 de noviembre

9:00 a.m. Bienvenida, introducción y anuncio de actividades
9:20 a.m. Presentación artística (Marimba Los del Pueblo)
10:00 a.m. Taller Buenas Prácticas Agrícolas en el Hogar: El papel de los niños y niñas
11:00 a.m. Presentación de experiencias exitosas de la implementación de BPA a cargo de productores
1:00 p.m. Concurso: **La Piña más grande**
2:00 p.m. Reconocimiento a productores comprometidos con las BPA
2:30 p.m. Concurso: **La receta más innovadora de piña**
3:00 p.m. Presentación artística (Grupo Folklorico Flor de Caña)
3:30 p.m. - 5:30 p.m. Charlas varias sobre buenas prácticas agrícolas
Lugar: Salón Comunal de Pital, San Carlos

Para más información: isa.cica@ucr.ac.cr. - 25118209- 85997983

Logos: Universidad de Costa Rica, CICA, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), and others.

Fuente: Elaboración propia, 2018

■ **Taller: “Buenas Prácticas Agrícolas en el hogar, el papel de los niños y niñas”**

Este taller fue impartido por José Mario Hidalgo, estudiante de cuarto año de la carrera de Salud Ambiental y asistente del proyecto, y por el señor José Luis Hernández, funcionario de MAG de Aguas Zarcas.

Dicha actividad tuvo como fin el sensibilizar a la población de infantes sobre la importancia que tienen ellos en sus hogares con respecto a las BPA y tuvo un alcance de siete niños y dos niñas.

Se utilizaron actividades lúdicas para realizar un diagnóstico participativo de los conceptos que manejaban los niños, tales como: salud, ambiente, plaguicidas, buenas prácticas agrícolas y salud ambiental. Esto con el fin de reconocer las deficiencias y emplear estrategias de capacitación en los temas mediante juegos.

En colaboración con el señor José Luis Hernández, se impartió una charla sobre BPA, iniciando con un dato que, según la ley, está prohibido que cualquier niño manipule plaguicidas. Seguidamente se abordaron temáticas como: el equipo de protección personal (EPP), la información que se encuentra en la etiqueta y panfleto de los plaguicidas, así como los momentos en que se debe leer, las características de una bodega para almacenamiento de los plaguicidas, el procedimiento adecuado para disponer los envases vacíos a través de la técnica del “Triple Lavado”, exposición de casos de qué hacer o qué no hacer (la forma en que se debe lavar la ropa de trabajo después de la manipulación con plaguicidas, evitar la contaminación de ríos, las razones del por qué es incorrecto el reenvase de plaguicidas, uso de plaguicidas para el hogar, no comer, fumar o beber cuando se está aplicando plaguicidas, y un llamamiento a la protección del ambiente).

Finalizando la charla se procedió a realizar una actividad evaluativa para conocer si el mensaje fue transmitido y aprendido de forma correcta. La actividad consistió en colocar una imagen, sobre una buena o mala práctica, dentro de un globo y el niño o niña procedía a estallarla; una vez que reconociera el mensaje que transmitía el dibujo les explicaba a los demás niños lo que se debía hacer.

■ **Foro: “Experiencias exitosas de la implementación de BPA”, a cargo de productores**

Uno de los espacios más significativos fue el “Foro de experiencias exitosas en buenas prácticas agrícolas”, que tuvo como exponentes a dos productores y una productora de piña de Pital y Aguas Zarcas: el señor Víctor Aguilar de Agrícola Aguilar, el señor Donald González, dueño de la finca Monte Real y la señora Daiana Murillo de Romay San Luis. Los tres compartieron consejos sobre la producción con buenas prácticas agrícolas, los beneficios y las dificultades de implementación, además recordaron la importancia de que es un proceso constante y la necesaria capacitación, en todos los niveles, de las fincas y empresas.

■ **Puestos informativos**

Durante la feria hubo puestos informativos sobre temas relacionados con las BPA que se mencionan en la siguiente lista:

1. Puesto informativo del proyecto “Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas”.
2. Proyecto de investigación “Uso de técnicas isotópicas para la evaluación e implementación del uso de biochar para el mejoramiento del suelo, la fijación de carbono y la disminución del impacto de la aplicación de plaguicidas”. Esta



investigación forma parte del Proyecto Nacional de Cooperación Técnica COS5033, del CICA en conjunto con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

3. “Uso de microorganismos para la producción agrícola” - Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA-UCR).
4. “Uso de residuos agrícolas para la producción de bioenergía” - Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA-UCR).
5. Liceo de Cariari: Plaguicida orgánico para combatir la cochinilla en el cultivo de la piña.
6. EcoPlag: Fumigación para el control de plagas con productos de baja toxicidad.
7. BioControl: Control de plagas con productos biológicos y orgánicos.
8. BioEco: Soluciones orgánicas para la agricultura.
9. El Colono Agropecuario: Agricultura de precisión, equipo de protección personal, portafolio alternativo de bajas cargas químicas, nutrición, protección de cultivo, enmiendas.
10. INCASA: Certificación en buenas prácticas agrícolas.

■ Puesto informativo acerca del proyecto CICA-SFE

En el puesto informativo del proyecto “Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas”, se contó con actividades recreativas y educativas para la población de todas las edades y se destinó un espacio al denominado “Rincón Eco Infantil”, que mediante el juego buscó la sensibilización en los niños y niñas sobre la importancia de las buenas prácticas agrícolas.

Además, se contó con el siguiente material informativo: brochure sobre el proyecto izar el conocimiento sobre bpa, a través de preguntas sobre temas como manejo adecuado del rastrojo, uso correcto de plaguicidas, respeto a las zonas de protección de acuíferos y manejo adecuado del suelo. Las preguntas se realizaban dentro de un juego de mesas en el cual los participantes lanzaban un dado y según número obtenido avanzaban de posición, para continuar debían responder una pregunta sobre bpa; la primera persona en finalizar recibía un premio **figura 19**, volantes con consejos sobre buenas prácticas agrícolas, afiches del Consejo de Salud Ocupacional que se donaban a los asistentes, trajes de protección para la aplicación de plaguicidas.

De igual manera, los asistentes tenían la posibilidad de participar en un juego que permitía interiorizar el conocimiento sobre BPA, a través de preguntas sobre temas como manejo adecuado del rastrojo, uso correcto de plaguicidas, respeto a las zonas de protección de acuíferos y manejo adecuado del suelo. Las preguntas se realizaban dentro de un juego de mesa en el cual los participantes lanzaban un dado y según número obtenido avanzaban de posición, para continuar debían responder una pregunta sobre BPA; la primera persona en finalizar recibía un premio.

Figura 19. Brochure informativo acerca del proyecto, stand del proyecto en Feria de BPA



Fuente: Elaboración propia, 2018

■ Concursos y actividades lúdicas

Para incentivar la participación de la comunidad dentro de la feria se organizaron dos concursos y un torneo de fútbol 5, se hizo divulgación separada para cada una de las actividades mediante volantes que fueron enviados vía *WhatsApp* a la base de datos de productores con la que cuenta el proyecto; además, se dejaron volantes en locales comerciales y se pegaron junto a cada uno de los afiches colocados (se mencionan las localizaciones específicas en el apartado anterior).

Estos volantes también fueron enviados a la Asociación de Desarrollo de Pital quien se encargó de realizar publicaciones en Facebook y compartirlo en grupos de *WhatsApp* de la comunidad.

Los concursos de “La piña más grande” y “La receta más innovadora con piña” se crearon con el objetivo de involucrar a toda la comunidad en la feria, pues permitían la participación de cualquier persona y al ser un espacio lúdico buscaban también la interacción del sector productor de piña con el resto de la comunidad.

Pequeños, medianos y grandes productores/as

-*Actividad deportiva Fut-Piña para productores que apliquen BPA:* El viernes 3 de noviembre se inició a las 4:00 p.m. con el Torneo de Fútbol 5, como apertura a la Feria, en el que participaron seis equipos: Tres Amigos, Monte Real, Agroexport,

Coopepiña, Asociación de Desarrollo de Pital y Los Praa. El torneo se realizó mediante dos triangulares y una final, que culminó con Coopepiña contra Los Praa; estos últimos se coronaron como ganadores de la medalla de oro, la plata fue para Coopepiña y el bronce para Tres Amigos. Los participantes del torneo expresaron gratitud con la organización de esta actividad y recalcaron la importancia de realizar más eventos de este tipo que sirvan como plataforma para fomentar la unidad del sector productor de piña.

Figura 20. Torneo de Fútbol 5, Coopepiña vs Tres Amigos



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 21. Premiación del Torneo Fútbol 5, equipo ganador



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

-Infografías en ventas de insumos agrícolas: Se realizaron reuniones con cinco empresas de venta de insumos agrícolas en la zona de Pital y Aguas Zarcas, estas reuniones se realizaron durante los meses de enero y febrero de 2018, con las siguientes empresas: Agricicla, El Colono Agropecuario, Novagro, Agromec, Almacén Agropecuario El Éxito. En estas reuniones se conversó la posibilidad de colocar infografías en los almacenes de las empresas, con el objetivo de llevar el mensaje de buenas prácticas agrícolas a los productores de piña a través de este medio.

Los temas seleccionados para estas infografías responden a los principales intereses de los/las productores/as de piña de la zona, que han manifestado el interés en las capacitaciones del proyecto, los cuatros contenidos utilizados fueron: condiciones de la bodega para el almacenamiento adecuado de los plaguicidas, agricultura de precisión (**figura 22**), ahorre dinero con un manejo adecuado de plaguicidas, atención de accidentes con plaguicidas (**figura 23**).

Figura 22. Infografías colocadas en almacenes de insumos agrícolas, Región Huetar Norte



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 23. Infografías colocadas en almacenes de insumos agrícolas, Región Huetar Norte



Fuente: Elaboración propia, 2018

Grandes y medianos productores/as

-*Boletín digital periódico sobre BPA y el proyecto*: Se elaboró y envió un boletín digital sobre temas de buenas prácticas agrícolas a las personas identificadas como grandes productores/as. Se utilizó la plataforma gratuita *MailChimp* para elaborarlo, pues permite administrar una base de datos para envíos e incluso medir su alcance. A continuación, se presentan los resultados de esta táctica.

El primer boletín “Al Día con la piña” se envió el 30 de noviembre del 2017, el tema fue “Control Biológico” (figura 24). Para recaudar la información se habló con el Dr. Paul Hanson, entomólogo de la UCR.

Figura 24. Boletín “Control Biológico”, noviembre 2017



Fuente: Elaboración propia, 2018

Resultados obtenidos con el envío del boletín “Al Día con la Piña” #1:

- Cantidad de productores a los que se les envió el correo: 70
- Cantidad de productores que recibieron el correo: 52
- Cantidad de productores que abrieron el correo: 19
- Cantidad de veces abierto el correo: 65

*Cuando una persona reenvía el correo a otros compañeros y estos abren el correo, cuenta como una nueva apertura.

En el caso del boletín, se puede observar que existe un alto porcentaje de reenvío y apertura, lo cual significa que los productores que leen el correo realmente están interesados en el tema y lo comparten.

En el mes de abril de 2018 se envió el segundo boletín “Al Día con la Piña”. Para este boletín, se seleccionó el tema del manejo del rastrojo, de una lista de temas de interés, enviadas por CANAPEP. La información para este boletín fue tomada del “Manual técnico para el manejo de rastrojos en el cultivo de piña”, publicado por el SFE en el 2012.

Figura 25. Boletín “Manejo adecuado del rastrojo”, abril 2018



Boletín Informativo
AL DÍA CON LA PIÑA

¿Qué hacer con el rastrojo de la piña?

Existen diferentes prácticas para desecharlo:

- Aplicación de herbicida como desecante para disminuir la biomasa de la planta. Se acompaña de labores agrícolas de incorporación del rastrojo al suelo.
Es la menos recomendada. Disminuye la fertilidad y ecología del suelo.
- Realizar una chapía manual o mecánica cortando el follaje, para promover el desecamiento y acelerar la descomposición.
Es más lenta, pero no es contaminante porque no requiere el uso de agroquímicos. Puede favorecer la presencia de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans* L.).
- Utilización de microorganismos que aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica y disminuyen el mal olor, lo que evita la llegada de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans* L.).
Es la más recomendada. No tiene consecuencias negativas para el ambiente.

Riesgos del manejo inadecuado del rastrojo

- Puede aumentar la presencia de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans* L.), que es la responsable de múltiples problemas agrícolas.
- Consecuencias legales con el SFE o con SENASA que puede poner en riesgo la producción.
- Pérdida de certificaciones necesarias para exportar y vender piña.

Logos: Universidad de Costa Rica, CICA, MAG, SENASA

Fuente: Manual Técnico para el Manejo de Rastrojos en el Cultivo de Piña (CANAPEP) 2016.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Resultados obtenidos con el envío del boletín “Al Día con la Piña” #2:

- Cantidad de productores a los que se les envió el correo: 58
- Cantidad de productores que recibieron el correo: 45
- Cantidad de productores que abrieron el correo: 13
- Cantidad de veces abierto el correo*: 48

En el mes de mayo se distribuyó el tercer boletín de la campaña, sobre el tema de Prevención y manejo de la mosca *Stomoxys calcitrans* L. (figura 26), nuevamente siguiendo recomendaciones de CANAPEP, y con el objetivo de darle seguimiento al tema de manejo adecuado del rastrojo.

Figura 26. Boletín “Prevención y manejo de la mosca *Stomoxys calcitrans* L.”, mayo 2018

Boletín Informativo
AL DÍA CON LA PIÑA

Prevenición y manejo de la mosca *Stomoxys calcitrans* L.
Trampa Vavoua

¿En dónde se reproduce la mosca *Stomoxys calcitrans* L.?

Se reproduce en material en descomposición, entre ellos los residuos del rastrojo de la piña, cítricos, café, estiércol animal y otros.

Prácticas de prevención y control

Manejo adecuado de los residuos agrícolas, como el rastrojo, procesándolo antes del periodo de descomposición para evitar criaderos.

Además de los métodos mecánicos y químicos para eliminar el rastrojo, existen diversos métodos para el control de la mosca, uno de ellos es la trampa de color: Vavoua.

Trampa Vavoua

Esta trampa atrae a las moscas, por medio de una longitud de onda en particular del color azul, estas quedan atrapadas en la botella que se coloca sobre la trampa donde finalmente mueren.

Las trampas pueden ser colocadas cerca de residuos agrícolas donde se hayan encontrado larvas o pupas de la especie, cada 25 ó 50 metros una de otra.

Una vez llena la botella, debe ser retirada, limpiada y se coloca de nuevo.

En caso de haber moscas vivas al momento de retirar la botella, lave internamente con cloro diluido al 1 %, de tal manera que mueran los especímenes vivos y vuelva a colocar la botella.

Fuente:
• Solorzano, J. Góms, J. Bravo, O. Bingham, G. Cornejo-Ronilla, Y. y Taylor, D. (2013). Biology and Trapping of Stable Flies (Diptera: Muscidae) Developing in Pineapple Residues (Ananas comosus) in Costa Rica.
• ChemTica Internacional, S. A.
• Recomendaciones para el manejo de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* L. en el cultivo de piña. PITTA PIÑA, 2013.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Resultados obtenidos con el envío del boletín “Al Día con la Piña” #3:

- Cantidad de productores a los que se les envió el correo: 64
- Cantidad de productores que recibieron el correo: 53
- Cantidad de productores que abrieron el correo: 22
- Cantidad de veces abierto el correo*: 69

Se observó un gran avance entre el segundo y tercer boletín, pues se incorporaron seis contactos nuevos, recolectados en capacitaciones; esto, además de la importancia del tema, logró que hubiera una mayor lectura y reenvío del boletín.

El cuarto y último boletín de la campaña “Al Día con la Piña” se enfocó en el tema de incorporación de materia orgánica en suelos piñeros (figura 27), tema que también fue sugerido por el personal de CANAPEP para la campaña. Este boletín fue enviado a grandes y medianos/as productores/as que forman parte de la base de datos del proyecto y que se encuentran en las comunidades donde se desarrolla.

Figura 27. Boletín “Incorporación de materia orgánica en suelos piñeros”, agosto 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

Resultados obtenidos con el envío del boletín “Al Día con la Piña” #4:

- Cantidad de productores a los que se les envió el correo: 69
- Cantidad de productores que recibieron el correo: 57
- Cantidad de productores que abrieron el correo: 25
- Cantidad de veces abierto el correo*: 72

Líderes de cada lugar identificados y personeros de la Iglesia católica

-Plan de cabildeo para posicionar el proyecto entre personas y organizaciones líderes de la zona: Se realizaron una serie de actividades para lograr mayor participación de personas y organizaciones identificadas como líderes de la zona en el proyecto.

Se participó en reuniones con integrantes de la Asociación de Desarrollo Integral de Pital, la Asociación de Desarrollo Integral de Aguas Zarcas, los párrocos de las Parroquias de Pital y Aguas Zarcas, para buscar colaboración en el área de promoción de las BPA. Uno de los principales resultados de estas reuniones fue la I Feria de Buenas Prácticas Agrícolas en

el Cultivo de Piña, la cual se organizó en conjunto con la Asociación de Desarrollo Integral de Pital. Asimismo, la participación en las Fiestas Populares de Aguas Zarcas y el contacto con otras entidades comunales.

Por otro lado, se realizó una rendición de cuentas con Asociaciones de desarrollo y ASADAS de Pital, Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto, el día 15 de noviembre del 2018. En esa actividad se presentaron los resultados preliminares del proyecto, y se impartieron tres charlas informativas: 1. Generalidades en el análisis de residuos de plaguicidas en cultivos vegetales. 2. Comportamiento ambiental de los plaguicidas y biochar. 3. Riesgos de los plaguicidas para la salud: mitos y realidades. Esta actividad tuvo como objetivo aclarar dudas existentes en la comunidad, debido a diferentes informaciones sobre el proyecto publicadas en medios de comunicación.

Se contó con la presencia de 24 personas de comunidades como: Veracruz de Pital, Pital centro, El Palmar de Pital, Santa Isabel de Río Cuarto, El Sahíno de Pital, entre otras. Además, asistieron representantes del SFE y el MAG. El evento se extendió por tres horas, en las que hubo oportunidad para aclarar muchas dudas que surgieron por parte de las personas asistentes.

A continuación, se presenta algunas imágenes de la actividad informativa.

Figura 28. Actividad informativa con comunidades, charla 1



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 29. Actividad informativa con comunidades, charla 2



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 30. Actividad informativa con comunidades, charla 3



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018



Comunidad en general

-Talleres “Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña, el papel de los niños y las niñas”: Con el objetivo de sensibilizar sobre la afectación que prácticas agrícolas inadecuadas pueden tener en la población infantil y capacitar a los niños y las niñas para que tengan las herramientas para protegerse contra cualquier tipo de accidentes con productos agrícolas, se realizaron talleres en dos escuelas de la zona de Pital y Aguas Zarcas.

Los talleres fueron impartidos por el señor José Luis Hernández, agente extensionista del MAG de Aguas Zarcas, y la Ing. Agr. Mayela Monge, funcionaria del CICA. La actividad estuvo compuesta por los siguientes temas: ¿qué son las BPA?, importancia de las BPA, componentes del equipo de protección personal, medidas de seguridad en hogares agrícolas, almacenamiento de plaguicidas, banda toxicológica, ¿qué hacer en caso de intoxicación? y disposición de los envases vacíos; todas estas temáticas se abordaron desde la posibilidad de interacción de los niños y las niñas con estas situaciones.

Escuela Oscar Rulamán Salas, Veracruz de Pital

El primer taller se realizó en la Escuela Oscar Rulamán Salas (**figura 31**), ubicada en Veracruz de Pital, el día 27 de junio del 2018. Se eligió esta escuela ya que se encuentra en una localidad donde se cultiva gran cantidad de piña, y muchos de los niños y niñas provienen de familias donde sus padres tienen alguna relación laboral o económica con el cultivo.

Se realizaron dos sesiones de trabajo con los niños de segundo año de la escuela, cada una de 40 minutos, debido a que son dos grupos con diferente horario, uno en la mañana y uno en la tarde. En cada total se impartió el taller a 40 niños, 20 por cada grupo (ver **anexo 1**: lista de asistencia). Además, participaron ocho docentes de la institución, quienes tenían como objetivo replicar la presentación en todos los grupos de los niveles desde primero hasta sexto año de la misma institución.

Figura 31. Taller “Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña, el papel de los niños y las niñas”.
Veracruz de Pital, 2018



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Escuela La Gloria, Aguas Zarcas

El 18 de julio del 2018 se realizaron dos talleres en la Escuela La Gloria (**figura 32**), ubicada en la comunidad de La Gloria de Aguas Zarcas, una de las principales comunidades donde se cultiva piña en este distrito, donde muchos de los niños y niñas tienen familiares relacionados con la actividad piñera y agropecuaria en general.

Los dos talleres, uno en la mañana para niños de tercer año y otro en la tarde para niños de cuarto año, participaron 18 y 14 niños, respectivamente (ver **anexo 2**: lista de asistencia). Se dio la participación de las docentes de ambos niveles, quienes expresaron el interés y la necesidad de que estos talleres se impartan a niños de todos los años, en esta institución y en otras comunidades donde esta actividad económica es importante.

Figura 32. Taller “Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de piña, el papel de los niños y las niñas”. La Gloria, Aguas Zarcas, 2018.



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Divulgación del programa de capacitaciones en buenas prácticas agrícolas

Para promover la participación de los productores en las capacitaciones de buenas prácticas agrícolas, informar sobre las fechas y lugares de las actividades, se utilizaron diversos medios de comunicación, a saber:

- Pauta publicitaria: Se realizó compra de espacios publicitarios en medios de comunicación para difundir mensajes elaborados y planificados con un fin específico. Con el objetivo de dar a conocer a las/los productores/as el inicio de las capacitaciones, se realizó una cuña de radio para transmitir en Radio Santa Clara de Ciudad Quesada. El guion, que se aprecia en la **tabla 9**, se elaboró en el área socioambiental del CICA y se proporcionó a Radio Santa Clara para su grabación.



Tabla 9. Guion elaborado en el CICA para la cuña de radio difundida en Radio Santa Clara de San Carlos en mayo de 2016

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental		
Cuña: Invitación a las capacitaciones en buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña		
FECHA: 20 de abril 2016		
<u>CONTROL</u>		
LOC 1 HOMBRE	¡Señor productor de piña! Si le interesa aprender más acerca de malezas y herbicidas, manejo adecuado de rastrojos, la mosca de establo y otros, en el marco de las buenas prácticas agrícolas, acompañenos a las capacitaciones gratuitas que darán inicio el miércoles 11 de mayo a las dos de la tarde en el MAG de Pital, y el jueves 12 de mayo a la misma hora en el Salón comunal de La Gloria, en Aguas Zarcas.	1 2 3 4 5 6
LOC 2 MUJER	Organizan: Agencia de Servicios Agropecuarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Servicio Fitosanitario del Estado y el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica. Para más información comuníquese a los teléfonos 2511-8209 y 2511-8303.	7 8 9 10 11

Fuente: Elaboración propia, 2016

Esta cuña de radio tuvo una duración de 55 segundos. Salió al aire dos veces al día, del 2 al 11 de mayo de 2016. Se eligió Radio Santa Clara por ser una emisora local, con gran alcance en la zona y parte de la vida de los Sancarleños.

- Afiches informativos: Durante los tres años que se realizaron las capacitaciones se elaboraron afiches en tamaño 11x17 pulgadas (ver ejemplos: **figura 33**, **figura 34** y **figura 35**). Estos afiches fueron colocados en puntos importantes de las comunidades de Pital y Aguas Zarcas, como las iglesias católicas, paradas de autobús, pulperías, supermercados, almacenes de insumos agrícolas y en las Agencias de Extensión Agropecuaria del MAG en Pital y Aguas Zarcas.

Figura 33. Ejemplo de afiche capacitaciones, 2016



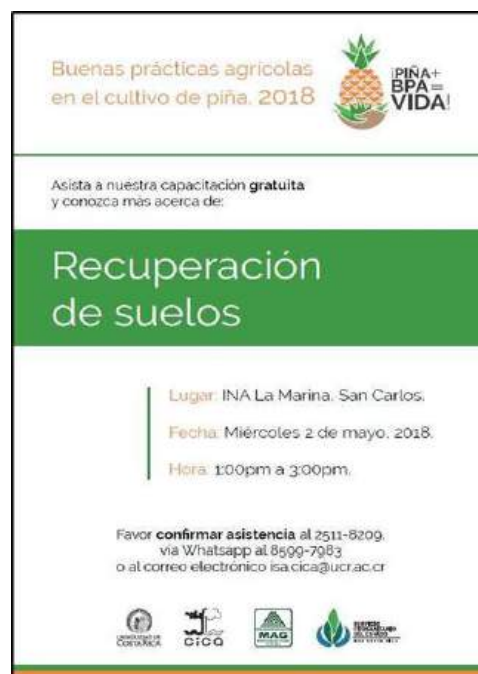
Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 34. Ejemplo de afiche capacitaciones, 2017



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 35. Ejemplo de afiche capacitaciones, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

- Llamadas telefónicas: En el año 2016 no se contaba con el teléfono móvil para enviar las invitaciones vía *WhatsApp* y aún no existía un acercamiento con la Iglesia Católica, por lo cual, además de los afiches, el principal medio para invitar a las/los productores/as fue mediante llamadas telefónicas. Estas se hicieron utilizando la base de datos recolectada en el 2015, y por ese mismo medio se recibieron también las confirmaciones de asistencia.

- Invitaciones vía *WhatsApp*: A partir del año 2017 se adquirió un teléfono móvil para enviar las invitaciones a las charlas, así como para realizar la campaña informativa vía *WhatsApp*. Estas invitaciones se enviaron una semana antes de cada capacitación considerando la base de datos de productores/as, y por ese medio se obtuvo gran cantidad de las confirmaciones de asistencia. Asimismo, los productores aprovechaban para realizar consultas sobre el número de aula o los horarios; además, avisaban en caso de retraso o ausencia.

Figura 36. Ejemplo de envío *WhatsApp*, 2017



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 37. Ejemplo de envío *WhatsApp*, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

- Avisos parroquiales: En el año 2017 se realizó un acercamiento con los párrocos de las iglesias católicas de Pital y Aguas Zarcas, logrando la colaboración para la colocación de afiches sobre las charlas y la inclusión de un aviso parroquial en la misa de los domingos. Este es un ejemplo de los avisos enviados:

“El Servicio Fitosanitario del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica, le invitan a la charla sobre “Manejo de malezas en el cultivo de piña”, que se

realizará el próximo 12 de setiembre de 1 a 4 de la tarde, en las instalaciones del INA en La Marina de San Carlos. La actividad es gratuita y abierta al público”.

Al inicio de cada programa de capacitación, se envió a los funcionarios del MAG de la Región Huetar Norte y de las Agencias de Pital y Aguas Zarcas, así como a los funcionarios del SFE de la zona, el programa de capacitaciones completo, con el objetivo que ellos lo compartieran con las/los productores/as con los que trabajan (ver **figura 38**, **figura 39** y **figura 40**).

Figura 38. Programa Capacitación grandes productores 2016



Programa de capacitaciones "Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña"

Fecha	Tema
22 setiembre	Agricultura de precisión y sensoramiento remoto e información
06 octubre	Manejo del rastrojo para evitar la reproducción de la mosca del establo <i>Stomoxys calcitrans</i> L.
20 octubre	Cambio climático y la agricultura
03 noviembre	Consideraciones generales del análisis de residuos de plaguicidas en muestras de agua: metodologías, normativa límites máximos de residuos e impacto al ambiente
17 noviembre	Mesa redonda: Protección del cultivo de piña
01 diciembre	Comportamiento de los plaguicidas en el ambiente

Contactos CICA
 Paula Aguilar Ibarra
 ✉ paula.aguilar_ibarra@cica.or.cr
 ☎ 2233-8303
 Laura Brenes Alfaro
 ✉ lbrenes@ina.gov.cr
 ☎ 2233-8229

Otros contactos
 Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), San José
 ☎ 2248-8674 / 2248-8700
 Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP)
 ☎ 2236-0227 / 2483-0747
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Huetar Norte
 ☎ 2480-2382 / 2480-0432

Fuente: Elaboración propia, 2016






Figura 39. Programa de capacitación 2017

Programa a realizar:
Programa de capacitaciones "Buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de piña"
Lugar: INA La Marina, San Carlos

Fecha	Horario	Tema	Tipo de productor
29 de agosto	12 md a 4 pm	Conservación de suelos	Pequeños
12 de setiembre	12 md a 4 pm	Certificación en BPA	Pequeños
03 de octubre	12 md a 4 pm	Costos de producción	Pequeños
10 de octubre	12 md a 4 pm	Uso de plaguicidas	Pequeños
24 de octubre	12 md a 4 pm	Piña orgánica	Grandes, medianos y pequeños
7 de noviembre	9 am a 4 pm	Mañana: Manejo de rastrojo	Grandes y medianos
		Tarde: Regeneración de suelos piñeros	
22 de noviembre	9 am a 4 pm	Mañana: Agricultura de precisión	Grandes y medianos
		Tarde: Agroclimatología	

Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 40. Programa de capacitación 2018

Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña, 2018			
Programa de capacitaciones			
mayo	Recuperación de suelos 2 1 p.m. a 3 p.m.	junio	Administración de fincas piñeras 6 2:30 p.m. a 3:30 p.m.
mayo	Manejo de escorrentía y control de erosión 9 1 p.m. a 2:30 p.m.	junio	Requisitos para la exportación 6 1 p.m. a 2 p.m.
mayo	Control de plagas (cochinilla y babosas) 16 1 p.m. a 2 p.m.	junio	Recurso hídrico y manejo de aguas residuales 13 1 p.m. a 2:30 p.m.
mayo	Proceso de siembra para evitar las malezas 16 2:30 p.m. a 3:30 p.m.	junio	Comportamiento ambiental de plaguicidas y biochar 27 2:30 p.m. a 3:30 p.m.
mayo	Nutrición de suelos 23 1 p.m. a 2 p.m.	junio	Alternativas para reducir carga química en el paquete agronómico del cultivo de piña, uso integral 27 1 p.m. a 2 p.m.
Lugar: INA La Marina, San Carlos.			
Más información:  2511 8209  isa.cica@ucr.ac.cr  8599 7983			
			

Fuente: Elaboración propia, 2018

Evento de cierre del programa de capacitación “Buenas Prácticas agrícolas en el Cultivo de Piña, 2018”

Con el objetivo de dar un cierre al programa de capacitación en buenas prácticas agrícolas en el cultivo de piña, se organizó una actividad de cierre (**figura 41**), dónde se entregaron los certificados de participación a los productores, se impartió una última charla de capacitación, se entregaron agradecimientos a las personas y organizaciones que han colaborado con el proyecto y se realizó una presentación de resultados preliminares.

El evento tuvo lugar en el Centro Cívico por la Paz de Aguas Zarcas, el viernes 7 de setiembre del año 2018, y se contó con la participación del Director Ejecutivo del Servicio Fitosanitario del Estado, la coordinadora del proyecto en la Universidad de Costa Rica y el coordinador por parte del Servicio Fitosanitario del Estado, entre otros. En total se contó con la participación de 30 personas.

Figura 41. Agenda de actividades, evento de cierre

Buenas prácticas agrícolas
en el cultivo de piña, 2018 

Cierre del programa de capacitación

Fecha: viernes 07 de setiembre, 2018
Lugar: Auditorio, Centro Cívico por la Paz, Aguas Zarcas de San Carlos

Agenda de actividades

Horario	Actividad
1:00 p.m. - 1:20 p.m.	Bienvenida
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	Taller de capacitación BPA
2:30 p.m. - 3:00 p.m.	Café
3:00 p.m. - 3:30 p.m.	Palabras de autoridades
3:30 p.m. - 4:00 p.m.	Entrega de reconocimientos especiales
4:00 p.m. - 4:30 p.m.	Entrega de certificados de participación
4:30 p.m. - 5:00 p.m.	Presentación de resultados preliminares del proyecto
6:00 p.m.	Cierre

Favor **confirmar asistencia** al 2511-8209,
correo electrónico isa.cica@ucr.ac.cr
o via WhatsApp al 8599 7983



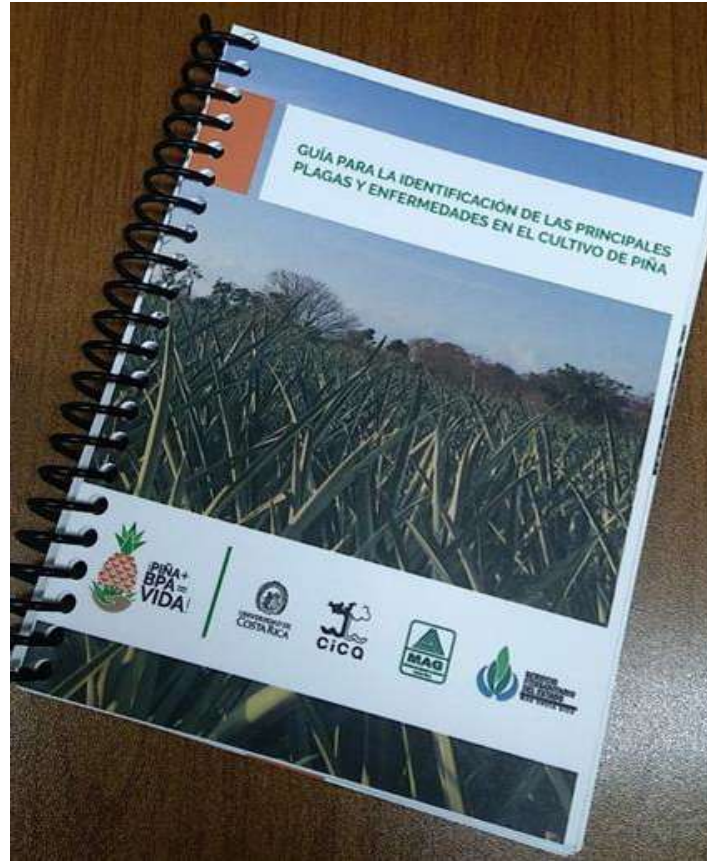



Fuente: Elaboración propia, 2018

En el evento se aprovechó para hacer entrega de materiales informativos sobre buenas prácticas agrícolas. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

1. Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña: Esta guía contiene información sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de la piña, cómo identificarlas, ciclo de vida e información sobre control y manejo integrado de las mismas. El objetivo es que sea utilizado por los productores como un elemento de consulta en el trabajo en campo (**figura 42**).

Figura 42. Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña



Fuente: Fotografías del proyecto, 2018

2. Folletos informativos sobre lectura de etiquetas (**figura 43**) y salud ocupacional (**figura 44**): Dos de los temas que se consideró más importante reforzar en conocimiento sobre BPA en los productores de piña fueron las buenas prácticas en salud ocupacional y la lectura de etiquetas, por lo que se decidió producir un folleto informativo sobre cada uno de estos temas. Se imprimieron 50 ejemplares y se entregaron durante la actividad de cierre del programa de capacitación.

Figura 43. Folleto sobre lectura de etiquetas

Almacenamiento

En la etiqueta se encuentran las recomendaciones de almacenamiento del producto (por ejemplo: almacenar en un lugar fresco, seco y fuera del alcance de los niños y animales domésticos).

Por reglamentación se deben almacenar en una bodega. Es importante que los envases contengan la etiqueta y el panfleto en buen estado.

Los productos se deben mantener en sus empaques originales, para evitar que sean confundidos con otros productos.

¡Recuerde!

Es importante verificar el estado de los envases y las etiquetas. Además, se debe revisar que tengan el nombre del plaguicida y las instrucciones para su aplicación.

Leer la etiqueta disminuye el riesgo de contaminación de los trabajadores, los consumidores y el ambiente. Al utilizar las dosis indicadas en la etiqueta, se garantiza la efectividad del producto.

Guarde una copia de la información de los productos en un lugar independiente de la bodega. Así, en caso de emergencia, podrá disponer rápidamente de ella.

Para más información, contactar a:

Unidad de Investigación Socioambiental (ISA)
Tel. (506) 2511-8209
Correo electrónico: isa.cica@ucr.ac.cr

Buenas prácticas agrícolas: Importancia de leer la etiqueta de los plaguicidas

Proyecto n° 802-85-300
"Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)".

¿Qué es y para qué sirve la etiqueta de un plaguicida?

Es todo material escrito que va sobre el envase o está adherido al recipiente del producto.

Brinda instrucciones sobre su uso, y primeros auxilios en caso de accidentes.

Brinda información para el control adecuado de los organismos dañinos, así como precauciones que debe tomar en cuenta al utilizar el plaguicida.

Antes de comprar el plaguicida

Verifique que el plaguicida sea el adecuado para lo que usted necesita. La etiqueta debe indicar el tipo de formulación, cómo se prepara, cómo se aplica y cuándo se debe aplicar.

¡Importante!

Vuelva a leer la etiqueta antes de usar o volver a usar un plaguicida. No contie en su memoria.

No utilice plaguicidas o cualquier producto sin etiqueta. **No reutilice** los envases vacíos.

Antes de usar un plaguicida

Lea la etiqueta para conocer si existen restricciones para su aplicación, así como cuál equipo de protección personal (EPP) debe utilizar para mezclar el producto y aplicarlo.

En caso de accidentes

Lea la etiqueta para conocer qué se puede hacer y cuáles acciones se deben evitar.

En caso de intoxicación, el paciente debe ser atendido por un médico, a quien se le debe entregar la etiqueta del plaguicida.

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 44. Folleto sobre salud ocupacional

Beneficios de la salud ocupacional:

- Previene la contaminación física, química y biológica de la piña.
- Protege la salud de las personas trabajadoras. También puede evitar el estrés, envejecimiento prematuro y hasta la muerte del trabajador o trabajadora.
- Mejora el ambiente laboral.
- Mantiene la productividad de la finca.
- Crea una buena imagen de la finca en la comunidad.
- Reduce costos e interrupciones en la actividad.

¡Recuerde!

- Los distintos riesgos en el cultivo de piña pueden tener efectos negativos en la salud, como accidentes, enfermedades y hasta la muerte.
- La salud ocupacional es solo un efecto de las buenas prácticas agrícolas.
- Poner en práctica medidas de salud ocupacional en la finca puede marcar la diferencia!

Para más información, contactar a:

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
Consejo de Salud Ocupacional (CSO)
Área de Agricultura
Tel. (506) 2222-7033
Correo: agricultura.cso@gmail.com

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA)
Tel. (506) 2511-8209
Correo: isa.cica@ucr.ac.cr

Buenas prácticas agrícolas: Salud ocupacional en el cultivo de piña

Proyecto n° 802-85-300
"Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)".

¿Qué es salud ocupacional?

• Son todas aquellas actividades preventivas o de control sobre los riesgos laborales, que buscan evitar afectaciones en la salud de los trabajadores.

¿Qué busca la salud ocupacional?

- Promover y mantener el mayor bienestar físico, mental y social de los trabajadores.
- Prevenir todo daño a la salud de los trabajadores por las condiciones laborales.
- Mantener al trabajador en un empleo seguro.

Salud ocupacional desde la administración

Se contemplan evaluar riesgos laborales, elaborar un programa de salud ocupacional, planificar capacitaciones, proporcionar equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores, mantener un registro de las personas que manipulan plaguicidas y elaborar un plan de emergencia.

Higiene de los trabajadores durante la cosecha de la piña

Las normas de higiene se deben aplicar durante el proceso de cosecha de la piña, al manipular la fruta y en los vehículos de transporte. De esta manera se protege la piña desde la siembra hasta la mesa.

Peligros durante la cosecha y durante el transporte de la fruta:

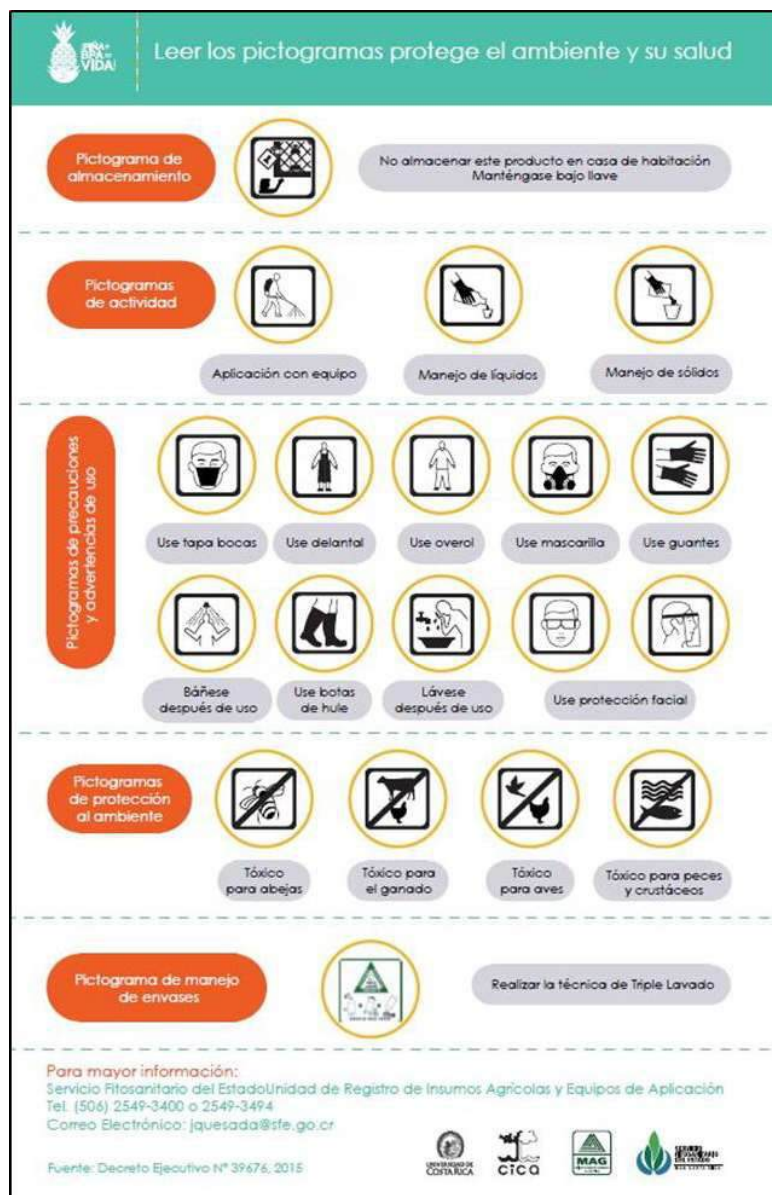
Una fruta contaminada pone en riesgo la salud de los consumidores, importante determinar los riesgos, las causas, en qué proceso se podrán originar y cuáles medidas preventivas se podrán aplicar. Implica el rastreo de la piña desde la siembra hasta la mesa del consumidor (trazabilidad).

Fuente: Elaboración propia, 2018

Página 64 de 120

3. Afiche sobre pictogramas en la etiqueta de plaguicidas: Algunos de las/los productores/as afirman que no leen la etiqueta de plaguicidas (**figura 45**), debido a que los pictogramas tienen tamaños muy pequeños y no son entendibles, además las letras de explicación son muy pequeñas e ilegibles para ellos. Por lo anterior, se tomó la decisión de producir un afiche con los pictogramas en tamaños más grandes y con el significado de cada uno. Este material fue entregado a varios/as productores/as, tanto dentro del programa de capacitación como en la actividad de cierre.

Figura 45. Afiche sobre pictogramas de etiquetas de plaguicidas



Fuente: Elaboración propia, 2018

4. Afiches de salud ocupacional y manuales de salud ocupacional: El Consejo de Salud Ocupacional (CSO), del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), facilitó diversos materiales sobre el tema de salud ocupacional, entre ellos, manuales y afiches informativos, los cuales despertaron un gran interés en los/las productores/as, pues aseguran que los colocan en las bodegas y áreas de trabajo y descanso para informar a los trabajadores.

Figura 46. Puesto de entrega de materiales, evento de cierre del programa de capacitación, setiembre 2018



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

5. Discos con videos informativos sobre Buenas Prácticas Agrícolas: Se entregaron diez discos con siete de los nueve videos producidos sobre BPA. Los videos incluidos en estos discos eran los siguientes:

1. ¿Qué son las Buenas Prácticas Agrícolas? 1
2. ¿Qué son las Buenas Prácticas Agrícolas? 2
3. ¿Para qué sirven las Buenas Prácticas Agrícolas?
4. ¿Cómo se lee una etiqueta de plaguicidas?
5. Requisitos para almacenamiento en bodegas
6. Almacenamiento de agroquímicos
7. Control de la erosión

Informe de actividades de la publicación de resultados preliminares junio–agosto 2018

Durante los meses de junio a agosto del año 2018 se dieron una serie de acontecimientos sobre la publicación preliminar, no planificada, de los resultados del proyecto.

Lo anterior inició los últimos días del mes de mayo de 2018 cuando se recibió en el CICA un oficio del diputado Sr. José María Villalta, donde solicitaba los informes y resultados del proyecto generados en los últimos tres años. En vista del acuerdo existente entre el CICA y el SFE, antes de enviar los resultados al diputado se consultó con el Servicio Fitosanitario del Estado y se tomó una decisión conjunta, que consistió en convocar a una reunión para la presentación y explicación de los resultados del proyecto; sin embargo, dicha decisión no fue bien recibida por el diputado, quien solicitó de manera urgente los informes.

Ante la situación, se enviaron los informes al señor diputado; y a su vez, con el objetivo de evitar la publicación de los datos de manera errónea, autoridades de la UCR (Rectoría, Vicerrectoría de Investigación y Oficina de Divulgación e Información), tomaron la decisión de realizar una conferencia de prensa, donde se presentaron y explicaron los principales resultados de la investigación de los últimos tres años, aclarando que el proyecto aún no había finalizado y que no se contaba con los análisis científicos de la información para emitir conclusiones. En la **Tabla 10** se presenta la cronología de los hechos.

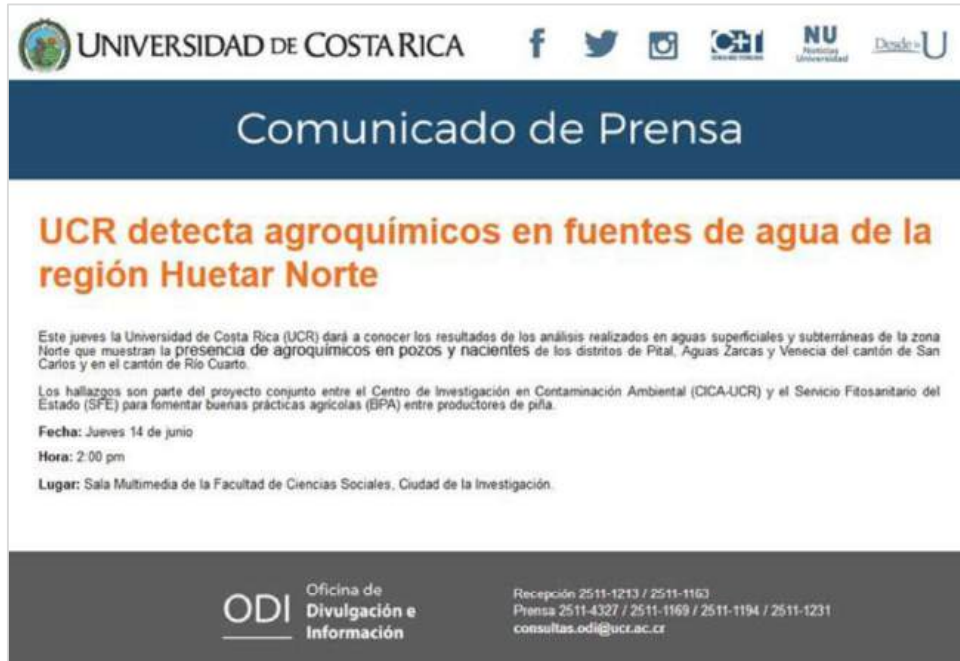
Tabla 10. Cronología de los hechos

Fecha	Situación
24 de mayo 2018	Solicitud del diputado Sr. José María Villalta
31 de mayo 2018	Reunión con autoridades del SFE para respuesta
14 de junio 2018	Envío de respuesta a diputado Sr. José María Villalta
14 de junio 2018	Conferencia de prensa en la UCR
14 de junio 2018	Envío de comunicado de prensa
18 de junio 2018	Aclaraciones a medios de comunicación
28 de junio 2018	Citación de audiencia en la Asamblea Legislativa
21 de junio 2018	Reunión con el diputado Sr. José María Villalta
03 de julio 2018	Reunión con la diputada Sra. Paola Vega
19 de julio 2018	Comparecencia en Asamblea Legislativa de funcionarios del CICA

Fuente: Elaboración propia, 2018

A continuación, se presentan las comunicaciones oficiales de la UCR a la prensa (**figura 47, figura 48 y figura 49**), relacionadas con la publicación de los resultados anticipada. Se envió una convocatoria de prensa, un comunicado de prensa y una aclaración a medios de comunicación en relación con algunos datos erróneos que se estaban comentando en medios.

Figura 47. Convocatoria de prensa



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Comunicado de Prensa

UCR detecta agroquímicos en fuentes de agua de la región Huetar Norte

Este jueves la Universidad de Costa Rica (UCR) dará a conocer los resultados de los análisis realizados en aguas superficiales y subterráneas de la zona Norte que muestran la presencia de agroquímicos en pozos y nacientes de los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia del cantón de San Carlos y en el cantón de Río Cuarto.

Los hallazgos son parte del proyecto conjunto entre el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA-UCR) y el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para fomentar buenas prácticas agrícolas (BPA) entre productores de piña.

Fecha: Jueves 14 de junio
Hora: 2:00 pm
Lugar: Sala Multimedia de la Facultad de Ciencias Sociales, Ciudad de la Investigación.

ODI Oficina de Divulgación e Información

Recepción 2511-1213 / 2511-1163
Prensa 2511-4327 / 2511-1169 / 2511-1194 / 2511-1231
consultas.odi@ucr.ac.cr

Fuente: UCR, 2018



Figura 48. Comunicado de prensa

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Comunicado de Prensa

UCR detecta residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte

- Hallazgos son parte del proyecto conjunto entre la UCR y el Servicio Fitosanitario del Estado para fomentar buenas prácticas agrícolas (BPA) en fincas productoras de piña.

14 junio 2018. El Proyecto de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de piña en la Zona Norte, ejecutado por el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) encontró presencia de plaguicidas en algunas fuentes de agua de los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos y el cantón de Río Cuarto.

Como parte del estudio se tomaron muestras en 22 sitios de aguas superficiales (ríos y quebradas) y en 10 sitios de aguas subterráneas (pozos y nacientes), ubicados en dichas localidades. Los muestreos en aguas superficiales se realizaron durante los años 2015, 2016 y 2017 tres veces al año, en las épocas seca, lluviosa y de transición. Mientras que los muestreos en aguas subterráneas se realizaron durante el 2015, 2016 e inicios del 2017.

A partir del primer año de análisis de muestras, se observaron tendencias sobre la presencia de trazas (cantidades minúsculas) de ingredientes activos de bromacil detectados en algunos pozos y nacientes de varias Asadas que fueron muestreadas, previo al tratamiento del agua para consumo, lo que llevó a los investigadores del CICA a informar a las autoridades competentes.

Los científicos sostienen que las concentraciones de ingredientes activos encontradas son bajas según los niveles establecidos por entidades internacionales como la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE.UU. No obstante, en algunos casos, dichas concentraciones sobrepasan los parámetros de calidad para residuos de plaguicidas establecidos en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable que rige en Costa Rica actualmente.

En el caso de aguas superficiales el bromacil y la ametryn, dos herbicidas utilizados para el cultivo de la piña, fueron los plaguicidas más frecuentemente detectados y cuantificados en muestras de ríos y quebradas durante el desarrollo del proyecto. El bromacil fue prohibido por el Gobierno para su importación a partir del 24 de mayo del 2017 y para su uso a partir de noviembre del mismo año.

Cabe destacar que actualmente en Costa Rica las concentraciones residuales de estas sustancias en aguas superficiales no se encuentran reguladas de acuerdo con el reglamento 33601-MINAE- vigente. Al respecto, el investigador Greivin Pérez expresó "Este proyecto servirá como línea base para que las autoridades competentes puedan actualizar la regulación nacional en materia de valores máximos permitidos de plaguicidas por medio de futuras investigaciones que complementen la actual".

El proyecto además incluyó análisis fisicoquímicos y microbiológicos de muestras tomadas en ríos y quebradas, que algunos casos, permitieron detectar contaminación por coliformes fecales. Adicionalmente, se tomaron muestras de sedimentos y de piña que fueron analizados con tecnología de punta en el laboratorio del CICA.

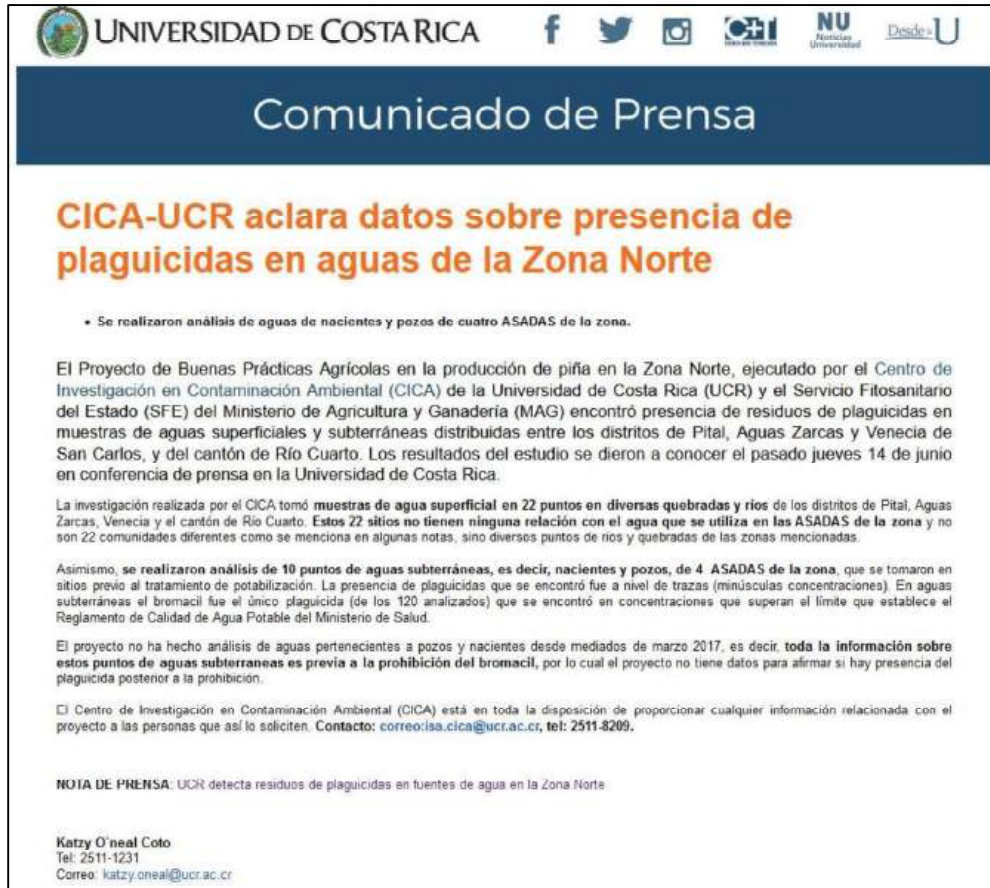
El CICA cuenta con ensayos acreditados y equipo de alta tecnología para la detección y análisis de residuos de plaguicidas mediante técnicas de cromatografía de líquidos y cromatografía de gases, acoplados a espectrometría de masas, lo cual permitió detectar trazas en las muestras de agua analizadas.

La Universidad de Costa Rica, a través del CICA, recomendó en abril del 2017 al Servicio Fitosanitario del Estado discutir urgentemente los resultados preliminares de este estudio con las autoridades nacionales responsables del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y Acueductos y Alcantarillados (AyA) con el fin de que se tomen las medidas regulatorias correspondientes. Recomendaron que la atención esté centrada no sólo en los residuos de plaguicidas sino también en otros potenciales riesgos de origen microbiológico y fisicoquímicos.

Como parte del proyecto "Caracterización de la prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)" actualmente el CICA está realizando capacitaciones y campañas informativas con los productores de la Zona Norte, donde operan más de 150 fincas productoras de piña, para la reducción en el uso de agroquímicos y procurar su manejo apropiado en este cultivo.

Fuente: UCR, 2018

Figura 49. Nota aclaratoria



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Comunicado de Prensa

CICA-UCR aclara datos sobre presencia de plaguicidas en aguas de la Zona Norte

- Se realizaron análisis de aguas de nacientes y pozos de cuatro ASADAS de la zona.

El Proyecto de Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de piña en la Zona Norte, ejecutado por el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) encontró presencia de residuos de plaguicidas en muestras de aguas superficiales y subterráneas distribuidas entre los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos, y del cantón de Río Cuarto. Los resultados del estudio se dieron a conocer el pasado jueves 14 de junio en conferencia de prensa en la Universidad de Costa Rica.

La investigación realizada por el CICA tomó **muestras de agua superficial en 22 puntos en diversas quebradas y ríos** de los distritos de Pital, Aguas Zarcas, Venecia y el cantón de Río Cuarto. **Estos 22 sitios no tienen ninguna relación con el agua que se utiliza en las ASADAS de la zona** y no son 22 comunidades diferentes como se menciona en algunas notas, sino diversos puntos de ríos y quebradas de las zonas mencionadas.

Asimismo, **se realizaron análisis de 10 puntos de aguas subterráneas, es decir, nacientes y pozos, de 4 ASADAS de la zona**, que se tomaron en sitios previo al tratamiento de potabilización. La presencia de plaguicidas que se encontró fue a nivel de trazas (mínimas concentraciones). En aguas subterráneas el bromacil fue el único plaguicida (de los 120 analizados) que se encontró en concentraciones que superan el límite que establece el Reglamento de Calidad de Agua Potable del Ministerio de Salud.

El proyecto no ha hecho análisis de aguas pertenecientes a pozos y nacientes desde mediados de marzo 2017, es decir, **toda la información sobre estos puntos de aguas subterráneas es previa a la prohibición del bromacil**, por lo cual el proyecto no tiene datos para afirmar si hay presencia del plaguicida posterior a la prohibición.

□ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) está en toda la disposición de proporcionar cualquier información relacionada con el proyecto a las personas que así lo soliciten. **Contacto: correo:isa.cica@ucr.ac.cr, tel: 2511-8209.**

NOTIA DE PRENSA: UCR detecta residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte

Katzy O'neal Coto
Tel: 2511-1231
Correo: katzy.oneal@ucr.ac.cr

Fuente: UCR, 2018

Producto de estas comunicaciones, así como entrevistas sobre el tema realizadas por algunos medios de comunicación al diputado José María Villalta y a diferentes grupos ambientalistas, se publicaron 33 noticias relacionadas con el proyecto (ver

Tabla 11), donde se menciona al CICA, al SFE o hace referencia directa a los resultados del proyecto.

Algunas de estas noticias no se apegan a la información compartida con los medios y utilizan otras fuentes de análisis como la Federación Costarricense para la Conservación del Ambiente (FECON), que generaron confusión y datos inexactos. Para contrarrestar estas publicaciones se enviaron aclaraciones a aquellos medios de comunicación que publicaron informaciones equivocadas o inexactas.



Tabla 11. Notas relacionadas con los resultados del proyecto 802-B5-500

N°	Titular	Noticia	Medio
1	Investigación del CICA-UCR detecta agroquímicos en el agua de la zona norte	https://www.facebook.com/radioucr/videos/1838369546200996/	Interferencias / Radio Universidad
2	Detectan contaminación de ríos, quebradas, nacientes y pozos de comunidades cercanas a piñeras	https://sancarlosdigital.com/detectan-contaminacion-de-rios-quebradas-nacientes-y-pozos-de-comunidades-cercanas-a-pineras/	San Carlos Digital
3	UCR revela que agua en la zona norte registran contaminación con agroquímicos	https://semanariouniversidad.com/pais/fuentes-de-agua-en-la-zona-norte-registran-contaminacion-con-agroquimicos/	Semanario Universidad
4	UCR detecta residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte	https://www.elpais.cr/2018/06/15/ucr-detecta-residuos-de-plaguicidas-en-fuentes-de-agua-en-la-zona-norte/	Diario El País
5	Bromacil, agroquímico prohibido en el país, fue hallado en agua potable de la Zona Norte	https://www.crhoy.com/ambiente/bromacil-agroquimico-prohibido-en-el-pais-fue-hallado-en-agua-potable-de-la-zona-norte/	CRHoy
6	Piñeras siguen contaminando aguas en la zona norte, según estudio	http://www.columbia.co.cr/web/index.php/noticias/nacionales/3426-pineras-siguen-contaminando-aguas-en-la-zona-norte-segun-estudio	Columbia
7	Estudio de UCR detecta residuos de plaguicidas, en bajas concentraciones, en fuentes de agua de zona norte	https://www.nacion.com/economia/agro/estudio-de-ucr-detecta-residuos-de-plaguicidas-en/FFISZZCTM5FVHFS734VLCTMYL4/story/	La Nación
8	UCR detecta residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte	https://www.elmundo.cr/ucr-detecta-residuos-de-plaguicidas-en-fuentes-de-agua-en-la-zona-norte/	El Mundo CR
9	Encuentran presencia de 6 tipos de plaguicidas en aguas superficiales y subterráneas de San Carlos y Río Cuarto	http://laregion.cr/encuentran-presencia-de-6-tipos-de-plaguicidas-en-aguas-superficiales-y-subterranas-de-san-carlos-y-rio-cuarto/	La Región CR
10	Investigación revela presencia de agroquímicos en aguas de la Zona Norte	https://agendaplaneta.com/actualidad/investigacion-revela-presencia-de-agroquimicos-en-aguas-de-la-zona-norte/	Agenda Planeta
11	De piñas, aguas y agroquímicos	https://delfino.cr/2018/06/hoy-un-reporte-excesivamente-humanista/	Delfino CR
12	Presencia de plaguicidas en agua en la Zona Norte, preocupa a Comisión de Ambiente de la Asamblea Legislativa.	http://www.costaricanoticias.cr/detalle/2464/presencia-de-plaguicidas-en-agua-en-la-zona-norte---preocupa-a-comision-de-ambiente-de-la-asamblea-legislativa	Radio Nacional – Sinart
13	Estudio encontró químicos en fuentes de agua en la Zona Norte	http://dashboard.controles.co.cr/publica/5b2309346a518e79005b4f37?clienteId=574623f573a820733918c91e	Extra Tv 42
14	Fecon denuncia que CICA evitaba publicar datos sobre contaminación por agroquímicos de piñeras	https://www.elmundo.cr/fecon-denuncia-que-cica-evitaba-publicar-datos-sobre-contaminacion-por-agroquimicos-de-pineras/	ElMundoCR
15	UCR reveló contaminación por plaguicidas de fuentes de agua potable en zona norte	http://informa-tico.com/15-06-2018/ucr-alerto-contaminacion-agroquimicos-fuentes-agua-potable-zona-norte	Informa-tico
16	El silencio tóxico	http://agroecologa.org/el-silencio-toxico/	Agroecologa.org
17	Presidenta de AyA dice que desconocía estudio de la UCR sobre pozos y ríos con residuos de plaguicidas	http://laregion.cr/contradiccion-entre-aya-y-sfe-por-estudio-de-la-ucr-de-pozos-y-rios-con-residuos-de-plaguicidas/	Periódico La Región



N°	Titular	Noticia	Medio
18	El Silencio Tóxico	https://www.elpais.cr/2018/06/17/el-silencio-toxico/	El País CR
19	Universidad de Costa Rica detecta pesticidas en agua de la zona norte	https://www.youtube.com/watch?v=h0gSjEhR0lw	HispanTV
20	Detectan residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte	http://www.radiosantaclara.cr/noticias/noticias-nacionales/948-detectan-residuos-de-plaguicidas-en-fuentes-de-agua-en-la-zona-norte.html	Radio Santa Clara
21	Entrevista Henry Picado. FECON 22 poblados de la zona norte del país consumen agua con residuos de plaguicida bromacil	https://www.facebook.com/SinartCostaRicaNoticias/videos/1845546048837789/ http://www.costaricanoticias.cr/detalle/2500/22-poblados-de-la-zona-norte-del-pais-consumen-agua-con-residuos-de-plaguicida-bromacil	Sinart
22	Autoridades de AyA investigarán presencia de plaguicidas en agua	http://dashboard.controles.co.cr/publica/5b27e36d067aff1228ed7e17?clienteId=574623f573a820733918c91e	Extra TV42
23	Entrevista Fernando García y Greivin Pérez	https://www.facebook.com/SinartCostaRicaNoticias/videos/1839819246077136/	Canal 13
24	Diputado del Frente Amplio ha solicitado que se llame en audiencia a los funcionarios del CICA-UCR	http://dashboard.controles.co.cr/publica/5b294a02067aff1228efacc7?clienteId=574623f573a820733918c91e	Radio Nacional
25	Informe de la UCR y CICA señala que existe agua contaminada en la zona norte.	https://www.facebook.com/143665265843324/video/s/858546511021859/	TVN Coopelesca
26	FECON califica como “silencio tóxico” la no revelación de acueductos de la Región contaminados con plaguicidas	http://laregion.cr/fecon-califica-como-silencio-toxico-la-no-revelacion-de-acueductos-de-la-region-contaminados-con-plaguicidas/	La Región
27	Expansión piñera continúa sin freno	https://semanariouniversidad.com/pais/expansion-pinera-continua-sin-freno/	Semanario Universidad
28	Costa Rica: El silencio tóxico	http://www.biodiversidadla.org/Principal/Secciones/Noticias/Costa_Rica_El_silencio_toxico	Biodiversidadla.org
29	UCR busca reducir impacto del cultivo de la piña en Zona Norte	https://www.crhoy.com/ambiente/ucr-busca-reducir-impacto-del-cultivo-de-la-pina-en-zona-norte/	CRHoy
30	UCR detecta residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte	https://www.elpais.cr/2018/06/24/ucr-detecta-residuos-de-plaguicidas-en-fuentes-de-agua-en-la-zona-norte-2/	El País
31	UCR recomendó al SFE discutir urgentemente resultados de investigación en piña, pero no lo hizo	https://laregion.cr/ucr-recomendo-al-sfe-discutir-urgentemente-resultados-de-investigacion-en-pina-pero-no-lo-hizo/	La Región
32	SFE tira la bola al Ministerio de Salud por desatención en comunidades afectadas por agroquímicos	https://sancarlosdigital.com/sfe-tira-la-bola-al-ministerio-de-salud-por-desatencion-en-comunidades-afectadas-por-agroquimicos/	San Carlos Digital
33	CANAPEP se pronuncia sobre resultados de residuos de plaguicidas en pozos y ríos de la Región	https://laregion.cr/canapep-se-pronuncia-sobre-resultados-de-residuos-de-plaguicidas-en-pozos-y-rios-de-la-region/	La Región

Fuente: Elaboración propia, 2018



Posterior a la publicación de las notas, en el mes de julio 2018, se citó a funcionarios del CICA y del SFE a explicar los resultados del proyecto en la Comisión de Ambiente de la Asamblea Legislativa. Estas audiencias recibieron cobertura de algunos medios de comunicación; además, existieron comunicados de FECON y otros actores sociales (

Tabla 12).

Tabla 12. Publicaciones relacionadas con la audiencia del CICA en la Asamblea Legislativa

N°	Titular	Noticia	Medio
1	En vivo audiencia CICA - UCR	https://www.facebook.com/bloqueverdecr/videos/1719900054774151/	FB Bloque Verde
2	Publicación sobre presentación de resultados por parte del CICA-UCR	https://www.facebook.com/AidaMontielCR/posts/449077785560226	FB Diputada Aida Montiel
3	Publicación sobre presentación de resultados por parte del CICA-UCR	https://www.facebook.com/mariocastillodiputado/posts/247153702681361	FB Diputado Mario Castillo
4	Publicación sobre presentación de resultados por parte del CICA-UCR	https://www.facebook.com/lavozpln/posts/10156406329766280	FB La Voz del Pueblo
5	Publicación sobre presentación de resultados por parte del CICA-UCR	https://www.facebook.com/fraccion.pusc/posts/2154266321313606	FB PUSC
6	Investigación revela contaminación por agroquímicos en fuentes de agua	https://www.elindependiente.co.cr/2018/07/investigacion-revela-contaminacion-agroquimicos-fuentes-agua/	Periódico El Independiente
7	Concentración en Pital contra la expansión piñera	https://www.facebook.com/notes/bloque-verde/concentraci%C3%B3n-en-pital-contrala-expansi%C3%B3n-pi%C3%B1era/1720091471421676/	FB Bloque Verde
8	Protestarán en Pital contra la expansión piñera	https://www.elmundo.cr/protestaran-en-pital-contrala-expansion-pinera/	El Mundo CR
9	CICA revela ante Comisión de Ambiente resultados del manejo de agroquímicos en el cultivo de piña en el norte del país	https://www.facebook.com/asamblea.legislativa.costarica/posts/1723871094355593	FB Asamblea Legislativa
10	Publicación sobre presentación de resultados por parte del CICA-UCR	https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=2130305927224905&id=1987953288126837	FB Diputada Mileidy Alvarado
11	Servicio Fitosanitario manejó con secretismo investigaciones por bromacil en Zona Norte	https://www.crhoy.com/nacionales/servicio-fitosanitario-manejo-con-secretismo-investigaciones-por-bromacil-en-zona-norte/	CRHoy
12	Ambientalistas tomarán Pital para pedir que no haya más permisos a piñeras en ese distrito	https://sancarlosdigital.com/ambientalistas-tomaran-pital-para-pedir-que-no-haya-mas-permisos-a-pineras-en-ese-distrito/	San Carlos Digital
13	Realizan protesta en Pital para que municipio no dé más permisos de instalación de piñeras	http://laregion.cr/realizan-protesta-en-pital-para-que-municipio-no-de-mas-permisos-de-instalacion-de-pineras/	Periódico La Región
14	Entrevista FECON	https://www.facebook.com/radioucr/videos/1894835583887725/	Interferencias Radio Universidad



Nº	Titular	Noticia	Medio
15	Video sobre audiencia	https://www.facebook.com/villaltaJM/videos/10155795928647677/	FB Diputado José María Villalta
16	La Universidad de Costa Rica respondió a las consultas de los diputados sobre los plaguicidas	https://www.elpais.cr/2018/07/20/la-universidad-de-costa-rica-respndio-a-las-consultas-de-los-diputados-sobre-los-plaguicidas/	El País CR
17	Contaminación de ASADAS	https://www.facebook.com/bloqueverdecr/posts/1726861634077993	FB Bloque Verde
18	Post sobre la audiencia	https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=2116143111962254&id=1840707656172469	FB Erwen Masís
19	ASADAS de Santa Isabel y La Tabla sacan de servicio nacientes por bromacil	http://laregion.cr/asadas-de-santa-isabel-y-la-tabla-sacan-de-servicio-nacientes-por-bromacil/	Periódico La Región
20	Villalta: Sabían de contaminación de agua en Zona Norte y no advirtieron a las autoridades	https://www.elmundo.cr/villalta-sabian-de-contaminacion-de-agua-en-zona-norte-y-no-advirtieron-a-las-autoridades/	El Mundo CR
21	Datos preliminares apuntan a trabajar más en Buenas Prácticas Agrícolas	https://www.facebook.com/SFE.go.cr/posts/1856469244396811	FB SFE
22	Entrevista Felipe Aráuz	http://radios.ucr.ac.cr/radio-universidad/programas	Desayunos 12 de julio
23	Post sobre audiencia Servicio Fitosanitario del Estado	https://www.facebook.com/villaltaJM/videos/10155807326202677/	FB José María Villalta
24	CICA encontró en el 2015 residuos de plaguicidas en 5 nacientes y 2 pozos de Pital y Río Cuarto	http://laregion.cr/cica-encontro-en-el-2015-residuos-de-plaguicidas-en-5-nacientes-y-2-pozos-de-pital-y-rio-cuarto/	Periódico La Región
25	Estudio revela presencia de bromacil en mantos acuíferos de Zona Norte	https://elperiodicocr.com/estudio-revela-presencia-de-bromacil-en-mantos-acuiferos-de-zona-norte/	El Periódico CR
26	Concentración en Pital contra la expansión piñera	https://surcosdigital.com/concentracion-en-pital-contra-la-expansion-pinera/	Surcos
27	Vecinos de Río Cuarto toman agua con herbicida	http://www.diarioextra.com/Noticia/detalle/365782/vecinos-de-rio-cuarto-toman-agua-con-herbicida	Diario Extra
28	Tres nacientes que abastecen acueductos en Río Cuarto están contaminadas con herbicida	https://www.nacion.com/el-pais/salud/tres-nacientes-que-abastecen-acueductos-en-rio/2JHK6YRCNRDEBCGRWBTTSLCHI/story/	La Nación
29	Gobierno dice que garantiza agua sin bromacil en 3 comunidades de Río Cuarto	https://laregion.cr/gobierno-dice-que-garantiza-agua-sin-bromacil-en-3-comunidades-de-rio-cuarto/	Periódico La Región
30	Villalta: Funcionarios del MAG ocultaron resultados de agua contaminada con bromacil en Zona Norte	https://elperiodicocr.com/villalta-funcionarios-del-mag-ocultaron-resultados-de-agua-contaminada-con-bromacil-en-zona-norte/	El Periódico CR
31	Confirmed: Bromacil contaminated water in northern zone	http://amcostarica.com/072718.htm	Am Costa Rica
32	Acueductos comunales cesan uso de nacientes por bromacil en el agua	https://www.crhoy.com/nacionales/acueductos-comunales-cesan-uso-de-nacientes-por-bromacil-en-el-agua/	CR Hoy
33	Programa Era Verde	https://www.youtube.com/watch?v=VPian3LxkGI&t=3s	Era Verde- Canal UCR

Continuación de la tabla en la siguiente página



N°	Titular	Noticia	Medio
34	Esta larga pesadilla de los agroquímicos en Costa Rica	https://semanariouniversidad.com/pais/esta-larga-pesadilla-de-los-agroquimicos-en-costa-rica/	Semanario Universidad
35	COSTA RICA - Tres nacientes que abastecen acueductos en Río Cuarto están contaminadas con herbicida	https://www.facebook.com/notes/noticias-internacionales/costa-rica-tres-nacientes-que-abastecen-acueductos-en-r%C3%ADo-cuarto-est%C3%A1n-contamina/906027699585162/	FB: Noticias Internacionales
36	Acueductos comunales cesan uso de nacientes por bromacil en el agua	http://radiosantaclara.cr/noticias/noticias-nacionales/1131-acueductos-comunales-cesan-uso-de-nacientes-por-bromacil-en-el-agua.html	Radio Santa Clara
37	Se confirma la contaminación de acueductos comunitarios en Pital y Río Cuarto causados por monocultivo de la piña	http://agroecologia.org/se-confirma-la-contaminacion-de-acueductos-comunitarios-en-pital-y-rio-cuarto-causados-por-monocultivo-de-la-pina/	http://agroecologia.org
38	Contaminación de acueductos comunitarios en Pital y Río Cuarto causados por monocultivo de la piña	https://surcosdigital.com/contaminacion-de-acueductos-comunitarios-en-pital-y-rio-cuarto-causados-por-monocultivo-de-la-pina/	Surcos
39	Acciones del Gobierno garantizan agua segura en comunidades de Río Cuarto	https://www.facebook.com/NoticiasRCP/posts/2123760241177403	FB: Radio Cultural de Pital
40	Entrevista Rafael Torres, vicepresidente de la ASADA La Tabla y Pinar de Río Cuarto, Grecia	https://www.facebook.com/radioucr/videos/1919143234790293/	Interferencias/ Radio Universidad
41	Piden suspender uso de plaguicidas encontrados en fuentes de San Carlos y Río Cuarto	https://laregion.cr/piden-suspender-uso-de-plaguicidas-encontrados-en-fuentes-de-san-carlos-y-rio-cuarto/	Periódico La Región
42	Villalta exige suspender uso de agroquímicos encontrados en fuentes de agua de Zona Norte	https://elperiodicocr.com/villalta-exige-suspender-uso-de-agroquimicos-encontrados-en-fuentes-de-agua-de-zona-norte/	El Periódico CR
43	FECON: “Químicos usados en fincas piñeras contaminan Acueductos de Pital y Río Cuarto”	https://elperiodicocr.com/fecon-quimicos-usados-en-fincas-pineras-contaminan-acueductos-de-pital-y-rio-cuarto/	El Periódico CR
44	Diputado pide suspender uso de agroquímicos que contaminaron agua en Zona Norte	https://www.crhoy.com/ambiente/diputado-pide-suspender-uso-de-agroquimicos-que-contaminaron-agua-en-zona-norte/	CRHoy
45	Villalta exige suspensión de agroquímicos en fuentes de agua de la Zona Norte	https://www.elmundo.cr/villalta-exige-suspension-de-agroquimicos-en-fuentes-de-agua-de-la-zona-norte/	El Mundo CR
46	Piñeras destruyen todo en la Zona Norte	http://socialismohoy.com/pineras-destruyen-todo-en-la-zona-norte/	Socialismo Hoy
47	MAG contrató estudios a UCR por agua contaminada en Zona Norte y mantuvo la información en secreto	https://www.teletica.com/201995_mag-contrato-estudios-a-ucr-por-agua-contaminada-en-zona-norte-y-mantuvo-la-informacion-en-secreto	Canal 7
48	Mayoría de agricultura en el país olvida el ambiente y mantiene prácticas insostenibles	https://www.crhoy.com/ambiente/mayoria-de-agricultura-en-el-pais-olvida-el-ambiente-y-mantiene-practicas-insostenibles/	CRHoy

Fuente: Elaboración propia, 2018

Actividades en la comunidad

- *Presentación y explicación de resultados preliminares a productores:* Como se explicó previamente, se realizó una actividad de cierre del programa de capacitación en buenas prácticas agrícolas 2018. Durante este evento, se realizó una presentación de resultados preliminares a los productores participantes, en la que, además, se explicaron los análisis químicos y se respondieron las dudas de los asistentes. La presentación estuvo a cargo de la coordinadora del proyecto, Laura Brenes Alfaro y el investigador Greivin Pérez Rojas. Asimismo, se dio la oportunidad para que también el Director Ejecutivo del Servicio Fitosanitario del Estado, el señor Fernando Araya, respondiera dudas a los productores.

- *Presentación y explicación de resultados preliminares líderes comunales:* Como parte de las actividades de la estrategia de comunicación dirigidas a líderes comunales de los poblados donde se realizó el proyecto y la comunidad en general, se realizó una actividad informativa, con ASADAS y asociaciones de desarrollo, que tuvo como objetivo principal explicar a las personas participantes cómo se pueden interpretar los resultados del proyecto y cuáles son los alcances y posibles aplicaciones. En apartado anterior se mencionaron más detalles sobre el evento, realizado el 15 de noviembre del año 2018.

El evento, contó con la participación de 24 personas de diversas localidades de Pital, Aguas Zarcas y Río Cuarto; a pesar de esto, es importante recalcar que se invitó a más de 80 personas de las comunidades mencionadas y de Venecia de San Carlos. Asimismo se buscó contar con la participación de representantes de la Municipalidad de San Carlos, por medio de las áreas de gestión ambiental, gestión agropecuaria y a través de la oficina de Enlace Comunal, sin embargo, no se logró contar con la participación de ningún miembro de dicha institución.

Una de las causas del impacto negativo de las comunidades fue la falta de comunicación previa con los líderes comunales, pues al no tener la información de la fuente primaria (el SFE y el CICA), los espacios informativos fueron llenados con rumores e información falsa de otras organizaciones, creando descontento y dudas entre la población. Es por esto que se recomienda, en cualquier proyecto a futuro, fortalecer la comunicación con las comunidades donde se desarrollen proyectos como este.

Programa de capacitación

Con los resultados preliminares de las encuestas realizadas en el 2015, se propusieron algunos temas para iniciar con el programa de capacitación para los pequeños y medianos productores de Pital y Aguas Zarcas. En la **tabla 13** se indican los temas, expositores y fecha de realización del programa de capacitación para los pequeños productores.

Tabla 13. Programa de capacitación dirigido a pequeños productores (2016)

Temas	Fecha de realización	Expositores	Número de participantes	
			Pital	Aguas Zarcas
Manejo de malezas en piña: limitaciones del control químico	11 y 12 de mayo	Ing. Agr. Bernal Valverde (Ideatrop-Consultor)	18	7
Comportamiento biológico de insectos claves asociados con el cultivo de la piña	18 y 19 de mayo	Ing. Agr. Gilberto Corrales (Consultor)	14	6
Generalidades sobre el uso del biochar como enmienda de suelo	1 y 2 de junio	MSc. Juan Chin (CICA-UCR)	12	10
Control biológico en el cultivo de piña	15 y 16 de junio	Ing. Agr. Leonard Quesada (Biocontrol)	17	5
Salud ocupacional en la agricultura	22 y 23 de junio	M.Sc. Elizabeth Chinchilla (MTSS)	14	4
Generalidades sobre el comportamiento ambiental de agroquímicos	6 y 7 de julio	MSc. Juan Chin(CICA-UCR)	12	7
Estructura de costos	27 y 28 de julio	Licda. Paula Morales y Licda. Cristina Rodríguez (UCR)	7	5
Mosca del establo <i>Stomoxys calcitrans</i> L.	3 y 4 de agosto	Dr. Julio Arias (CIPROC-UCR)	7	7
Total de participantes:			101	51

Fuente: Elaboración propia, 2018

Previo a este programa de capacitación se efectuó una gira con los expertos: Ing. Agr. Gilberto Corrales e Ing. Agr. Bernal Valverde, en compañía del Ing. Agr. David Meneses (agente extensionista del MAG de Pital) y el Ing. Agr. Jorge Solano (SFE), a solicitud del señor Meneses, quien quería conocer a los expertos, conversar con ellos y ponerlos en contexto con la situación que viven los pequeños y medianos productores de la zona. En esta gira se visitaron tres fincas y se conversó con un productor orgánico.

Figura 50. Reunión con David Meneses y Alexis Quesada (MAG-Pital)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 51. Visita al campo, de izquierda a derecha: David Meneses, productor, Gilberto Corrales y Bernal Valverde



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

En las primeras charlas se contó con la presencia del personal del MAG y del SFE de la zona norte, sin embargo, no asistieron a todas las charlas programadas.

Durante las capacitaciones se visitaron algunos productores que participaban en el programa, por ejemplo, la finca del presidente de Coopepiña, Sr. Leónidas Chaves. El Ing. Agr. Bernal Valverde realizó un muestreo de malezas y conversó con el productor sobre el control adecuado de estas malezas durante el desarrollo del cultivo (**figura 52**).

Figura 52. Visita al campo con el presidente de Coopepiña y los ingenieros Bernal Valverde y Paula Aguilar



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

En la última charla realizada en Pital, titulada “Mosca del establo *Stomoxys calcitrans* L.: implicaciones”, varios productores mostraron su interés para que se visitaran sus fincas para constatar el buen manejo que se da al rastrojo, con el fin de evitar la proliferación de la mosca *S. calcitrans* L. Así, se visitaron dos productores más (**figura 53**).

Figura 53. Visita a fincas de productores de La Tabla del Dr. Julio Arias y los ingenieros Melvin Alpízar y Paula Aguilar

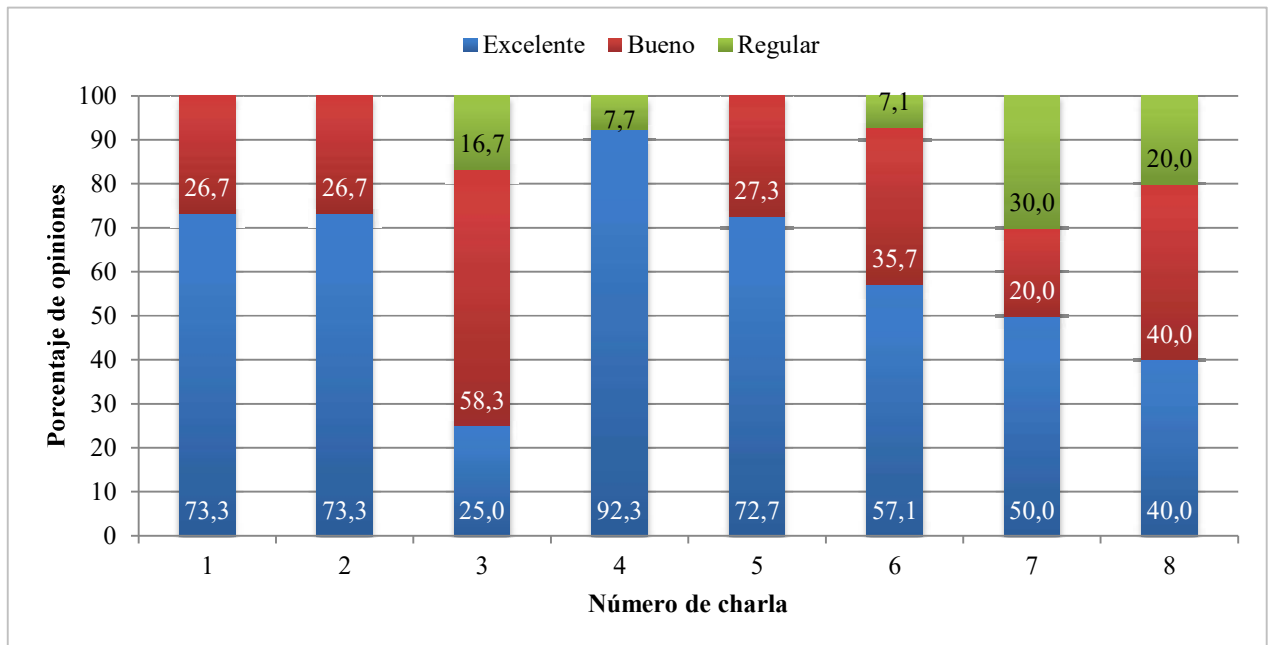


Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

El programa de capacitación cerró con una actividad para otorgar a los productores un certificado de participación, emitido por la Vicerrectoría de Acción Social de la UCR; se les obsequió una jarra y una gorra alusiva del proyecto.

Al finalizar, los participantes evaluaron el programa de capacitación. Se debe destacar que se obtuvo una buena calificación por parte de todos los productores, tanto por los temas como por la selección de los expositores expertos (**figura 54**). Muchos de ellos indicaron la importancia de que la UCR siga realizando programas de capacitación para ese sector y felicitaron al personal del CICA por la iniciativa y por la actividad en general.

Figura 54. Porcentaje de satisfacción general de la capacitación según la opinión de los participantes, 2016



Fuente: Elaboración propia, 2016

En el segundo semestre del 2016, se efectuó el programa de capacitación dirigido a grandes y medianos productores de la zona. Para seleccionar los temas se realizó una reunión con la Ing. Agr. Stephanie Rodríguez de CANAPEP. En la **tabla 14** se indican los temas, expositores y fecha de realización del programa de capacitación para los medianos y grandes productores.

Tabla 14. Programa de capacitación dirigido a grandes y medianos productores (2016)

Tema	Fecha de realización	Expositores	Número de participantes
Presentación del proyecto	22 de septiembre	Ing. Agr. Elizabeth Carazo (CICA-UCR)	13
Agricultura de precisión y sensoramiento remoto e información		Andrés Agüero, Emerson Agüero, Esteban Sibaja, David Laurent (Empresa AgriCien)	
Certificación voluntaria del MAG		Ing. Agr. Guillermo Arrieta (SFE)	
Manejo del rastreo para evitar la reproducción de la mosca del establo <i>Stomoxys calcitrans</i> L.	6 de octubre	Ing. Agr. Arturo Solórzano (INTA)	8

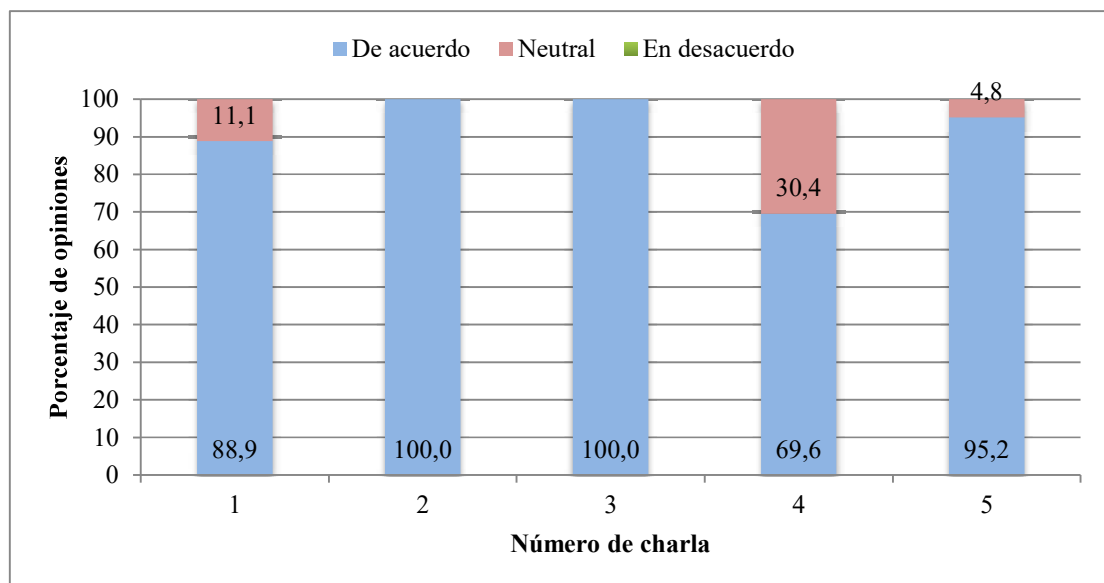


Cambio climático y la agricultura	20 de octubre	M.Sc. Álvaro Brenes (UCAGRO-UCR)	20
Malezas cuarentenarias, situación en Costa Rica	17 de noviembre	Ing. Agr. Dennis Matamoros (SFE)	18
Consideraciones generales del análisis de residuos de plaguicidas en muestras de agua: metodologías, normativa, límites máximos de residuos e impacto al ambiente	13 de diciembre	M.Sc. Greivin Pérez (CICA-UCR)	23
Total de participantes:			82

Fuente: Elaboración propia, 2018

Al igual que en el programa para los pequeños productores se evaluó las charlas impartidas a los grandes productores de piña (**figura 55**).

Figura 55. Porcentaje de satisfacción general de la capacitación según la opinión de los participantes, 2016



Fuente: Elaboración propia, 2016

Ya con los resultados obtenidos en las encuestas y entrevistas se seleccionaron los temas en los que los productores indicaron querían capacitaciones. De igual manera, se realizó consulta a CANAPEP para determinar los temas actuales de interés de los grandes productores. El programa se realizó en el INA de La Marina de Aguas Zarcas, San Carlos.

En la **tabla 15** se indican los temas, expositores y fecha de realización del programa de capacitación para los productores.



Tabla 15. Programa de capacitación dirigida a pequeños, medianos y grandes productores de piña (2017)

Tema	Fecha de realización	Expositores	Tipo de productor	Número de participantes
Conservación de suelos	29 de agosto	Ing. Agr. Renato Jiménez (INTA)	Pequeño y mediano	25
Manejo de malezas	12 de setiembre	Ing. Agr. Renán Agüero (EEFBM-UCR)	Pequeño, mediano y grande	47
Costos de producción	03 de octubre	Economista Agrícola. Alfredo Meneses (UCR)	Pequeño	13
Uso correcto de plaguicidas	10 de octubre	Ing. Agr. Guillermo Arrieta (SFE)	Pequeño	12
Producción de piña orgánica	24 de octubre	Ing. Agr. Freddy Gamboa (La Garra del Norte-Consultor)	Pequeño, mediano y grande	22
Certificación de piña orgánica		Ing. Agr. Juan Rojas (SFE)		
Regeneración de suelos	07 de noviembre	Ing. Agr. Álvaro Carmona (Consorcio Providencia Carmuño-Consultor)	Pequeño, mediano y grande	20
Evaluación del impacto en el bienestar animal de la mosca <i>Stomoxys calcitrans</i>		Dra. Cindy Brenes (SENASA)		
Agroclimatología: pronóstico para los próximos seis meses	15 de noviembre	Ing. Agr. Álvaro Brenes (UCAGRO-UCR)	Pequeño, mediano y grande	9
Agricultura de precisión	22 de noviembre	Empresa AgriCien	Pequeño, mediano y grande	7
Total de participantes:				155

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para el último programa de capacitación del proyecto, se seleccionaron temas que no se habían impartido con anterioridad, elegidos de la lista de temas de mayor interés por parte de los productores (encuestas y entrevistas). El programa se llevó a cabo en el INA de La Marina de Aguas Zarcas, San Carlos. En la **tabla 16** se indican los temas, expositores y fecha de realización del programa de capacitación para los productores.

Tabla 16. Programa de capacitación dirigida a pequeños, medianos y grandes productores de piña (2018)

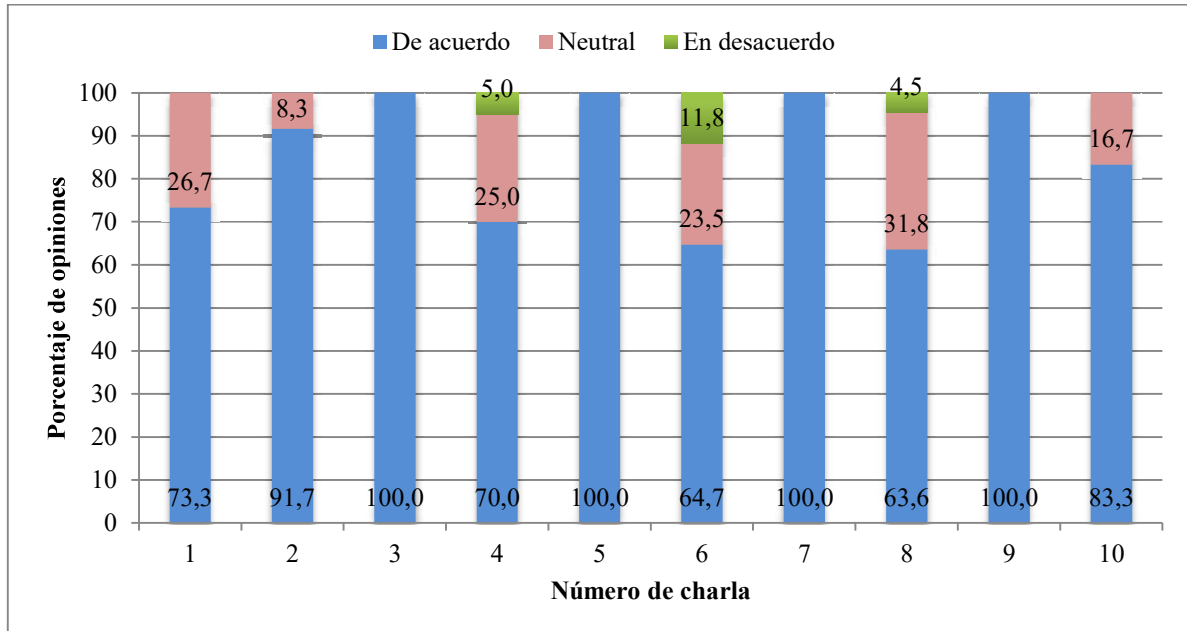
Tema	Fecha de realización	Expositores	Tipo de productor	Número de participantes
Recuperación de suelos	2 de mayo	Alex Arias (Agriciela)	Pequeño, mediano y grande	13
Manejo de escorrentía y control de la erosión	9 de mayo	Ing. Ronald Aguilar (Ing. Biosistemas-UCR)	Pequeño, mediano y grande	16
Manejo de plagas (cochinilla y babosa)	16 de mayo	Ing. Agr. Carlos Sanabria (SFE)	Pequeño, mediano y grande	24
Estrategias para un manejo adecuado de malezas en piña		Ing. Agr. Israel Garita (Rotam-Consultor)	Pequeño, mediano y grande	
Nutrición en el cultivo de piña	23 de mayo	Ing. Agr. Eloy Molina (CIA-UCR)	Pequeño, mediano y grande	16
Administración de fincas piñeras (procesos)	6 de junio	Bach. Alfredo Meneses (UCR)	Pequeño y mediano	16
Requisitos para la exportación		Juan Carlos Vindas (PROCOMER)	Pequeño y mediano	
Recurso hídrico y manejo de aguas residuales	13 de junio	Dr. Wilson Beita (CICA-UCR)	Pequeño, mediano y grande	23
Comportamiento ambiental de plaguicidas y biochar	26 de junio	MSc. Juan Chin (CICA-UCR / CREAM-UAB)	Pequeño y mediano	30
Alternativas para reducir carga química en el paquete agronómico del cultivo de piña, uso integral		Ing. Greivin Delgado (El Colono)	Pequeño, mediano y grande	
Total de participantes:				138

Fuente: Elaboración propia, 2018

Para el último programa de capacitación se tuvo muy buena respuesta por parte de los productores, pues las diferentes charlas obtuvieron una buena calificación por parte de los participantes, según lo muestra la **figura 56**.

En setiembre del 2018 se realizó una actividad de cierre para el programa de capacitación donde se entregaron los certificados de participación y otros materiales informativos mencionados en la sesión de la estrategia de comunicación.

Figura 56. Porcentaje de satisfacción general de la capacitación según la opinión de los participantes



Fuente: Elaboración propia, 2016

A continuación, se muestran imágenes de todas las charlas impartidas en los tres programas de capacitación realizados por el proyecto en el 2016, 2017 y 2018.

Figura 57. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Manejo de malezas en piña: limitaciones del control químico” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 58. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Comportamiento biológico de insectos claves asociados con el cultivo de la piña” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 59. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas, participando de la charla “Generalidades sobre el uso del biochar como enmienda de suelo” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 60. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Control biológico en el cultivo de piña” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 61. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Salud ocupacional en la agricultura” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 62. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Generalidades sobre el comportamiento ambiental de agroquímicos” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 63. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Estructura de costos” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 64. Productores de la zona de Pital y Aguas Zarcas participando de la charla “Mosca del establo *Stomoxys calcitrans* L.” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 65. Grandes productores participando de la charla “Agricultura de precisión y sensoramiento remoto e información” y “Certificación voluntaria del MAG” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 66. Grandes productores participando de la charla “Manejo del rastrojo para evitar la reproducción de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* L.” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 67. Grandes productores participando de la charla “Cambio climático y la agricultura” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 68. Grandes productores participando de la charla “Cambio climático y la agricultura” (2016)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2016

Figura 69. Pequeños productores participando de la primera charla “Conservación de suelos” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017



Figura 70. Pequeños, medianos y grandes participado de la charla “Manejo de malezas” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 71. Pequeños productores elaborando una hoja de cálculo de para llevar los costos de producción (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017



Figura 72. Pequeños productores participando de la charla “Uso correcto de plaguicidas” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 73. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Producción de piña orgánica” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017



Figura 74. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Certificación de piña orgánica” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 75. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Regeneración de suelos” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 76. Pequeños, medianos y grandes participando de la charla “Evaluación del impacto en el bienestar animal de la mosca *S. calcitrans*” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 77. Medianos y grandes participando de la charla “Agricultura de precisión” (2017)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2017

Figura 78. Pequeños, medianos y grandes productores participando de la charla “Recuperación de suelos” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 79. Pequeños y medianos productores participando en la práctica de erosión de la charla “Manejo de escorrentía y control de la erosión” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 80. Pequeños y medianos productores participando de la charla “Estrategia para un adecuado manejo de malezas” y “Manejo de plagas” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 81. Pequeños y medianos productores participando de la charla “Nutrición del cultivo de piña” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018



Figura 82. Pequeños, medianos y grandes productores participando de la charla “Requisitos para la exportación” y “Administración de fincas piñeras” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 83. Pequeños, medianos y grandes productores participando en la charla “Recurso hídrico y manejo de aguas residuales” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 84. Pequeños, medianos y grandes productores participando de la charla “Alternativas para reducir carga química” y “Comportamiento ambiental de plaguicidas y biochar” (2018)



Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

Figura 85. Fotografías del evento de cierre del programa de capacitación (2018)





Fuente: Fotografías del archivo del proyecto, 2018

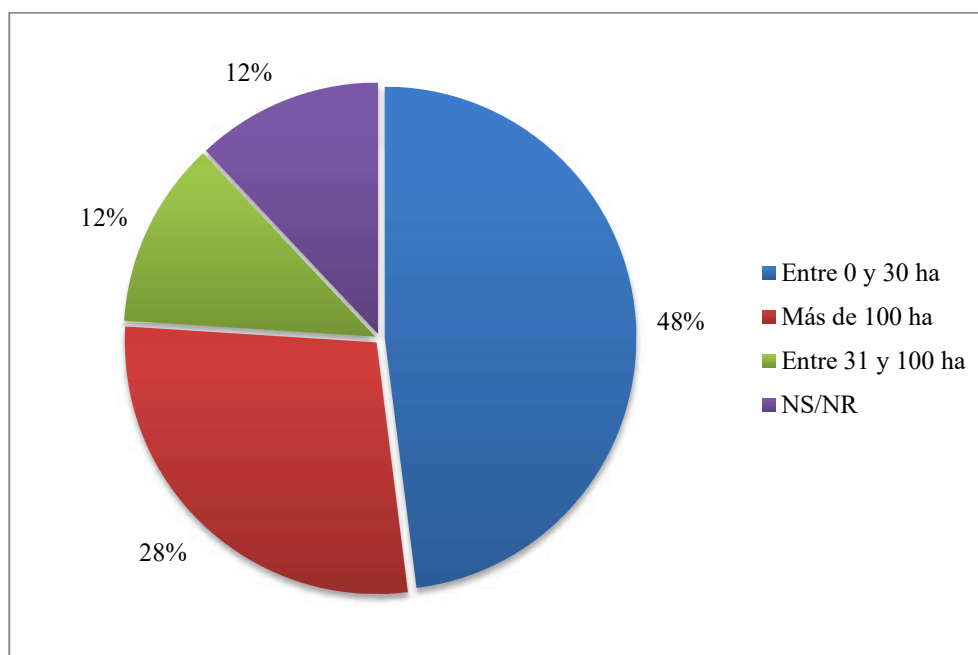
Evaluación del programa de capacitación y comunicación

Para evaluar el cumplimiento de las metas del proyecto, se aplicó un cuestionario de evaluación a los productores participantes del programa de capacitación, la cual fue aplicada de manera administrada durante la actividad de cierre del programa de capacitación, y vía telefónica durante los meses de setiembre y octubre del 2018.

En total, se encuestaron 25 productores y productoras participantes de las actividades del proyecto. Esta evaluación se realizó de manera representativa para evaluar las actividades del proyecto, sin embargo, no representa una muestra estadística de la totalidad de productores participantes del programa. A continuación, se presentan los resultados de esta evaluación:

- Los productores participantes en la encuesta son principalmente hombres (el 92 %), y en su mayoría trabajan o son dueños de pequeñas empresas de producción de piña. Como se muestra en la **figura 86**, el 48 % de los productores son dueños (o trabajadores) de fincas entre 0 y 30 hectáreas.

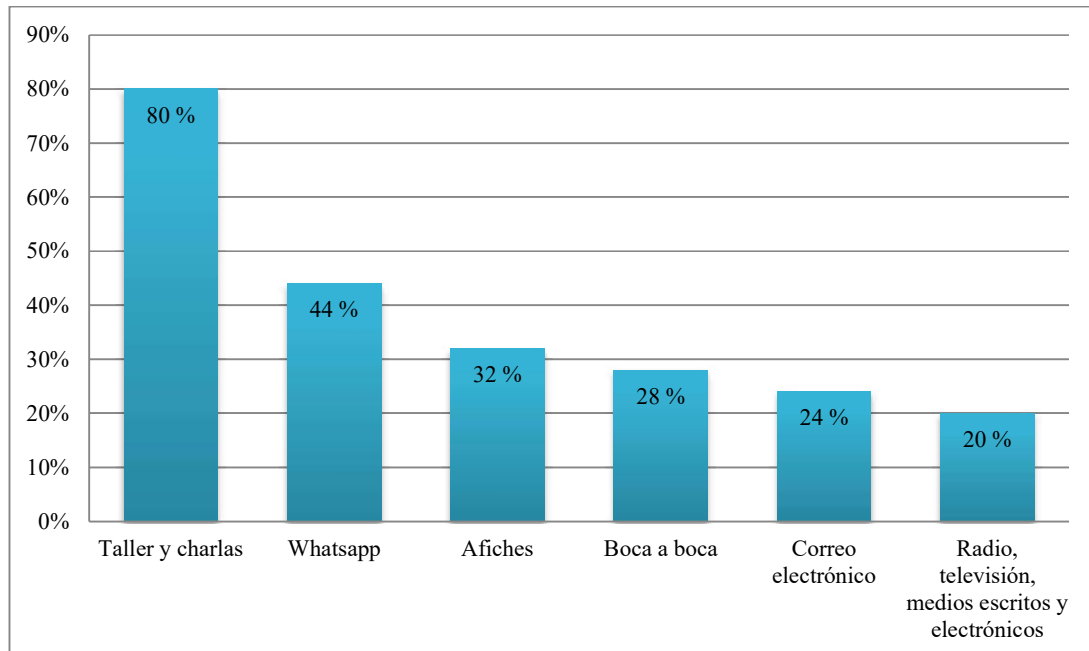
Figura 86. Clasificación de productores según el tamaño de la finca



Fuente: Elaboración propia, 2018

- Un 96 % de los participantes de la encuesta afirmó haber recibido información sobre el proyecto por algún medio; entre los medios más mencionados se encuentra *WhatsApp* y las capacitaciones presenciales.

Figura 87. Medios por los que ha recibido información sobre BPA

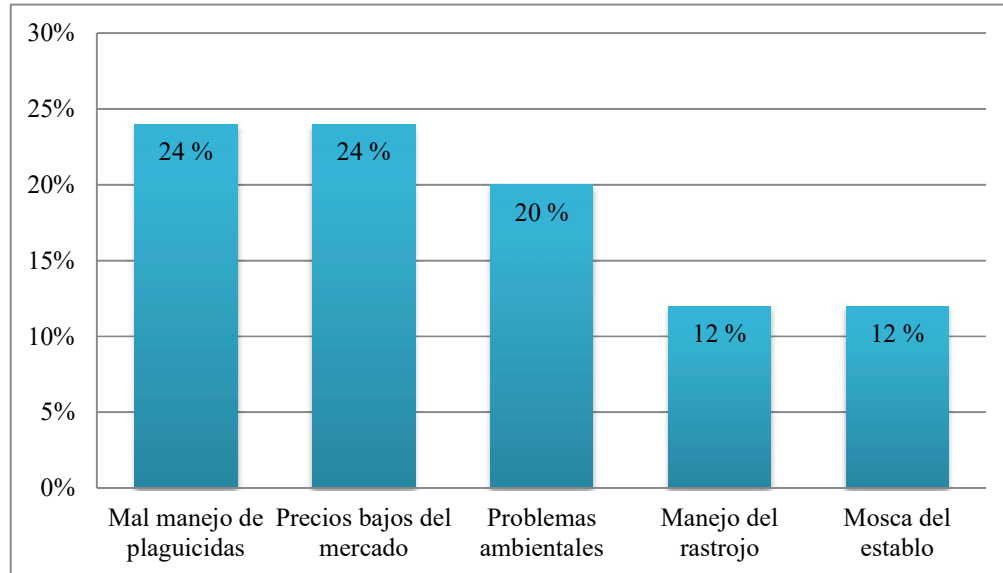


Fuente: Elaboración propia, 2018

- Como se observa en la **figura 87**, el 80 % de los productores afirma que recibió información sobre BPA a través de los talleres y charlas, un 44 % a través de WhatsApp, un 32 % mediante afiches, un 28 % a través de comunicación personal.

- En la **figura 88** se detallan las principales problemáticas en el cultivo de piña identificadas por los participantes de la encuesta. Como se puede observar, las mayores preocupaciones están en el bajo precio de la fruta y el mal manejo de los agroquímicos, ambos con un 24 %; en tercer lugar, se encuentran los problemas ambientales; finalmente, con igual porcentaje (12 %), se indican el manejo inadecuado del rastrojo y la mosca del establo.

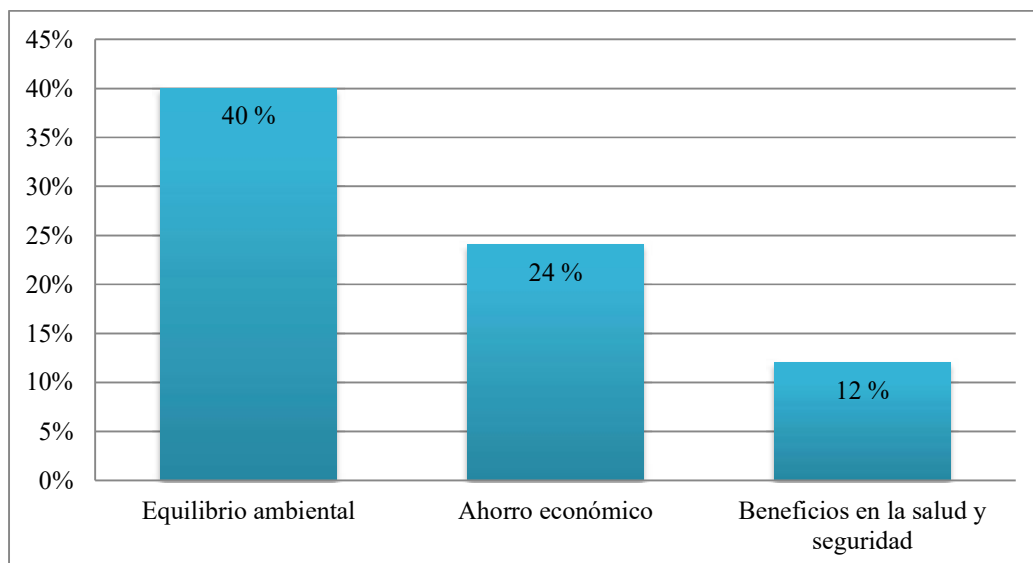
Figura 88. Principales problemáticas en el cultivo de piña según los productores



Fuente: Elaboración propia, 2018

- En contraposición de lo anterior, se preguntó sobre los principales beneficios de las buenas prácticas agrícolas. El equilibrio ambiental es considerado por un 40 % como el principal beneficio de las BPA, seguido del ahorro económico, mientras que un 12 % considera que tiene beneficios para la salud y la seguridad tanto de los trabajadores como de las comunidades en general (**figura 89**).

Figura 89. Beneficios de las BPA según los productores

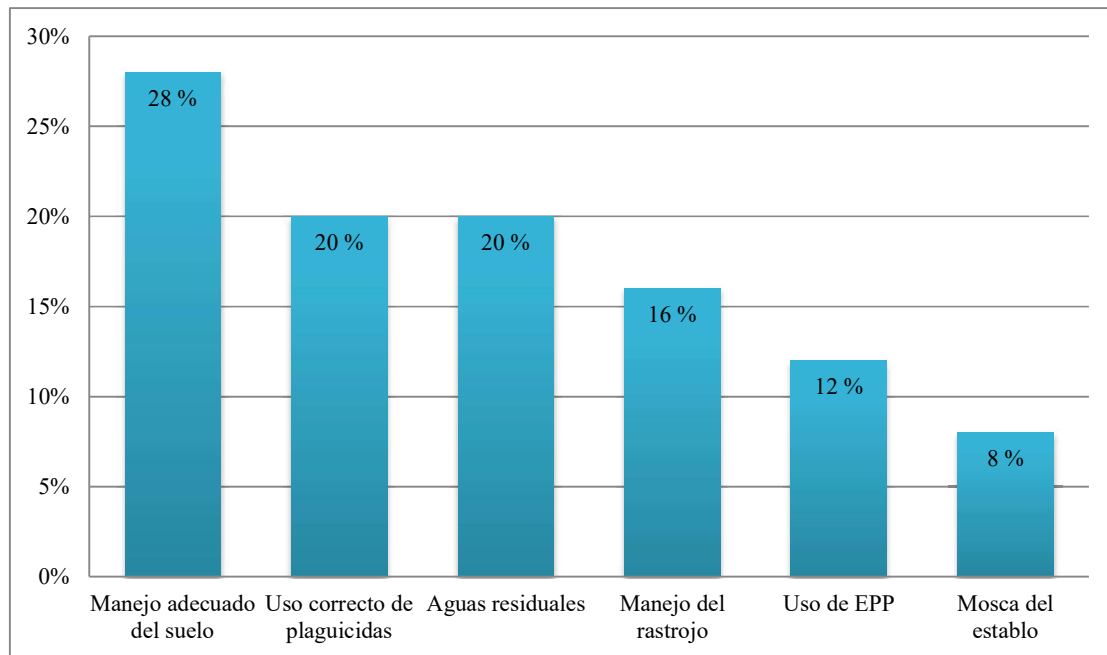


Fuente: Elaboración propia, 2018



- Por otro lado, se consultó a los productores sobre los principales temas que han aprendido en las capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas impartidas en el proyecto. Los temas más mencionados se presentan en la siguiente figura.

Figura 90. Mención de temas aprendidos sobre BPA en las capacitaciones

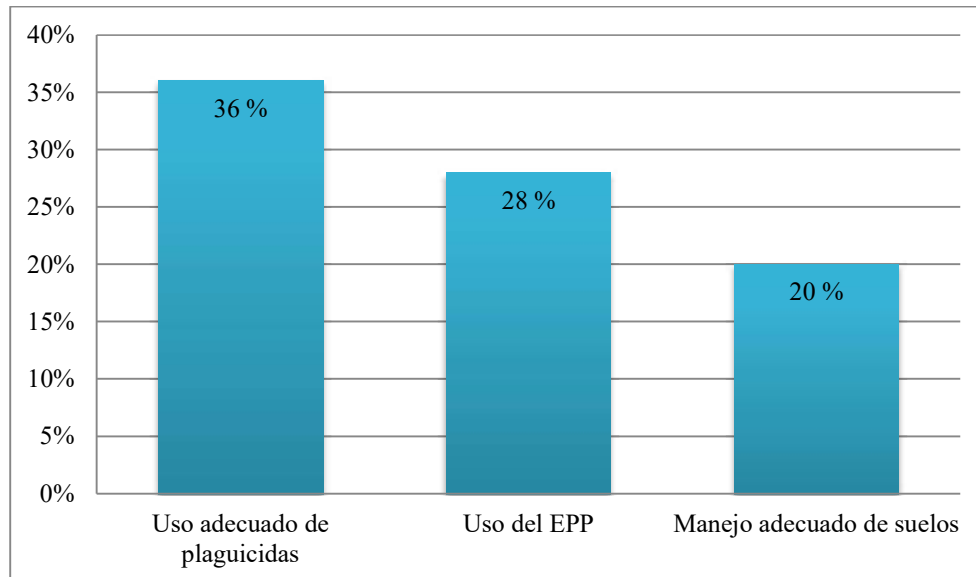


Fuente: Elaboración propia, 2018

- El tema más mencionado por los participantes de la encuesta es el manejo adecuado del suelo, pues un 28 % recuerda haber recibido capacitaciones relacionadas con este tema; un 20 % recuerda capacitaciones relacionadas con el uso correcto de plaguicidas así como el tema de aguas residuales; un 16 % menciona haber asistido a la capacitación relacionada con el manejo adecuado del rastrojo; un 12 % sobre el uso correcto del equipo de protección; y en menor medida se encuentran los que mencionan el tema relacionado con la mosca del establo.

- Sobre la pregunta de que si implementaba las BPA, un 88 % de los productores asegura que implementa BPA en la actualidad y solamente un 12 % respondió que no.

Figura 91. BPA más usadas por los productores



Fuente: Elaboración propia, 2018

- En la **figura 91** se puede observar que la mayoría aplica prácticas relacionadas con el uso adecuado de plaguicidas (36 %), esto coincide con la figura 90, donde un 20 % menciona haber recibido capacitaciones sobre este tema. El segundo grupo de buenas prácticas agrícolas más mencionada que se aplica, está relacionado con el uso correcto del equipo de protección personal (EPP), un 28 % asegura implementar BPA sobre este tema, lo que también coincide con un 12 % de los productores que mencionan haber recibido capacitaciones sobre EPP en los últimos tres años.

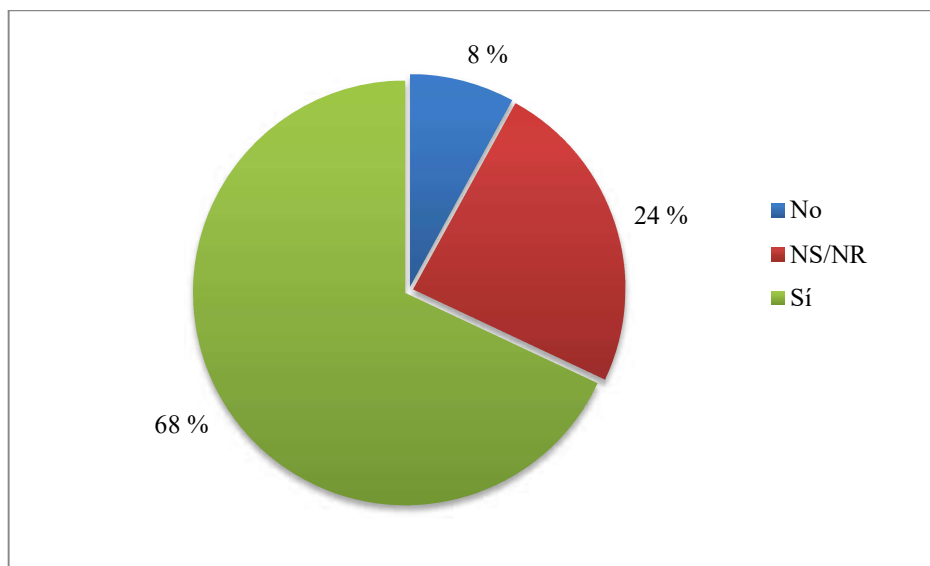
Finalmente, un tercer grupo, un 20 %, afirma que aplica BPA relacionadas con el manejo adecuado del suelo, como la aplicación de microorganismos y el manejo de la escorrentía y control de la erosión, lo cual se puede relacionar con que un 28 % de los participantes mencionó participar en capacitaciones relacionadas con el manejo adecuado del suelo.

- Los programas de capacitación de cada año se crearon a partir de los temas que los mismos productores identificaron como debilidades en buenas prácticas agrícolas, es por eso que, al conocer que en la actualidad los temas de las capacitaciones coinciden con las prácticas agrícolas más aplicadas, se puede determinar que existe una mejora y el proyecto ha tenido un efecto positivo para las comunidades donde se desarrolla.

- Asimismo, la estrategia de comunicación se planificó para promover las BPA en las cuatro principales problemáticas detectadas en el diagnóstico, a saber: sobredosisificación de plaguicidas, mal manejo del suelo, mal manejo del rastrojo e irrespeto a zonas de protección de acuíferos. Como se puede observar en la **figura 91**, de las tres prácticas agrícolas más implementadas, dos son parte de las que se promocionaron en la campaña de comunicación, lo cual también refleja una incidencia por parte de la estrategia de comunicación del proyecto en la mejora de las prácticas agrícolas en la zona.

- Para cerrar la encuesta y con el fin de conocer la percepción de los participantes sobre la utilidad del programa de capacitación y la campaña de comunicación, se consultó a los participantes su opinión sobre si consideran que su capacidad para producir piña implementando BPA ha aumentado en los últimos tres años (2016, 2017 y 2018); en la **figura 92** se detallan las respuestas de los participantes.

Figura 92. Aumento en la capacidad de producir piña implementando las BPA



Fuente: Elaboración propia, 2018

- Un 8 % considera que sus conocimientos para incrementar la producción de piña implementando las BPA no ha cambiado en los últimos tres años, debido a que ya tienen un alto conocimiento en el tema, sin embargo, indican que el programa de capacitación ha sido de utilidad para actualizar conocimientos y recordar algunos temas que han dejado de lado con el paso del tiempo. A pesar de esto, la mayoría (68 %) considera que en los últimos tres años han adquirido nuevos conocimientos y capacidades para implementar las BPA.

Estas encuestas fueron aplicadas a productores que han participado activamente en las actividades del proyecto a lo largo de los tres años en los que se desarrollaron las actividades del área de comunicación y capacitación del proyecto.

Estrategia de divulgación de resultados finales

Campaña para la divulgación de resultados del proyecto 802-B5-500

Racional

Esta campaña forma parte de la estrategia de comunicación “¡BPA + Piña = Vida!”. Se centra en los resultados del proyecto y busca comunicar a los públicos de interés que las acciones realizadas durante los cuatro años de ejecución tuvieron resultados positivos.

Ante un escenario complejo y debido a la reciente crisis de imagen, el proyecto cuenta con la atención de los medios de comunicación y el público en general, quienes están atentos a las acciones y comunicaciones que surjan de las instancias relacionadas. Esta situación es una oportunidad para utilizarla como plataforma de rendición de cuentas.

Para trabajar en la reputación del proyecto y finalizar con una imagen positiva ante el público, es importante comunicar los resultados del proyecto, resaltando una mejora desde la situación inicial. Como una muestra de agradecimiento y respeto a las organizaciones colaboradoras del proyecto, es un gesto significativo comunicar el uso que se dio a la información y los beneficios que se obtuvieron de esta. Para aclarar cualquier duda sobre los objetivos y acciones del proyecto en el pasado, es de gran interés divulgar los beneficios que este trajo a todos los entes relacionados, principalmente en el área de buenas prácticas agrícolas.

Objetivo general de la estrategia

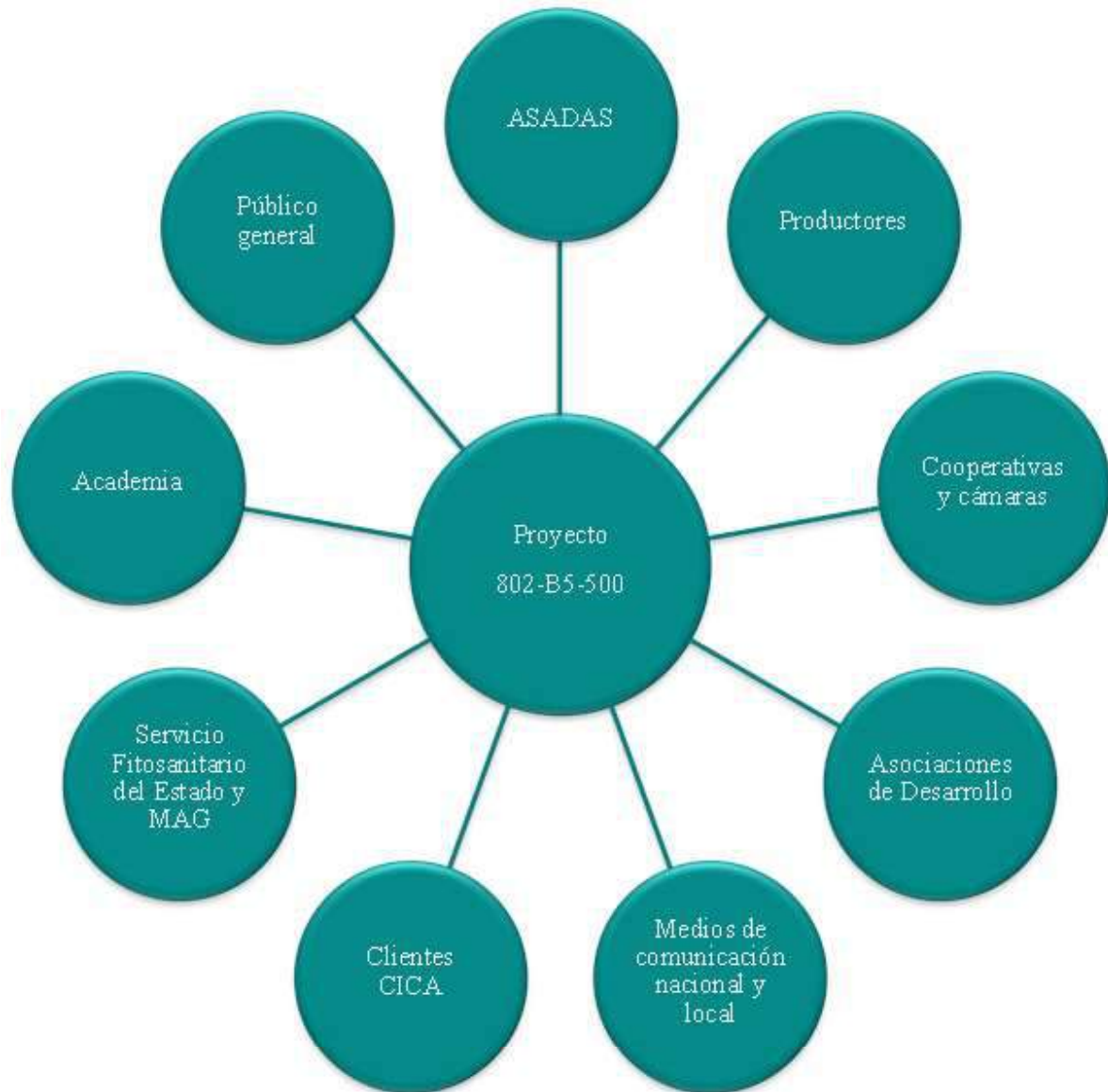
- Divulgar los resultados del proyecto de investigación 802-B5-500, con las partes interesadas.

Objetivos específicos:

- Realizar actividades de rendición de cuentas con los actores relacionados con el proyecto de investigación, especialmente en las comunidades donde este se desarrolló.
- Generar acciones de divulgación que permitan que la información producida por el proyecto esté disponible para todos los públicos en cualquier momento de consulta.



Públicos de interés



Fuente: Elaboración propia, 2018



Actividades de comunicación

- **Presentación de resultados en comunidades**

Se realizarán reuniones con las asociaciones de desarrollo y las ASADAS de las comunidades donde se ejecutó el proyecto (Pital, Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto). Se presentarán los principales resultados del proyecto, enfocados en la cantidad de capacitaciones, productores participantes y actividades de promoción.

Además, se tomará un espacio pequeño de la reunión para informar de los resultados de análisis de calidad de agua y frutas y se capacitará a los participantes para que puedan comprender la información brindada.

Público: ASADAS, Asociaciones de desarrollo.

- **Creación de mensajes clave**

Se creará un documento de mensajes que destaquen los principales logros del proyecto; como insumo se pueden utilizar los indicadores del informe final de investigación y la evaluación aplicada a productores. Este documento servirá de base para la creación de las diferentes actividades y materiales de la campaña.

Público: Público general.

- **Boletín**

Tomando como insumo el documento de mensajes clave, se diseñará un boletín de correo electrónico para envío a productores, donde se detallen los principales logros del proyecto. El boletín se enviará a través de la plataforma *MailChimp*, como cierre a la campaña “Boletín Al Día con la Piña”. Este será el quinto y último boletín de la campaña.

Público: Grandes y medianos productores

- **Imagen para *WhatsApp***

Para finalizar la campaña de videos e imágenes sobre buenas prácticas agrícolas por *WhatsApp*, se crearán dos imágenes con los principales logros del proyecto. Esta será enviada a pequeños y medianos productores por ese medio.

Público: Pequeños y medianos productores

- **Comunicado de prensa**

Con el objetivo de informar a la comunidad de la zona y además al público nacional, sobre los resultados del proyecto y tomando como insumo el documento de mensajes clave, se redactará un comunicado de prensa sobre los beneficios

generales que se lograron con este proyecto. Este comunicado de prensa será enviado vía correo electrónico a medios nacionales y regionales.

Público: Medios nacionales y regionales.

- **Secuencia de imágenes para sitio web**

Como un elemento de rendición de cuentas permanente, en caso de que cualquier persona de la comunidad nacional quiera consultar, y con el objetivo de evitar futuras críticas sobre los resultados del proyecto, se propone la realización de una secuencia de imágenes para colocar en el sitio web del CICA, que contenga los principales logros y resultados del proyecto.

Público: Público general.

- **Gifs¹ informativos**

Para fortalecer los mensajes presentados en la infografía y la secuencia de imágenes, se reforzará con cuatro *gifs* informativos que contengan los mensajes clave de logros del proyecto. Estos *gifs* serán publicados en redes sociales del Servicio Fitosanitario del Estado, la Universidad de Costa Rica y la Vicerrectoría de Investigación.

Público: Productores de piña, comunidad nacional y universitaria, clientes CICA.

- **Agradecimiento**

Para finalizar la campaña y el proyecto en general, se realizará una carta de agradecimiento y aviso de conclusión del proyecto a todas las personas y organizaciones involucradas en el proyecto. Esto permite darle un cierre oficial al proyecto y agradecer el apoyo, dejando las puertas abiertas para futuras investigaciones.

Público: Coopepiña, CANAPEP, SFE.

- **Entrevistas en medios de comunicación universitarios**

Se propone la participación en programas de divulgación de la ciencia dentro de la Universidad de Costa Rica. Se proponen dos entrevistas en total, en los programas: “En La Academia” de Radio Universidad de Costa Rica y “ConCiencia” de Canal UCR. Estas entrevistas estarán enfocadas al área de investigación científica, en búsqueda de comunicar los hallazgos a la comunidad académica y universitaria.

¹ Secuencia de imágenes



Público: Profesores y académicos universitarios.

Tabla 17. Cronograma de actividades

Actividad	Noviembre 2018				Diciembre 2018		Enero 2019	
	05 al 09	12 al 16	19 al 23	26 al 30	03 al 07	12 al 16	14 al 18	21 al 25
Creación de mensajes	■	■						
Actividad con Asociaciones		■	■					
Imagen para WP					■	■		
Boletín					■	■		
Imágenes para web						■	■	
Comunicado de prensa								■
<i>Gifs</i>							■	■
Agradecimiento					■	■		
Entrevistas Canal UCR y En la Academia							■	■


Fuente: Elaboración propia, 2018



Anexos

Anexo 1. Listas de asistencia a talleres, Escuela Oscar Rulamán Salas

Ministerio de Educación Pública
Dirección Regional de Educación San Carlos
Circuito Escolar 05
Centro Educativo Óscar Rulamán Salas Rodríguez
Código 1672
esc.oscarrulamansalas@mep.go.cr



Lista Estudiantes Segundo A 2018

Nombre Completo	Cédula	Fecha Nacimiento	Edad cumplida 15 febrero
Álvarez Rivas Anthony Josué	209310466	10-05-2010	7 años,9 meses
Baldivia Mora Marisol	209330584	15-07-2010	7 años,7 meses
Calero Soza Edwin Ariel	209110082	13-11-2008	10 años,3 meses
Carranza Salazar Kaleb	209180300	25-05-2009	8 años, 7 meses
Gudiel Mejía Alexa Gloriana	209330404	01-07-2010	7 años,7 meses
Hurtado Gutiérrez Joshua Eli	209180194	12-05-2009	8 años, 7 meses
Jarquín Díaz Johel	-	10-11-2009	8 años, 2 meses
López Espinoza Fiorela Dayana	209150664	14-03-2009	8 años,11 meses
López Díaz Cristelyn Teresa	209340641	15-07-2010	7 años,6 meses
Méndez Flores Keren Sofia	402890283	22-09-2010	7 años,4 meses
Obregón López Yorlin Tamara	209330095	16-06-2010	7 años, 8 meses
Ortega Jirón Westlie Esneider	209320476	31-05-2010	7 años,7 meses
Pérez Sánchez Rutbelia Junieth	-	01-02-2010	7 años,11 meses
Salazar Vargas Melany	209300836	16-04-2010	7 años,8 meses
Sánchez Treminio Stiven	209350742	05-09-2010	7 años,5 meses
Sequeira Alvarado Yandra Sofia	209340155	28-07-2010	7 años,6 meses
Tellez Marín José Ernesto	-	04-03-2009	8 años 11 meses
Useda González Angie Priscilla	209280243	31-01-2010	8 años
Vilchez Oporta Basny Leonel	-	17-09-2010	7 años,4 meses
Vivas Aragón Mileydi Jossary	-	30-12-2009	8 años,1 mes



Ministerio de Educación Pública
Dirección Regional de Educación San Carlos
Círculo Escolar 05
Centro Educativo Óscar Rulamán Salas Rodríguez
Código 1672
esc.oscarrulamansalas@mep.go.cr



Lista Estudiantes Segundo B 2018

Nombre Completo	Cédula	Fecha Nacimiento	Edad cumplida 15 febrero
Acosta Mina Brayan	209350264	23-08-2010	7 años,5 meses
Alvarado Granados Amy	209310885	16-05-2010	7 años,7 meses
Artavia Garcia Britany María	209320804	13-06-2010	7 años,8 meses
Castillo Molina Fransua	209290820	26-03-2010	7 años, 10 meses
Cisnero Pérez Pedro Joaquín	209320365	26-05-2010	7 años,8 meses
Díaz Sandigo Nael Uriel	-	21-04-2009	8 años-10 meses
García Leiva Aleana Pamela	402880255	06-07-2010	7 años,7 mees
Hernández Rivera Fabián Antonio	209210118	20-07-2009	8 años, 7 meses
Jiménez Castellón Edwing José	-	14-11-2009	8 años, 2 meses
López Vargas Deyner Alonzo	209220092	20-08-2009	8,años,5 meses
Mancevo Avellán Ashly Osiris	-	23-04-2008	9 años, 9 meses
Medina Rodríguez Yunieth de los Ángeles	209430150	07-04-2009	8 años,10 meses
Miranda Galeano Keiner Josué	209300717	18-04-2010	7 años,8 meses
Molina Quesada Yanaris Daniela	209260329	08-12-2009	8 años, 1 mes
Rocha Sandoval Jocxin José	209210283	05-08-2009	8 años,6 meses
Rocha Sandoval Jodbyn	209350740	05-06-2010	7 años.6 meses
Salazar Sequeira Jennifer	209380557	15-11-2010	7 años,3 meses
Tellez Sovalbarro Jorlenis Casimira	-	11-09-2010	7 años,4 meses
Vásquez Romano Alicia Cristina	209370903	22-10-2010	7 años, 4 meses
Porras Tinoco Justin Emmanuel	209230845	09-10-2009	8 años ,4 mese



Anexo 2. Listas de asistencia a talleres, Escuela La Gloria

Escuela La Gloria

Prof. Diana Villalobos Ruiz

Tercer grado

Nº	Apellido1	Apellido2	Nombre (s)
1	Aguilar	Sandoval	María Belén
2	Boza	Paniagua	Keilyn Nahomy
3	González	Morales	Kendall Josué
4	Láinez	Bermúdez	Emanuel Arón
5	Morales	Aguilar	Yerald Andrés
6	Moya	Espinoza	Allison Yulieth
7	Porras	Ramírez	Abigail Analive
8	Quiroz	Duarte	Isaura María
9	Rivera	Anchía	Maikol Andrés
10	Salas	García	Anthony Gerardo
11	Reyes	Sovalbarro	Gladys Tatiana
12	Soto	Cheves	Sebastián
13	Varela	González	Cristel Camila
14	Varela	Sánchez	Jefferson Gustavo
15	Vargas	Hernández	Neilyn Fabiana
16	Zúñiga	Moreno	Michael
17	Lopez	Villegas	Steven Eduardo
18	Lopez	Villegas	Yenny Estefanía



Lista Cuarto grado

Escuela La Gloria, Aguas Zarcas

Docente : María Alejandra Chacón Acuña.

	Apellido1	Apellido2	Nombre (s)	Teléfono	Firma recibido
1	Muñoz	Azofeifa	Bryan		
2	Briceño	Vargas	Dariel Andrey		
3	Espinoza	Láinez	Jonathan		
4	Hernández	Cubillo	Fabián David		
5	Pérez	Pérez	Jeslyn		
6	González	Miranda	Johania Dania		
7	Morales	Zamora	Kristel Dayana		
8	Salas	Salazar	Mario Andrés		
9	Benavides	Durán	Natalie Dayana		
10	Moya	Espinoza	Randy José		
11	Villalobos	Chevez	Rodolfo Fabián		
12	Benavides	Espinoza	Jecsson Jose		
13	Benavidez	Espinoza	Yendry Elizabeth		
14	Jirón	Arguello	Ashely Rachel		



Anexo 3. Cuestionario de evaluación

Encuesta de evaluación para productores y productoras

Cuestionario N°__

Parte 1: Datos personales. Marque con una “X” la opción que corresponde.

1.1. Sexo: Masculino _____ Femenino _____ Otro _____

1.2. Lugar donde vive: _____

1.3. Cantidad de hectáreas sembradas de piña:

Entre 0 y 30 Ha _____ Entre 31 y 100 Ha _____ Más de 100 Ha _____

1.4. Nombre de la finca o empresa: _____

Parte 2: Recepción de información sobre BPA. Marque con una “X” la opción que corresponde:

2.1. ¿Ha recibido información sobre buenas prácticas agrícolas (BPA) en los últimos 3 años, proveniente del MAG-SFE y UCR-CICA?

- Sí
 No
 NS/NR

2.2. ¿A través de qué medios ha recibido esa información? (Puede seleccionar varias opciones)

- Afiches
 WhatsApp
 Correo electrónico
 Boca a boca
 Radio, televisión, medios escritos y electrónicos.
 Talleres y charlas
 Otro, especifique: _____

Parte 3: Conocimiento sobre las Buenas Prácticas Agrícolas

3.1. ¿Cuáles considera que son las principales problemáticas relacionadas con la producción de piña?

3.2. ¿Cuáles considera que son los beneficios de la aplicación de las BPA en el cultivo de la piña?



3.3. ¿Participó en las capacitaciones organizadas por el MAG-SFE y la UCR-CICA?

Sí _____ No _____ (**Pase a la pregunta 3.6.**) NS/NR _____

3.5. Mencione algunos de los temas que aprendió sobre buenas prácticas agrícolas, con el programa de capacitaciones del MAG-SFE y UCR-CICA

3.4. ¿Aplica usted las BPA en su producción de piña u otros cultivos?

Sí _____ No _____ (**Fin de la encuesta**) NS/NR _____ (**Fin de la encuesta**)

3.4.1. Dé algunos ejemplos de cómo aplica las BPA:

3.5. En el último año, ¿considera que su capacidad para producir piña ha incrementado al implementar las BPA?:

Sí _____ No _____ NS/NR _____

Muchas gracias por sus respuestas



Anexo 4. Fotografías de reuniones internas y con contrapartes



Reunión interna 2015



Reunión con contrapartes 2016 (SFE oficinas centrales)



Reunión interna 2017



Reunión con contrapartes 2017 (SFE Región Huetar Norte)



Reunión con contrapartes 2018 (Consejo Universitario, UCR)



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Universidad de Costa Rica

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental

Capítulo 3.

Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua, y de
residuos de plaguicidas en frutas

Mapas de vulnerabilidad para bromacil y ametrina

Proyecto:

Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de
agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de
buenas prácticas agrícolas (BPA)



2018



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	12
Monitoreo de cuerpos de agua	14
Monitoreo de parámetros físico-químicos y residuos de metales en muestras de agua	31
Aguas superficiales.....	31
Aguas subterráneas.....	35
Monitoreo de la calidad microbiológica de los cuerpos de agua superficiales.....	41
Resultados en la época seca.....	42
Resultados en la época de transición.....	43
Resultados en la época lluviosa.....	44
Monitoreo de contaminantes emergentes en muestras de agua superficiales.....	46
Monitoreo de residuos de plaguicidas	48
Aguas superficiales y sedimento	48
Aguas subterráneas.....	63
Monitoreo residuos de plaguicidas en fruta.....	66
Mapas de vulnerabilidad	68
Definición de riesgo y vulnerabilidad	68
Metodología para la elaboración de mapas	69
Referencias.....	111
Anexos.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área cultivada (ha) y producción (ton) del cultivo de piña en Costa Rica	12
Figura 2. Sitio 24 Río Guayabo, Marsella.....	15
Figura 3. Sitio 25: Río Guayabo.....	16
Figura 4. Sitio 11: Río Tres Amigos, la Gloria	16
Figura 5. Sitio 9: Quebrada los Chiles los Llanos	16
Figura 6. Sitio 12: Quebrada los Chiles.....	17
Figura 7. Sitio 13: Puente caño Negro Vasconia.....	17



Figura 8. Sitio 23 Quebrada Pital, en el Encanto.....	17
Figura 9. Sitio 21: Quebrada Pital, en el pueblo Quebrada Grande	18
Figura 10. Sitio 14: Quebrada Huevo en Pital.....	18
Figura 11. Sitio 22: Quebrada el Huevo, en el pueblo la Legua.....	18
Figura 12. Sitio 17: Quebrada Gavilán antes del río Sahíno	19
Figura 13. Sitio 18: Río Sahíno antes de llegar al pueblo	19
Figura 14. Sitio 19: Río Sahíno	19
Figura 15. Sitio 16 Quebrada Sahíno en el puente de Veracruz.....	20
Figura 16. Sitio 20: Quebrada la Diabla.....	20
Figura 17. Sitio 8: Río Cuarto, puente roto	20
Figura 18. Sitio 5: río Cuarto, rodeado de piña	21
Figura 19. Sitio 7: Río Cuarto, finca Pangola.....	21
Figura 20. Sitio 3: quebrada El Suspiro.....	21
Figura 21. Sitio 6: Caño Negro - río Toro	22
Figura 22. Sitio 1: quebrada Grande, camino a La Tabla.....	22
Figura 23. Sitio 28: Quebrada Sonora	22
Figura 24. Naciente de Veracruz.....	23
Figura 25. Naciente La Flor.....	23
Figura 26. Naciente la Victoria	23
Figura 27. Naciente Nicrodal	24
Figura 28. Naciente La Flor	24
Figura 29. Naciente Pata de gallo (sitio de control)	24
Figura 30. Pozo 1.....	25
Figura 31. Pozo asada el Palmar.....	25
Figura 32. Pozo Los Ángeles.....	25
Figura 33. Pozo asada CoepeIsabel.....	26
Figura 34. Ubicación de los sitios de muestreo de los cuerpos de agua superficial	27
Figura 35. Ubicación de los sitios de muestreo de los cuerpos de agua superficial	28
Figura 36. Diagrama de Piper conteniendo las nacientes y pozos muestreados en el primer muestreo del año 2015.	36
Figura 37. Diagrama de Piper conteniendo las nacientes y pozos muestreados en el segundo muestreo del año 2015	37



Figura 38. Potencial de hidrógeno (pH) medidos en las muestras de agua recolectadas en las campañas de muestreo del año 2015-2017	38
Figura 39. Concentraciones de nitratos medidos en las muestras de agua recolectadas en las campañas de muestreo del año 2015-2017	39
Figura 40. Dureza total del agua medidas en las campañas de muestreo del año 2015-2017	40
Figura 41. Clasificación de los coliformes	41
Figura 42. Clasificación del agua según los resultados de <i>E. coli</i> en muestras de agua recolectadas en la época seca en los sitios tributarios del río Tres Amigos.....	42
Figura 43. Clasificación del agua según los resultados de <i>E. coli</i> en muestras de agua recolectadas en la época seca en los sitios tributarios del río Toro.....	43
Figura 44. Clasificación del agua según los resultados de <i>E. coli</i> en muestras de agua recolectadas en la época de transición en los sitios tributarios del río Tres Amigos	43
Figura 45. Clasificación del agua según los resultados de <i>E. coli</i> en muestras de agua recolectadas en la época de transición en los sitios tributarios del río Toro	44
Figura 46. Clasificación del agua según los resultados de <i>E. coli</i> en muestras de agua recolectadas en la época lluviosa en los sitios tributarios del río Tres Amigos	44
Figura 47. Clasificación del agua según los resultados de <i>E. coli</i> en muestras de agua recolectadas en la época lluviosa en los sitios tributarios del río Toro	45
Figura 48. Cantidad de detecciones del plaguicida bromacil, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto.....	53
Figura 49. Relación de la concentración media de bromacil detectada cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo.....	54
Figura 50. Cantidad de detecciones del plaguicida ametrina, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto.....	55
Figura 51. Relación de la concentración media de ametrina detectada cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo.....	56
Figura 52. Cantidad de detecciones del plaguicida diurón, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto.....	57
Figura 53. Relación de la concentración media de diurón detectada cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo.....	58
Figura 54. Cantidad de detecciones del plaguicida hexazinona, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto	59



Figura 55. Relación de la concentración media de hexazinona detectada cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo.....	60
Figura 56. Conceptos empleados en el análisis de riesgo.....	68
Figura 57. Mapa de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	71
Figura 58. Mapa de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	72
Figura 59. Mapa de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	73
Figura 60. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos e en los muestreos del 2015 (sitios 25 y 24).....	74
Figura 61. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	75
Figura 62. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	76
Figura 63. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	77
Figura 64. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	78
Figura 65. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 25 y 24).....	79
Figura 66. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	80
Figura 67. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	81
Figura 68. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	82
Figura 69. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	83
Figura 70. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 25 y 24).....	84
Figura 71. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	85



Figura 72. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	86
Figura 73. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	87
Figura 74. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	88
Figura 75. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 25 y 24).....	89
Figura 76. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	90
Figura 77. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	91
Figura 78. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	92
Figura 79. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	93
Figura 80. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 25 y 24).....	94
Figura 81. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	95
Figura 82. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	96
Figura 83. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	97
Figura 84. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	98
Figura 85. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 25 y 24).....	99
Figura 86. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	100
Figura 87. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	101



Figura 88. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	102
Figura 89. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	103
Figura 90. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 25 y 24).....	104
Figura 91. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	105
Figura 92. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 13, 12, 9 y 11).....	106
Figura 93. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16).....	107
Figura 94. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 21, 23, 22 y 14).....	108
Figura 95. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 25 y 24).....	109
Figura 96. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28).....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis realizados en las muestras de agua recolectadas en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.....	13
Tabla 2. Localización de los sitios de muestreo de cuerpos de agua superficial según el distrito del área de estudio.	14
Tabla 3. Localización de los sitios de muestreo de cuerpos de agua subterránea	15
Tabla 4. Fechas de las giras de muestreo para la recolección de muestras de agua, sedimento.....	29
Tabla 5. Fechas de las giras de muestreo para la recolección de muestras de fruta	30
Tabla 6. Moléculas analizadas en las muestras de agua recolectadas el primer y segundo muestreo del 2016	46
Tabla 7. Moléculas analizadas en las muestras de agua recolectadas en el tercer muestreo del 2016 y los tres muestreos del 2017 y en los muestreos del 2018.....	46
Tabla 8. Plaguicidas detectados en muestras de sedimento, según el cultivo para el que están registrados	62
Tabla 9. Plaguicidas detectados en muestras de agua superficial, según el cultivo para el que están registrados	62



Tabla 10. Plaguicidas detectados en muestras de agua subterránea, según el cultivo para el que están registrados..	64
Tabla 11. Plaguicidas detectados en muestras de fruta, según el cultivo para el que están registrados	67
Tabla 12. Procedimiento de las etapas para llevar a cabo la caracterización de la vulnerabilidad.....	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de referencia para aguas de consumo humano, según el Reglamento de Calidad de Agua Potable	35
Cuadro 2. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las tres épocas de muestreo del año 2015	48
Cuadro 3. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las tres épocas de muestreo del año 2016	49
Cuadro 4. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las tres épocas de muestreo del año 2017	50
Cuadro 5. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las dos épocas de muestreo del año 2018	52
Cuadro 6. Resumen de los casos de plaguicidas con cantidad de detecciones de más de la mitad de los puntos de muestreo, en alguna época en particular.....	61
Cuadro 7. Resultados obtenidos en el análisis de residuos de plaguicidas en muestras de agua subterránea.	63
Cuadro 8. Residuos de plaguicidas detectados en muestras de fruta con su respectivo LMR	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras recolectadas de los tributarios del río Tres Amigos.....	112
Anexo 2. Resultados de los parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras recolectadas de los tributarios del río Tres Amigos.....	128
Anexo 3. Resultados de los parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras recolectadas de los tributarios del río Toro	143
Anexo 4. Parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras de agua subterránea	160
Anexo 5. Clasificación de los cuerpos de agua según el uso potencial y tratamiento que requiera	168
Anexo 6. Resultados de los análisis microbiológicos (concentración de <i>E. coli</i>) de las muestras de agua recolectadas en los cuerpos de agua superficial.....	169



Anexo 7. Concentración de contaminantes emergentes detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos.....	170
Anexo 8. Concentración de contaminantes emergentes detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos.....	171
Anexo 9. Concentración de contaminantes emergentes detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Toro.....	172
Anexo 10. Concentración de plaguicidas detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos.....	173
Anexo 11. Concentración de plaguicidas detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos.....	180
Anexo 12. Concentración de plaguicidas detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Toro.....	186
Anexo 13. Residuos de plaguicidas en muestras de sedimento tomadas en las orillas de los cuerpos de agua tributarios del río Tres Amigos durante los cuatro monitoreos realizados en el proyecto.....	193
Anexo 14. Residuos de plaguicidas en muestras de sedimento tomadas en las orillas de los cuerpos de agua tributarios del río Toro durante los cuatro monitoreos realizados en el proyecto.....	194
Anexo 15. Características físico-químicas y toxicológicas de los plaguicidas detectados en el monitoreo de aguas y sedimentos.....	196

Siglas y acrónimos utilizados

ASADA	Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes
CICA	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental
CANAPEP	Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IGN	Instituto Geográfico Nacional
LMR	Límite máximo de residuos
PNUD	Programa Naciones Unidas para el Desarrollo
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial

Unidades utilizadas

Símbolo	Unidad	Utilizado para:
ha	Hectáreas	Área
ton	Toneladas	Producción
mg/L	Miligramo por litro	Concentración de los parámetros físico-químicos del agua
CU	Unidades de color	Determinación de color
µS/cm	Microsiemens por centímetro	Determinación de conductividad
°C	Grados celcius	Determinación de temperatura
UNT	Unidad nefelométrica de turbidez	Determinación de turbiedad
µg/L	Microgramo por litro	Concentración de residuos de plaguicidas en muestras de agua y concentración de nitritos
µg/kg	Microgramo por kilogramo	Concentración de residuos de plaguicidas en muestras de sedimentos
NC	No cuantificable	Residuos de plaguicidas
ND	No detectable	Residuos de plaguicidas
NMP/100mL	Número más probable	Concentración de <i>E. coli</i>

Metodologías utilizadas en los análisis de residuos de plaguicidas

Método de análisis de residuos (MAR)	Significado
MAR-1	Determinación de multiresiduos de plaguicidas en muestras de agua, por cromatografía de gases utilizando extracción líquido-líquido
MAR-12	Determinación de residuos de paraquat en muestras de agua, por cromatografía de líquidos utilizando extracción en fase sólida
MAR-27	Determinación de multiresiduos de plaguicidas en muestras de agua, por cromatografía de líquidos utilizando extracción líquido-líquido



MAR-15	Determinación de multiresiduos de carbamatos en muestras de suelos y sedimentos, por cromatografía de líquidos utilizando extracción sólido-líquido
MAR-5	Determinación de multiresiduos de plaguicidas en muestras de origen vegetal, por cromatografía de gases y cromatografía de líquidos utilizando extracción con acetona y líquido-líquido
MAR-14	Análisis de etilenbisditiocarbamatos en muestras de origen vegetal, por espectrofotometría ultravioleta-visible utilizando digestión ácida
MAR-26	Determinación de multiresiduos de plaguicidas en muestras de origen vegetal, granos, cereales, por cromatografía de líquidos utilizando extracción sólido-líquido

Metodologías utilizadas en los análisis de calidad de aguas

Métodos de análisis de calidad de agua (MAQA)	Análisis
MAQA-38	Amonio*
MAQA-09	Arsénico / ICP-Ms
MAQA-43	Cadmio / ICP-Ms
MAQA-09	Calcio*
MAQA-20	Cloruros*
MAQA-43	Cobre / ICP-Ms
MAQA-29	Conductividad*
MAQA-43	Cromo / ICP-Ms
MAQA-10	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO _{5,20})*
MAQA-13	Dureza Total*
MAQA-20	Fluoruros*
MAQA-01	Fósforo Total*
MAQA-43	Hierro / ICP-Ms
MAQA-13	Magnesio*
MAQA-43	Manganeso / ICP-Ms
MAQA-43	Mercurio / ICP-Ms
MAQA-43	Níquel / ICP-Ms



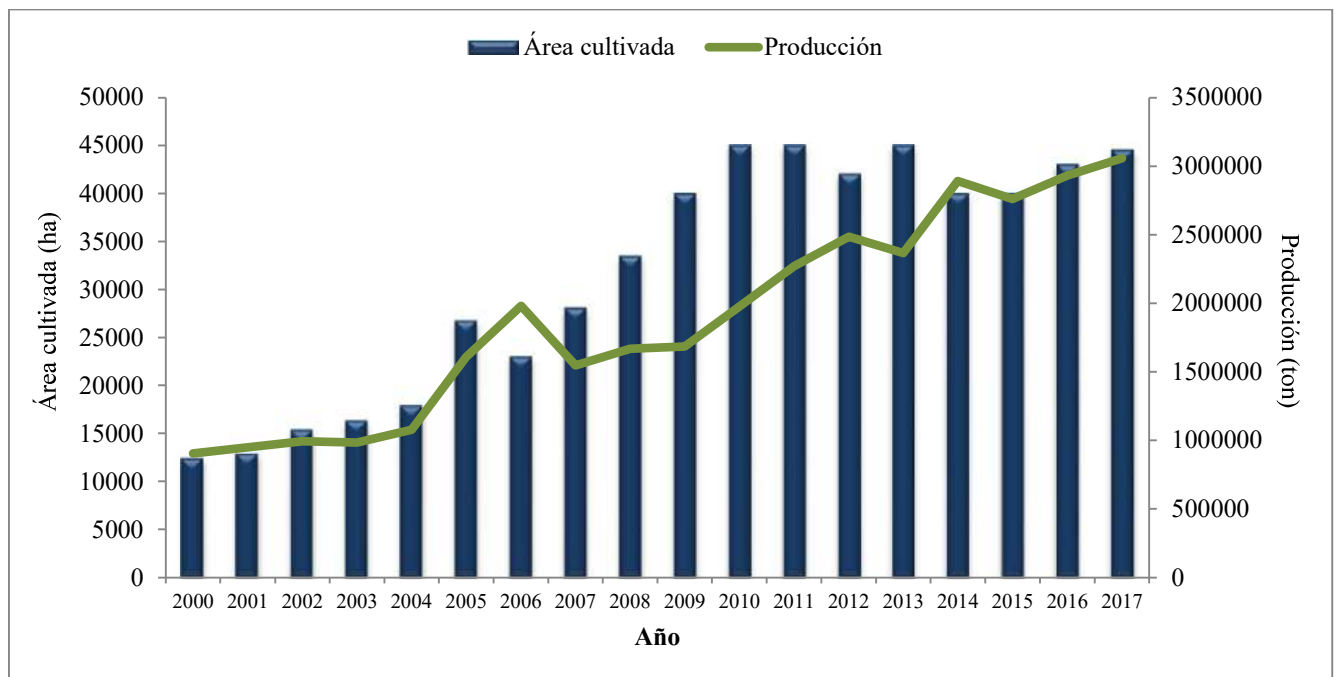
MAQA-20	Nitratos*
MAQA-03	Nitritos*
UM-02	Oxígeno Disuelto*
UM-01	pH**
MAQA-43	Plomo / ICP-Ms
MAQA-31	Potasio*
MAQA-43	Selenio / ICP-Ms
MAQA-31	Sodio*
MAQA-17	Sólidos Suspendidos Totales (SST)*
MAQA-20	Sulfatos*
MAQA-26	Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)*
UM-03	Temperatura*
MAQA-28	Turbiedad*
MAQA-43	Zinc / ICP-Ms

(*): Análisis acreditado Norma INTE-ISO/IEC 17025

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en Costa Rica el área destinada para la producción de piña ha aumentado considerablemente (**figura 1**), con un rendimiento de aproximadamente 68 toneladas por hectárea (ton/ha). En la Zona Norte es donde se concentra la mayor producción de este cultivo, según datos de la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP), pues esta zona representa el 56 % de la producción nacional (CANAPEP, 2017).

Figura 1. Área cultivada (ha) y producción (ton) del cultivo de piña en Costa Rica
Periodo 2000 al 2017



Fuente: Elaboración propia con datos de SEPSA, 2018

El área de estudio del proyecto abarca una serie de puntos de muestreo, distribuidos en los distritos de Pital, Aguas Zarcas y Venecia de San Carlos, el distrito de la Virgen de Sarapiquí, así como el cantón de Río Cuarto.

Durante los cuatro años de ejecución del proyecto se recolectaron muestras de diferentes cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneas, con el fin de monitorear la calidad del agua a nivel fisicoquímico, microbiológico, concentración de residuos de metales, residuos de plaguicidas y contaminantes emergentes (ver **tabla 1**). Estas muestras de agua fueron recolectadas en tres épocas del año: época seca (febrero-marzo), época de transición (junio-julio) y época lluviosa (setiembre-octubre), con excepción del año 2015, pues las muestras de aguas subterráneas se tomaron en dos épocas (transición y lluviosa). El último muestreo de aguas subterráneas se realizó en el 2017 (época seca), y el último muestreo realizado en los cuerpos de aguas superficiales se efectuó en el 2018 (época de transición).



Tabla 1. Análisis realizados en las muestras de agua recolectadas en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos

Análisis	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Físico-químicos	x	x
Residuos de plaguicidas	x	x
Residuos de metales	x	x
Microbiológicos	x	-
Contaminantes emergentes	x	-

Fuente: Elaboración propia, 2018

De igual forma, se recolectaron muestras de sedimentos en los seis sitios seleccionados de los cuerpos de aguas superficiales, con el objetivo de determinar la presencia de residuos de plaguicidas. Sumado a esto, se realizaron muestreos de fruta en diferentes fincas de pequeños y medianos productores para determinar la presencia o no de residuos de plaguicidas en fruta lista para la cosecha.

Posteriormente, con los resultados obtenidos en el monitoreo de los cuerpos de agua superficiales, se crearon mapas de vulnerabilidad para los herbicidas bromacil y ametrina, debido a que fueron los compuestos que se detectaron con más frecuencia en la mayoría de los sitios de muestreo y en las diferentes épocas de muestreo.

Monitoreo de cuerpos de agua

Inicialmente se identificaron alrededor de 33 sitios para recolectar las muestras de agua superficial; estos cuerpos de agua son tributarios de los ríos Tres Amigos y Toro. De esos sitios se eligieron 28, y se les asignó un único número de identificación para mantener la trazabilidad durante todos los muestreos. Algunos sitios se eliminaron por dificultad en el acceso, como los sitios 26 y 27 (quebrada Pericos); otros sitios también fueron eliminados posterior al primer muestreo al no obtener resultados relevantes en los análisis realizados, como es el caso de los sitios 2 (quebrada Sahíno), 4 (río Caño Negro), 10 (quebrada Campamento) y 15 (quebrada Grande). A partir del segundo muestreo del 2015, se mantuvieron un total de 22 sitios. El sitio control¹ fue el “sitio 8 Río Cuarto”.

En el caso de los cuerpos de agua subterránea se identificaron alrededor de 18 sitios. Se descartaron sitios por accesibilidad y se seleccionaron cuatro pozos y seis nacientes² a los cuales se les asignó un código único de identificación, para mantener la trazabilidad durante los todos muestreos. El sitio control fue el “sitio N6: naciente Pata de Gallo”.

En la **tabla 2** y la **tabla 3** se presentan las localizaciones (distrito) donde se encuentran los sitios de muestreo seleccionados en los cuerpos de agua superficial y subterránea.

Tabla 2. Localización de los sitios de muestreo de cuerpos de agua superficial según el distrito del área de estudio

Localización (distrito)	Sitio de muestreo	Cuerpos de agua
Pital	14, 22	Quebrada Huevo
	16	Quebrada Sahíno
	17	Quebrada Gavilán
	18, 19	Río Sahíno
	20	Quebrada La Diabla
	21, 23	Quebrada Pital
Aguas Zarcas	9, 12	Quebrada Los Chiles
	13	Río Caño Negro
	11	Río Tres Amigos
Venecia	24, 25	Río Guayabo
	1	Quebrada Grande
Río Cuarto	3	Quebrada El Suspiro
	6	Río Caño Negro
	5, 7 y 8	Río Cuarto
La Virgen de Sarapiquí	28	Quebrada Sonora

Fuente: Elaboración propia, 2016

¹ Sitio control: sitio alejado de las zonas de producción de piña

² Estos sitios no corresponden a puntos dentro de la red de distribución de agua potable.

Tabla 3. Localización de los sitios de muestreo de cuerpos de agua subterránea

Localización	ASADA	Sitio de muestreo
Veracruz, Pital	Veracruz	N1
La Tabla, Río Cuarto (La Flor)	La Tabla y el Pinar	N2
La Tabla, Río Cuarto (Victoria)	La Tabla y el Pinar	N3
Santa Rita, Río Cuarto (Nicrodal)	La Rita	N4
Santa Rita, Río Cuarto (La Flor)	Santa Isabel	N5
Cariblanco, Sarapiquí	Santa Isabel	N6
La Legua, Pital	Privado	P1
Palmar, Pital	Palmar	P2
Los Ángeles, Pital	Los Ángeles	P3
Chirivico, Pital	Coopelsabel	P4

Nota: N: Naciente. P: Pozo

Fuente: Elaboración propia, 2016

A continuación, se mencionan las coordenadas en formato CRTM05 y WGS84, además de fotografías de los 22 sitios de muestreo de los cuerpos de agua superficiales:

Figura 2. Sitio 24: Río Guayabo, Marsella

Sitio 24: río Guayabo. Se encuentra en Marsella de Venecia, en las coordenadas Y: 1144080, X: 472055³.

Latitud norte: 10°20'47.4" y
longitud oeste:
84°15'18.72"⁴



³ Coordenadas CRTM05 (m)

⁴ Coordenadas WGS84 (grados, minutos y segundos)

Figura 3. Sitio 25: Río Guayabo

Sitio 25: río Guayabo. Se ubica en Pitalito Norte de Venecia, en las coordenadas Y: 1150680, X: 468257

Latitud norte: 10°24'22.32"
y longitud oeste:
84°17'23.64"



Sitio 11: río Tres Amigos. Se localiza en La Gloria de Aguas Zarcas, en las coordenadas: Y: 1165110, X: 463999
Latitud norte: 10°31'30.36"
y longitud oeste:
84°19'59.88".

En este sitio se une quebrada Campamento con la quebrada La Gloria, las cuales llegan al río Tres Amigos.

Figura 4. Sitio 11: Río Tres Amigos, la Gloria



Figura 5. Sitio 9: Quebrada los Chiles los Llanos

Sitio 9: quebrada Los Chiles. Se localiza en Los Llanos de Aguas Zarcas, en las coordenadas Y: 1156830, X: 462374

Latitud norte: 10°27'42.12"
y longitud oeste:
84°20'37.32", detrás de los centros educativos de la localidad.

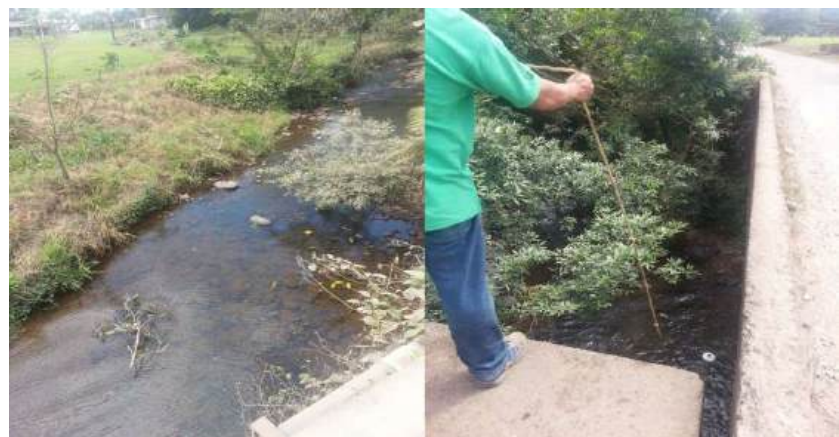




Figura 6. Sitio 12: Quebrada los Chiles

Sitio 12: quebrada Los Chiles. Se localiza antes de llegar a Vasconia de Aguas Zarcas, en las coordenadas Y: 1164200, X: 461223

Latitud norte: 10°31'41.88"
y longitud oeste:
84°21'15.48"



Figura 7. Sitio 13: Puente Río Caño Negro, Vasconia

Sitio 13: puente Caño Negro. El río se ubica en Vasconia de Aguas Zarcas, en las coordenadas Y: 1167400, X: 460026

Latitud norte: 10°33'26.28"
y a longitud
oeste: 84°21'55.08"



Figura 8. Sitio 23 Quebrada Pital, en el Encanto

Sitio 23: quebrada Pital. Está en El Encanto de Pital, en las coordenadas Y: 1161500, X: 467607

Latitud norte: 10°30'14.4" y
longitud oeste:
84°17'45.24"





Figura 9. Sitio 21: Quebrada Pital, en el pueblo Quebrada Grande

Sitio 21: quebrada Pital.
Está en Quebrada Grande
de Pital, en las coordenadas
Y: 1167870, X: 466643

Latitud norte: 10°33'41.76"
y longitud oeste:
84°18'17.28"



Figura 10. Sitio 14: Quebrada Huevo en Pital

Sitio 14: quebrada Huevo.
Se encuentra en Pital, en las
coordenadas Y1155930, X:
470253

Latitud norte: 10°27'12.96"
y longitud oeste:
84°16'18.12"



Figura 11. Sitio 22: Quebrada el Huevo, en el pueblo la Legua

Sitio 22: quebrada Huevo.
Se localiza en La Legua de
Pital, en las coordenadas Y:
1164400, X: 468540

Latitud norte: 10°31'48.72"
y longitud oeste:
84°17'14.64"



Figura 12. Sitio 17: Quebrada Gavilán antes del río Sahíno

Sitio 17: quebrada Gavilán,
antes de llegar a Sahíno de
Pital, en las coordenadas Y:
1168000, X: 469153

Latitud norte: 10°33'45.72"
y longitud oeste:
84°16'54.84"



Figura 13. Sitio 18: Río Sahíno antes de llegar al pueblo

Sitio 18: río Sahíno, antes
de llegar a Sahíno de Pital,
en las coordenadas Y:
1169140, X: 469183

Latitud norte: 10°34'22.8" y
longitud oeste:
84°16'53.76"



Figura 14. Sitio 19: Río Sahíno

Sitio 19: río Sahíno, en
Vuelta Tablón de Pital, en
las coordenadas Y:
1172860, X: 468058

Latitud norte: 10°36'24.12"
y longitud oeste:
84°17'30.84"



Figura 15. Sitio 16 Quebrada Sahíno en el puente de Veracruz

Sitio 16: quebrada Sahíno, en el puente. Se encuentra en Veracruz de Pital, en las coordenadas Y: 1163590, X: 473312

Latitud norte: 10°31'22.44"
y a longitud oeste:
84°14'37.68"



Figura 16. Sitio 20: Quebrada la Diabla

Sitio 20: quebrada La Diabla, camino a Boca Tapada, en las coordenadas Y: 1175240, X: 469898

Latitud norte: 10°37'41.52"
y longitud oeste:
84°16'30.36"



Figura 17. Sitio 8: Río Cuarto, puente roto

Sitio 8: Río Cuarto, puente Roto. Se localiza en Río Cuarto de Grecia, después de Santa Isabel, en las coordenadas Y: 1156660, X: 478241

Latitud norte: 10°27'37.08"
y longitud oeste:
84°11'55.68"



Figura 18. Sitio 5: río Cuarto, rodeado de piña

Sitio 5: río Cuarto. Se encuentra en Río Cuarto de Grecia, en las coordenadas Y: 1165610, X: 482342

Latitud norte: 10°32'28.32"
y longitud oeste:
84°9'40.68"



Figura 19. Sitio 7: Río Cuarto, finca Pangola

Sitio 7: Río Cuarto, finca Pangola. Está en Pangola de Río Cuarto, en las coordenadas Y: 1168180, X: 484013

Latitud norte: 10°33'52.2" y
longitud oeste: 84°8'45.96"



Figura 20. Sitio 3: quebrada El Suspiro

Sitio 3: quebrada El Suspiro. Se localiza en San Fernando de Río Cuarto, en las coordenadas Y: 1162710, X: 477225

Latitud norte: 10°30'54" y
longitud oeste:
84°12'29.16"



Figura 21. Sitio 6: Caño Negro - río Toro

Sitio 6: Caño Negro-río Toro. Se localiza en Río Cuarto de Grecia, antes de llegar al río Toro, en las coordenadas Y: 1169020, X: 481803

Latitud norte: 10°34'19.2" y
longitud oeste: 84°9'58.68"



Figura 22. Sitio 1: quebrada Grande, camino a La Tabla

Sitio 1: quebrada Grande. Este sitio se localiza antes de llegar a La Tabla de Río Cuarto, se localiza entre las coordenadas Y: 1153440, X: 473214

Latitud norte: 10°25'52.32"
y longitud oeste:
84°14'40.92"



Figura 23. Sitio 28: Quebrada Sonora

Sitio 28: quebrada Sonora. Se localiza en La Virgen de Sarapiquí, en las coordenadas Y: 1154430, X: 482129

Latitud norte: 10°26'24.36"
y longitud oeste:
84°9'47.52"



Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

A continuación, se mencionan las coordenadas en formato CRTM05 y WGS84, además de fotografías de los de los diez sitios de muestreo de los cuerpos de agua subterránea:

Figura 24. Naciente de Veracruz

N1: naciente de Veracruz. Se localiza en Veracruz de Pital, en las coordenadas Y: 1153410, X: 470178

10°25'51.24" latitud norte y
84°16'20.64" longitud oeste. Pertenece a la ASADA de la comunidad y está rodeada de plantaciones de piña.



Figura 25. Naciente La Flor

N2: naciente La Flor. Se ubica en La Tabla de Río Cuarto, en las coordenadas Y: 1146800, X: 474309

10°22'15.96" latitud norte y
84°14'4.56" longitud oeste. La naciente le pertenece a la ASADA La Tabla y El Pinar.



Figura 26. Naciente la Victoria

N3: naciente La Victoria. Se localiza en La Tabla de Pital, en las coordenadas Y: 1151080, X: 474283

10°24'35.28" latitud norte y
84°14'5.64" longitud oeste. La naciente le pertenece a la ASADA La Tabla y El Pinar.



Figura 27. Naciente Nicrodal

N4: naciente Nicrodal. Está en Santa Rita de Río Cuarto, en las coordenadas Y: 1149180, X: 474884

10°23'33.72" latitud norte y 84°13'45.84" longitud oeste. La naciente le pertenece a la ASADA de la comunidad. Aproximadamente a 2 km hay plantaciones de piña.



Figura 28. Naciente La Flor

N5: naciente La Flor. Se localiza en Santa Rita de Río Cuarto, en las coordenadas Y: 1149540, X: 474971

10°23'45.24" latitud norte y 84°13'42.96" longitud oeste. La naciente le pertenece a la ASADA Santa Isabel.



Figura 29. Naciente Pata de gallo (sitio de control)

N6: naciente Pata de Gallo (sitio control). Está en Cariblanco de Sarapiquí, en las coordenadas Y: 1137270, X: 477461

10°17'6" latitud norte y 84°12'30.6" longitud oeste. La naciente le pertenece a la ASADA Santa Isabel.



Figura 30. Pozo 1

P1: pozo privado. Se encuentra en La Legua de Pital, en las coordenadas Y: 1164630, X: 468447

10°31'56.28" latitud norte y
84°17'17.88" longitud oeste. Este pozo es el único existente en la zona, y está en la propiedad del señor Adrián Barrantes.



Figura 31. Pozo ASADA el Palmar

P2: pozo de la ASADA El Palmar. Se localiza en El Palmar de Pital, en las coordenadas Y: 1165340, X: 470983

10°32'19.32" latitud norte y
84°15'54.36" longitud oeste. El pozo pertenece a la ASADA de la comunidad.



Figura 32. Pozo Los Ángeles

P3: pozo de la ASADA Los Ángeles. Se ubica en Los Ángeles de Pital, en las coordenadas Y: 1161770, X: 467024

10°30'23.04" latitud norte y 84°18'4.68" longitud oeste. El pozo pertenece a la ASADA de la comunidad.





Figura 33. Pozo ASADA CoopeIsabel

P4: pozo de la ASADA CoopeIsabel. Se encuentra en Chirivico de Pital, en las coordenadas Y: 1163720, X: 466284

10°31'26.76" latitud norte y
84°18'29.16" longitud oeste. El pozo pertenece a la ASADA CoopeIsabel.

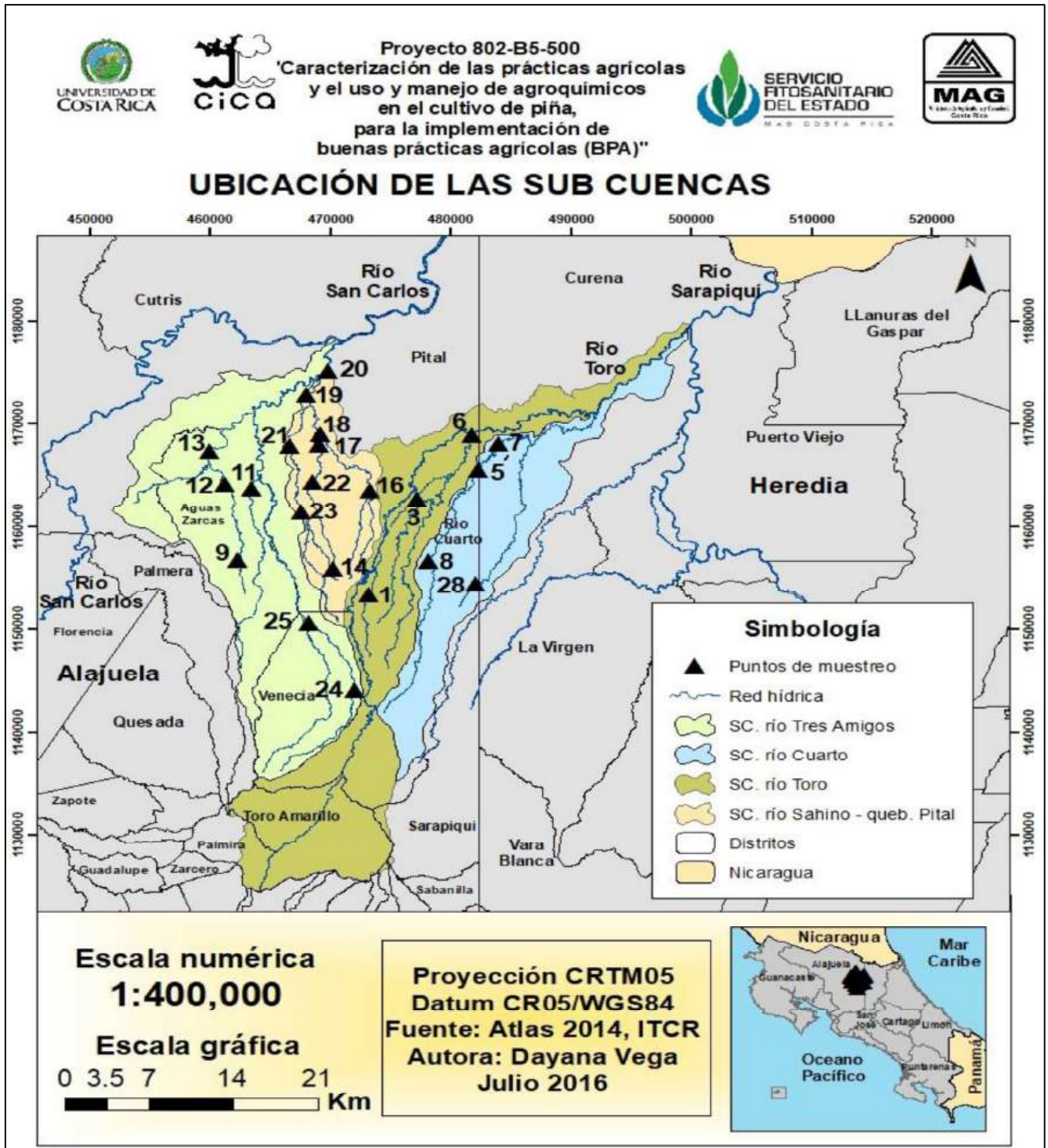


Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

En la **figura 34** y la **figura 35**, se pueden observar los sitios de muestreo (cuerpos de agua superficiales y subterráneos) ubicados en el mapa del área de estudio del proyecto.



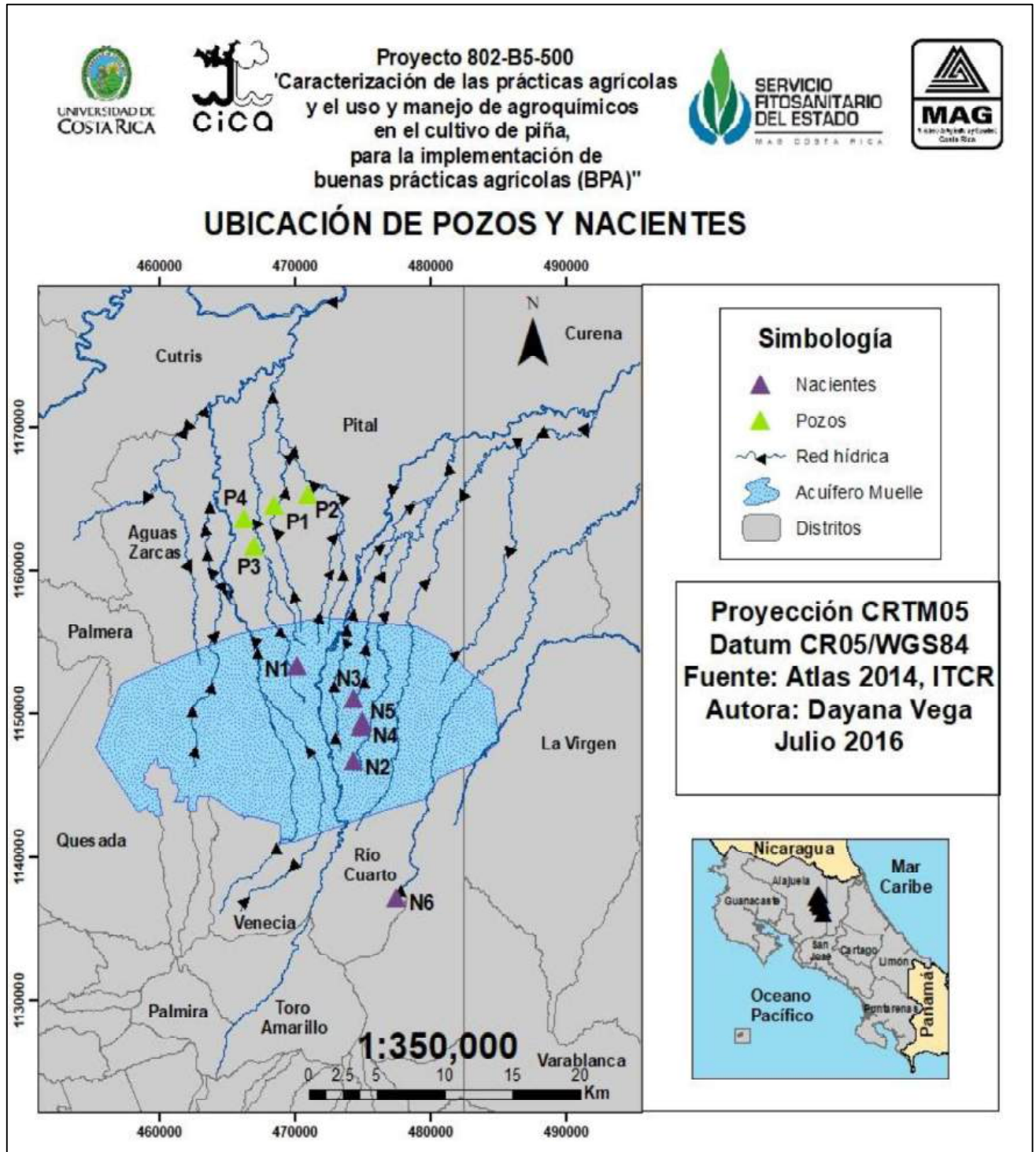
Figura 34. Ubicación de los sitios de muestreo de los cuerpos de agua superficial



Fuente: Elaboración propia, 2016



Figura 35. Ubicación de los sitios de muestreo de los cuerpos de agua subterránea



Fuente: Elaboración propia, 2016



En la **tabla 4** y la **tabla 5**, se mencionan las fechas en que se realizaron de las giras de recolección de las muestras de agua, sedimentos y frutas, durante los cuatro años de ejecución del proyecto.

Tabla 4. Fechas de las giras de muestreo para la recolección de muestras de agua, sedimento

Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua		
Actividad	Fecha de realización	Participantes (equipo CICA)
2015		
Gira de reconocimiento de los sitios de muestreo	10 al 12 de febrero	Melvin Alpizar, Paula Aguilar, Carolina Zúñiga
Gira I muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época seca)	23-26 de marzo y del 6-7 de abril	Melvin Alpizar, Didier Ramírez, Greivin Pérez, Juan Chin, Paula Aguilar, Laura Brenes
Gira de reconocimiento cuerpos de agua subterráneas	5 y 6 de mayo	Melvin Alpizar
Gira I muestreo de aguas subterráneas (época de transición)	2 y 3 junio	Melvin Alpizar y Giovanni Mora
Gira II muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época de transición)	15-17 y 23-25 de junio	Melvin Alpizar, María del Mar Sánchez, Juan Chin
Gira II muestreo de aguas subterráneas (época lluviosa)	26 y 27 de agosto	Melvin Alpizar y María del Mar Sánchez
Gira III muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época lluviosa)	5-8 de octubre	Juan Chin, Paula Aguilar, Melvin Alpizar
2016		
Gira I muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época seca)	23-25 de febrero y del 1-3 de marzo	Melvin Alpizar, Didier Ramírez, Juan Chin, Paula Aguilar
Gira I muestreo de aguas subterráneas (época seca)	29-31 de marzo	Melvin Alpizar y Didier Ramírez
Gira II muestreo de aguas subterráneas (época de transición)	28 y 29 de junio	Melvin Alpizar y María del Mar Sánchez
Gira II muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época de transición)	05-07 de julio y 12-14 de julio	Melvin Alpizar, Teresita Mora, Greivin Pérez, Paula Aguilar
Gira III muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época lluviosa)	19-20 y 27-28 de setiembre	Melvin Alpizar, María del Mar Sánchez, Greivin Pérez, Paula Aguilar, Víctor Arias
Gira III muestreo de aguas subterráneas (época lluviosa)	3 y 4 de octubre	Melvin Alpizar y Víctor Arias
2017		
Gira I muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época seca)	21 de febrero 01 y 02 de marzo	Melvin Alpizar, Paula Aguilar, Didier Ramírez, Víctor Arias
Gira I muestreo de aguas subterráneas (época seca)	07 y 08 de marzo	Melvin Alpizar, Marta Pérez, Jennifer Sandí
Gira II muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época de transición)	27 y 28 de junio 11 y 12 de julio	Melvin Alpizar, Paula Aguilar, Jennifer Sandí
Gira III muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época lluviosa)	19, 20 de setiembre 26 y 27 de setiembre 9 y 10 de octubre	Melvin Alpizar, Daniela Fajardo, Greivin Pérez Mario Masís
2018		
Gira I muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época seca)	17 y 18 de enero 23 y 24 de enero	Greivin Pérez, Jennifer Sandí, Dayana Vega, Paula Aguilar, Giovanni Castro
Gira II muestreo de aguas superficiales y sedimentos (época de transición)	29-31 de mayo 12 y 13 de junio	Melvin Alpizar, Giovanni Castro, Susana Briceño

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018



Tabla 5. Fechas de las giras de muestreo para la recolección de muestras de fruta

Monitoreo de residuos de plaguicidas en muestras de fruta		
Actividad	Fecha de realización	Participantes
2015		
Toma de muestras	23 de setiembre	Melvin Alpízar
2016		
Toma de muestras	16 de junio	Melvin Alpízar, Paula Aguilar
Toma de muestras	29 y 30 de junio	Melvin Alpízar, María del Mar Sánchez
Toma de muestras	15 de noviembre	Melvin Alpízar
2017		
Toma de muestras	28 y 29 de marzo	Melvin Alpízar
Toma de muestras	21 y 23 de noviembre	Melvin Alpízar
2018		
Toma de muestras	12-14 de febrero	Paula Aguilar, Laura Brenes
Toma de muestras	19 de febrero	Dulce Rodríguez, Mayela Monge

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Monitoreo de parámetros físico-químicos y residuos de metales en muestras de agua

Aguas superficiales

Amonio – El amonio es considerado uno de los contaminantes más importantes en el medio acuático no sólo debido a su naturaleza altamente tóxica sino también porque se encuentra ampliamente en los sistemas de aguas superficiales (Russo, 1985). El amonio puede entrar en el medio acuático a través de medios directos, tales como descargas de efluentes municipales, y medios indirectos, tales como la fijación de nitrógeno y la excreción de desechos nitrogenados de los animales. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, 1999) recomienda una concentración aguda de 0,33–2,31 mg/L NH_4^+ (pH 8 y 25 °C), mientras que la regulación costarricense (Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto No. 33903-MINAE-S) establece que las concentraciones de amonio deben ser $< 0,50$ mg/L NH_4^+ para que el cuerpo de agua sea clasificado sin contaminación. En este estudio, las concentraciones medidas de amonio durante la vigencia del proyecto fueron menores a 0,50 mg/L NH_4^+ ; no obstante, el Sitio 25 presentó una concentración atípica de 2,24 mg/L NH_4^+ de las 11 mediciones efectuadas.

Demanda bioquímica de oxígeno – La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se define como la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos aeróbicos presentes en una muestra de agua, para oxidar la materia orgánica a dióxido de carbono y agua (Waite, 1984), durante un período de cinco días a una temperatura controlada de 20 °C. La DBO es un bioensayo, por lo que puede presentar una alta variabilidad, aporta una medida aproximada de la cantidad de material orgánico degradable bioquímicamente. La DBO en muestras de aguas superficiales no contaminadas, es producto principalmente de la descomposición de células de algas y de la entrada por escorrentía de sólidos suspendidos. Se siguieron los lineamientos descritos en el “Decreto No. 33903-MINAE-S” y se tomó un valor de 3 mg/L O_2 como indicador de ausencia de contaminación. En este estudio las concentraciones medidas de DBO durante la vigencia del proyecto fueron menores a de 3 mg/L O_2 ; no obstante, los sitio 6 (río Caño Negro) y 25 (río Guayabo) presentaron, en una única ocasión, concentraciones superiores de 6,6 y 51,4 mg/L O_2 , respectivamente.

Metales – El monitoreo incluyó las mediciones de los siguientes metales: arsénico ($< 0,01$ mg/L), cadmio ($< 0,005$ mg/L), cobre ($< 0,5$ mg/L), cromo ($< 0,05$ mg/L), manganeso (1,32 mg/L), mercurio ($< 0,001$ mg/L), níquel ($< 0,05$ mg/L), plomo ($< 0,03$ mg/L), y selenio ($< 0,005$ mg/L). No se midieron concentraciones en ninguno de los sitios de muestreo superiores al valor de referencia que se indica en el paréntesis, del “Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales”. Estos valores corresponden a clase 1, que corresponde a la clasificación más sensible, y no representan ninguna amenaza como fuente para la conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas e incluso para el abastecimiento de agua para uso y consumo humano. También se midieron

hierro y zinc; no obstante, este reglamento no contempla valores de referencia para estos elementos. El valor máximo de hierro fue 5,05 mg/L (segunda campaña de muestro del 2016), lo que corresponde a un valor atípico puesto que las otras mediciones en este sitio no superaron los 0,94 mg/L. Para el zinc, el valor fue de 0,0245 mg/L.

Calcio y magnesio – La dureza se define como la suma de las concentraciones de los iones calcio y magnesio, ambas expresadas como carbonato de calcio (Fitts, 2002). Otros iones bivalentes como el estroncio, bario, zinc y aluminio también pueden tener algunos efectos menores sobre los niveles de dureza. El calcio es abundante en aguas superficiales y subterráneas en las que se encuentra como el ion Ca^{2+} . Es fácilmente disuelto de las rocas ricas en minerales que lo contienen (particularmente carbonatos y fosfatos), por el agua de escorrentía o de lluvia. Típicamente se encuentra en concentraciones $< 15 \text{ mg/L Ca}^{2+}$. La lluvia ácida puede incrementar el lixiviado de los iones calcio del suelo. El calcio ayuda a mantener la estructura de las células de las plantas. Las altas concentraciones de calcio en el agua no son dañinas para la mayoría de los organismos acuáticos y puede más bien reducir la toxicidad en peces de algunos compuestos químicos. Aunque el calcio junto con el magnesio son elementos esenciales para la salud humana, altas concentraciones de calcio no son deseadas, debido a que pueden causar problemas en las tuberías por acumulación de sedimentos. El magnesio está presente en las aguas como ion Mg^{2+} . Proviene principalmente de los minerales ferromagnésicos y de algunas rocas que contienen carbonatos. Se encuentra también en diferentes compuestos organometálicos y en materia orgánica y es un elemento esencial para los seres vivos. Las concentraciones naturales varían entre 1 y hasta 100 mg/L, dependiendo del tipo de roca de que provenga. Aunque el magnesio es empleado en procesos industriales, el aporte de las aguas residuales en magnesio a las concentraciones totales en aguas superficiales, es relativamente bajo.

Según el “Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales” para cuerpos de agua superficial de Clase 1 las concentraciones de magnesio deben ser menores a 7,2 mg/L Mg^{2+} . Los resultados obtenidos para la mayoría de estaciones de muestreo se encuentran dentro de este ámbito. Sin embargo, se presentaron cinco incursiones con un valor máximo de 15,5 mg/L Mg^{2+} . Esto restringiría ciertos usos del agua e implicaría que se deban emplear tratamientos de ablandamiento del agua si el agua se fuese a usar para consumo humano. Sin embargo, el valor de alerta del “Reglamento para la Calidad del Agua Potable” es 30 mg/L. Esto parece indicar una discordancia entre ambos reglamentos. Los resultados de las mediciones de calcio no superan en ningún muestreo el valor de 100 mg/L que establece el “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”.

Conductividad – La conductividad es una medida de la capacidad del agua de conducir la electricidad, y está directamente relacionada con la concentración de iones disueltos en el agua. El máximo valor de conductividad medido durante todas las campañas de muestreo fue de 216,4 $\mu\text{S/cm}$, con un valor promedio de 87 $\mu\text{S/cm}$ y un mínimo de 19 $\mu\text{S/cm}$.

Fósforo – Es un macronutriente esencial; es acumulado por amplia variedad de seres vivos. Tiene un papel importante en la construcción de los ácidos nucleicos y en el almacenamiento y uso energético en las células. En aguas no impactadas, es fácilmente utilizado por las plantas y convertido a las estructuras celulares por acción fotosintética (Holmes, 1996). Naturalmente, se encuentra como fosfatos (ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos enlazados orgánicamente); en aguas frescas no contaminadas se encuentra en bajas concentraciones.

Es considerado como el principal nutrimento a tomar en cuenta en el control del grado de eutrofización de un ecosistema acuático, ya que influye directamente en el crecimiento de las algas y, por tanto, puede afectar la actividad productiva primaria del agua (Iqbal, 2009). Los ortofosfatos y los fosfatos condensados provienen de la aplicación de fertilizantes en suelos para cultivos agrícolas. Cabe recalcar que un incremento en las concentraciones de nutrimentos en las aguas superficiales puede afectar adversamente el ecosistema de diferentes modos siendo una de las más importantes consecuencias el incremento de poblaciones de algas y macrofitas.

En aguas relativamente tranquilas, como lagos y lagunas, el enriquecimiento con nutrimentos (fósforo y nitrógeno) es un factor crítico, por su potencial para desequilibrar el ecosistema y originar fenómenos de eutrofización antropogénica. Las plantas acuáticas, algas y lirios, van a proliferar debido a la presencia de un exceso de estos elementos nutritivos, que actúan como fertilizantes y cuyas principales fuentes son los escurrimientos agrícolas (Pérez, 2004). Este masivo crecimiento genera una cantidad grande de masa vegetal en la capa superficial del agua y su posterior acumulación sobre las riberas. Cuando las plantas mueren, se hunden y en su descomposición consumen el oxígeno disuelto en el agua, lo que provoca condiciones anaeróbicas.

Nitrógeno - La concentración de nitrógeno en el agua residual, así como las especies en que éste se encuentre (nitrógeno amoniacal, nitratos y/ o nitrógeno orgánico), dependen del tipo y grado de tratamiento que haya tenido el agua. A pesar de esto, en aguas residuales tratadas las formas mayoritarias de nitrógeno son amoniacales y orgánicas. Aunque el nitrógeno es un elemento esencial para las plantas, un suministro excesivo puede producir importantes desequilibrios nutricionales. El exceso de nitrógeno, además de ser perjudicial para las plantas, aumenta la lixiviación de nitrato y la contaminación de las aguas subterráneas.

Los cuerpos de agua superficiales de clase 2 poseen niveles de nitratos entre 5 mg/L y 10 mg/L, ambos expresados como nitrógeno. La concentración máxima de fósforo total medida fue de 0,27 mg/L (sitio 16: quebrada Sahíno), pero fue menor a 0,09 mg/L durante el resto de las mediciones. Es importante indicar que el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales no establece un valor de referencia para fósforo total. Las concentraciones de nitratos, aunque fueron bajas en la mayoría de las mediciones, presentaron incursiones de hasta 18 mg/L durante el primer muestreo del año 2018.

Sodio y potasio – Las concentraciones de sodio en aguas naturales superficiales varían considerablemente dependiendo de las condiciones geológicas locales, descargas de aguas residuales y, en algunos países, del uso estacional de sal en carreteras. Los valores pueden oscilar entre 1 mg/L o menos hasta 10 mg/L. Algunas aguas superficiales, incluyendo aquellas que reciben descargas de aguas residuales, tienen valores de concentración debajo de los 50 mg/L. Sin embargo, las aguas subterráneas exceden los 50 mg/L. El sodio por lo general se mide en aguas que son usadas para consumo humano o con propósitos de agricultura, principalmente en riego. Por otro lado, las concentraciones naturales de potasio son menores a 10 mg/L; sin embargo, puede aumentar por deposición atmosférica, escorrentía de terrenos agrícolas e influencia de drenajes de irrigación. Dado que es un elemento esencial para la nutrición de las plantas, su presencia en el agua es beneficiosa. Las concentraciones de sodio fueron menores a 16 mg/L mientras que las de potasio fueron menores a 4 mg/L.

Sólidos – El material suspendido en el agua está compuesto por arcilla, arena, plancton y otros organismos microscópicos; su ingreso a los cuerpos de agua surge, entre otros factores, de la erosión del terreno por inadecuadas prácticas agrícolas y del acarreo de material durante la escorrentía de las aguas de lluvia. Los sólidos pueden adherir en su superficie diferentes tipos de contaminantes como residuos de plaguicidas y nutrientes; además, afectan la penetración de la luz en los cuerpos de agua y en el incremento de temperatura debido a la absorción de la radiación (Stumm & Morgan, 1996). Los sólidos suspendidos totales (SST) corresponden a la fracción de los sólidos totales que quedan retenidos en un filtro de 0,45 μm de diámetro de poro. Según Chapman (1996), los SST son una variable que debiera ser incluida para estudiar la calidad del agua de agua de ríos, para estimar la dinámica de los sólidos. Es de esperar que en agua de ríos los SST se incrementen en función del flujo y por tanto haya mayores fluctuaciones. El agua clasificada como Clase 1 deben presentar concentraciones de SST < 10 mg/L. Los resultados que se obtuvieron no son críticos para la mayoría de los sitios de muestreo excepto para los sitios de muestro 21 y 23, en los cuales las concentraciones de SST fueron > 150 mg/L (clase 4). Esta clasificación implica que el agua no es apta para varios fines incluyendo el consumo humano y la protección de la vida acuática.

Potencial de hidrógeno (pH) – El pH es controlado principalmente por el balance entre el dióxido de carbono, los iones bicarbonato y carbonato, así como los ácidos húmicos y fúlvicos. En aguas de ríos no contaminadas los valores de pH varían entre 6,0 y 8,5. Su determinación es importante ya que tiene una gran influencia en muchos sistemas biológicos. Valores superiores o inferiores a este ámbito producen limitaciones en el desarrollo y fisiología de los organismos acuáticos en general, y en la biota de los humedales en particular. Los valores del pH en las campañas de muestreo estuvieron dentro del ámbito recomendado en el reglamento de clasificación de cuerpos de agua, de 6 a 9 (clase 3).

Aguas subterráneas

Los resultados de los análisis fisicoquímicos en muestras de aguas de los pozos y de las nacientes se compararon con los valores indicados en el “Reglamento de Calidad de Agua Potable” (Decreto Ejecutivo No. 38924-S). Se midieron las concentraciones de aluminio, antimonio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, hierro, litio, manganeso, mercurio, níquel, plomo, selenio y zinc.

Cuadro 1. Valores de referencia para aguas de consumo humano, según el Reglamento de Calidad de Agua Potable

Parámetro	Valor de alerta	Valor máximo admisible
Aluminio		0,2
Antimonio		0,005
Arsénico		0,01
Cadmio		0,003
Cobre	1,0	2,0
Cromo		0,05
Hierro		0,3
Litio	---	---
Manganeso	0,1	0,5
Mercurio		0,001
Níquel		0,02
Plomo		0,01
Selenio		0,01
Zinc		3,0

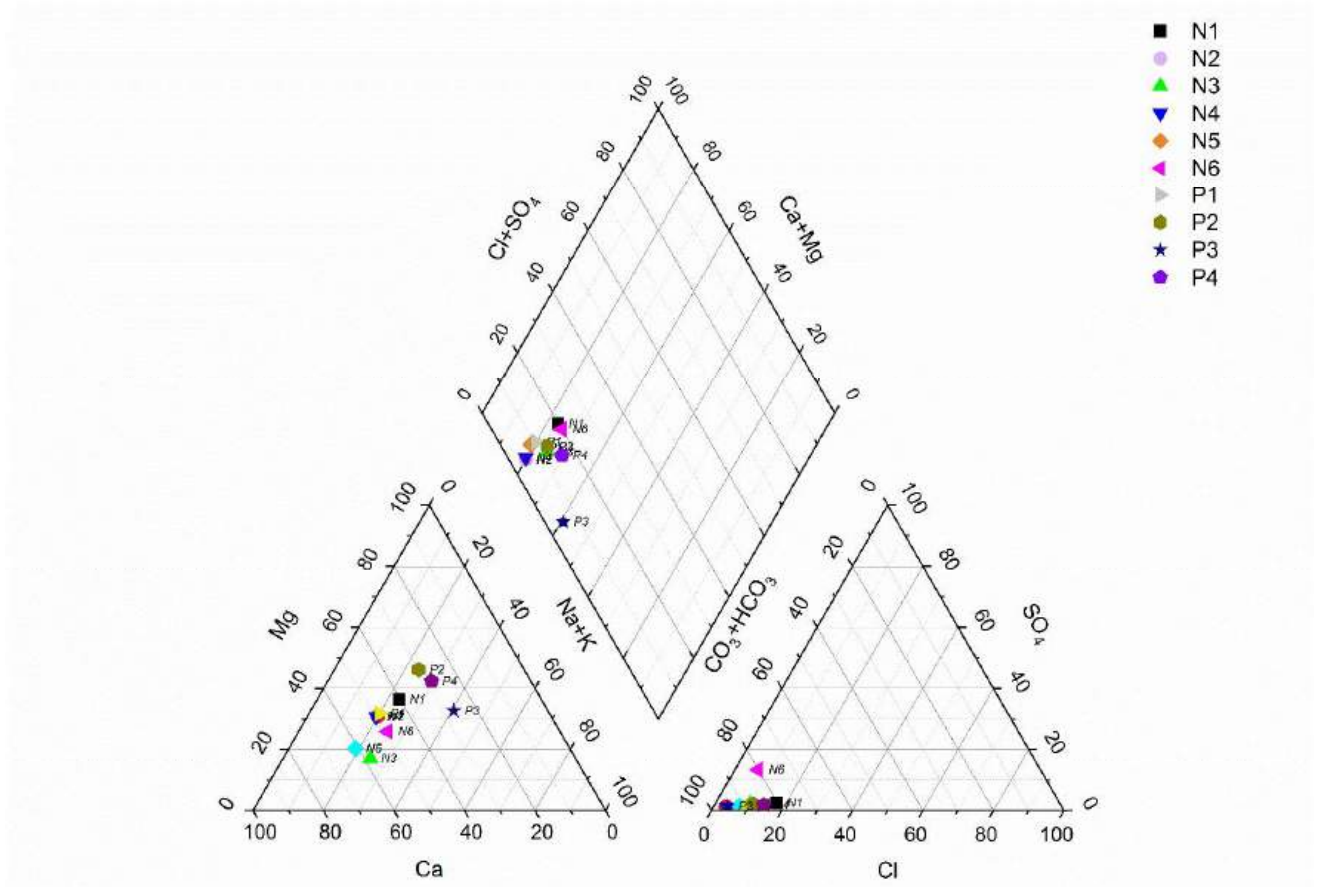
Fuente: Elaboración propia con base en los datos del Decreto Ejecutivo No. 38924-S, 2018

Según el análisis realizado, de todos los metales, únicamente hierro y aluminio presentaron valores superiores a los recomendados. En el caso de hierro fue de 0,373 mg/L (P3) mientras que aluminio presentó dos incursiones (0,466 y 0,819 mg/L) superiores al valor recomendado de 0,2 mg/L en los pozos P4 y P3, respectivamente. En aguas tratadas para consumo humano, las concentraciones de aluminio pueden ser elevadas y superar los valores recomendados como consecuencia del uso de sales de aluminio en los procesos de floculación. No obstante, debido a que estas muestras de agua no habían recibido ningún tratamiento como aguas de consumo humano, es probable que las fuentes sean de origen natural. Es importante destacar que en la mayoría de los casos las concentraciones medidas fueron bajas. Por otro lado, la concentración de hierro fue solo ligeramente superior a los 0,3 mg/L del valor máximo admisible.

Se elaboraron diagramas de Piper con el propósito de obtener una clasificación geoquímica del agua. Los diagramas de Piper describen el carácter químico de las aguas, y para su construcción se consideraron los cationes principales (calcio, magnesio, sodio y potasio) y los aniones (cloruros, nitratos, sulfatos y bicarbonato). Las concentraciones de estos iones se transforman de las unidades de mg/L a meq/L. Una vez que se elabora el diagrama, se

nombrar el agua por el anión y catión que se encuentren de manera mayoritaria. En la **figura 36** se muestra el diagrama de Piper que contiene las nacientes y pozos seleccionados en este estudio.

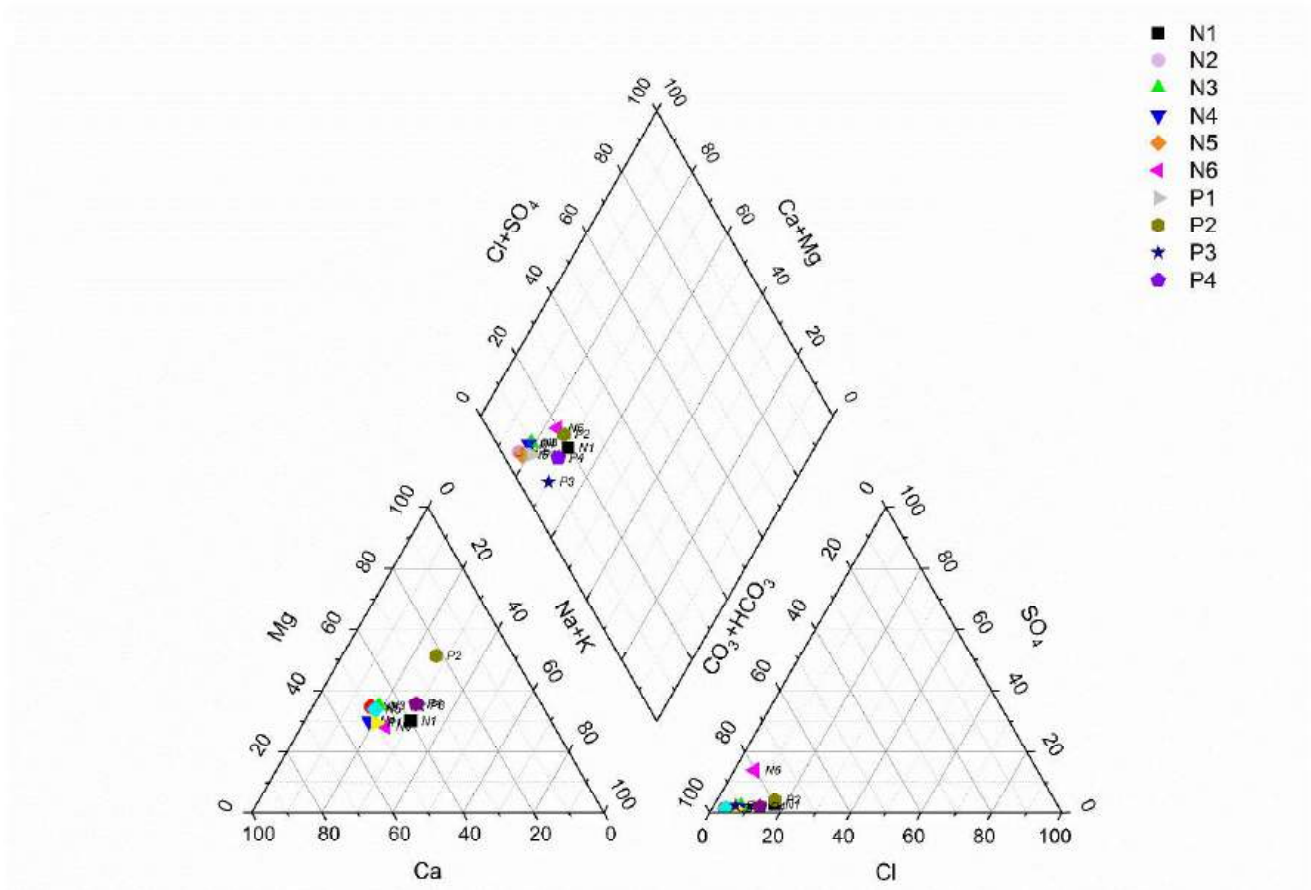
Figura 36. Diagrama de Piper conteniendo las nacientes y pozos muestreados en el primer muestreo del año 2015



Fuente: Elaboración propia, 2018

En el triángulo inferior izquierdo (**figura 36**) se muestran los valores de concentración (en porcentaje) de los cationes y en el derecho los aniones. Del diagrama se concluye que el catión predominante corresponde a calcio, seguido de magnesio; mientras que en los aniones un valor cercano al 100 % es de bicarbonato, por lo que con base en esta clasificación las aguas se clasifican como del tipo bicarbonatada cálcica-magnésica. Esta clasificación permaneció en la evaluación realizada en el segundo muestreo del 2015, como se observa en la **figura 37**. Dado que no se encontraron diferencias en el tipo de clasificación del agua de pozos y nacientes, se puede inferir un origen mineral similar del agua.

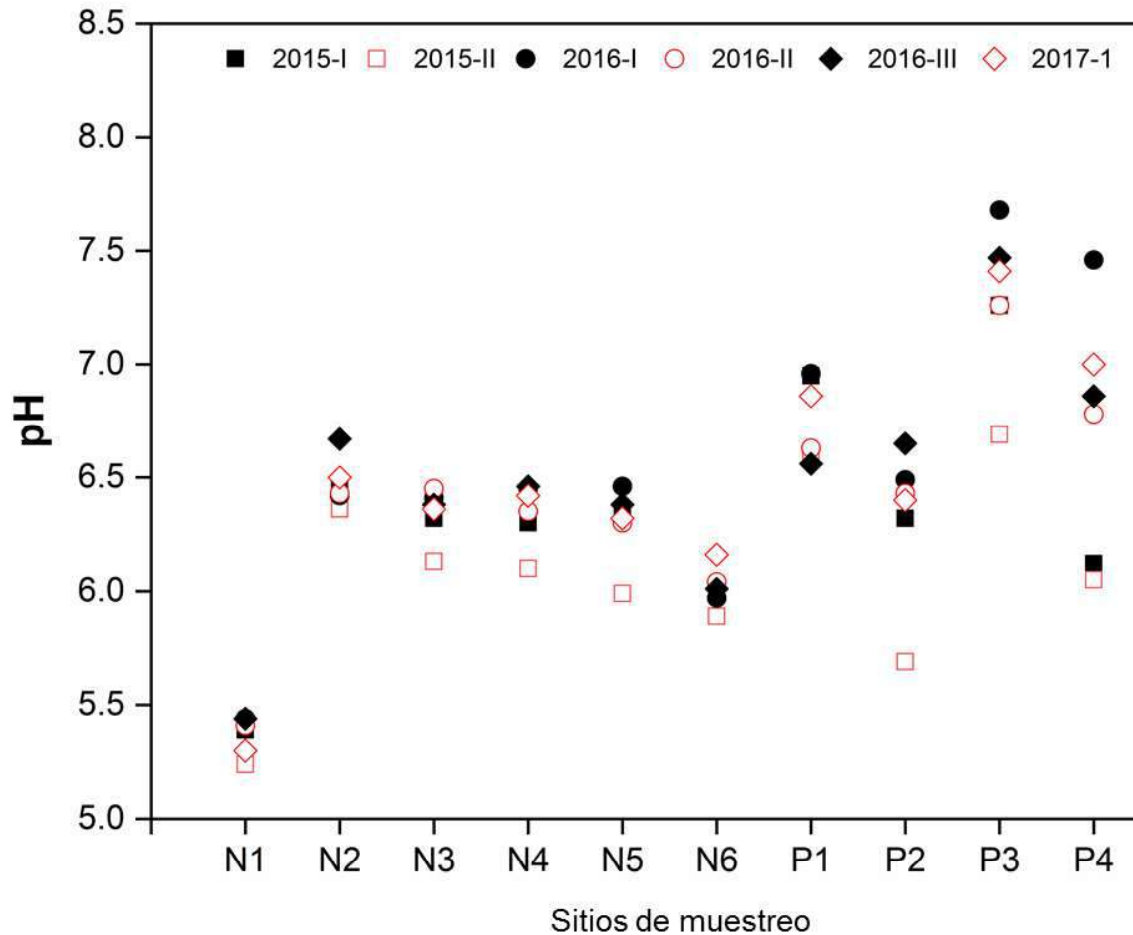
Figura 37. Diagrama de Piper conteniendo las nacientes y pozos muestreados en el segundo muestreo del año 2015



Fuente: Elaboración propia, 2018

Por otro lado, se analizaron otras variables fisicoquímicas como el potencial de hidrógeno (pH). Los resultados se muestran en la **figura 38**. Estas mediciones se encuentran en el rango de pH de 6,0-8,0 que indica el “Reglamento para la Calidad de Agua Potable”. Sin embargo, la naciente (N1) mostró valores consistentemente (durante todo el periodo del estudio) por debajo del valor recomendado, al igual que el pozo (P2) en una única medición en el 2015. Valores de pH alrededor de 5,5 no son apropiados para el consumo humano, excepto si se somete a tratamientos fisicoquímicos que garanticen un ajuste del valor de pH a rangos aceptables. Agua ácida es en general poco apropiada para la conservación y el desarrollo de la vida acuática, y al mismo tiempo, no apropiada para diferentes actividades humanas (incluyendo la ingesta).

Figura 38. Potencial de hidrógeno (pH) medidos en las muestras de agua recolectadas en las campañas de muestreo del año 2015-2017



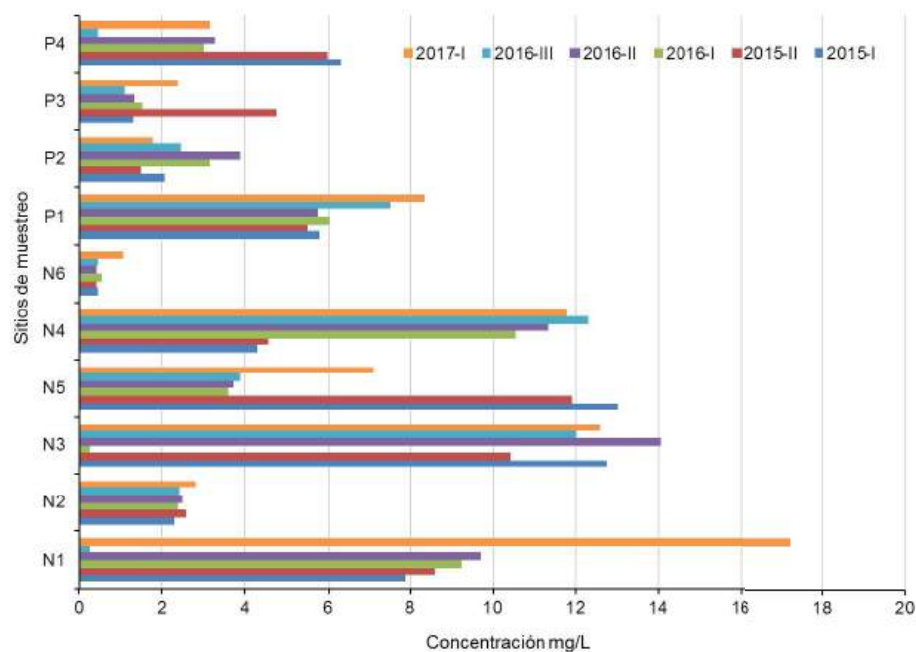
Fuente: Elaboración propia, 2018

Otras variables fisicoquímicas tales como color, conductividad y turbiedad estuvieron dentro de los valores recomendados para agua de consumo humano.

Los resultados de las mediciones de nitrato se muestran en la **figura 39**. El nitrato se origina principalmente a partir de fertilizantes, sistemas sépticos y operaciones de almacenamiento o propagación de estiércol. Las concentraciones de nitrato que se midieron en las muestras de agua de pozos y nacientes fueron menores al valor de alerta (VA) que se establece el Reglamento para la Calidad de Agua Potable de 25 mg/L $-\text{NO}_3^-$. No obstante, si se considera lo indicado en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales que establece que para el abastecimiento de agua para uso y consumo humano las máximas concentraciones de nitratos deben ser menor a 15 mg/L $-\text{NO}_3^-$ (Clase 3, se requiere tratamiento avanzado), esto implicaría que el agua de la naciente N1, en el caso de que

se usara como fuente de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, requería un tratamiento avanzado para poder ser usada (por ejemplo), tratamientos de resinas de intercambio iónico, membranas o biológico). Esta falta de armonización en los valores de referencia para nitratos para un uso en particular (i.e., consumo humano) evidencia una debilidad profunda en la regulación nacional y sugiere que debería proveerse un valor de referencia único que garantice que la población que consume el agua esté protegida de efectos adversos.

Figura 39. Concentraciones de nitratos medidos en las muestras de agua recolectadas en las campañas de muestreo del año 2015-2017

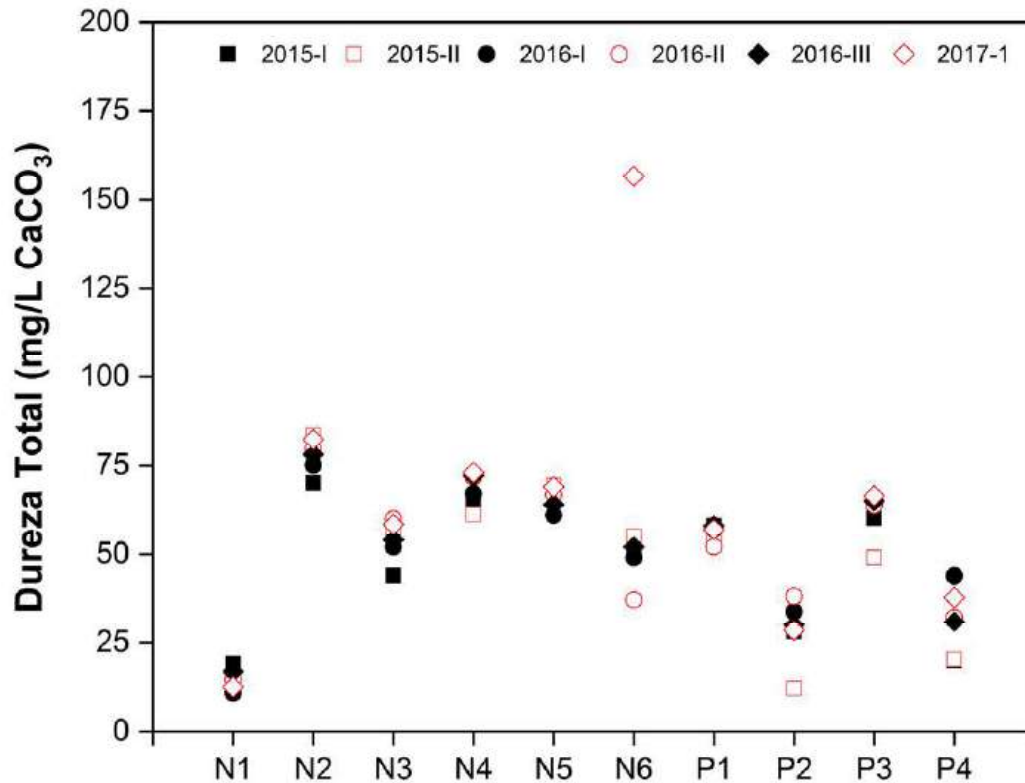


Fuente: Elaboración propia, 2018

También se analizó la dureza total del agua y los resultados se muestran en la **figura 40**. La dureza del agua se clasifica según las siguientes concentraciones: suave (0-75 mg/L CaCO₃), moderadamente duras (75-150 mg/L CaCO₃), duras (150-300 mg/L CaCO₃) y muy duras (> 300 mg/L CaCO₃). Tal y como se observa, el agua muestreada en los pozos y nacientes se clasifican como suave, excepto una incursión en N6 de 156 mg/L CaCO₃. Esta incursión no supera el valor de alerta de 300 mg/L CaCO₃ que se indica en el Reglamento para la Calidad de Agua Potable.



Figura 40. Dureza total del agua medidas en las campañas de muestreo del año 2015-2017



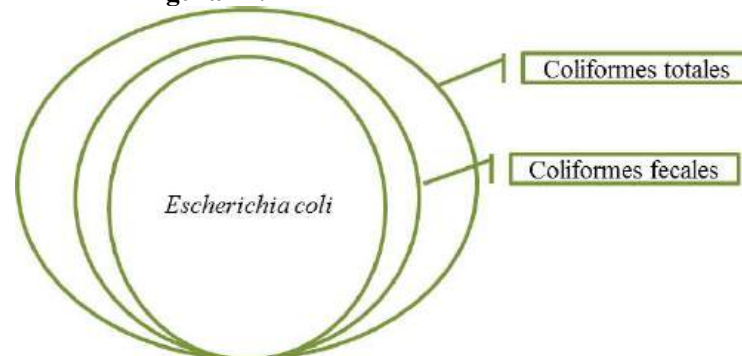
Fuente: Elaboración propia, 2018

Los resultados de los análisis físico-químicos y de residuos de metales de las muestras de agua superficiales se encuentran en el **anexo 1**, **anexo 2** y **anexo 3**. Los resultados de los análisis físico-químicos y de residuos de metales de las muestras de agua subterráneas se encuentran en el **anexo 4**.

Monitoreo de la calidad microbiológica de los cuerpos de agua superficiales

Los coliformes son un grupo de bacterias que comparten características comunes; son habitantes de heces de animales, principalmente, y en menor cantidad podrían encontrarse en suelos. Dentro de este gran grupo (**figura 41**) existe un subgrupo conocido como coliformes fecales o termotolerantes, por hallarse exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente, por lo cual se utilizan como indicadores de contaminación fecal en agua y alimentos. El representante más importante de este subgrupo es *Escherichia coli*.

Figura 41. Clasificación de los coliformes



Fuente: Elaboración propia, 2015

Los coliformes son clasificados como no patógenos, sin embargo, son el estándar para evaluar calidad microbiológica de aguas, debido a que son indicadores de contaminación fecal y permiten evaluar el posible riesgo microbiológico (Perdomo, Casanova y Ciganda, 2001; Rodríguez, Novoa y Mieres, 2003). Esto quiere decir que la presencia de coliformes señala el riesgo de que hayan presentes otros microorganismos si considerados como patógenos y que son transmitidos por vía fecal – oral, tales como bacterias, hongos, virus y protozoos, cuya determinación por lo general implica procedimientos largos y costosos (Rodríguez, Novoa y Mieres, 2003). Adicionalmente, tienen como ventaja que su análisis es de bajo costo, en comparación con los análisis de patógenos. Por su parte *E. coli* al ser el principal y mayor representante de los coliformes fecales, puede ser utilizado también como indicador de contaminación fecal y su interpretación cuenta con la misma relevancia del grupo al que representa, ya que el valor de coliformes fecales será muy cercano y nunca mayor al de *E.coli*.

Al igual que con los parámetros físico-químicos, la calidad del agua se puede clasificar en diferentes categorías según el número más probable de coliformes presentes en 100 mL de muestra (NMP/100 mL). El reglamento (Decreto n.º 33903-MINAE-S del 17 de setiembre de 2007) clasifica los resultados obtenidos por coliformes fecales en cinco clases que hacen referencia al uso potencial que se le podría dar al cuerpo de agua según la cantidad de coliformes fecales presentes: clase 1 < 20 NMP/100 mL, clase 2 de 20 NMP/100 mL a 999 NMP/100 mL, clase 3 de 1000 NMP/100 mL a

2000 NMP/100 mL, clase 4 de 2000 NMP/100 mL a 5000 NMP/100 mL y clase 5 > 5000 NMP/100 mL. Según esta clasificación, la clase 1 es la que cuenta con menos limitaciones de uso, mientras que la clase 5 es no utilizable para la gran mayoría de actividades.

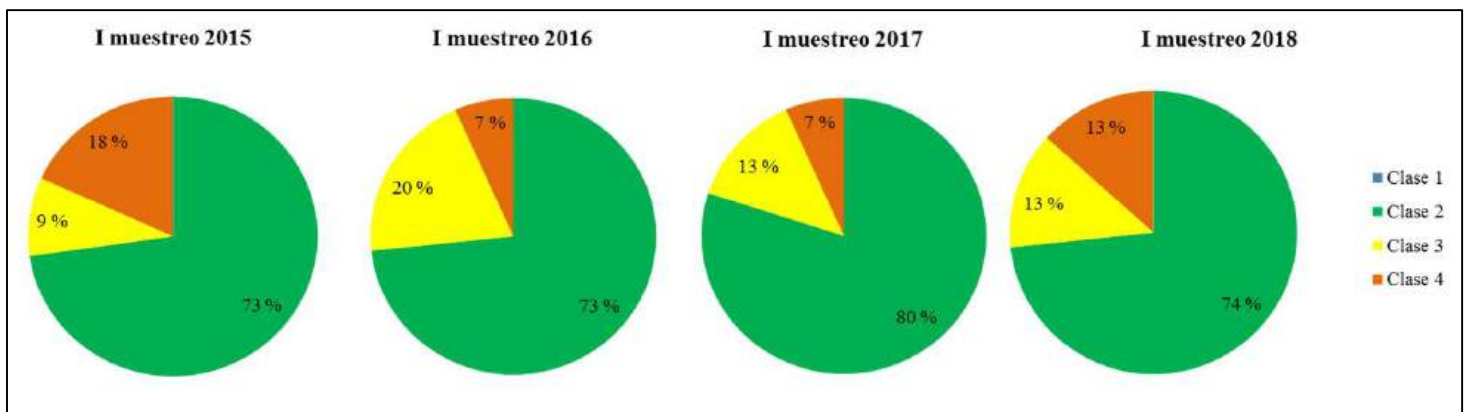
Para fines de este informe se utilizará el valor de *E. coli* como equivalente de los coliformes fecales que indica el reglamento para la clasificación de los cuerpos de agua. La metodología de análisis del laboratorio permite clasificar los resultados hasta la clase 4. En el **anexo 5** se presenta la clasificación de los cuerpos de agua según su uso potencial.

Resultados en la época seca

Como se desprende de la **figura 42** y la **figura 43**, en la época seca existe una tendencia a que los cuerpos de agua se clasifiquen mayoritariamente en la clase 2. En el caso de las muestras de agua recolectadas de los sitios tributarios del río Tres Amigos, aproximadamente el 75 % se clasificaron como clase 2 y en menor medida se clasificaron en la categoría 4 (aproximadamente el 11 %). En el caso de las muestras de agua recolectadas de los sitios tributarios del río Toro, aproximadamente el 68 % de las muestras se catalogaron en la clase 2.

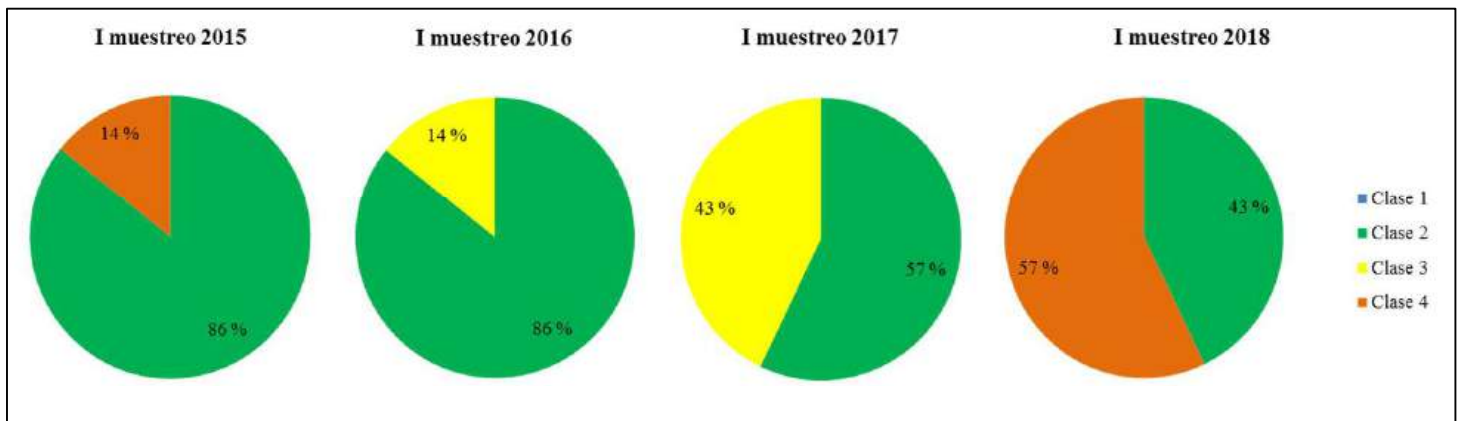
El agua que se cataloga como clase 2 puede ser utilizable para actividades pecuarias, para el riego de plantas como hortalizas o frutas con cáscara, mientras que para consumo humano esta agua debe pasar por tratamiento convencional (ver **anexo 5**) para ser utilizada para este fin.

Figura 42. Clasificación del agua según los resultados de *E. coli* en muestras de agua recolectadas en la época seca, en los sitios tributarios del río Tres Amigos



Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

Figura 43. Clasificación del agua según los resultados de *E. coli* en muestras de agua recolectadas en la época seca, en los sitios tributarios del río Toro

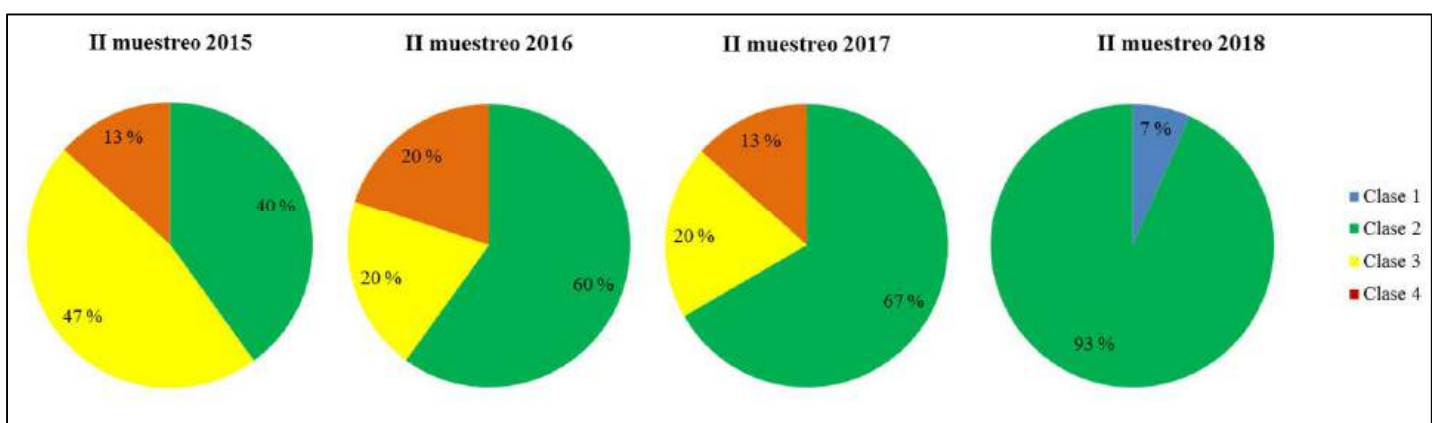


Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

Resultados en la época de transición

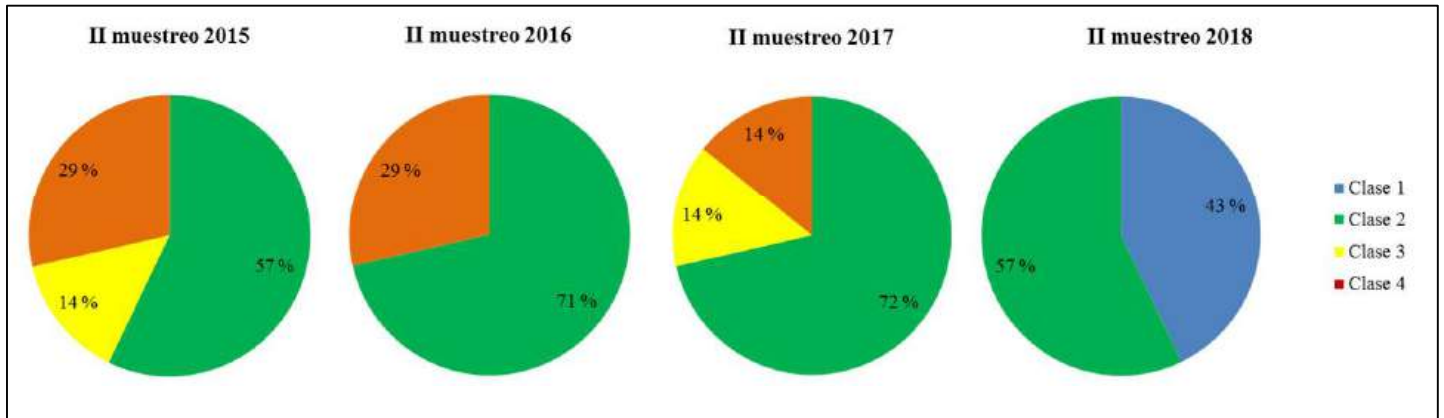
Para la época de transición se da una tendencia de disminución de los cuerpos de agua que entran en la clase 2 y aumentan los sitios que se clasifican en una categoría 3 o 4 (**figura 44 y figura 45**). El agua que se cataloga en la clase 3 tiene más limitaciones para ser utilizable, pues no se puede utilizar para actividades pecuarias (abrevaderos), ni para el riego de cultivos; para ser utilizados para abastecimiento para consumo humano se le debe dar tratamiento avanzado. Si se clasifican en la clase 4 sólo es utilizable para la navegación y utilizable con limitaciones para la generación eléctrica (ver **anexo 5**).

Figura 44. Clasificación del agua según los resultados de *E. coli* en muestras de agua recolectadas en la época de transición, en los sitios tributarios del río Tres Amigos



Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

Figura 45. Clasificación del agua según los resultados de *E. coli* en muestras de agua recolectadas en la época de transición, en los sitios tributarios del río Toro

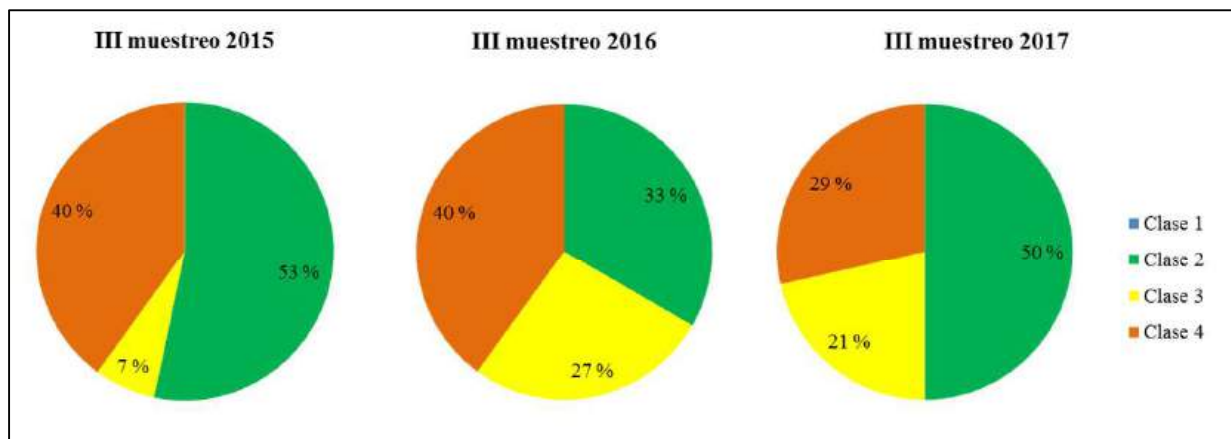


Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

Resultados en la época lluviosa

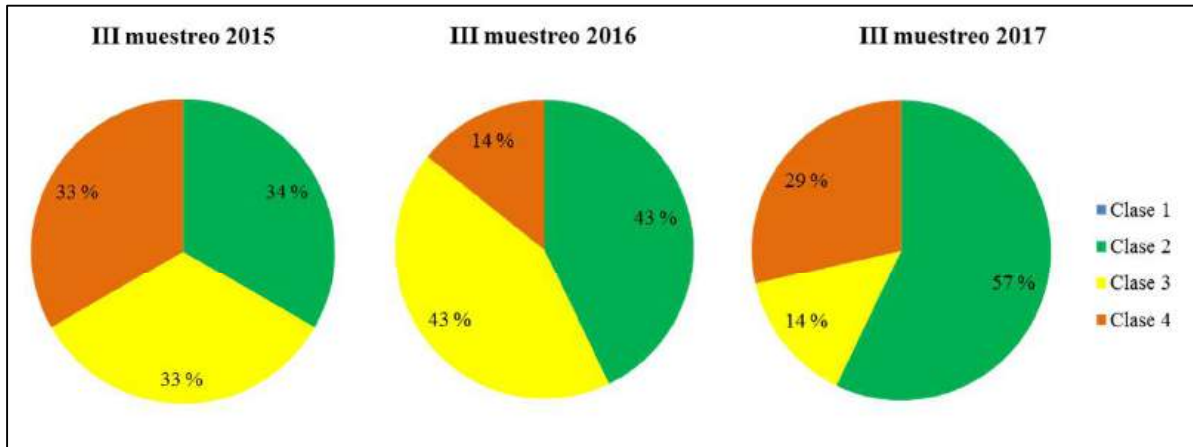
En la época lluviosa se puede observar que hay más sitios en la clase 4, con respecto a las otras épocas de muestreo. Esto se puede deber a que las lluvias arrastran material hacia los cuerpos de agua.

Figura 46. Clasificación del agua según los resultados de *E. coli* en muestras de agua recolectadas en la época lluviosa, en los sitios tributarios del río Tres Amigos



Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

Figura 47. Clasificación del agua según los resultados de *E. coli* en muestras de agua recolectadas en la época lluviosa, en los sitios tributarios del río Toro



Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

En el **anexo 6** se encuentran los resultados de los análisis microbiológicos de las muestras de agua recolectadas durante los cuatro años de ejecución del proyecto.

Monitoreo de contaminantes emergentes en muestras de agua superficiales

A partir del 2016 se analizó la presencia de contaminantes emergentes (CE) en las muestras de aguas recolectadas en los cuerpos de agua superficiales. En los dos primeros muestreos del 2016 se analizaron un total de 17 moléculas (**tabla 6**). Para el último muestreo de ese año y para los muestreos posteriores (2017 y 2018) se amplió la capacidad analítica y se analizaron un total de 61 moléculas (**tabla 7**). A continuación, se presentan las moléculas que se analizaron en las muestras de agua recolectadas de los cuerpos de agua superficiales.

Tabla 6. Moléculas analizadas en las muestras de agua recolectadas el primer y segundo muestreo del 2016

Moléculas analizadas en el 2016		
Acetaminofén (medicamento)	Clindamicina (antibiótico)	Sulfametazina (uso veterinario)
Cafeína (estimulante)	Dimetilxantina (estimulante)	Sulfametoxazol (antibiótico)
Carbamazepina (medicamento)	Doxiciclina (antibiótico)	Sulfatiazol (medicamento)
Cimetidina (medicamento)	Indometacina (medicamento)	Tetraciclina (antibiótico)
Ciprofloxacina (antibiótico)	Oxitetraciclina (antibiótico)	
Claritromicina (antibiótico)	Ofloxacina (antibiótico)	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 7. Moléculas analizadas en las muestras de agua recolectadas en el tercer muestreo del 2016 y los tres muestreos del 2017 y en los muestreos del 2018

Moléculas analizadas en el tercer muestreo del 2016, 2017 y 2018			
1,7 dimetilxantina (estimulante)	Cimetidina (medicamento)	Estriol (medicamento)	Salbutamol (medicamento)
Acetaminofén (medicamento)	Ciprofloxacina (antibiótico)	Fluoxetina (medicamento)	Sildenafil (medicamento)
Ácido mefenamico (medicamento)	Claritromicina (antibiótico)	Ibuprofeno (medicamento)	Spinosad (uso veterinario)
Albendazol (medicamento)	Clenbuterol (medicamento)	Indometacina (medicamento)	Sulfametazina (uso veterinario)
Altrulina (medicamento)	Clindamicina (antibiótico)	Iohexol (medicamento)	Sulfatiazol (medicamento)
Amikacina (antibiótico)	Clonazepam (medicamento)	Ketoprofeno (medicamento)	Tetraciclina (antibiótico)
Amoxicilina (antibiótico)	Clormadinona (medicamento)	Lorazepam (medicamento)	Tilosina (uso veterinario)
Ampicilina (antibiótico)	Clortetraciclina (antibiótico)	Lovastatina (medicamento)	Tiocolchicosido (medicamento)
Atenolol (medicamento)	Codeína (medicamento)	Metformina (medicamento)	Trimetoprim (antibiótico)

Continuación de la tabla en la siguiente página



Moléculas analizadas en el tercer muestreo del 2016, 2017 y 2018			
Azitromicina (antibiótico)	Difenhidramina (medicamento)	Metronidazol (antibiótico)	Vancomicina (medicamento)
Bacitracina (antibiótico)	Dimetridazol (medicamento)	Naproxeno (medicamento)	
Bromazepam (medicamento)	Doxiciclina (antibiótico)	Nistatina (medicamento)	
Cafeína (estimulante)	Emamectina (uso veterinario)	Ofloxacina (antibiótico)	
Carbamazepina (medicamento)	Enrofloxacin (antibiótico uso veterinario)	Oxacilina (antibiótico)	
Cefalexina (antibiótico)	Eritromicina (antibiótico)	Oxitetraciclina (antibiótico)	
Cefalotina (antibiótico)	Esomeprazol (medicamento)	Pseudoefedrina (medicamento)	
Ceftiofur (antibiótico)	Estreptomina (antibiótico)	Risperidona (medicamento)	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota: Las moléculas en negrita corresponden a las moléculas nuevas

En el 2016 se detectaron 15 moléculas en el primer muestreo, ocho moléculas en el segundo muestreo y en el tercer muestreo no se detectaron contaminantes emergentes. En el 2017 solo se detectó la presencia de cafeína en una muestra recolectada en el sitio 14 (quebrada Huevo) en el segundo y tercer muestreo (ver **anexo 7**, **anexo 8** y **anexo 9**).

Con la capacidad analítica ampliada del laboratorio y los primeros análisis realizados desde el 2016, junto con la creciente preocupación por el efecto de los contaminantes emergentes en el ambiente, es importante continuar con el análisis de dichas sustancias en los cuerpos de aguas, así como plantear el riesgo que representan estos agentes sobre la salud humana y el ambiente.

Monitoreo de residuos de plaguicidas

Agua superficial y sedimentos

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los muestreos realizados en los cuerpos de agua superficial durante los cuatro años de ejecución del proyecto. Todos los resultados de los análisis de residuos de plaguicidas en muestras de agua superficial se encuentran en el **anexo 10, anexo 11 y anexo 12**.

Cuadro 2. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las tres épocas de muestreo del año 2015

Año	Época	Plaguicida	Número de detecciones	Concentración promedio (µg/L)	Concentración mínima (µg/L)	Concentración máxima (µg/L)
2015	Seca	Ametrina	2	0,45	0,27	0,63
		Bromacil	19	1,3	0,20	2,7
		Carbaril	1	0,30	0,30	0,30
		Diazinón	5	0,68	0,17	1,4
		Diurón	3	0,44	0,31	0,56
		Propiconazol	1	0,22	0,22	0,22
		Triadimefón	1	0,25	0,25	0,25
	Transición	Ametrina	5	0,22	0,10	0,48
		Bromacil	18	1,5	0,54	3,4
		Diazinón	6	0,48	0,13	1,8
		Diurón	5	0,69	0,46	0,86
		Malatión	10	0,26	0,10	0,38
		Miclobutanil	1	0,26	0,26	0,26
		Propiconazol	1	0,91	0,91	0,91
	Triadimefón	1	0,37	0,37	0,37	
	Lluviosa	Ametrina	8	0,19	0,10	0,43
		Bromacil	16	2,3	0,52	4,2
		Carbaril	1	0,15	0,15	0,15
		Clorpirifós	2	0,08	0,07	0,08
		Diazinón	4	0,40	0,13	0,58
		Diurón	8	0,79	0,38	1,7
Metalaxil		1	1,0	1,0	1,0	
Triadimefón	1	0,54	0,54	0,54		

Fuente: Elaboración propia, 2018

Del **cuadro 2** se pueden indicar las siguientes conclusiones:

- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época seca fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época de transición fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época lluviosa fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante el año 2015 fue bromacil.



- Después del bromacil, los plaguicidas con mayor cantidad de detecciones, durante todo el año 2015, fueron: diurón, ametrina y diazinón.
- El malatión presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (10) en la época de transición, ya que se no detectó en las otras épocas del 2015, ni en los demás muestreos de los otros años.
- Las mayores concentraciones cuantificadas fueron del bromacil, dándose un ligero incremento a través del año, entre las épocas seca, transición y lluviosa.
- La mayoría de las concentraciones no superaron el microgramo por litro, por tanto se pueden catalogar que están a nivel de trazas.

Cuadro 3. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las tres épocas de muestreo del año 2016

Año	Época	Plaguicida	Número de detecciones	Concentración promedio (µg/L)	Concentración mínima (µg/L)	Concentración máxima (µg/L)
2016	Seca	Ametrina	13	0,17	0,05	1,2
		Bromacil	19	1,6	0,40	3,1
		Carbendazín	1	0,78	0,78	0,78
		Clorpirifós	2	0,23	0,21	0,24
		Diurón	3	0,56	0,46	0,73
		Imazalil	1	0,51	0,51	0,51
		Propiconazol	1	0,92	0,92	0,92
		Triadimefón	2	1,6	0,80	2,4
	Transición	Ametrina	9	0,17	0,09	0,27
		Bromacil	19	1,9	0,48	4,6
		Carbaril	1	0,76	0,76	0,76
		Carbendazín	2	0,88	0,77	0,98
		Clorpirifós	2	0,22	0,21	0,23
		Diazinón	3	0,17	0,12	0,24
		Diurón	7	0,60	0,32	1,2
		Hexazinona	2	0,22	0,11	0,33
		Imidacloprid	1	0,11	0,11	0,11
		Metalaxil	9	0,28	0,10	0,82
		Oxamil	2	0,15	0,12	0,18
		Propiconazol	4	0,42	0,17	0,71
	Triadimefón	1	1,9	1,9	1,9	
	Lluviosa	Ametrina	10	0,21	0,14	0,44
		Bromacil	19	2,2	0,64	5,5
		Carbaril	1	0,17	0,17	0,17
		Carbendazín	3	0,82	0,51	0,98
		Carbofurán	1	0,54	0,54	0,54
		Clorpirifós	1	0,69	0,69	0,69
		Diurón	9	0,48	0,32	0,86
		Hexazinona	2	0,80	0,28	1,3
		Oxamil	1	1,6	1,6	1,6
Triadimefón		1	0,66	0,66	0,66	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Del **cuadro 3** se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época seca fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época de transición fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época lluviosa fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante el año 2016 fue bromacil.
- Después del bromacil, los plaguicidas con mayor cantidad de detecciones, durante todo el año 2016, fueron: diurón y ametrina.
- El metalaxil presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (9) en la época de transición, ya que se no detectó en las otras épocas del 2016. Sin embargo, sí se continuó detectando.
- Las mayores concentraciones cuantificadas fueron del bromacil, dándose un ligero incremento a través del año, entre las épocas seca, transición y lluviosa.
- La mayoría de las concentraciones no superaron el microgramo por litro, por tanto se pueden catalogar que están a nivel de trazas.

Cuadro 4. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las tres épocas de muestreo del año 2017

Año	Época	Plaguicida	Número de detecciones	Concentración promedio (µg/L)	Concentración mínima (µg/L)	Concentración máxima (µg/L)
2017	Seca	Ametrina	13	0,55	0,06	3,9
		Bromacil	20	3,4	0,06	8,6
		Carbendazín	13	0,30	0,05	2,4
		Ciromazina	22	0,22	0,12	0,59
		Diazinón	5	0,38	0,11	0,83
		Diurón	5	1,7	0,32	3,2
		Hexazinona	10	0,15	0,07	0,29
		Imazalil	2	0,36	0,27	0,45
		Imidacloprid	4	0,09	0,06	0,11
		Metalaxil	10	0,19	0,06	0,57
		Oxamil	2	0,09	0,08	0,09
		Triadimefón	5	1,4	0,18	5,4
		Triadimenol	5	0,16	0,06	0,45
	Transición	Ametrina	16	0,44	0,14	1,2
		Bromacil	19	1,7	0,40	7,6
		Carbendazín	4	0,40	0,12	1,0
		Carbofurán	1	0,50	0,45	0,45
		Diurón	9	1,7	0,36	6,9
		Hexazinona	14	0,20	0,03	1,5
		Imazalil	1	0,10	0,10	0,10
Imidacloprid	1	0,13	0,10	0,13		
Metalaxil	10	0,24	0,08	0,82		
Oxamil	4	0,24	0,10	0,42		



Lluviosa	Propiconazol	4	0,35	0,15	0,91
	Triadimefón	2	1,7	0,46	3,0
	Triadimenol	1	1,1	1,1	1,1
	Ametrina	19	1,9	0,18	7,0
	Bromacil	19	2,3	0,32	7,0
	Carbaril	4	0,95	0,30	2,0
	Carbendazín	4	0,63	0,32	1,4
	Diclorvós	1	0,20	0,20	0,20
	Dimetoato	14	1,0	0,43	2,3
	Diurón	15	1,3	0,44	3,3
	Etoprofós	13	0,18	0,12	0,32
	Hexazinona	15	0,17	0,11	0,32
	Imazalil	9	0,20	0,14	0,44
	Metalaxil	1	0,22	0,22	0,22
	Oxamil	3	0,22	0,15	0,27
	Triadimefón	1	0,15	0,15	0,15

Fuente: Elaboración propia, 2018

Del **cuadro 4** se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época seca fue ciromazina.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época de transición fue bromacil.
- Los plaguicidas con mayor cantidad de detecciones durante la época lluviosa fueron bromacil y ametrina.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante el año 2017 fue bromacil.
- Después del bromacil, los plaguicidas con mayor cantidad de detecciones, durante todo el año 2017, fueron: ametrina, diurón y hexazinona.
- La ciromazina presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (22) en la época seca, ya que se no detectó en las otras épocas del 2017.
- El dimetoato presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (14) en la época lluviosa, ya que se no detectó en las otras épocas del 2017.
- El etoprofós presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (13) en la época lluviosa, ya que se no detectó en las otras épocas del 2017.
- Las mayores concentraciones cuantificadas fueron del bromacil, dándose una ligera disminución a través del año, entre las épocas seca, transición y lluviosa.
- La mayoría de las concentraciones no superaron el microgramo por litro, por tanto se pueden catalogar que están a nivel de trazas.



Cuadro 5. Resumen de las concentraciones promedio, máxima y mínima, de los plaguicidas que fueron detectados y cuantificados, en las dos épocas de muestreo del año 2018

Año	Época	Plaguicida	Número de detecciones	Concentración promedio (µg/L)	Concentración mínima (µg/L)	Concentración máxima (µg/L)
2018	Seca	Ametrina	14	0,31	0,09	1,8
		Bromacil	18	2,4	0,40	6,4
		Carbaril	2	0,70	0,47	0,92
		Carbendazín	11	0,29	0,10	1,1
		Carbofurán	4	0,62	0,14	1,9
		Clorpirifós	11	0,62	0,10	4,0
		Diazinón	9	0,40	0,09	1,2
		Diurón	9	1,0	0,24	4,4
		Etoprofós	1	0,65	0,65	0,65
		Hexazinona	9	0,31	0,08	1,6
		Imidacloprid	12	0,54	0,10	2,7
		Metalaxil	7	0,97	0,12	5,2
		Oxamil	5	1,3	0,22	5,3
		Propiconazol	3	2,0	0,27	5,3
	Transición	Ametrina	17	0,46	0,15	3,5
		Bromacil	18	3,7	0,88	16
		Carbaril	1	0,41	0,41	0,41
		Carbendazín	3	0,71	0,27	0,99
		Carbofurán	2	0,37	0,18	0,56
		Clorpirifós	3	0,46	0,23	0,90
		Diazinón	17	0,80	0,28	2,7
		Diurón	16	0,85	0,45	2,6
		Hexazinona	7	0,23	0,19	0,32
		Imidacloprid	2	0,45	0,35	0,55
		Metalaxil	12	0,37	0,20	1,2
		Oxamil	3	1,0	0,58	1,8
Propiconazol	6	0,31	0,18	0,50		

Fuente: Elaboración propia, 2018

Del **cuadro 5** se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

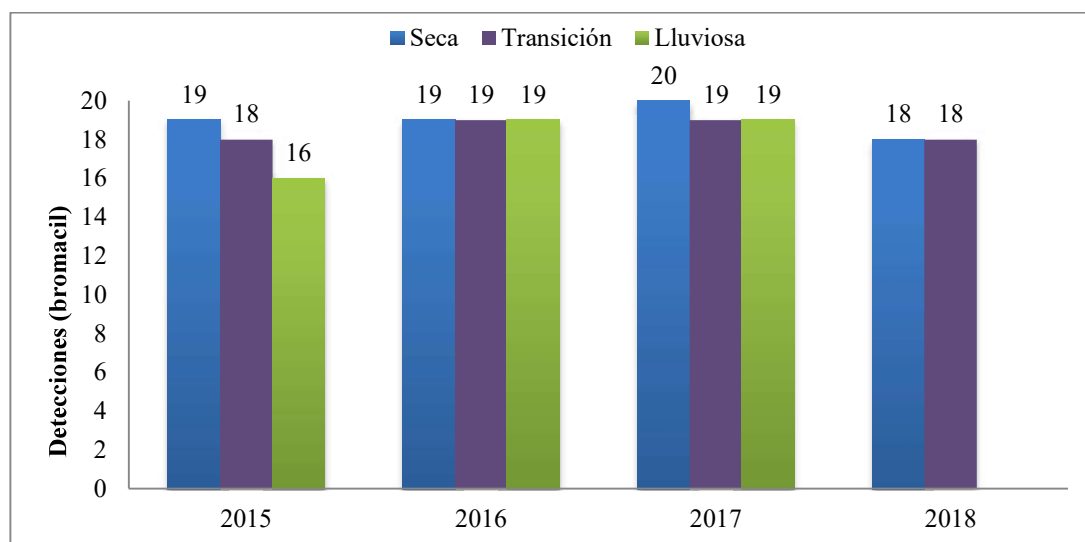
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época seca fue bromacil.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante la época de transición fue bromacil.
- No se llevó a cabo el tercer muestreo en la época lluviosa, debido al traslado de edificio del CICA.
- El plaguicida con mayor cantidad de detecciones durante el año 2018 fue el bromacil.
- Después del bromacil, los plaguicidas con mayor cantidad de detecciones, durante todo el año 2018, fueron: ametrina, diazinón, diurón, metalaxil y hexazinona.
- El clorpirifós presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (11) en la época seca, ya que la cantidad de detecciones, que se habían registrado anteriormente, eran bajas.

- El imidacloprid presentó una situación especial en la cantidad de detecciones (12) en la época seca, ya que la cantidad de detecciones, que se habían registrado anteriormente, eran bajas.
- Las mayores concentraciones cuantificadas fueron del bromacil, dándose un incremento entre los valores de las épocas seca y de transición. No se cuenta con el dato de la época lluviosa.
- La mayoría de las concentraciones no superaron el microgramo por litro, por tanto se pueden catalogar que están a nivel de trazas.

Por medio de los datos generados, a través de los años en que se llevaron a cabo los muestreos de aguas superficiales del proyecto (2015, 2016, 2017 y 2018), se pueden llegar a establecer conclusiones generales, con relación a: la presencia de los plaguicidas más frecuentemente detectados, aquellos plaguicidas que mostraron situaciones fuera del comportamiento general en cada una de las épocas, una serie de tendencias en el comportamiento de las máximas concentraciones y la mayor cantidad de detecciones entre las épocas de muestreo, entre otras.

Sin duda alguna, el bromacil fue el plaguicida que presentó la mayor cantidad de detecciones a través de los años de desarrollo del proyecto. La presencia del plaguicida fue prácticamente constante a través de las épocas de cada uno de los años, tal como se aprecia en la **figura 48**.

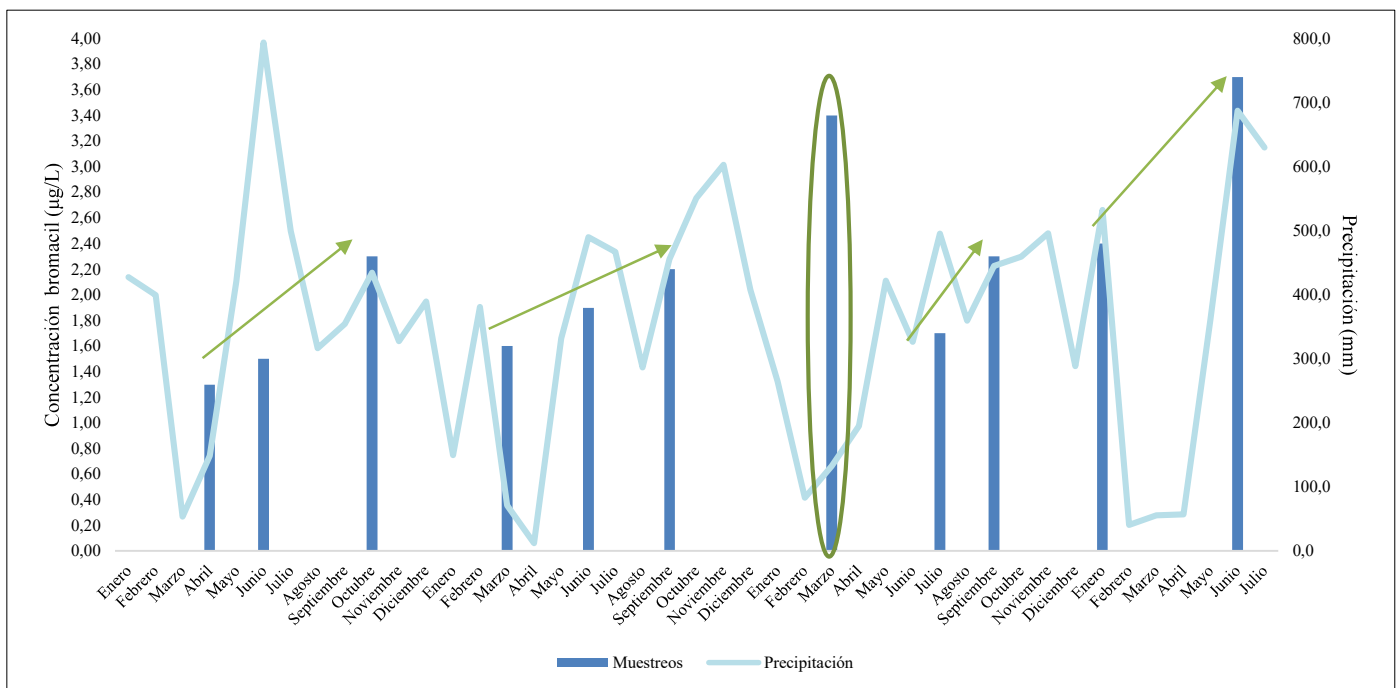
Figura 48. Cantidad de detecciones del plaguicida bromacil, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2018

Con respecto a la concentración media, de manera general, tiende al incremento entre las épocas de cada año; sin embargo, entre los valores no hay cambios significativos dado que no hay diferencias en términos de órdenes de magnitud. Se considera el valor encontrado en el primer muestreo del año 2017 como circunstancial, dado que rompe con la tendencia general mostrada en los demás años (**figura 49**).

Figura 49. Relación de la concentración media de bromacil detectada en cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo



Fuente: Elaboración propia, 2018

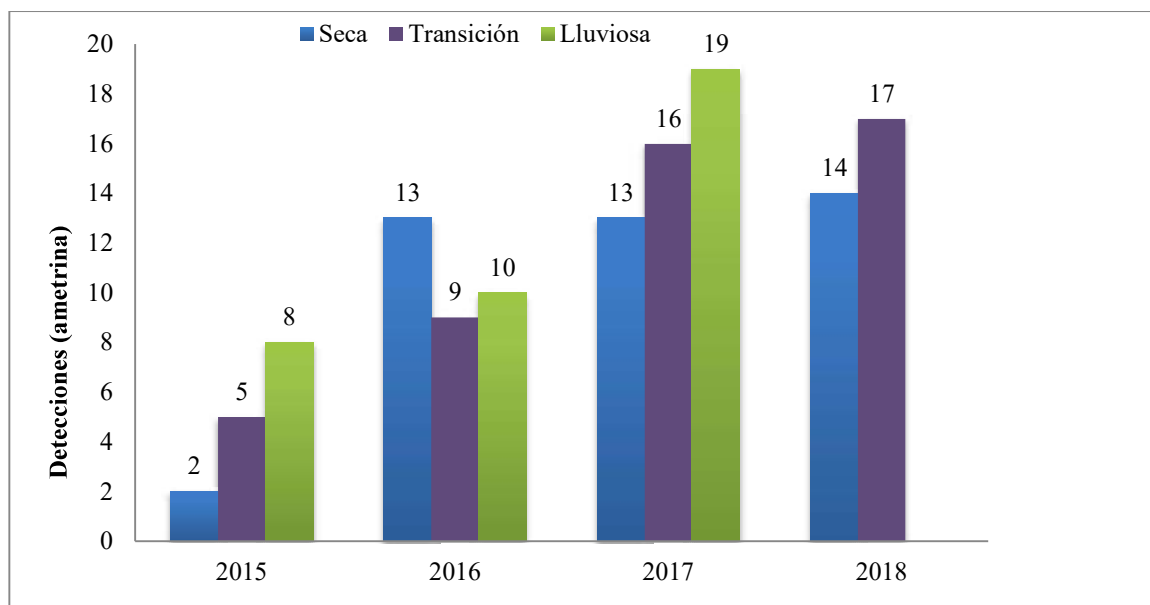
Al tratarse de un plaguicida que presenta una alta solubilidad en agua, además de un alto potencial de lixiviación (ver **anexo 15**), es de esperar que se transporte por medio de diferentes movimientos ambientales como escorrentía y lixiviación. El comportamiento encontrado, por medio de los resultados del proyecto, muestra la tendencia de la mayor concentración residual del plaguicida con respecto a las altas precipitaciones, lo cual puede atribuirse al movimiento ambiental del plaguicida, que pudo haberlo hecho llegar a los cuerpos de agua superficial.

El comportamiento hacia el alza de la concentración del bromacil debe seguirse evaluando, tanto en aguas superficiales como subterráneas. Es muy importante mencionar que por su potencial de lixiviación y las características de los suelos de la zona de estudio (arcillosos), el plaguicida puede tener un movimiento constante a través de los perfiles del suelo, por lo que puede mantenerse en continua liberación hacia los cuerpos de agua. Es importante considerar la

posibilidad de que los suelos de la zona de estudio se encuentren aún con un nivel de saturación considerable por el uso anterior del plaguicida.

El segundo plaguicida en importancia, con respecto al rubro de la cantidad de detecciones, fue la Ametrina. En este caso se pudo apreciar una leve tendencia al incremento del número de detecciones del plaguicida a través de las épocas del año, siendo mayores en las épocas lluviosas o de transición, tal como se observa en la **figura 50**.

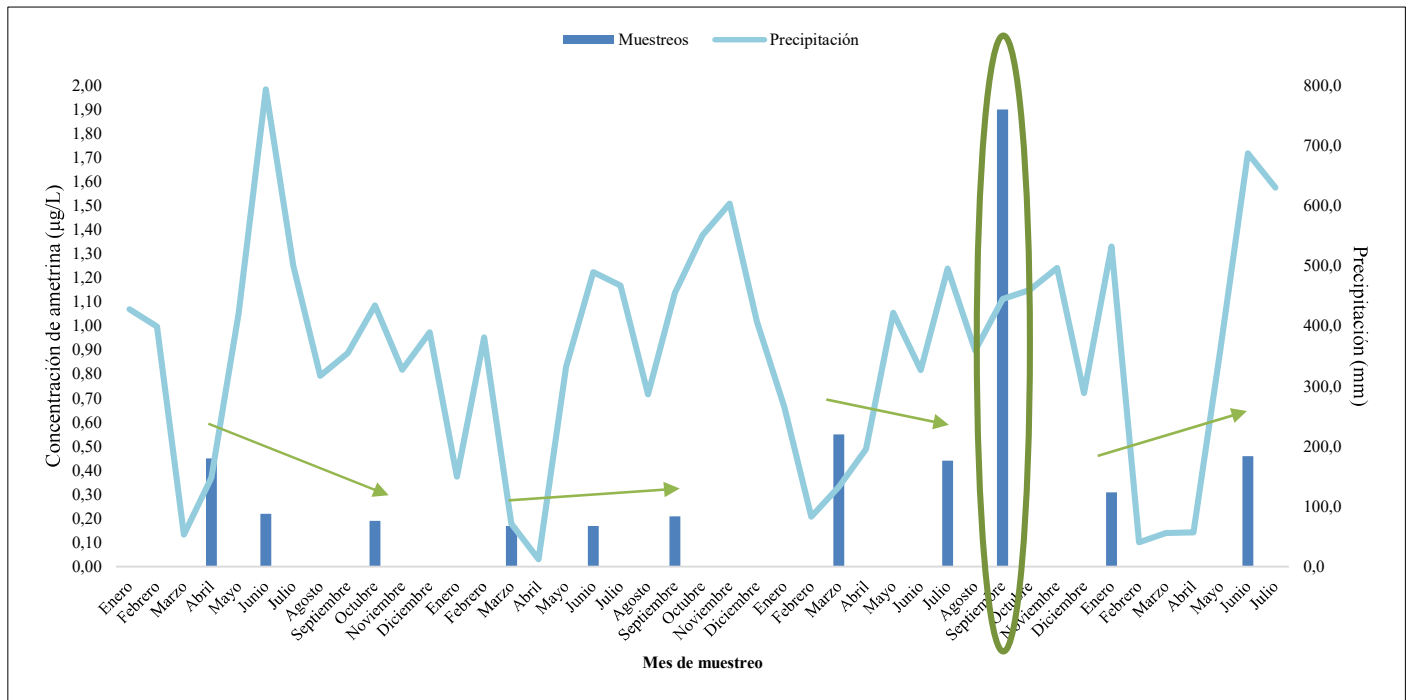
Figura 50. Cantidad de detecciones del plaguicida ametrina, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2018

Con respecto a la concentración media del plaguicida, se considera que mantiene un comportamiento constante en el tiempo, los valores no cambian de forma significativa (en orden de magnitud), con excepción del tercer muestreo realizado en el 2017, en donde se presenta una concentración más alta comparada con las demás (ver **figura 51**). Asimismo, cabe mencionar que no se presentó una relación directa entre la concentración media del plaguicida con la precipitación a través de las épocas de cada año.

Figura 51. Relación de la concentración media de ametrina detectada en cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo



Fuente: Elaboración propia, 2018

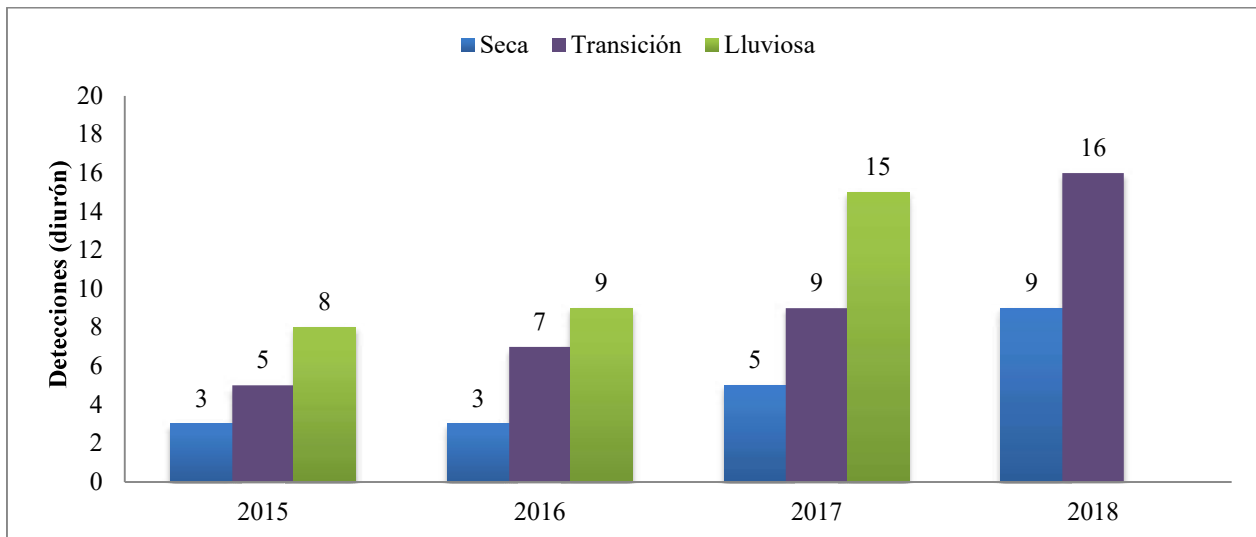
Al tratarse de un plaguicida con baja solubilidad en agua, un bajo potencial de lixiviación (ver **anexo 15**), mayor coeficiente de adsorción en suelo (con respecto a los demás plaguicidas más frecuentemente detectados), y mayor persistencia en suelo; era de esperar su detección en las muestras de sedimentos (ver **anexo 13** y **anexo 14**) y que no se manifestara una relación directa entre los resultados de las muestras de aguas superficiales y la precipitación.

El comportamiento anómalo en el tercer muestreo del año 2017 se presentó no solamente con la ametrina, sino en la mayoría de los plaguicidas detectados en este muestreo. Es importante considerar que durante el año 2017 se presentaron fenómenos ambientales (ondas tropicales, frentes fríos y huracanes) que pudieron afectar el relieve del terreno, lo cual pudo causar el movimiento del plaguicida hacia los cuerpos de agua (por ejemplo, por medio de erosión) y en ellos su posterior liberación (por transferencia de masa).

Otro de los plaguicidas con mayor cantidad de detecciones a través de todos los años del proyecto fue el diurón. Este se detectó en menor cantidad de ocasiones en comparación con el bromacil y la ametrina, pero, de la misma manera, representa uno de los plaguicidas de mayor relevancia en los resultados del proyecto.

Al igual que en el caso de la ametrina, la cantidad de detecciones mostró una tendencia hacia la alza, a lo largo del año, siendo las épocas de lluvia las que presentaron la mayor cantidad de detecciones del plaguicida.

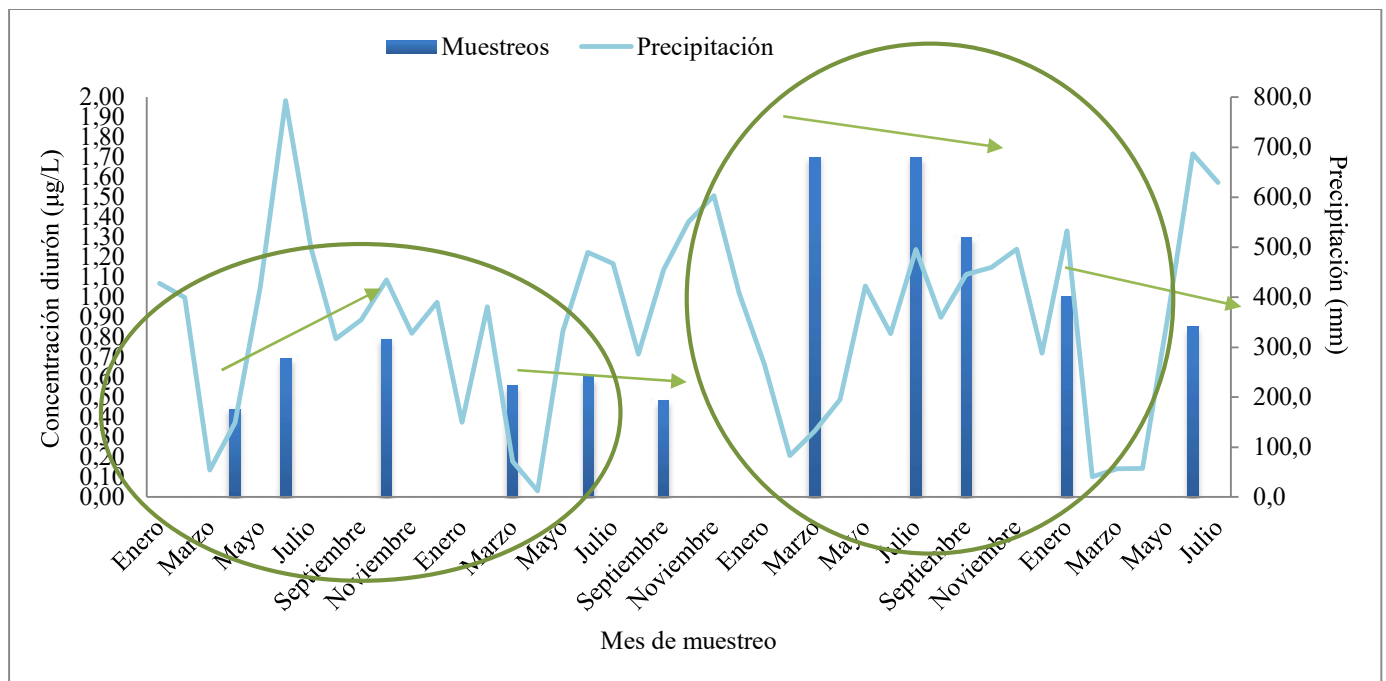
Figura 52. Cantidad de detecciones del plaguicida diurón, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2018

La concentración media muestra dos grupos de datos. No se puede llegar a concluir un tipo de comportamiento como tal, hacia la alza o hacia disminución; pero sí se puede observar que existen dos grupos de datos de concentraciones, entre los primeros dos años de estudio y los otros dos años (ver **figura 53**). Se presentó un cambio en el orden de magnitud de la concentración media del diurón a partir del año 2017. En los resultados de los años 2015 y 2016, la máxima concentración fue de 1,7 ug/L, mientras que entre los años 2017 y 2018 fue de 6,9 ug/L.

Figura 53. Relación de la concentración media de diurón detectada en cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo



Fuente: Elaboración propia, 2018

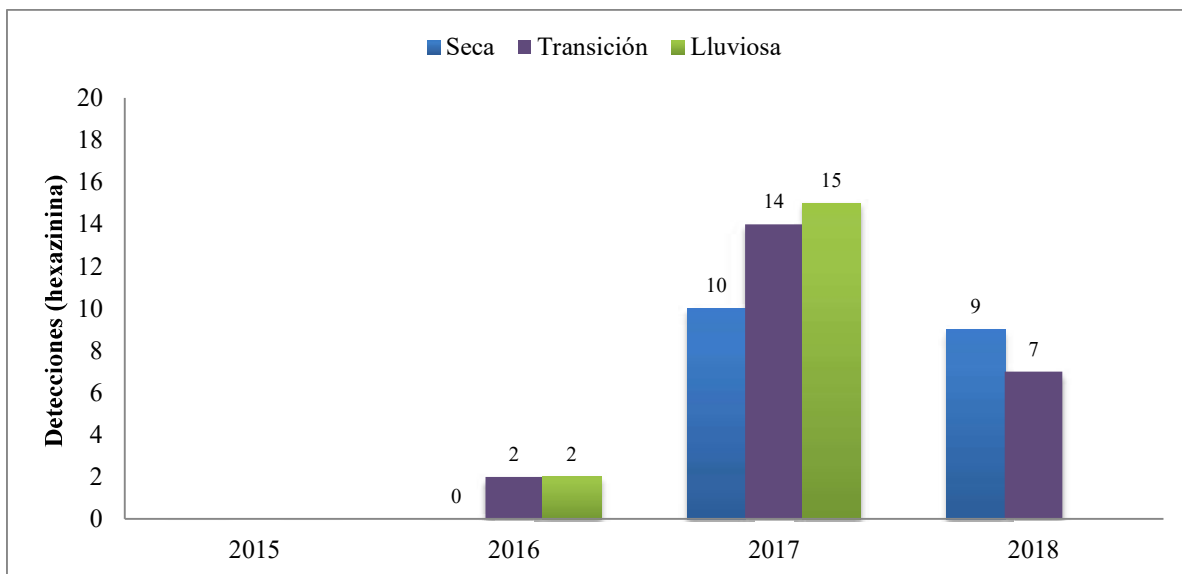
Tal como se observa en la **figura 53**, no se apreció un comportamiento definido entre las concentraciones del plaguicida con respecto a la precipitación. El aumento en las concentraciones detectadas del diurón, entre los años 2017 y 2018, no guardó relación con el factor de la precipitación, lo cual puede atribuirse a que se trata de un herbicida con baja solubilidad en agua.

Los dos grupos de datos sugieren que se pudo presentar un cambio en la aplicación y el uso del plaguicida, por lo que se podría considerar el diurón como una alternativa del bromacil, al tratarse de un herbicida permitido en el cultivo de piña, y que ante la prohibición del bromacil en el año 2017, se buscaran alternativas como este caso. Por lo tanto se recomienda evaluar aspectos antropogénicos para explicar este aumento, tales como uso y aplicación de este plaguicida en el cultivo de piña y en otros cultivos que estuvieran dentro de la zona de estudio.

La hexazinona ha sido otro de los plaguicidas de mayor relevancia en el presente estudio, debido a factores como: su uso permitido y característico en el cultivo de la piña, la búsqueda de alternativas ante el bromacil, y sus propiedades fisicoquímicas. Durante el año 2015 y gran parte del año 2016, este plaguicida no aparece con resultados, debido a que aún no formaba parte de la capacidad de análisis del laboratorio; sino que, gracias al aumento de dicha capacidad, el CICA incorporó este y muchos otros plaguicidas más, como parte de la mejora continua.

No se puede concluir sobre un determinado comportamiento de las detecciones de la hexazinona (**figura 54**), ya que no se cuenta con más de dos datos en varias de las épocas (seca y lluviosa). Sería importante continuar con los monitoreos y los análisis, para poder establecer un comportamiento (en caso que lo haya) como tal.

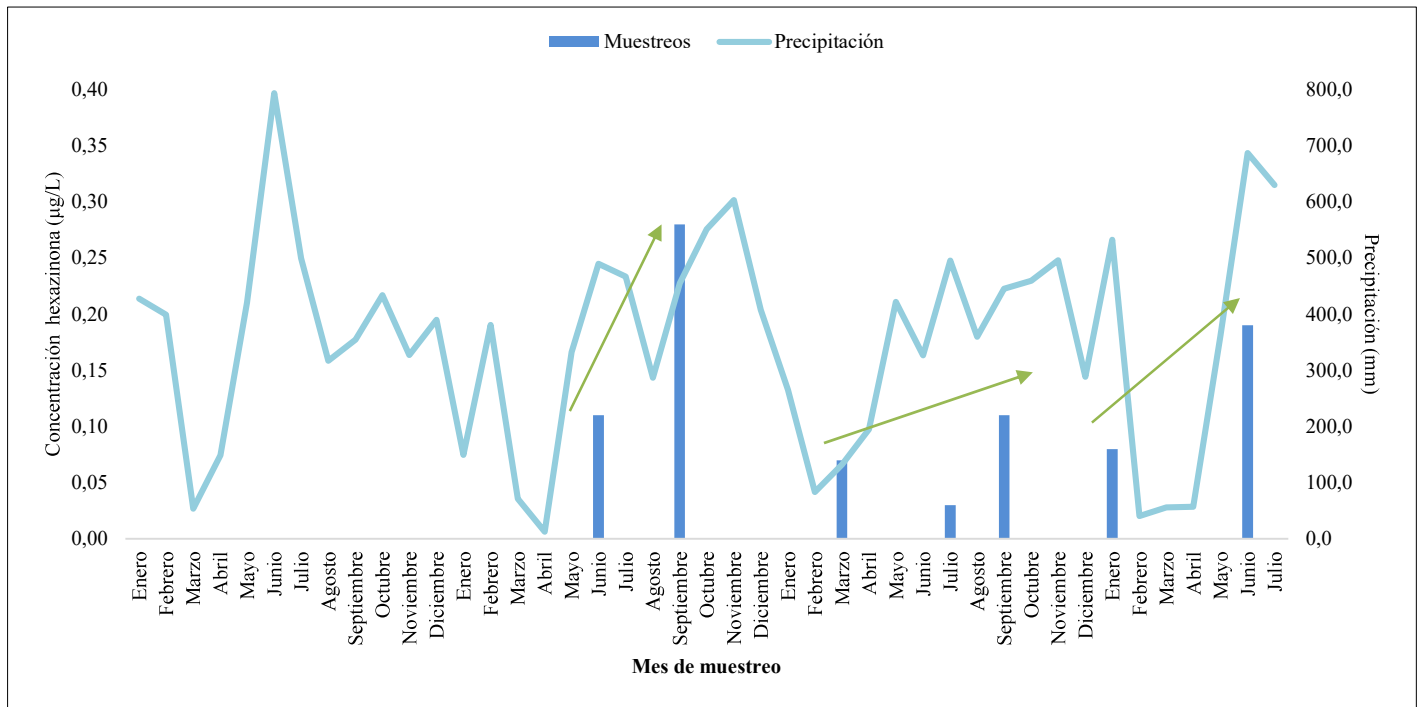
Figura 54. Cantidad de detecciones del plaguicida hexazinona, por cada una de las épocas de muestreo, a través de los años de monitoreo del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2018

Con respecto a las concentraciones medias, estas muestran una tendencia a ser mayores conforme mayor fue la cantidad de precipitación. Respecto a los valores de concentración media a lo largo del proyecto, se considera en general constante, además, es difícil definir un patrón de crecimiento o decrecimiento con el faltante de su análisis en los primeros muestreos.

Figura 55. Relación de la concentración media de hexazinona detectada en cada campaña de muestreo, desde el año 2015 al año 2018, frente a la precipitación en dicho periodo



Fuente: Elaboración propia, 2018

De manera muy similar que el bromacil, la hexazinona, al tratarse de un plaguicida con alta solubilidad en agua, es de esperar que se transporte por medio de diferentes movimientos ambientales, como la escorrentía. El comportamiento mostró que las mayores concentraciones del plaguicida se presentan con las más altas precipitaciones, en los años que se evaluó el plaguicida, lo cual puede llegar a justificar la presencia de la hexazinona en los cuerpos de agua superficial.

Al igual que con el diurón, se presenta la posibilidad de considerar la hexazinona como una alternativa del bromacil, al tratarse de un herbicida permitido en el cultivo de piña, y que ante la prohibición del bromacil en el año 2017, se buscaran alternativas como este caso. Por lo tanto, se recomienda evaluar aspectos antropogénicos para explicar este aumento, tales como uso y aplicación de este plaguicida en el cultivo de piña y en otros cultivos que estuvieran dentro de la zona de estudio.

Tal como se mencionó en las conclusiones de los resultados del **cuadro 2**, **cuadro 3**, **cuadro 4** y el **cuadro 5**, se presentaron resultados que despiertan interés, debido a que se trató de plaguicidas con detecciones en una determinada época, que antes no se habían detectado o que solamente en esa época se encontraron. Tales casos se pueden observar en el **cuadro 6**.

Cuadro 6. Resumen de los casos de plaguicidas con cantidad de detecciones alrededor o más de la mitad de los puntos de muestreo, en alguna época en particular

Año	Época	Analito	Detecciones
2015	Transición	Malatión	10
	Seca	Ciromazina	22
2017	Lluviosa	Dimetoato	14
		Etoprofós	13
	Seca	Clorpirifós	11
2018	Seca	Imidacloprid	12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Nota: No se indica el año 2016 pues en ese año no se presentaron este tipo de casos.

De acuerdo con información suministrada por el Ing. Agr. David Meneses, del MAG-Pital, la presencia de varios de estos plaguicidas se puede justificar por las siguientes razones:

- “Durante los meses de junio, julio y agosto del 2017 hubo una plaga fuerte de mosca del establo, para controlarla se suele utilizar ciromazina”. El plaguicida pudo estarse aplicando desde inicios de año, o incluso a finales del año anterior, ante el problema presentado por esta plaga.
- “Para finales de 2017, entre los meses de setiembre y diciembre, incluso entre los meses de enero y febrero de 2018, los productores de piña tuvieron grandes problemas de babosa y caracol; para controlar estas plagas se utiliza el dimetoato”. El etoprofós es otro insecticida, que además tiene también función nematicida, y suele utilizarse en la rotación de productos para combatir este tipo de plagas.
- “Durante el verano 2017-2018, inició una plaga de gusano cabeza roja; para su control se utilizó clorpirifós”.
- En el caso del imidacloprid, se trata de uno de los ingredientes activos cuyo uso está permitido para piña y otros cultivos de la zona de estudio. Asimismo, el imidacloprid es uno de los plaguicidas que se distribuyen en la zona, por medio de los agroservicios consultados por el proyecto.
- En el caso del malatión, es importante evaluar su uso en el año 2015, ante eventuales plagas que se hayan presentado, y también su uso en otros cultivos de la zona.

Además de los plaguicidas evaluados anteriormente, es importante hacer mención de otros como: metalaxil, carbendazín, diazinón, propiconazol y triadimefón. Estos plaguicidas se detectaron en una mayoría de los muestreos realizados desde el 2015, con algunas excepciones en los primeros años del proyecto por no encontrarse aún en la capacidad analítica del laboratorio. En ocasiones, incluso se llegó a detectar la presencia de algunos de estos plaguicidas

en la mitad o más de los puntos de muestreo de la zona de estudio; y además, se trata de ingredientes activos que están permitidos y que se usan en el cultivo de la piña o en otros de los cultivos aledaños.

En el caso del carbendazín y del propiconazol se detectaron también en muestras de sedimento (ver **anexo 13** y **anexo 14**). Al igual que sucede con la ametrina y el diurón, se trata de plaguicidas que presentan baja o moderada solubilidad en agua, y son moderadamente persistentes en el suelo. Es de esperar que, ante la presencia de este tipo de plaguicidas en los bancos de sedimento a las orillas de los ríos o quebradas, tiendan a permanecer en el sedimento y su liberación hacia el agua sea menos favorecida que en el caso de otros plaguicidas con mayor solubilidad.

Se recomienda continuar con el estudio, en una segunda etapa del proyecto, donde es necesaria la medición del caudal en los puntos de muestreo, lo cual permitiría evaluar la carga de plaguicidas en los cuerpos de agua. Al contar con la carga del plaguicida, se podrían llevar a cabo comparaciones de las magnitudes (no solamente las concentraciones) de los plaguicidas en los cuerpos de agua, tomando en cuenta, que se cada uno de estos ríos o quebradas, tienen distintos caudales y flujos. Estos datos permitirían ir evaluando el impacto de la presencia de los plaguicidas en los diferentes puntos de muestreo, lo cual, se vería ampliamente beneficiado, por medio de ensayos de campo supervisados y evaluación de rutas metabólicas de los plaguicidas.

En la **tabla 8** y **tabla 9** se menciona el año de detección y el cultivo para el que está registrado cada plaguicida detectado en las muestras de sedimentos y agua superficial durante el proyecto.

Tabla 8. Plaguicidas detectados en muestras de sedimento, según el cultivo para el que están registrados

Año de detección	Plaguicida	Cultivo autorizado
2015	Buprofezín	Cucurbitáceas, tomate
2016	Procloraz	Piña, papaya, mango, banano, arroz,
2016-2018	Clorpirifós	Piña, caña, café, musáceas, arroz,
2015-2016	Diurón	Piña, cítricos, musáceas, caña
2015-2016-2017-2018	Ametrina	Piña, musáceas, caña, cítricos
2015-2016-2017-2018	Carbendazín	Piña, cítricos, musáceas, mango, aguacate, cereales, hortalizas
205-2016-2017-2018	Propiconazol	Piña, musáceas, arroz, ornamentales

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del sistema Insumosys del SFE, 2016-2018

Tabla 9. Plaguicidas detectados en muestras de agua superficial, según el cultivo para el que están registrados

Año de detección	Plaguicida	Tipo	Cultivo autorizado
2015	Malatión	Insecticida	Cítricos, arroz, sorgo, hortalizas
2015	Miclobutanil	Fungicida	Ornamentales, banano, cucurbitáceas, rosas
2016	Metoxifenocida	Insecticida	No está registrado



2016	Paclobutrazol	Regulador de crecimiento-fungicida	Mango
2016	Procloraz	Fungicida	Piña, papaya, mango, banano, arroz,
2017	Ciromazina	Insecticida	Ornamentales, apio, cebolla, melón, papa, tomate
2017	Diclorvós	Insecticida	Cítricos, ornamentales, cebolla, chile, lechuga, pepino, rábano, tomate,
2017	Dimetoato	Insecticida	Ornamentales, cítricos, melón, repollo, brócoli
2018	Prometrina	Herbicida	No está registrado
2015-2016	Paraquat	Herbicida	Piña, cítricos, caña, piña, musáceas, cereales
2015-2016-2018	Clorpirifós	Insecticida	Piña, caña, café, musáceas, arroz
2016-2017-2018	Imazalil	Fungicida	Ornamentales, cítricos, musáceas, cucurbitáceas
2015-2016-2017	Triadimenol	Fungicida	Caña, musáceas, café, arroz
2016-2017-2018	Carbofurán	Insecticida	Algodón, maíz, sorgo, arroz, ayote, rosa, tomate
2015-2016-2017	Tiabendazol	Fungicida	Musáceas, cítricos, aguacate, hortalizas
2015-2016-2017	Triadimefón	Fungicida	Piña, ornamentales, café, ornamentales, hortalizas
2016-2017-2018	Etoprofós	Insecticida	Piña, caña de azúcar, papa, frijol, maíz, musáceas
2015-2016-2017-2018	Ametrina	Herbicida	Piña, musáceas, caña, cítricos
2015-2016-2017-2018	Carbaril	Insecticida	Piña, musáceas, cereales, hortalizas
2015-2016-2017-2018	Carbendazín	Fungicida	Piña, cítricos, musáceas, mango, aguacate, cereales, hortalizas
2015-2016-2017-2018	Imidacloprid	Insecticida	Piña, cítricos, cucurbitáceas, papaya, solanáceas
2015-2016-2017-2018	Diazinón	Insecticida	Piña, cítricos, musáceas, arroz, café, cucurbitáceas, ornamentales
2015-2016-2017-2018	Metalaxil	Fungicida	Piña, chile, cucurbitáceas
2015-2016-2017-2018	Hexazinona	Herbicida	Piña, caña
2015-2016-2017-2018	Diurón	Herbicida	Piña, cítricos, musáceas, caña
2015-2016-2017-2018	Oxamil	Insecticida	Piña, ornamentales, cítricos, musáceas, café
2015-2016-2017-2018	Propiconazol	Fungicida	Piña, musáceas, arroz, ornamentales
2015-2016-2017-2018	Bromacil	Herbicida	Piña, cítricos

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del sistema Insumosys del SFE, 2016-2018

Agua subterránea

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en el análisis de residuos de plaguicidas en las muestras de agua recolectadas de los cuerpos de agua subterránea durante los tres años que se muestrearon los sitios.

Cuadro 7. Resultados obtenidos en el análisis de residuos de plaguicidas en muestras de agua subterránea.

Plaguicida*	Muestreo	2015		2016		2017	
		Sitios dónde se detectó	Máxima Concentración (µg/L)	Sitios dónde se detectó	Máxima Concentración (µg/L)	Sitios dónde se detectó	Máxima Concentración (µg/L)
Bromacil	Seca (I)	No se realizó		N1- N3- N4- N5- P2	3,8 (N3)	N1- N3- N4- N5	3,7 (N3)
	Transición (II)	N1- N3- N5-	3,2 (N5)	N1- N3- N4-	3,7 (N5)	No se realizó	



		P4		N5- P2		No se realizó
		N1- N3- N4- N5- P4	3,8 (N5)	N1- N3- N4- N5- P2-P4	3,8 (N5)	
Oxamil	Lluviosa (III)	No se realizó		N1	< 0,25**	ND
	Seca (I)	N1	< 0,25**	ND		ND
Imazalil	Transición (II)	ND		P4	< 0,36**	ND
	Seca (I)	ND		N6-P3	0,14 (P3)	No se realizó
Hexazinona	Lluviosa (III)	ND		N3	< 0,013**	No se realizó
Imidacloprid	Seca (I)	No se realizó		N1	< 0,25**	ND
Triadimefón	Lluviosa (III)	N2	< 0,31**	ND		No se realizó
Butóxido de Piperonilo	Lluviosa (III)	N2	2,44	ND		No se realizó
Miclobutanil	Transición (II)	N4-N5-P2	< 0,18**	ND		ND
Azoxistrobin	Transición (II)	N4	< 0,37**	ND		ND

Fuente: Elaboración propia, 2018

*Solamente se reportan las campañas de muestreo en las que hubo algún resultado de un plaguicida a través de los tres años.

**Límite de cuantificación del plaguicida.

Del **cuadro 7** se pueden obtener dos conclusiones principales:

- La detección de la mayoría de los plaguicidas fue circunstancial, es decir, se presentó en solamente una ocasión (máximo dos), con excepción del bromacil.
- El bromacil se detectó en todos los años en que se llevó a cabo el muestreo de aguas subterráneas en la zona de estudio. Sin embargo, la detección del bromacil no se presentó en todos los sitios de muestreo de aguas subterráneas.

En la **tabla 10** se menciona el año de detección y el cultivo para el que está registrado cada plaguicida detectado en las muestras de agua subterránea.

Tabla 10. Plaguicidas detectados en muestras de agua subterránea, según el cultivo para el que están registrados

Año de detección	Plaguicida	Tipo de plaguicida	Cultivo autorizado
2015	Azoxistrobin	Fungicida	Café, arroz, melón, sandía, papaya, frijol, cebolla
2015	Triadimefón	Fungicida	Piña, ornamentales, café, ornamentales, hortalizas
2015	Butóxido de piperonilo	Sinergista de plaguicidas	-
2016	Hexazinona	Herbicida	Piña, caña,
2016	Imazalil	Fungicida	Ornamentales, cítricos, musáceas, cucurbitáceas
2016	Imidacloprid	Insecticida	Piña, cítricos, cucurbitáceas, papaya, solanáceas
2015	Miclobutalin	Fungicida	Ornamentales, cucurbitáceas, banano, rosas
2015-2016	Oxamil	Insecticida	Piña, ornamentales, cítricos, musáceas, café



2015-2016-2017

Bromacil

Herbicida

Piña, cítricos

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del sistema Insumosys del SFE, 2016-2018

Las conclusiones nos permiten evidenciar que el bromacil fue el plaguicida con mayor implicación en los resultados de las muestras de agua subterránea. Tal como se indicó en la discusión de los resultados de aguas superficiales: el bromacil es un plaguicida que presenta una alta solubilidad en agua, y que por su potencial de lixiviación y las características de los suelos de la zona de estudio (arcillosos), el plaguicida puede tener un movimiento constante a través de los perfiles del suelo, por lo que puede mantenerse en continua liberación a los cuerpos de agua. Es importante considerar la posibilidad de que los suelos de la zona de estudio se encuentren aún con un nivel de saturación considerable por el uso anterior del plaguicida. Por lo tanto, se recomienda continuar con el estudio, en otra fase, que esté enfocada en aquellos puntos de muestreo en donde se hayan encontrado los resultados más recurrentes, así como en los que manifiesten algún mayor grado de vulnerabilidad o afectación al ambiente y a la salud humana.

Continuando con la recomendación de llevarse a cabo una siguiente etapa del proyecto, se sugiere invertir en investigación sobre técnicas de remoción (químicas y biológicas) de plaguicidas para el saneamiento del agua, en donde se consideren estrategias que puedan acoplarse tanto a grandes procesos de tratamiento de aguas, como a pequeños y medianos establecimientos o centros de distribución de agua potable. Asimismo, en el caso de los resultados de bromacil en muestras de aguas subterránea, es importante continuar con los monitoreos y poder llevar a cabo ensayos toxicológicos que permitan establecer datos respaldados científicamente, que promuevan el desarrollo de otras acciones como: el establecimiento de normativas, umbrales de dosis y concentraciones, conocimiento de posibles efectos adversos a la salud, entre otros.

Monitoreo residuos de plaguicidas en fruta

Durante los cuatro años del proyecto, se recolectaron un total de 31 muestras de fruta, la fruta se recolectó en lotes de fruta lista para la cosecha, en fincas de pequeños y medianos productores de la zona de estudio. En el 2015 se tomó una muestra, y en los años posteriores se tomaron diez muestras cada año.

En el **cuadro 8** se presentan las concentraciones de residuos de plaguicidas detectados en las muestras de fruta (se indican sólo las muestras en las que se detectaron residuos).

Cuadro 8. Residuos de plaguicidas detectados en muestras de fruta con su respectivo LMR

Fecha	Productor	Plaguicida	Resultado (mg/kg)	LMR (mg/kg)
16/06/2016	Productor 1	Atrazina	0,0074 ± 0,0035	0,05 ⁽⁴⁾
		Carbendazín	NC (≤ 0,0075)	5 ⁽¹⁾⁽⁴⁾
30/06/2016	Productor 2	Diurón	0,0043 ± 0,0022	0,1 ⁽²⁾⁽⁴⁾
		Carbendazín	0,027 ± 0,010	5 ⁽¹⁾⁽⁴⁾
		Ametrina	NC (≤ 0,015)	0,05 ⁽²⁾⁽⁴⁾
15/11/2016	Productor 3	Carbaril	0,68 ± 0,16	2 ⁽²⁾⁽⁴⁾
28/03/2017	Productor 4	Imazalil	NC (≤ 0,015)	0,05 ⁽³⁾⁽⁴⁾
28/03/2017	Productor 5	Propiconazol	0,236 ± 0,066	0,02 ⁽¹⁾
29/03/2017	Productor 6	Dimetoato	NC (≤ 0,058)	0,02 ⁽⁴⁾
		Imazalil	NC (≤ 0,015)	0,01 ⁽³⁾
22/11/2017	Productor 7	Carbendazín	0,067 ± 0,023	5 ⁽¹⁾⁽⁴⁾
12/02/2018	Productor 8	Diazinón	0,047 ± 0,017	0,1 ⁽⁴⁾

Fuente: Elaboración propia, 2016-2018

Nota: Los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) fueron corroborados en las siguientes bases de datos de plaguicidas: Codex Alimentarius (1), Electronic Code of Federal Regulations Estados Unidos de Norteamérica (2), European Commission Pesticides Databases (3), Sistema INSUMOSYS del Servicio Fitosanitario del Estado, Ministerio de Agricultura de Costa Rica (4).

1/ Codex Alimentarius http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/es/?p_id=110

2/ Electronic Code of Federal Regulations https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr180_main_02.tpl

3/ European Pesticides Pesticides Databases <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN>

4/ Sistema INSUMOSYS del Servicio Fitosanitario del Estado, Ministerio de Agricultura de Costa Rica <http://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/asp/Pantallas/PantallaSeleccion.aspx>

En la **tabla 11** se menciona el año de detección y el cultivo para el que está registrado cada plaguicida detectado en las muestras de fruta.



Tabla 11. Plaguicidas detectados en muestras de fruta, según el cultivo para el que están registrados

Año de detección	Plaguicida	Cultivo autorizado
2016	Atrazina	Piña, caña de azúcar, maíz, sorgo, ornamentales, frutales
2016	Diurón	Piña, cítricos, musáceas, caña
2016	Ametrina	Piña, musáceas, caña, cítricos
2017	Propiconazol	Piña, musáceas, arroz, ornamentales
2017	Imazalil	Ornamentales, cítricos, musáceas, cucurbitáceas
2017	Dimetoato	Ornamentales, cítricos, melón, repollo, brócoli
2018	Diazinón	Piña, cítricos, musáceas, arroz, café, cucurbitáceas, ornamentales
2016-2017	Carbendazín	Piña, cítricos, musáceas, mango, aguacate, cereales, hortalizas

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del sistema Insumosys del SFE, 2016-2018

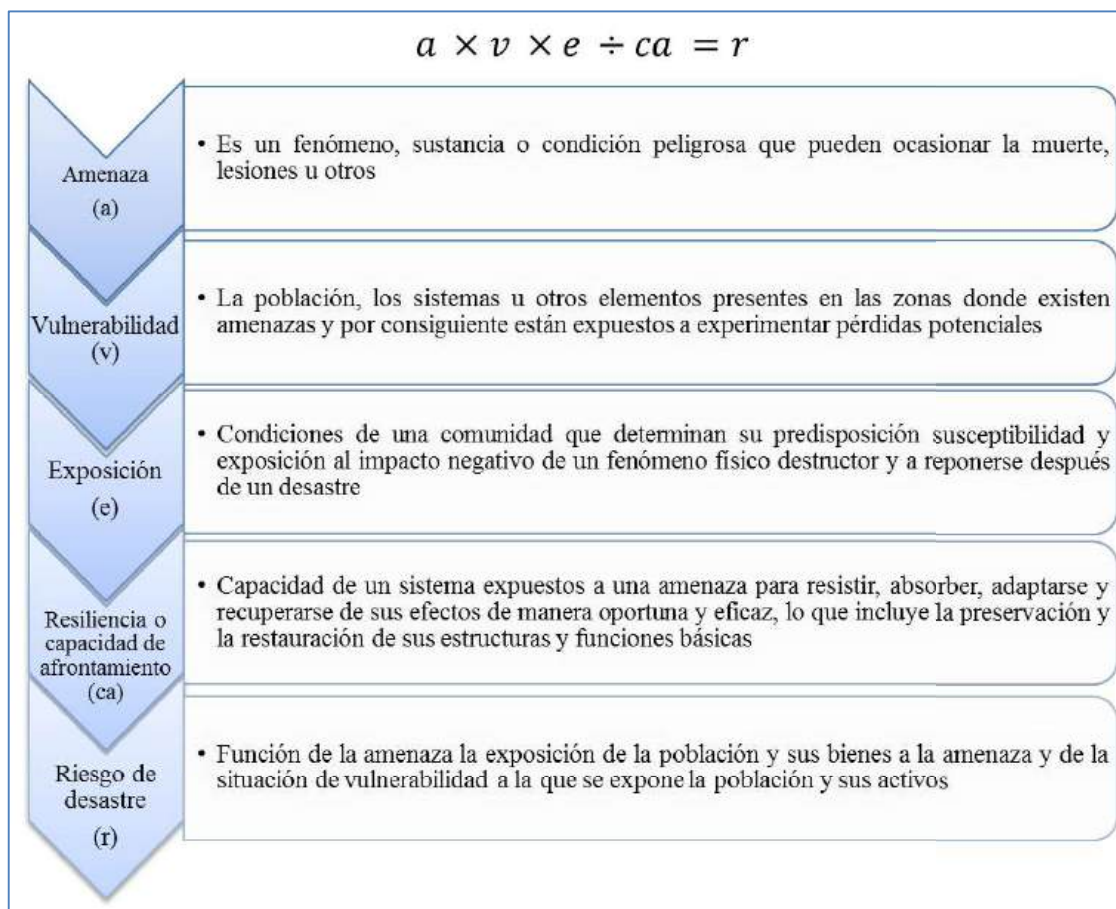
Según la tabla anterior, los únicos plaguicidas que no están registrados para el cultivo de piña y que fueron detectados son el fungicida imazalil y el insecticida dimetoato. Aunque las concentraciones detectadas no sobrepasan los **LMR**, su uso no está permitido en este cultivo. Estos hallazgos pueden darse por: contaminación cruzada proveniente de otros cultivos vecinos, remanentes de productos en suelos o por rotación de cultivos, movimientos ambientales de los plaguicidas, o porque el productor utiliza el equipo de aplicación con residuos de mezclas de otros plaguicidas.

Mapas de vulnerabilidad

Definición de riesgo y vulnerabilidad

Un riesgo “es una función de la amenaza, la exposición de la población y sus bienes a la amenaza, y de la situación de vulnerabilidad a la que se expone la población y sus activos” (Renda, 2017). El riesgo es el producto de la amenaza, la vulnerabilidad, la exposición dividido entre la capacidad de afrontamiento (ver figura 56).

Figura 56. Conceptos empleados en el análisis de riesgo



Fuente: Renda. 2017, p. 14.

Por otra parte, el concepto de vulnerabilidad comprende las características de la sociedad acorde a su contexto que la hacen susceptibles a sufrir daño o pérdida grave que se concrete una amenaza (Renda, 2017).

El mapeo de análisis de riesgo comprende dos etapas: el análisis de la amenaza y el análisis de la vulnerabilidad (Renda, 2017). En este caso, se elaboraron mapas de vulnerabilidad debido a que no se cuenta con los datos suficientes para determinar un criterio de peligrosidad que permitiría realizar mapas de riesgo. Sin embargo, los mapas de vulnerabilidad permiten estudiar las características y evaluar el grado de exposición que presenta un sistema para ser afectado ante determinada amenaza, ya que son una representación espacial de los ecosistemas expuestos ante determinada amenaza. En el caso del presente proyecto, corresponden a los cuerpos de agua superficial con mayor exposición a los plaguicidas bromacil y ametrina, representados por medio de los resultados de las concentraciones detectadas en cada uno de los puntos de aguas superficiales que fueron evaluados. Cada mapa de vulnerabilidad se hizo por año, y en ellos se representó la concentración en microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$) detectada del plaguicida en cada muestreo.

Tabla 12. Procedimiento de las etapas para llevar a cabo la caracterización de la vulnerabilidad

Etapa	Procedimiento
Distribución de la ocupación del suelo	Se puede observar en los mapas la distribución del cultivo de piña en la zona de estudio.
Identificación de los elementos expuestos en el territorio.	En los mapas se puede observar la ubicación y distribución de los ríos.
Determinar el grado de exposición y vulnerabilidad de un ecosistema frente a la amenaza	Los ríos se encuentran en completa exposición debido a que son ecosistemas abiertos y se encuentran expuestos al escurrimiento del ingrediente activo de los plaguicidas

Fuente: Elaboración propia basado en Renda, 2017

Metodología para la elaboración de mapas

Los mapas de vulnerabilidad se elaboraron utilizando el “Manual para la elaboración de mapas de riesgo” (Renda, 2017), del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Ministerio de Seguridad de la Nación de Argentina. En Costa Rica no se tiene una guía clara para elaborar mapas de vulnerabilidad o de riesgo para cuerpos de agua superficiales expuestos ante posibles fuentes de contaminación cercanas, por lo tanto, se usó este manual al ser una guía completa y clara para realizar este tipo de mapas.

Todos los archivos *shapefile* generados se encuentran proyectados en el sistema de coordenadas CR05, que tiene los componentes:

- Datum horizontal: CR05.
- Datum vertical: nivel medio del mar.



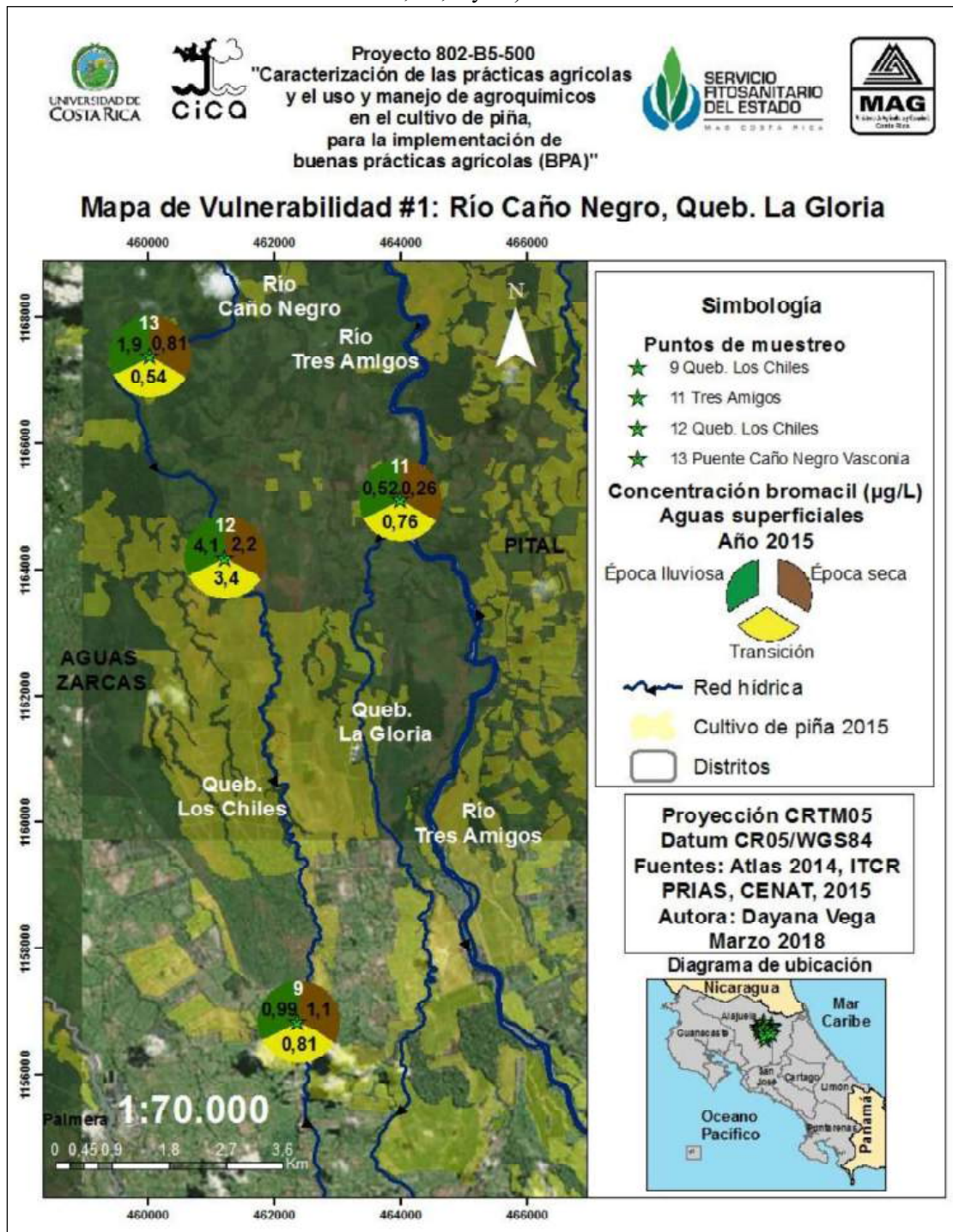
- Proyección: Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05.
- Elipsoide: WGS84.

Los archivos *shapefile* de las diferentes entidades geográficas de Costa Rica, utilizados para la elaboración de los mapas, se obtuvieron del Atlas 2014 del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) así como de la base de datos del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). En los anexos se incluyen las capas tomadas de dichas fuentes. En el apartado de anexos se encuentran todos los *shapefile* utilizados para la elaboración de los diferentes mapas.

Para el mapa de uso de tierra, la cobertura del cultivo de la piña se obtuvo del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), del proyecto de Monitoreo de Cambio de Uso de Paisaje Productivos (MOCUPP), publicado a través del visor del Sistema Nacional de Información Territorial. Este tiene por objetivo el desarrollo de un mapa de línea base (.shp file) que identifica la cobertura del paisaje productivo piñero de los años 2000-2015 y 2016, con el propósito de determinar el área correspondiente al cultivo de piña en Costa Rica para las regiones Huetar Norte, Huetar Caribe, Brunca y Pacífico Central.

A continuación, se presentan los mapas de vulnerabilidad elaborados para los residuos detectados de bromacil (**figura 57 a figura 76**) y ametrina (**figura 77 a figura 96**) en los cuerpos de aguas superficiales monitoreados durante los años del proyecto.

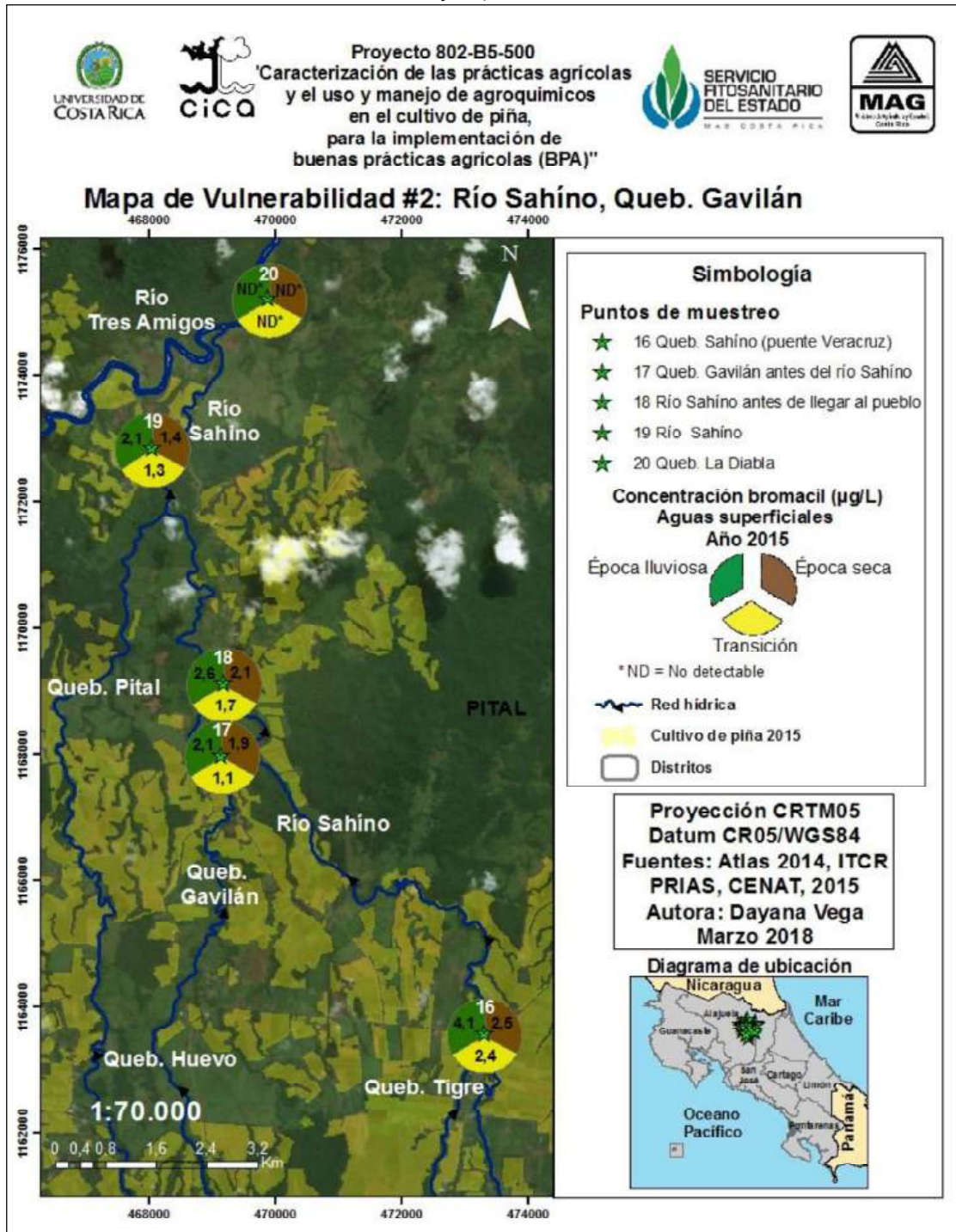
Figura 57. Mapa de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 13, 12, 9 y 11)



Fuente: Elaboración propia, 2018



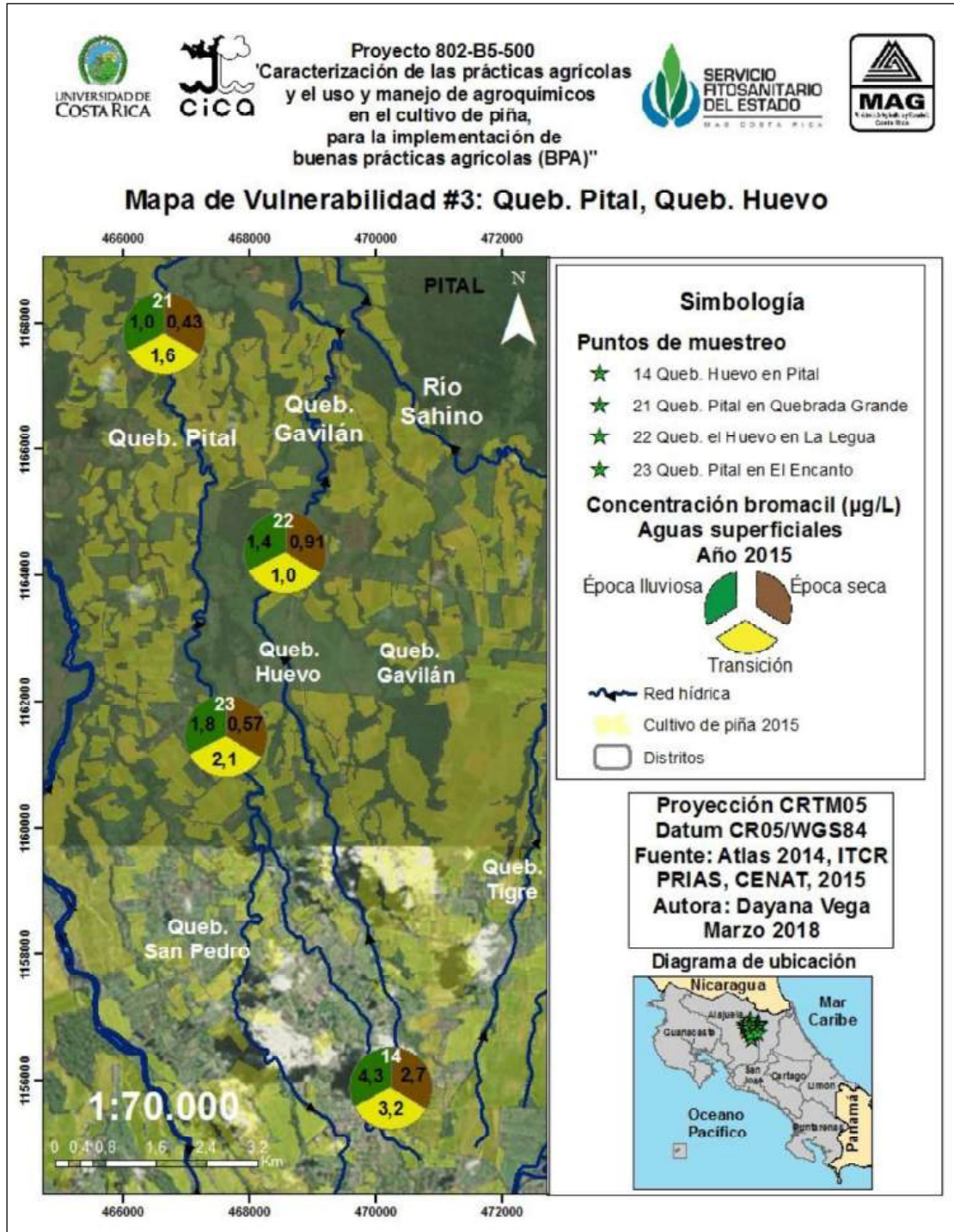
Figura 58. Mapa de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018



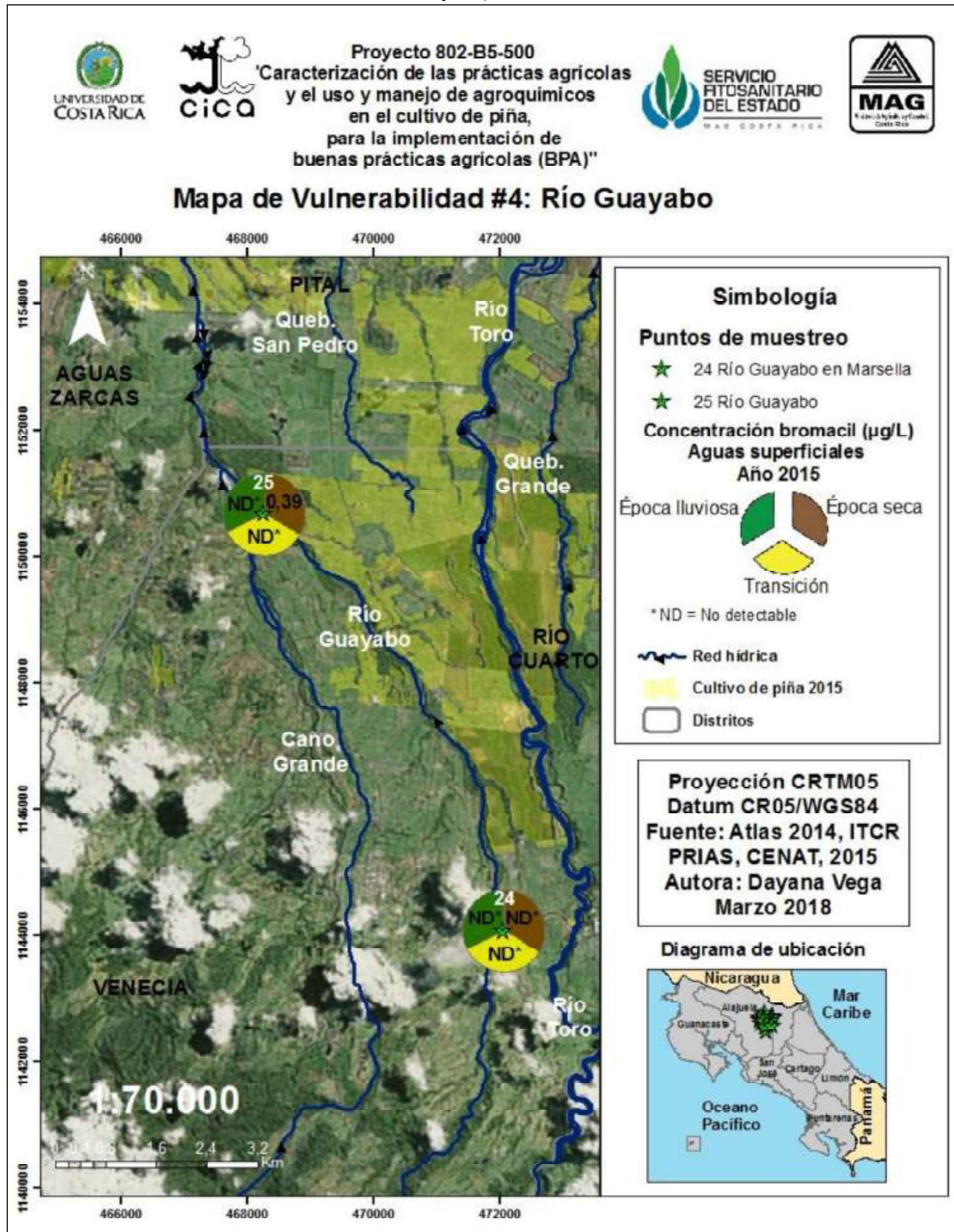
Figura 59. Mapa de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 21, 23, 22 y 14)



Fuente: Elaboración propia, 2018

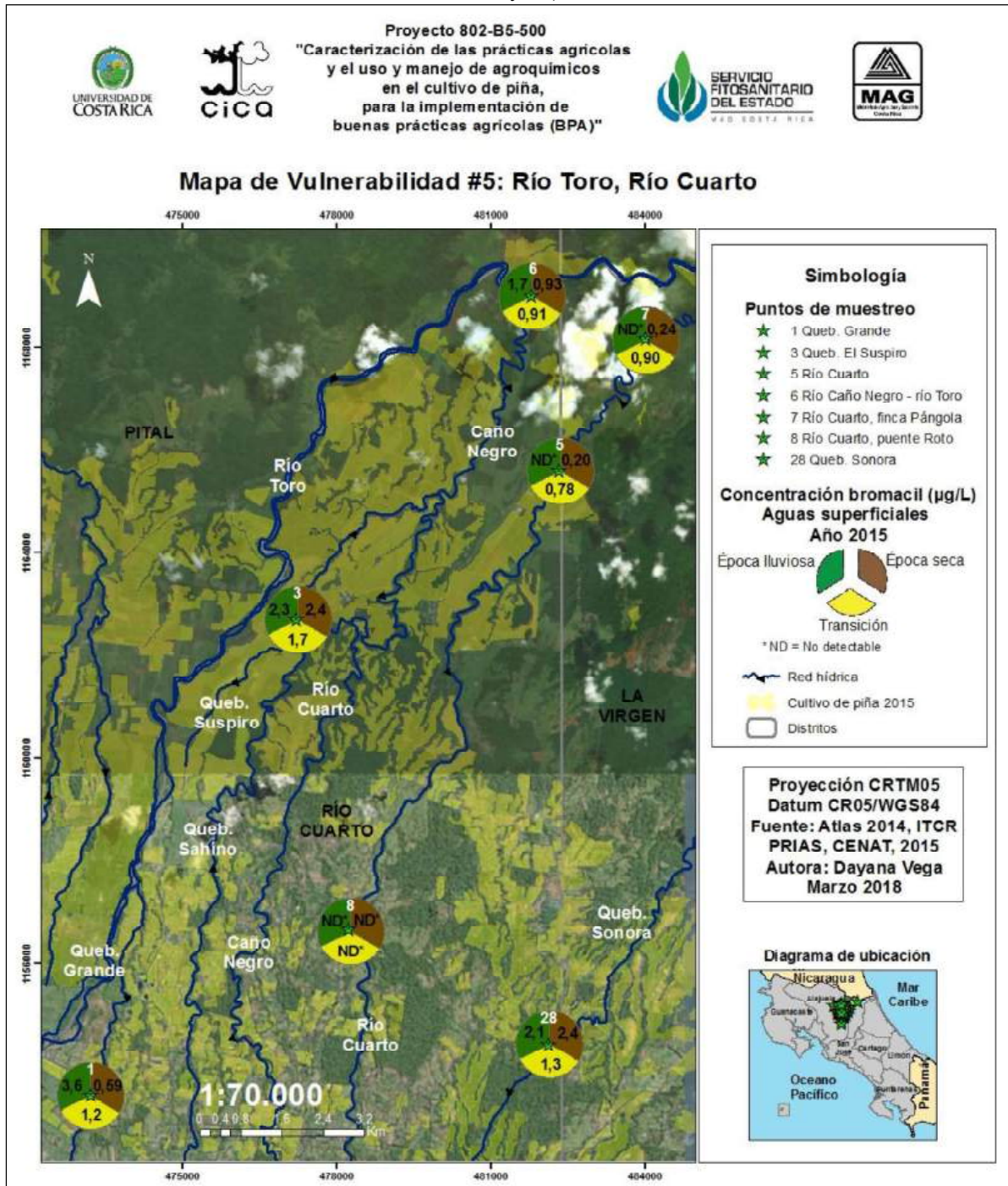


Figura 60. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos e en los muestreos del 2015 (sitios 25 y 24)



Fuente: Elaboración propia, 2018

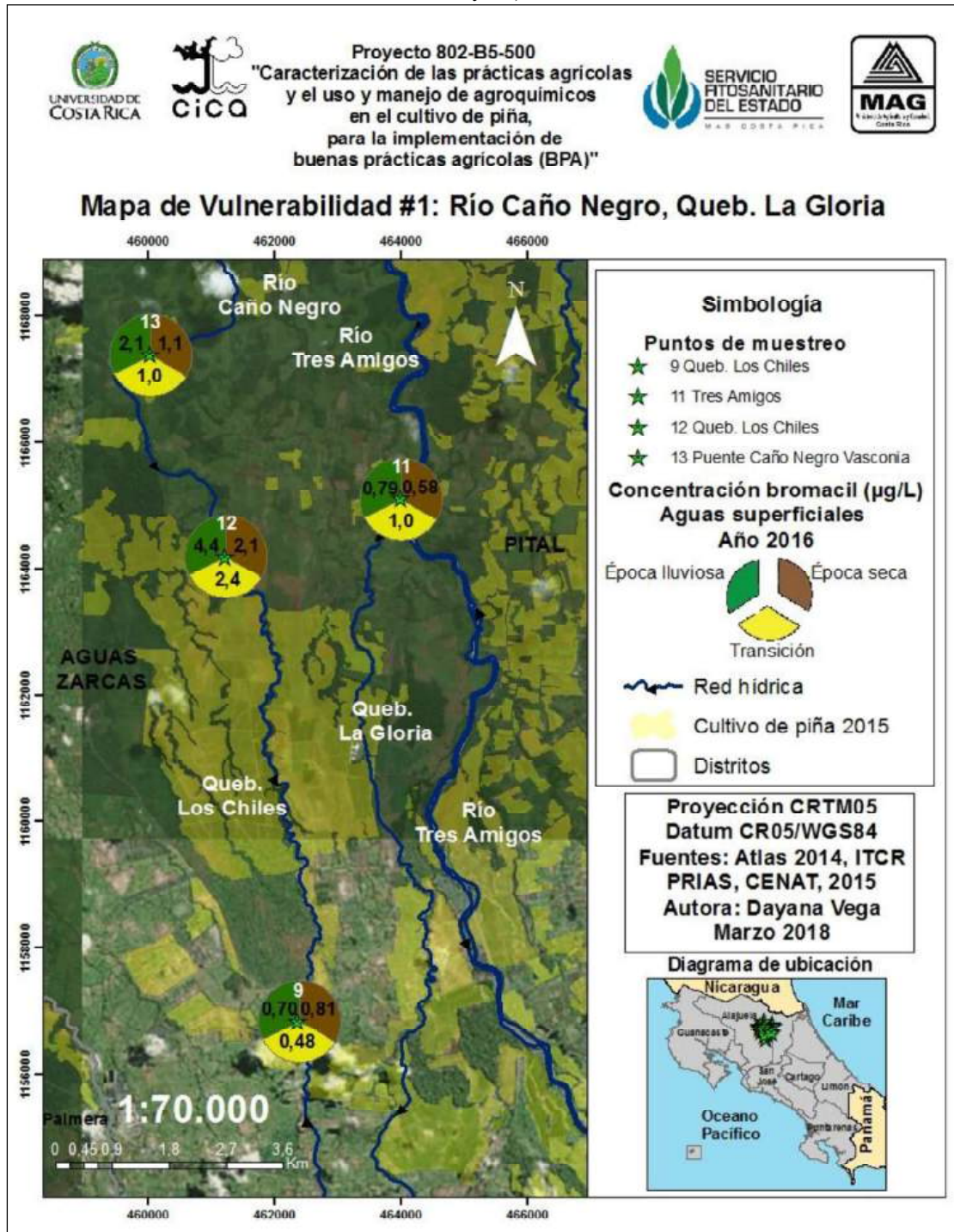
Figura 61. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



Fuente: Elaboración propia, 2018

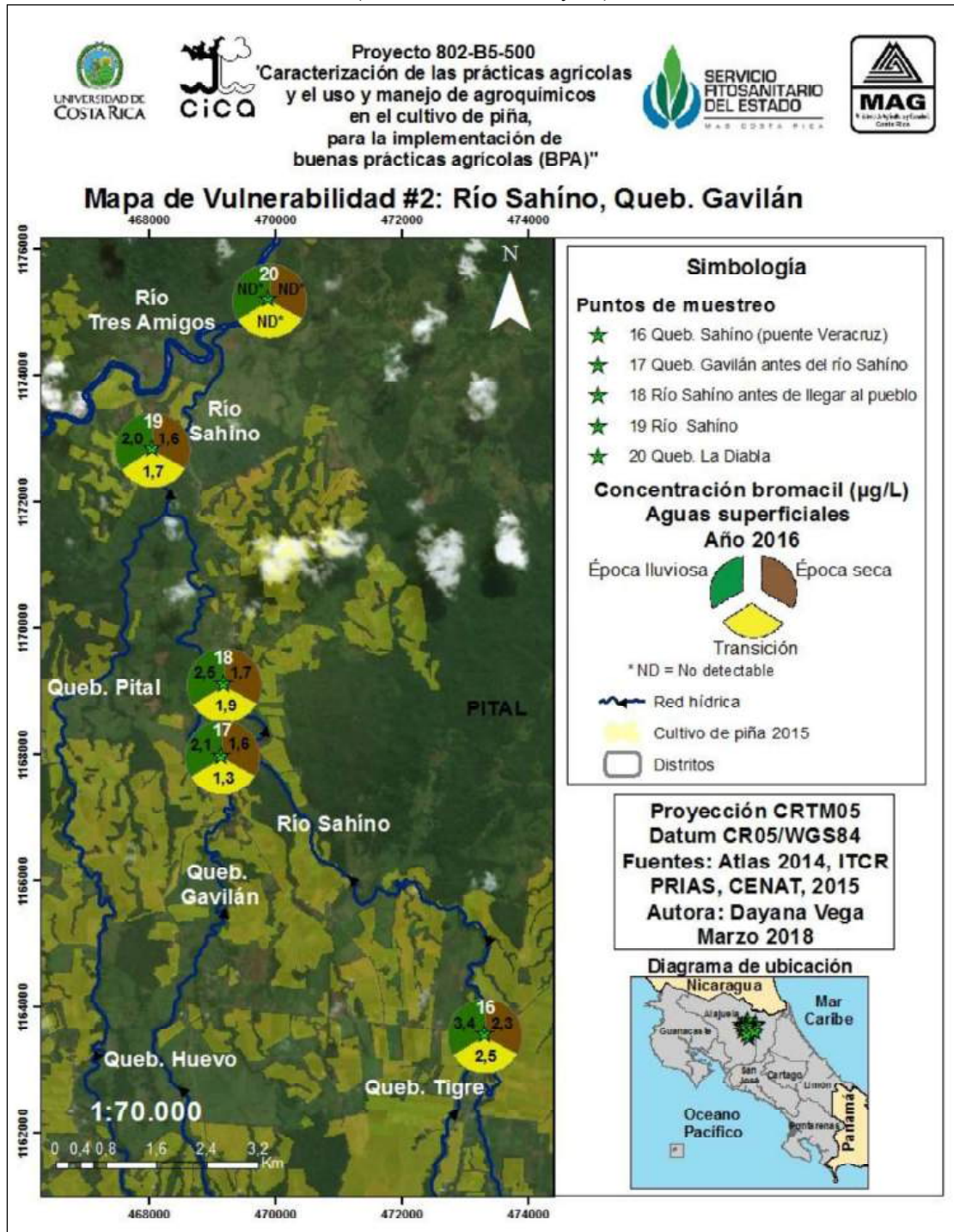


Figura 62. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 13, 12, 9 y 11)



Fuente: Elaboración propia, 2018

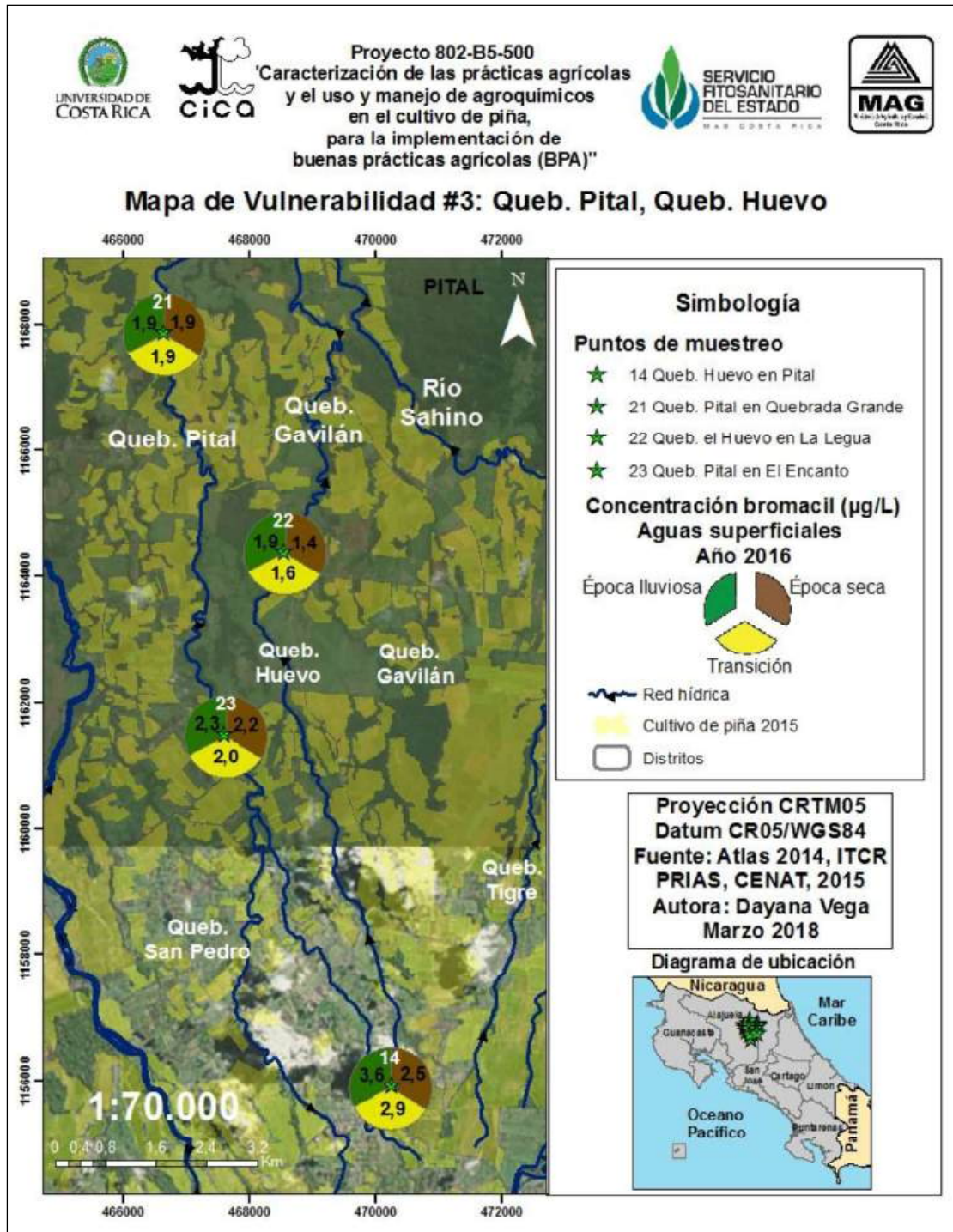
Figura 63. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018

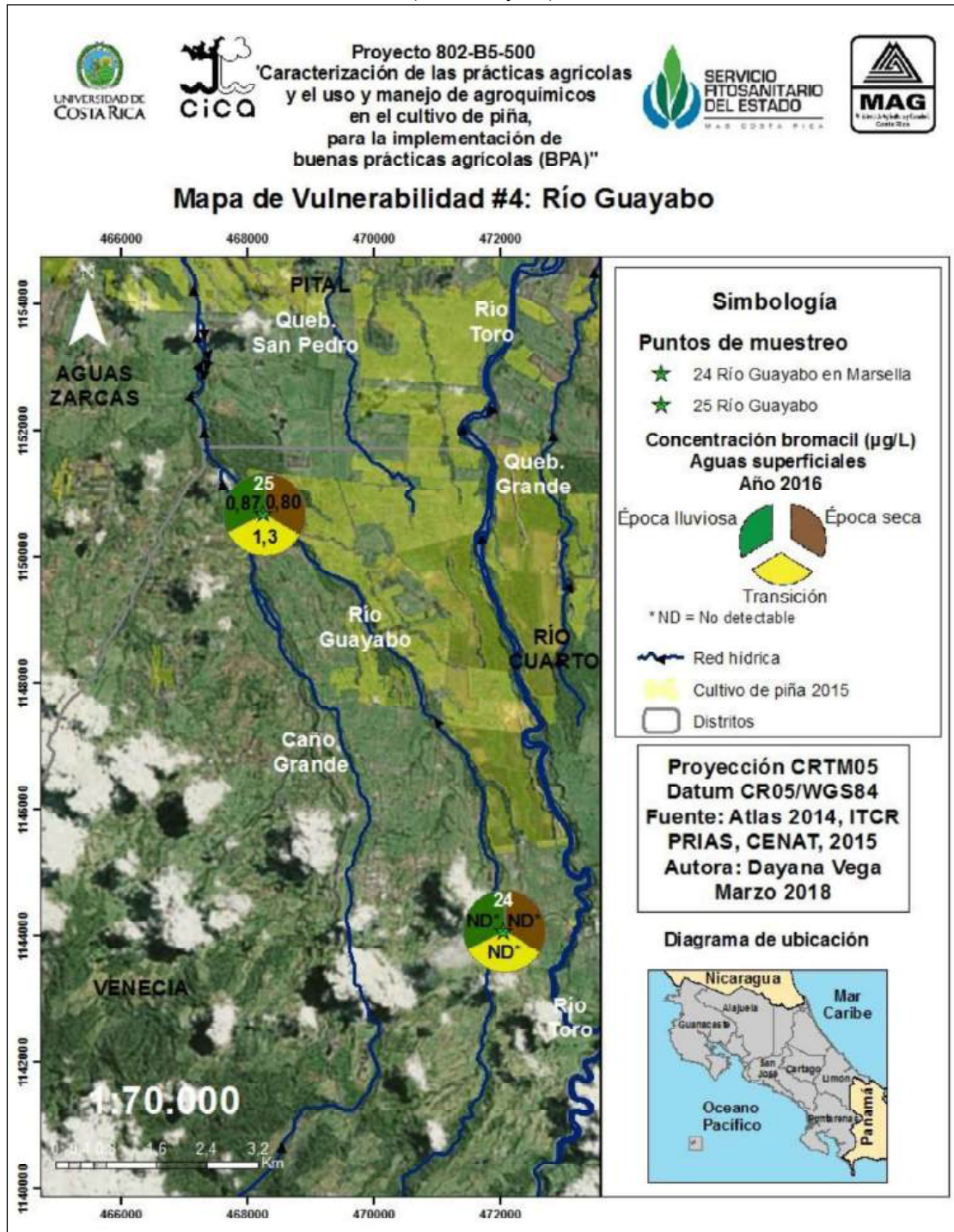


Figura 64. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 21, 23, 22 y 14)



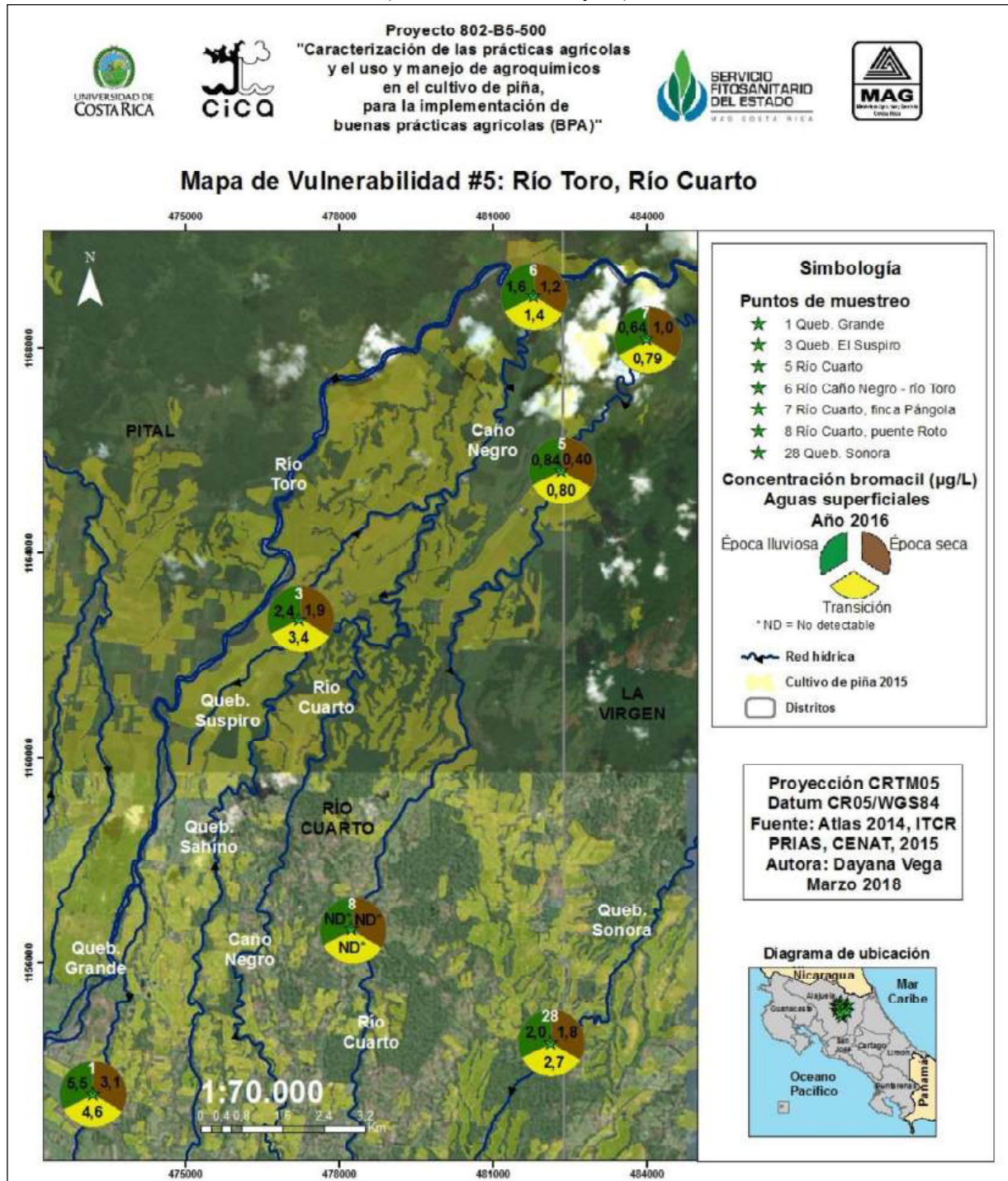
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 65. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 25 y 24)



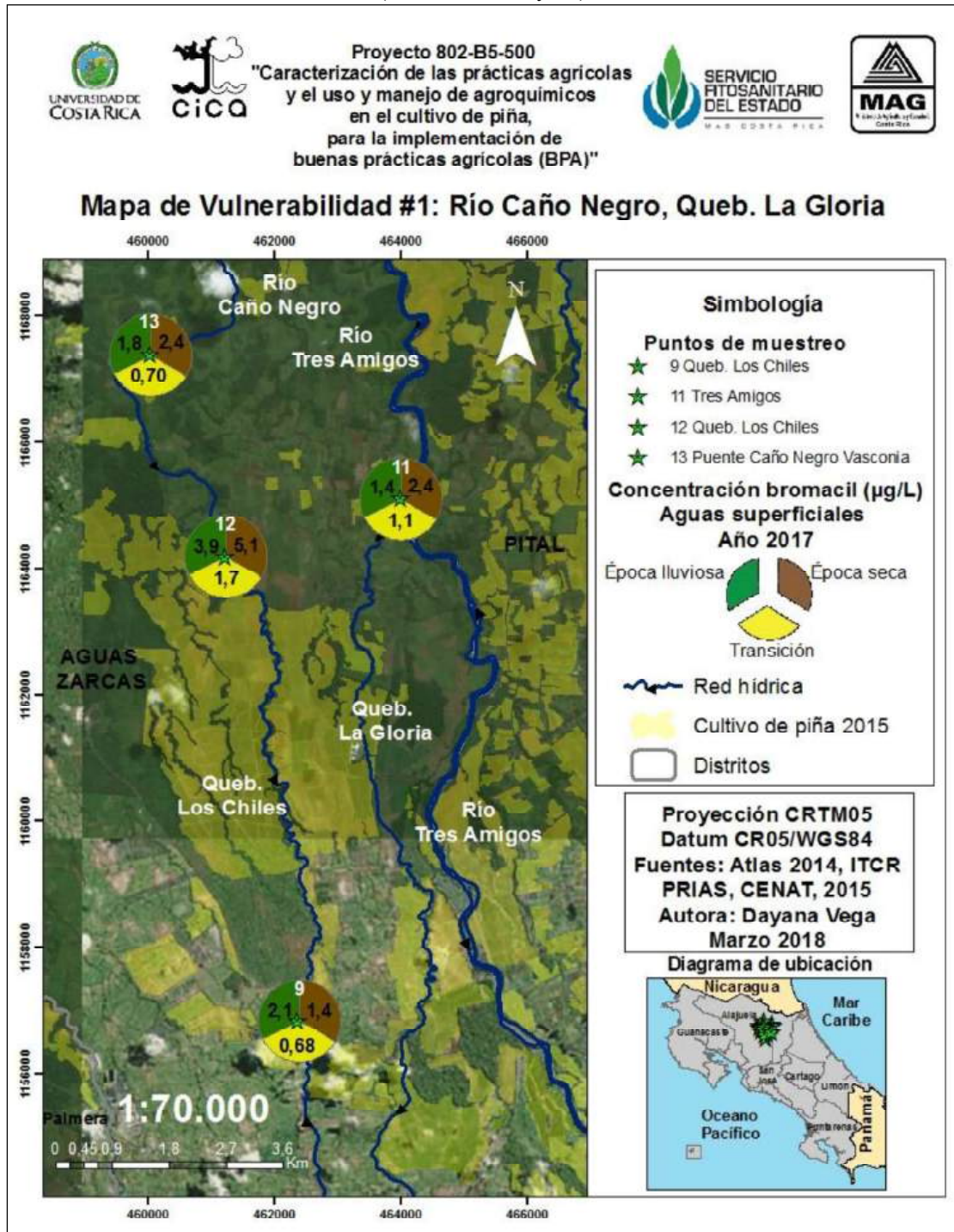
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 66. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



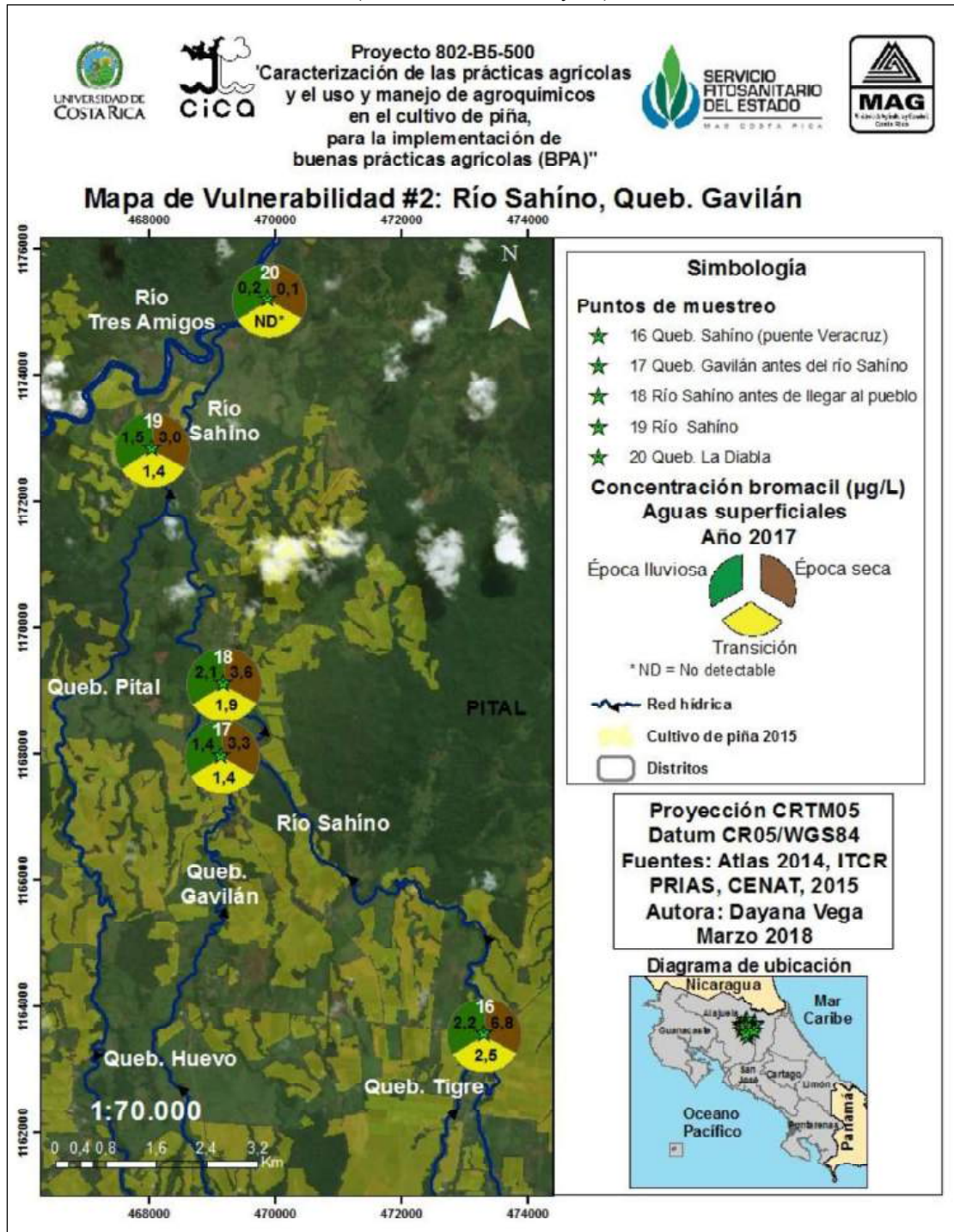
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 67. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 13, 12, 9 y 11)



Fuente: Elaboración propia, 2018

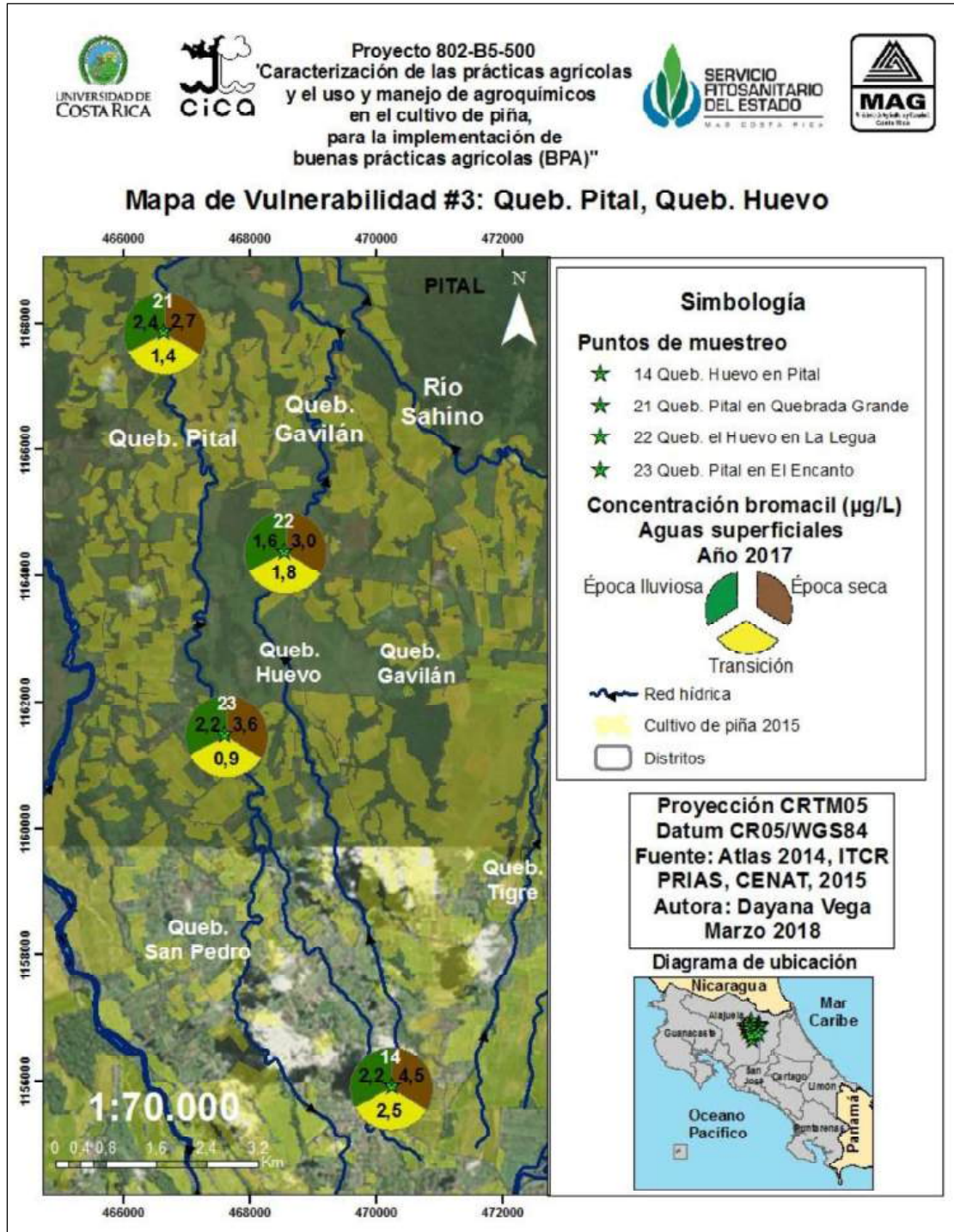
Figura 68. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018



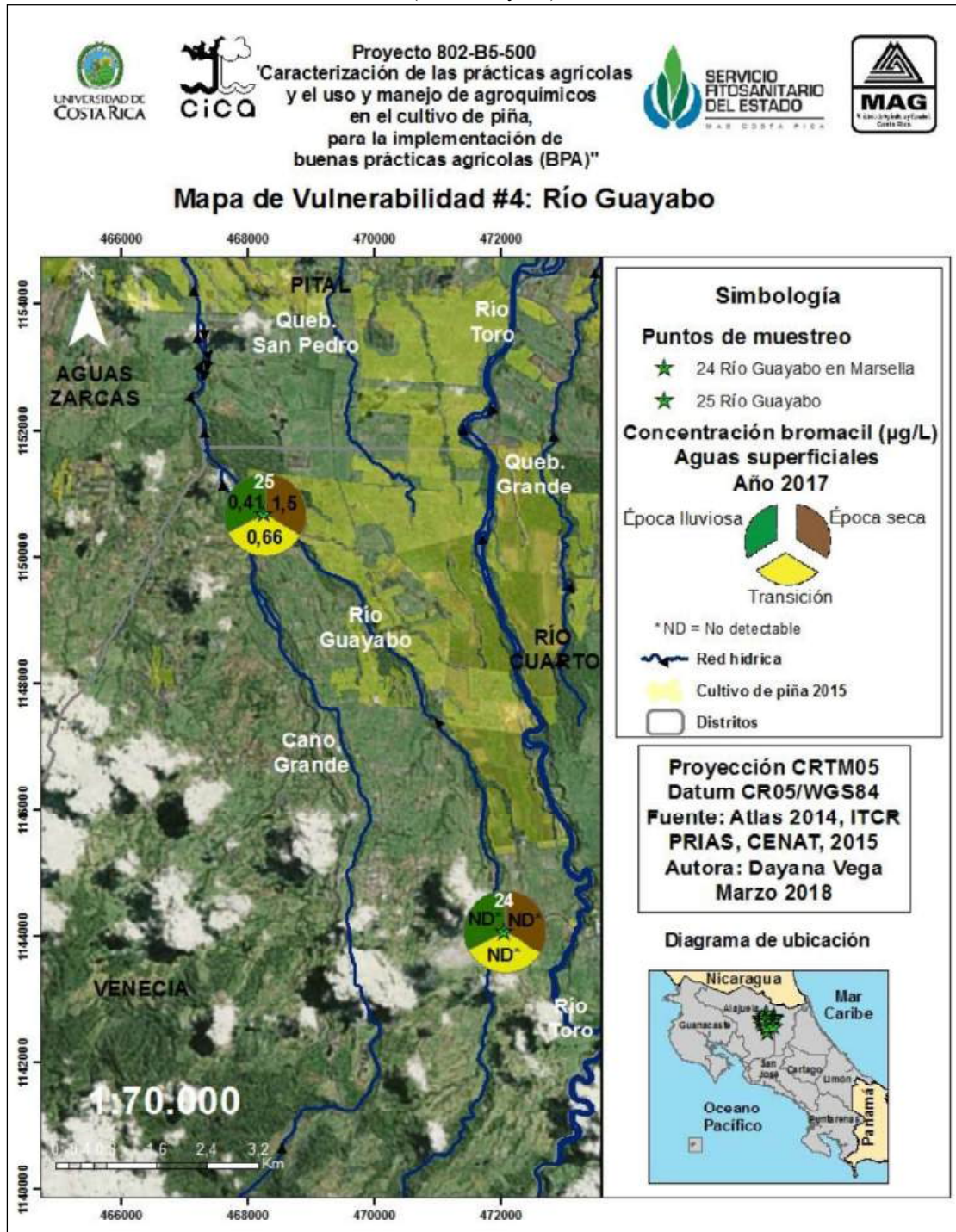
Figura 69. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 21, 23, 22 y 14)



Fuente: Elaboración propia, 2018



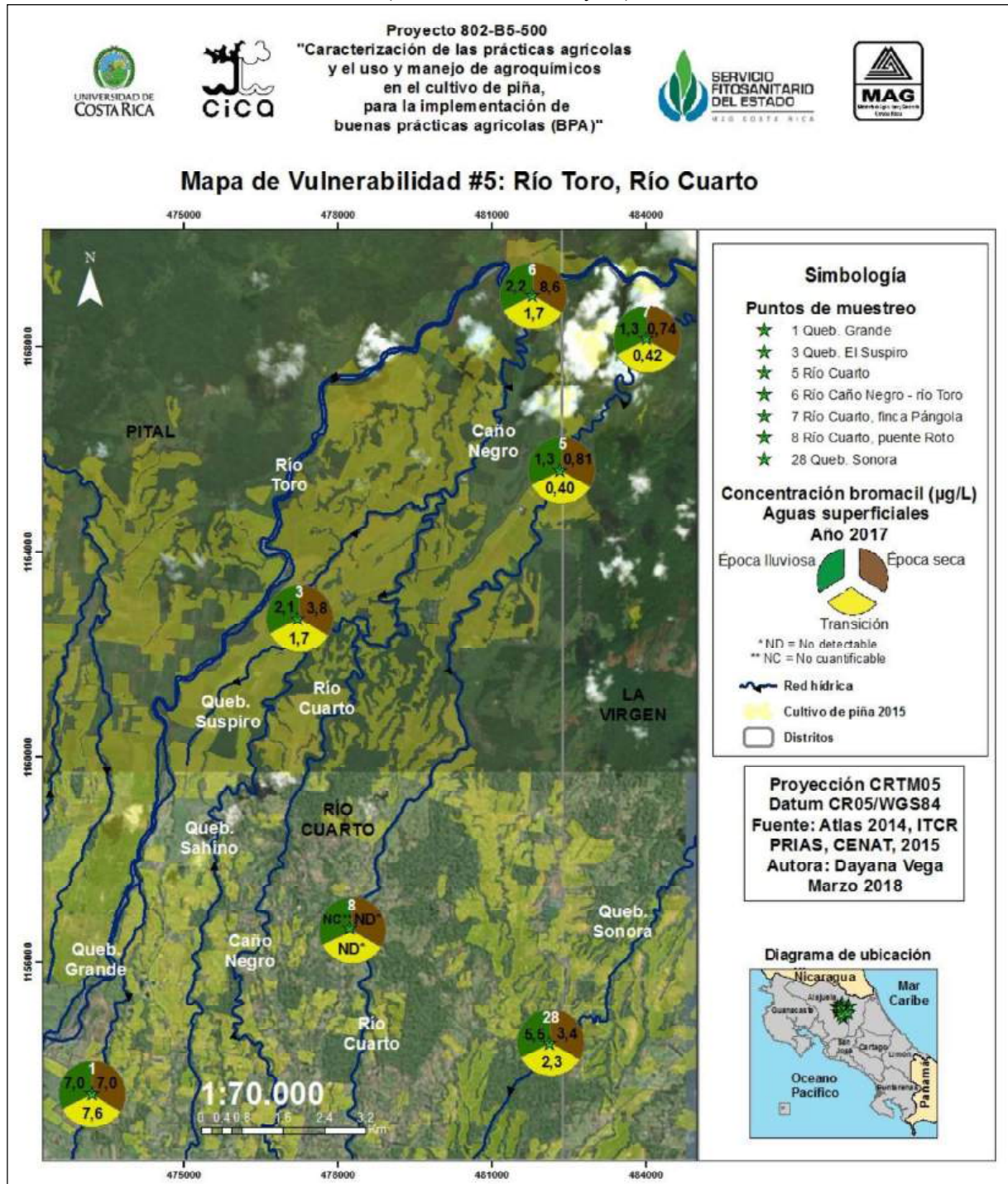
Figura 70. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 25 y 24)



Fuente: Elaboración propia, 2018

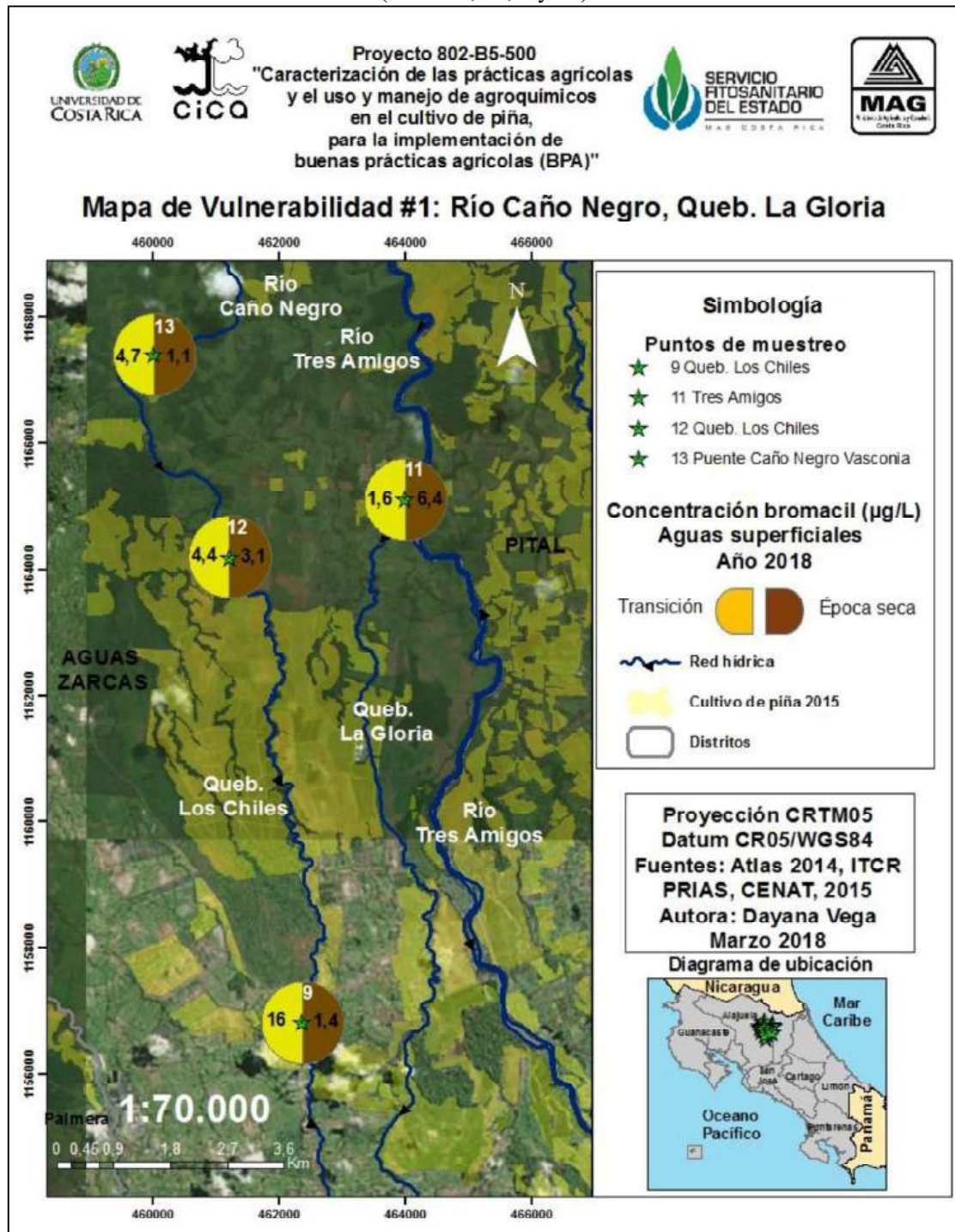


Figura 71. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



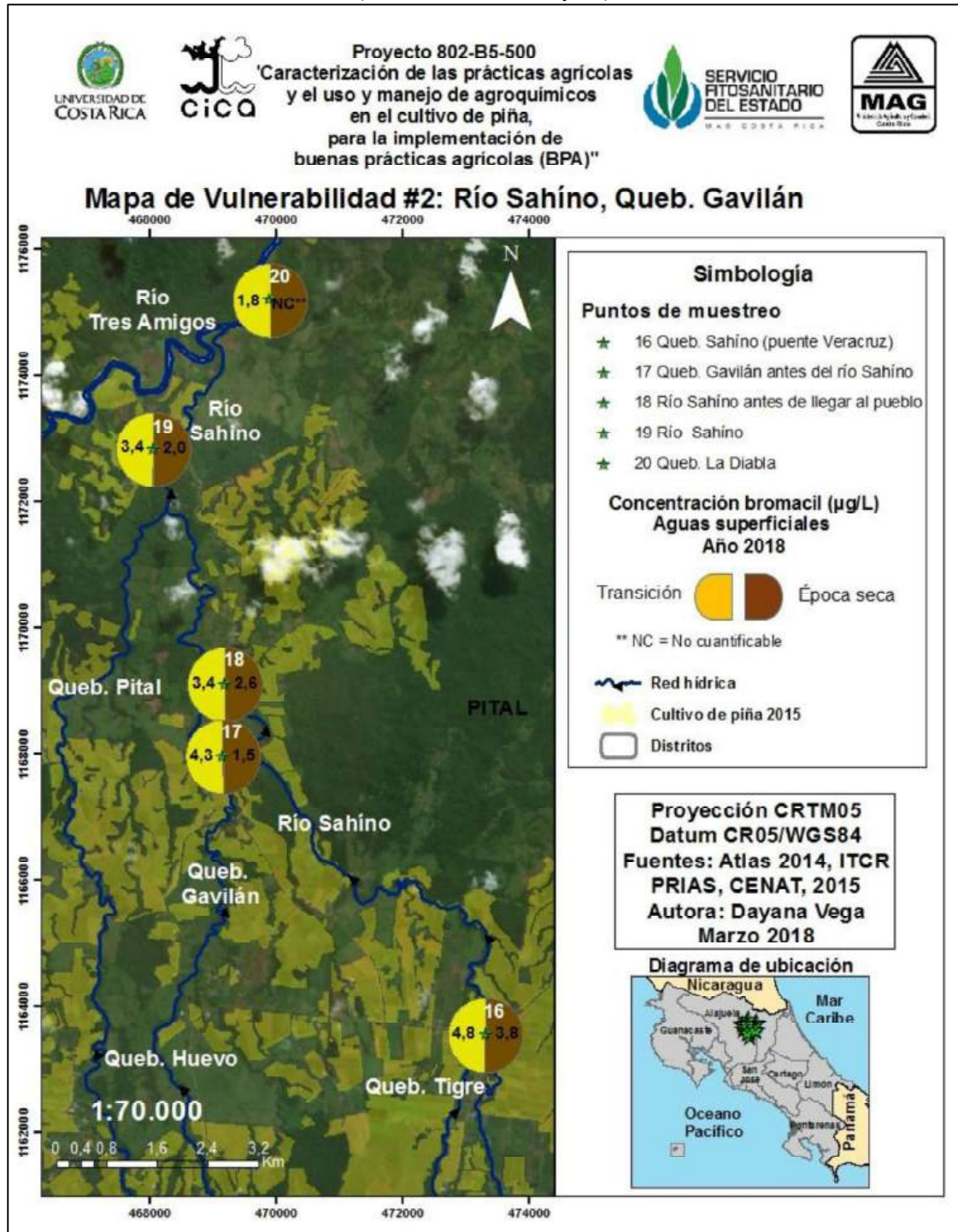
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 72. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 13, 12, 9 y 11)



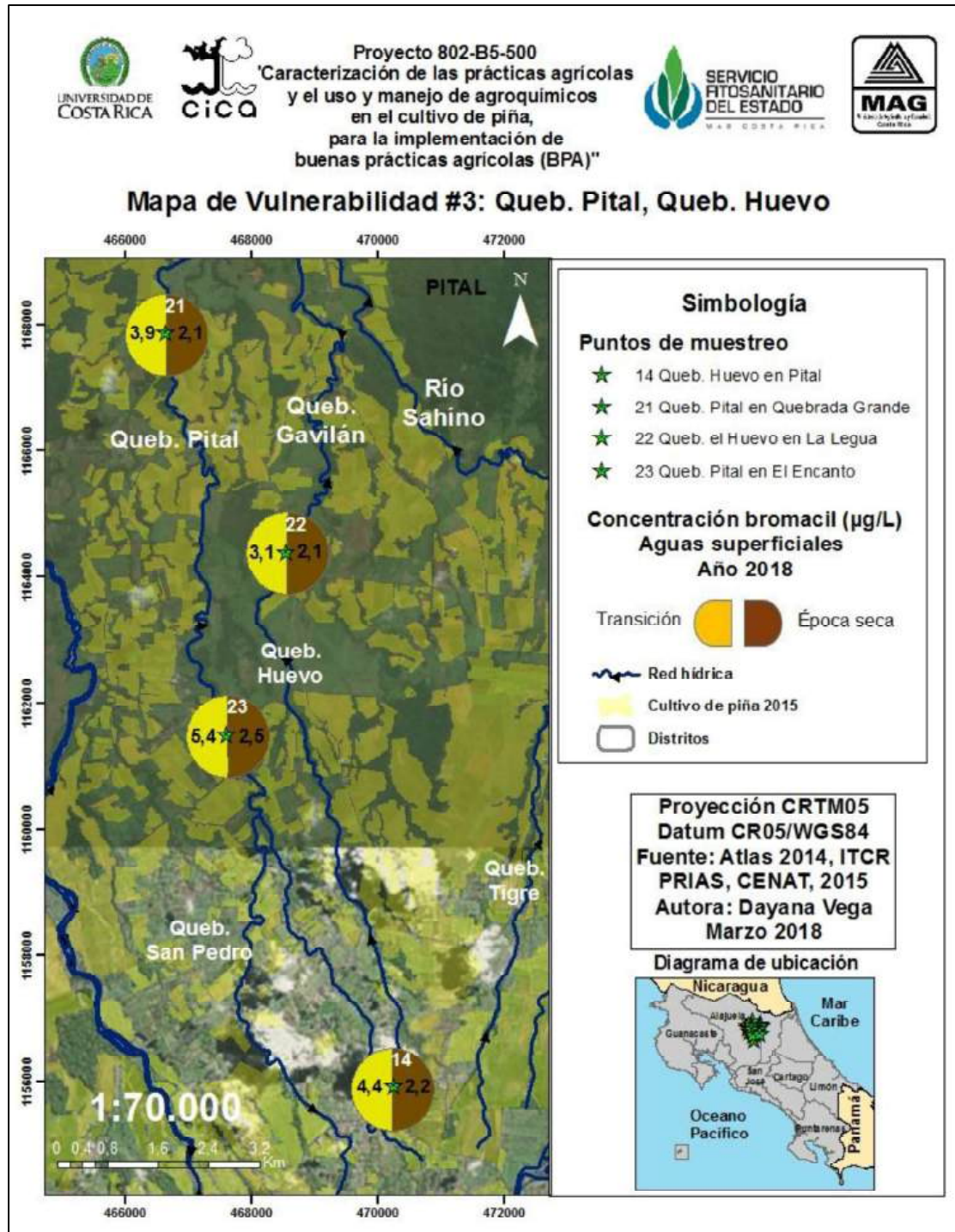
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 73. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018

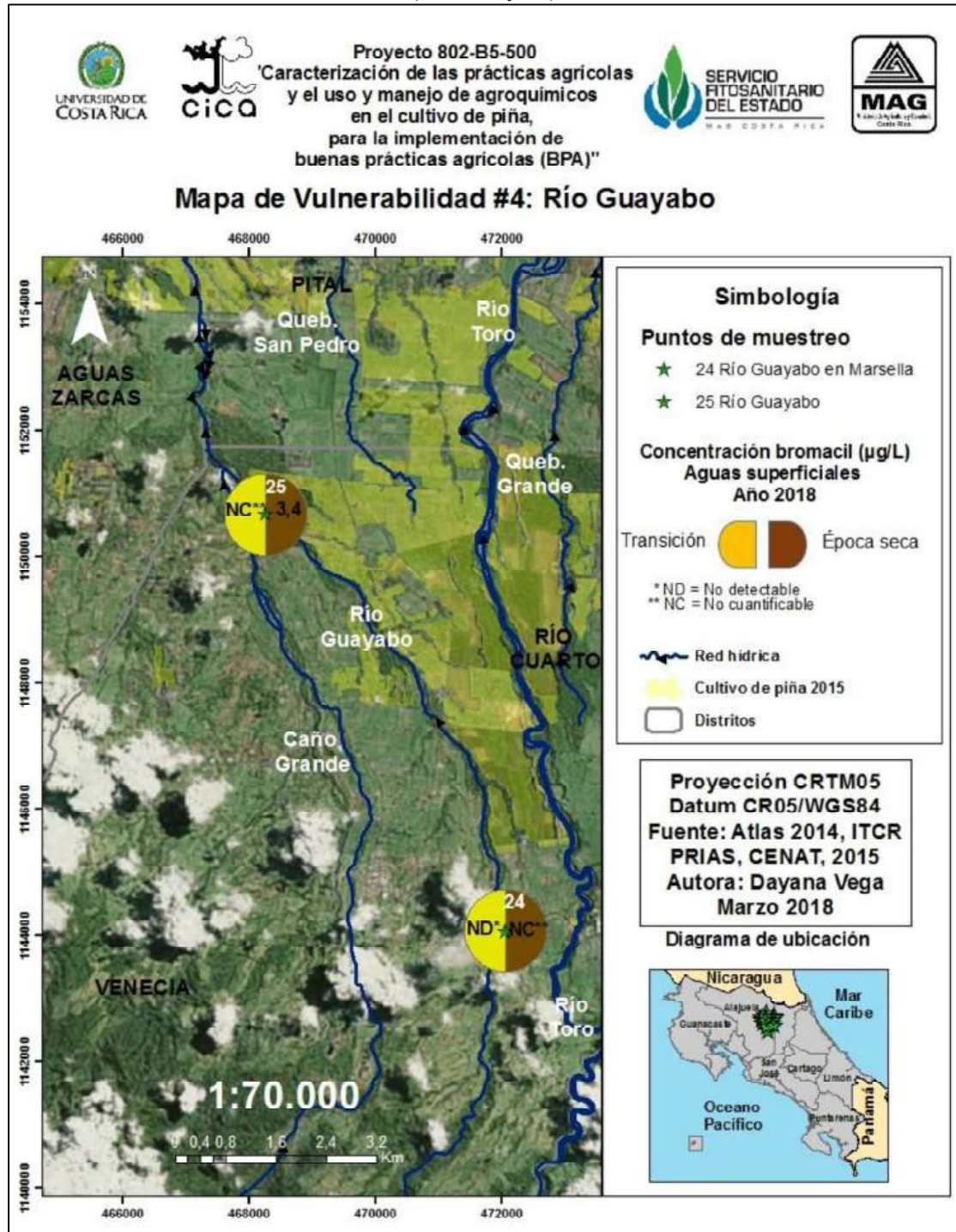
Figura 74. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 21, 23, 22 y 14)



Fuente: Elaboración propia, 2018

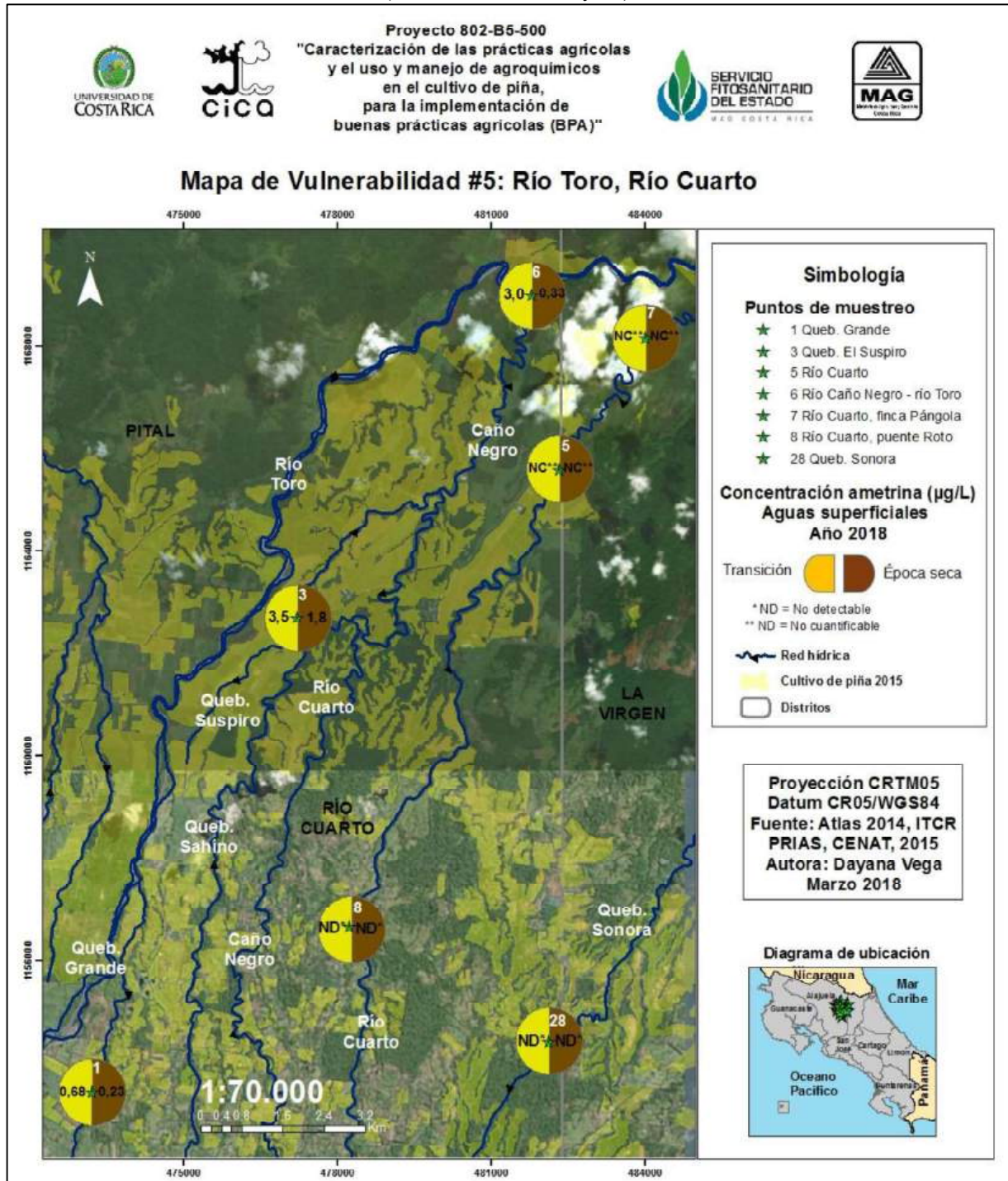


Figura 75. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 25 y 24)



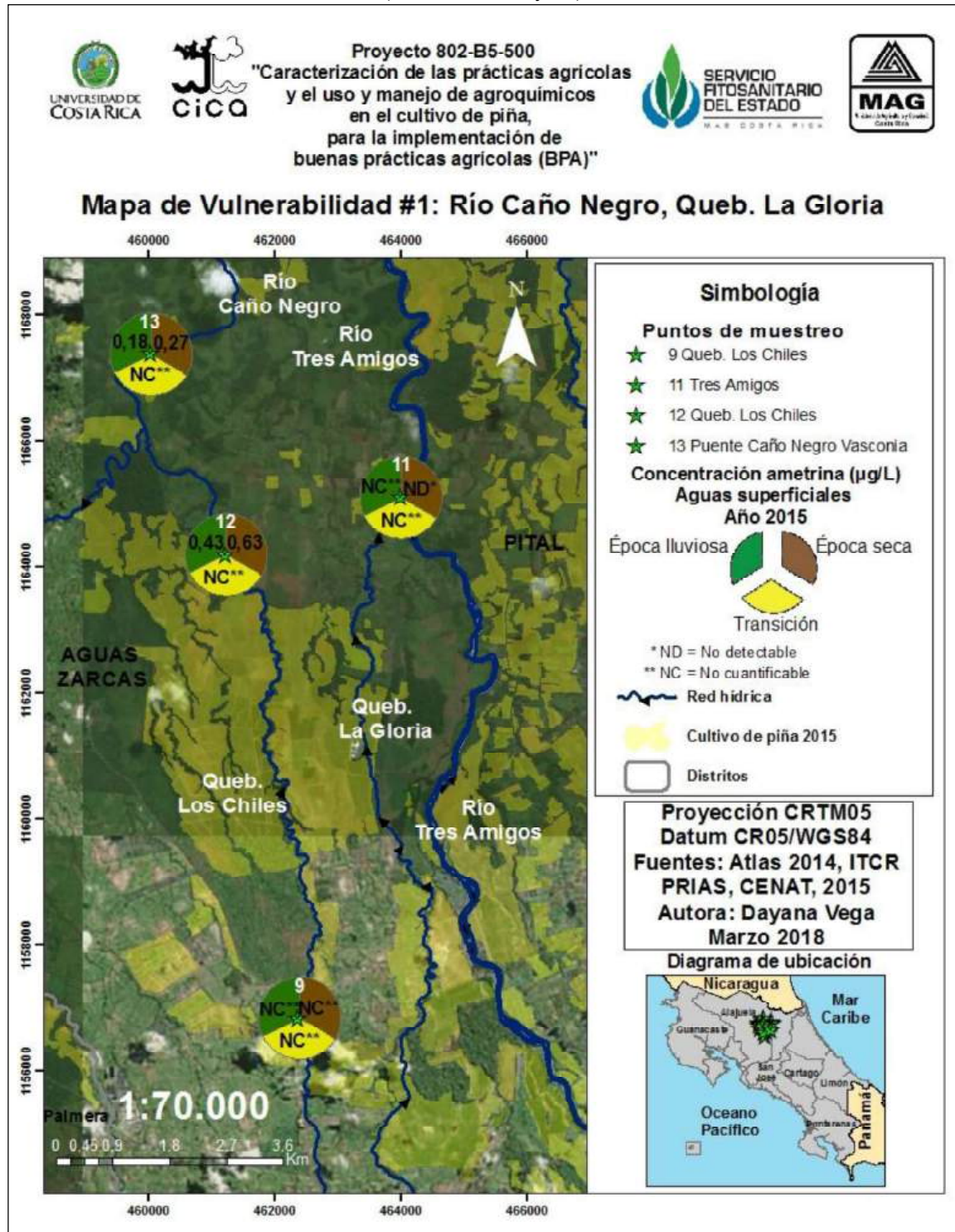
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 76. Mapas de vulnerabilidad para bromacil, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



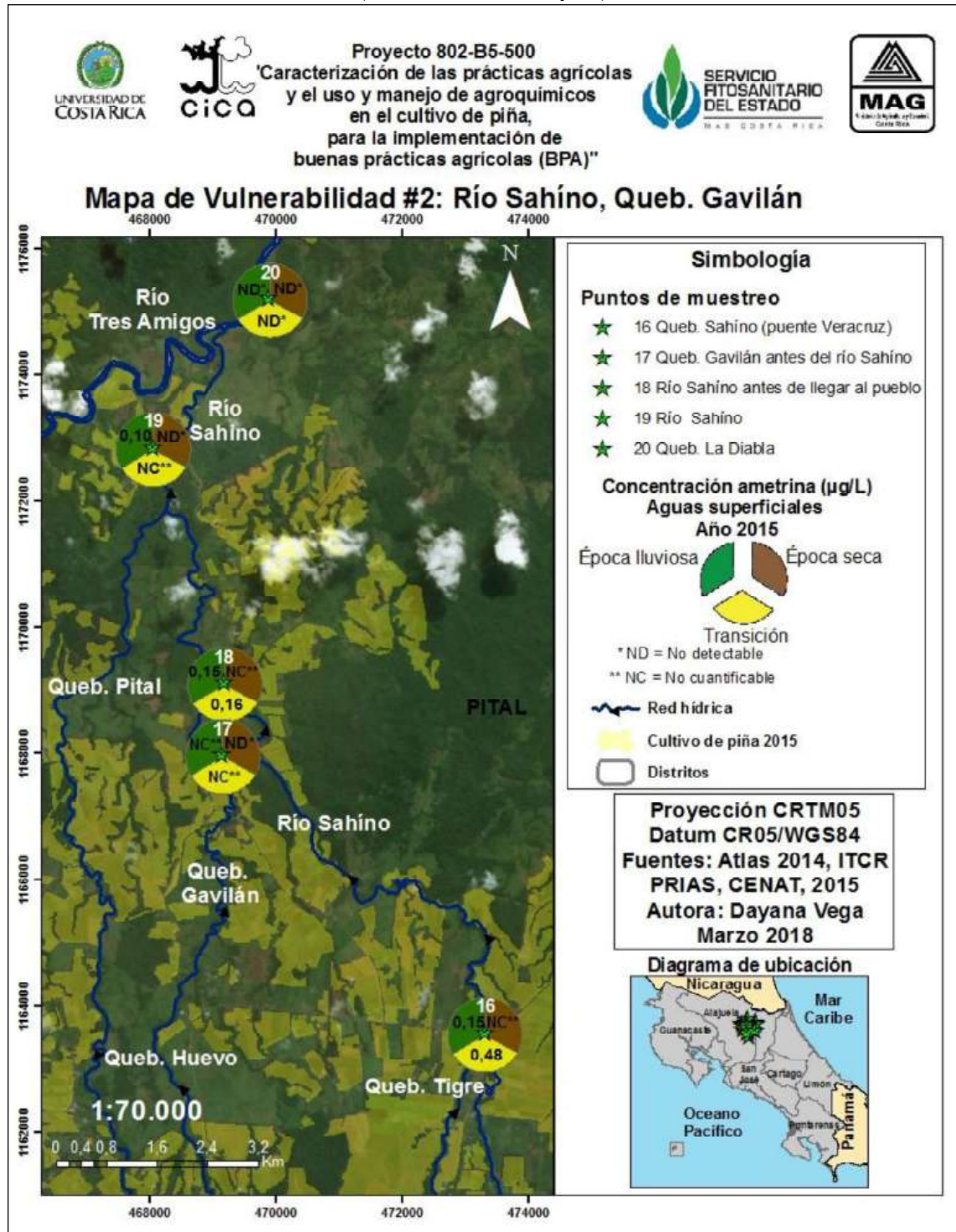
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 77. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 13, 12, 9 y 11)



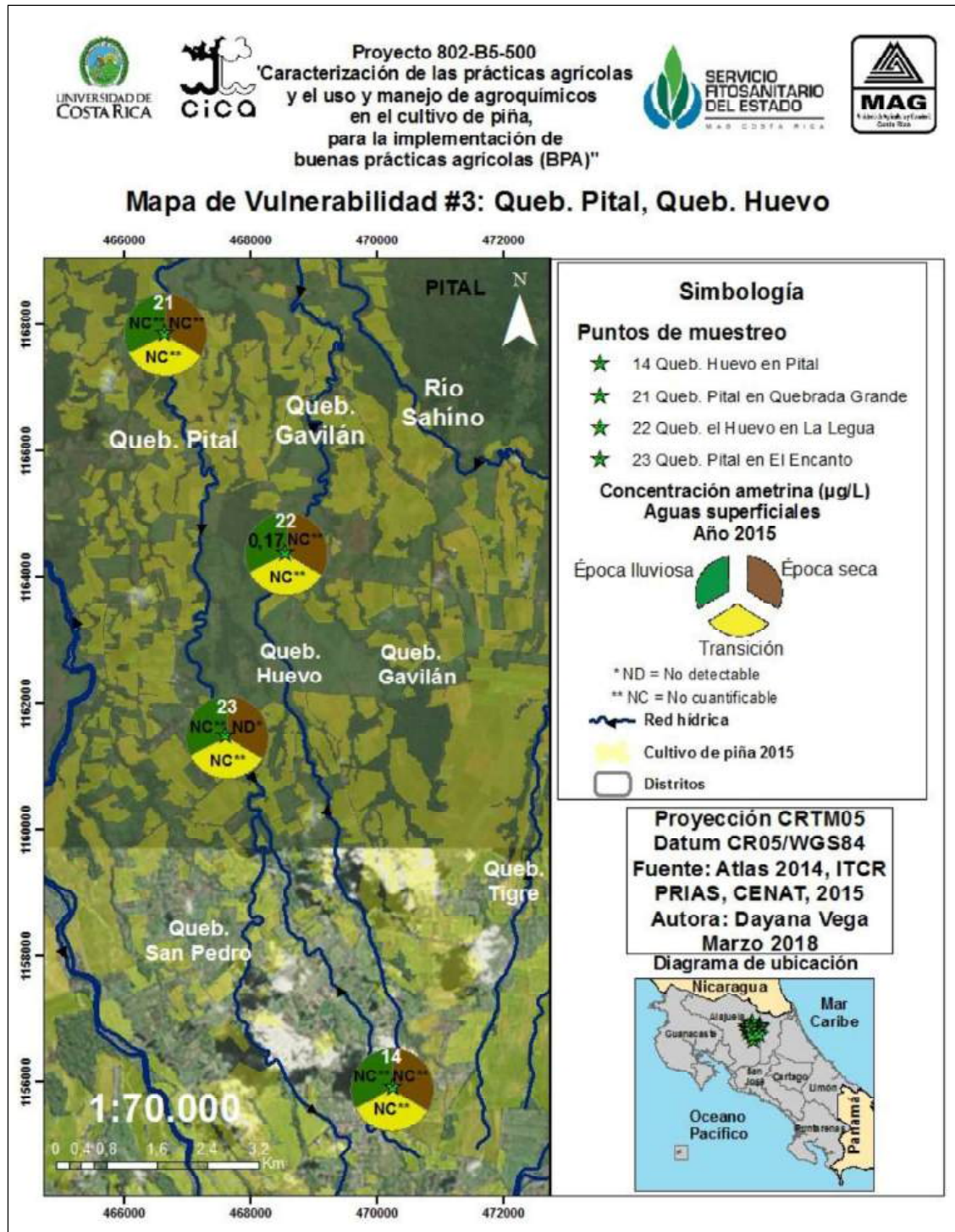
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 78. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



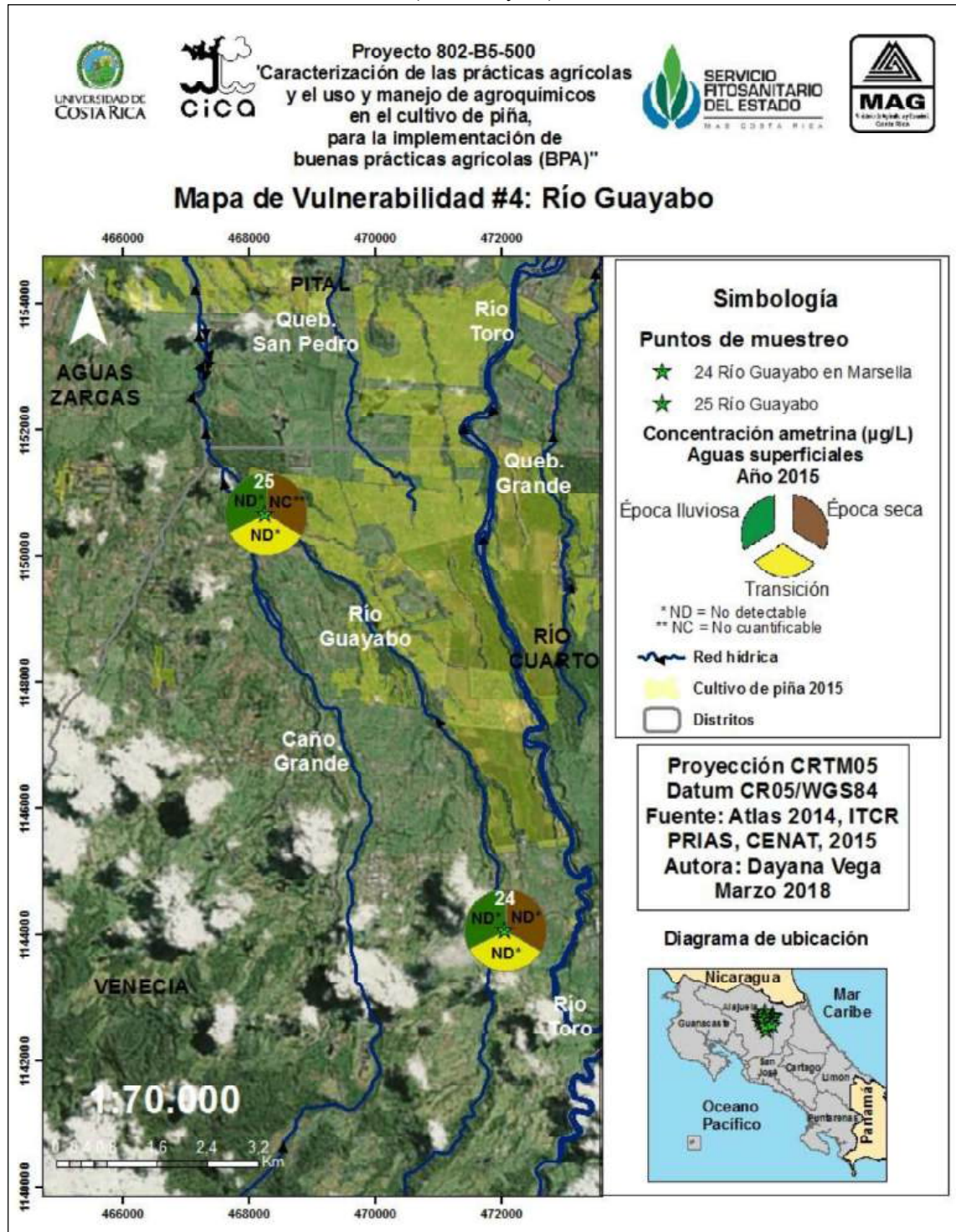
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 79. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 21, 23, 22 y 14)



Fuente: Elaboración propia, 2018

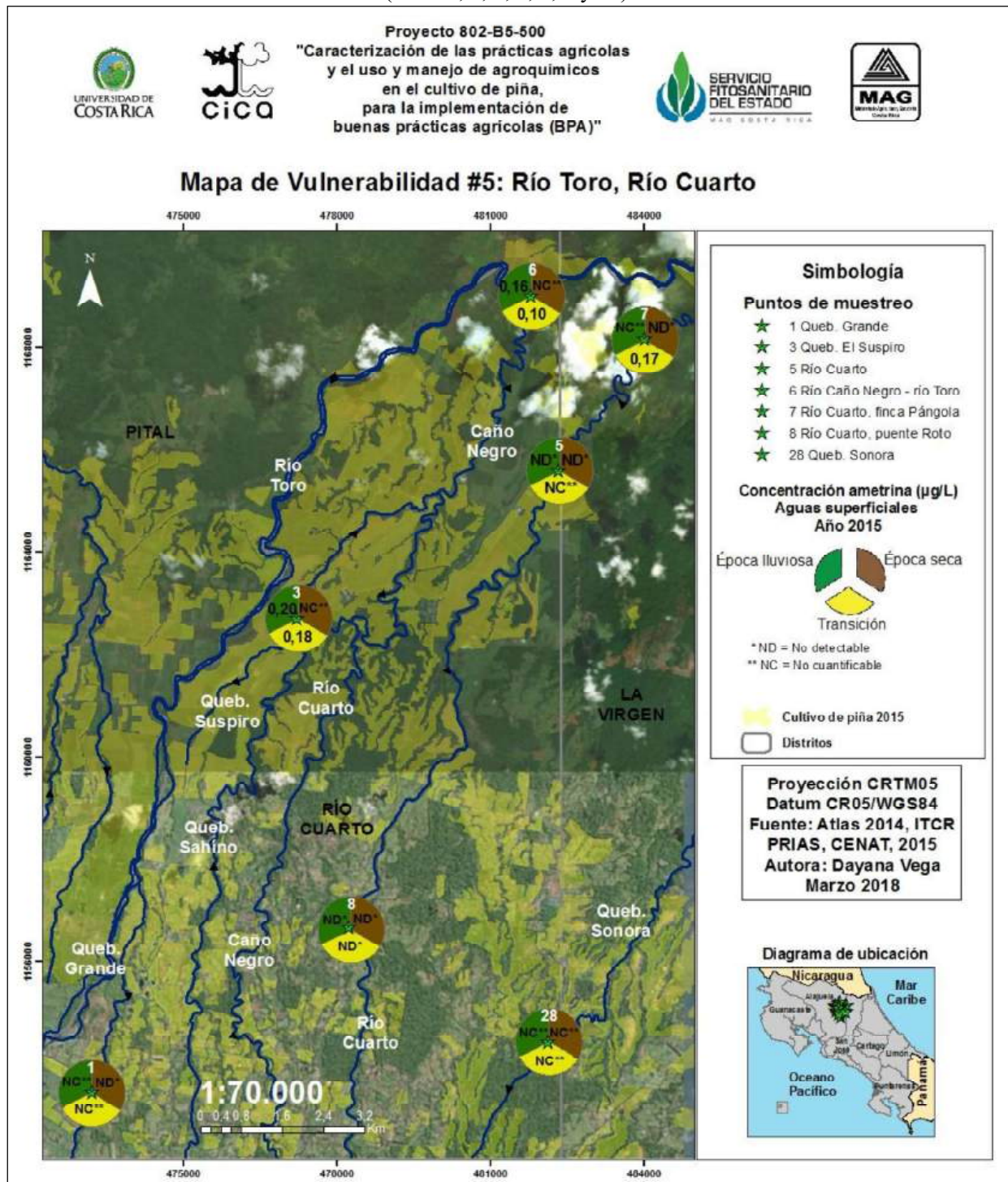
Figura 80. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 25 y 24)



Fuente: Elaboración propia, 2018

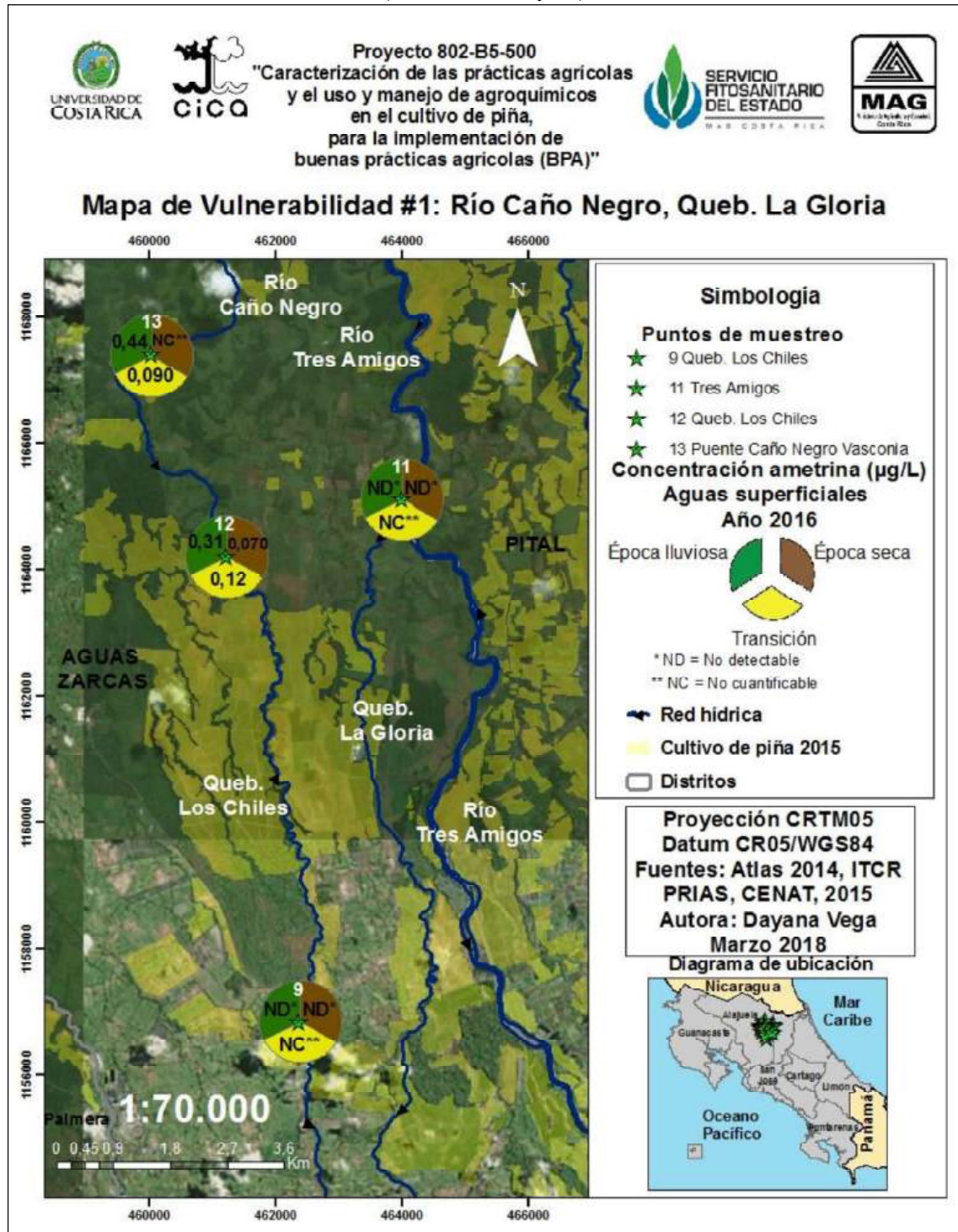


Figura 81. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2015 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



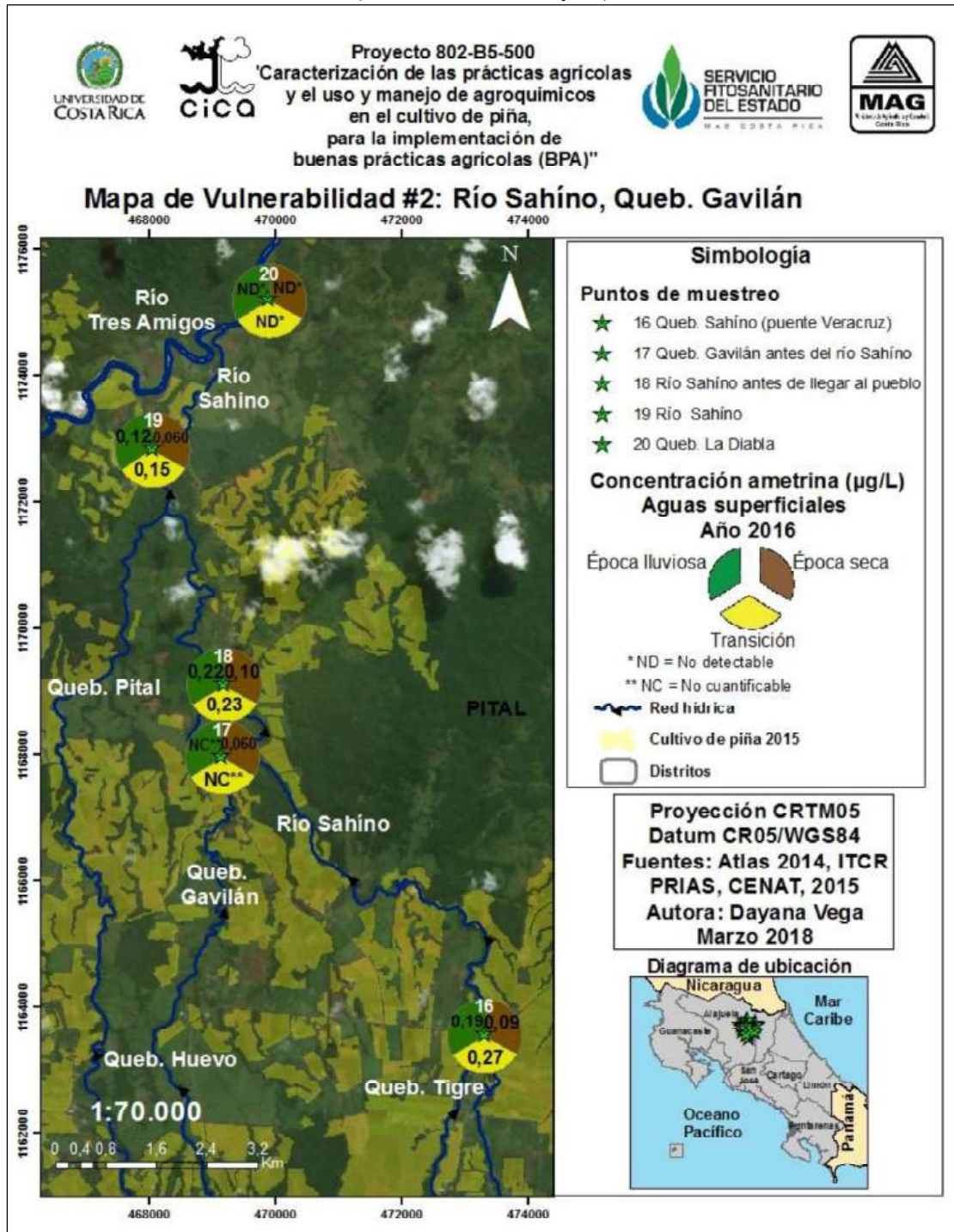
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 82. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 13, 12, 9 y 11)



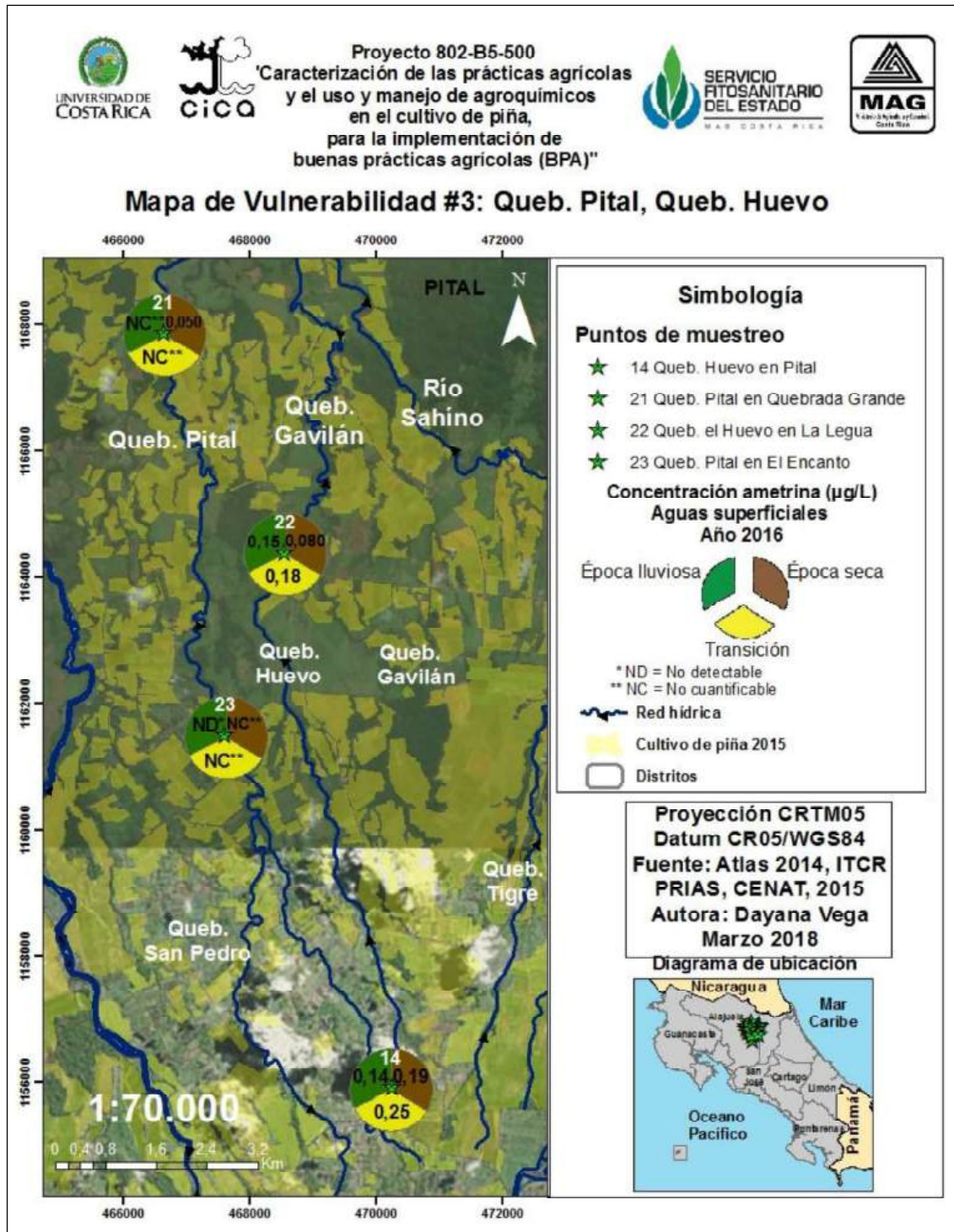
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 83. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



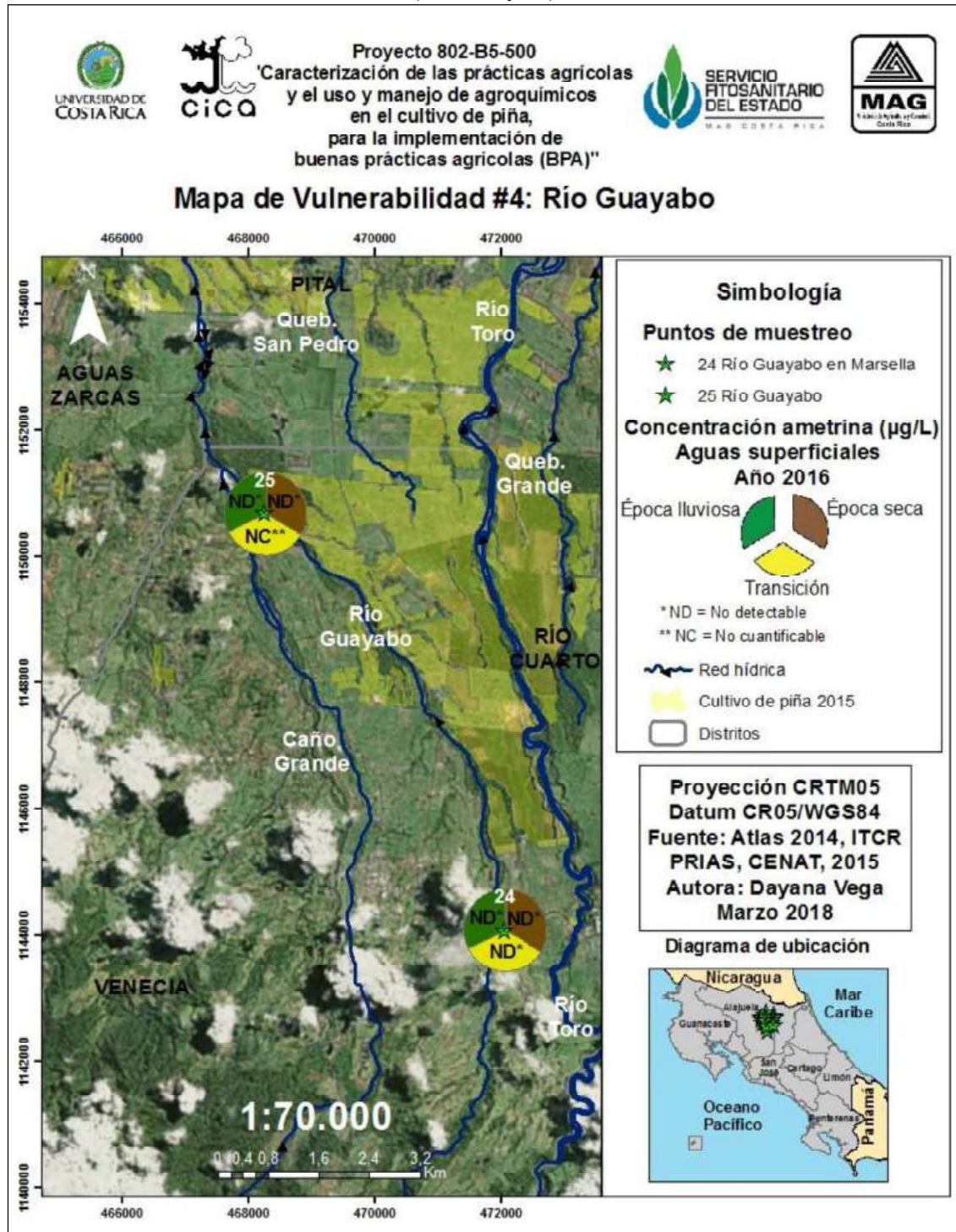
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 84. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 21, 23, 22 y 14)



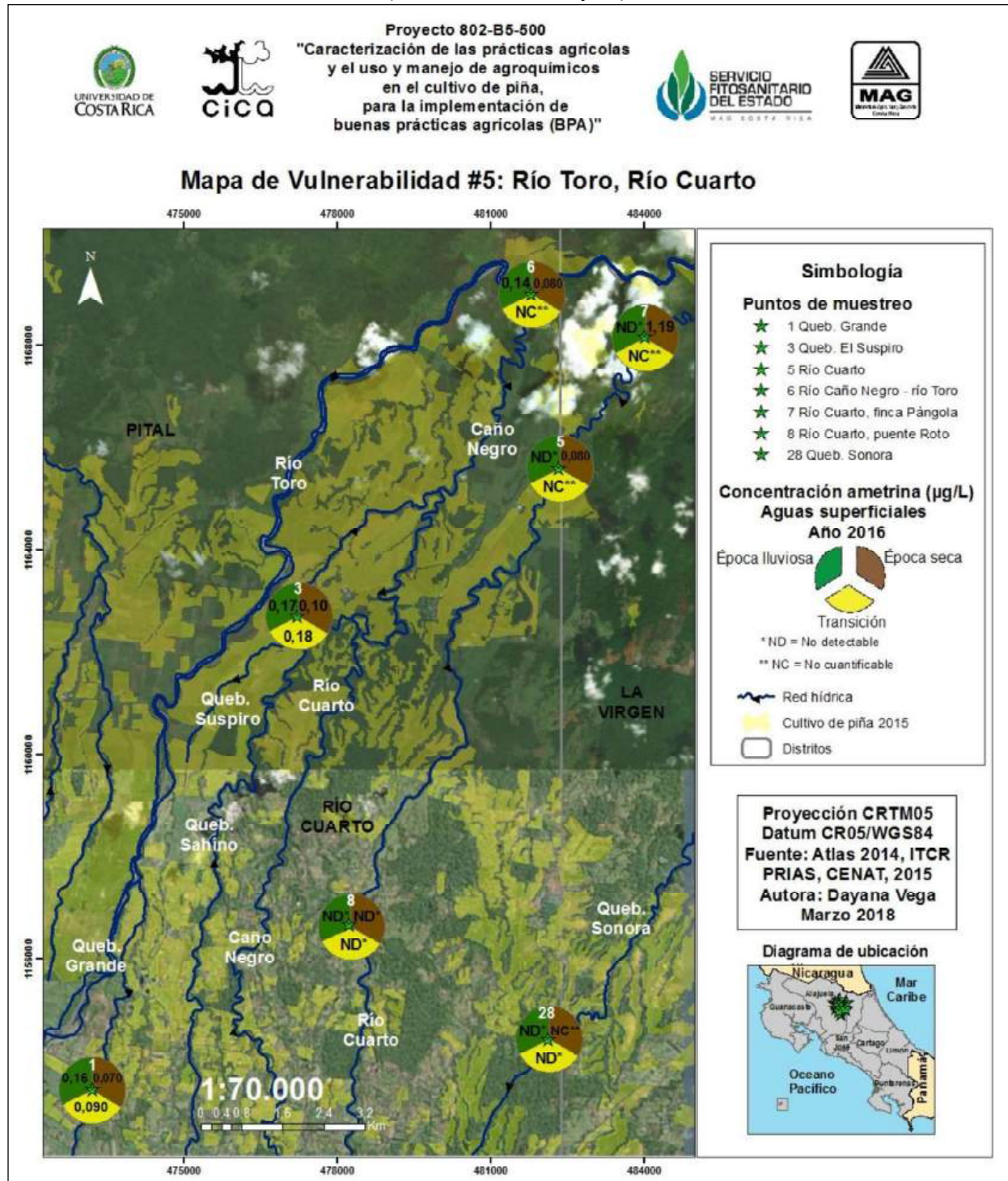
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 85. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 25 y 24)



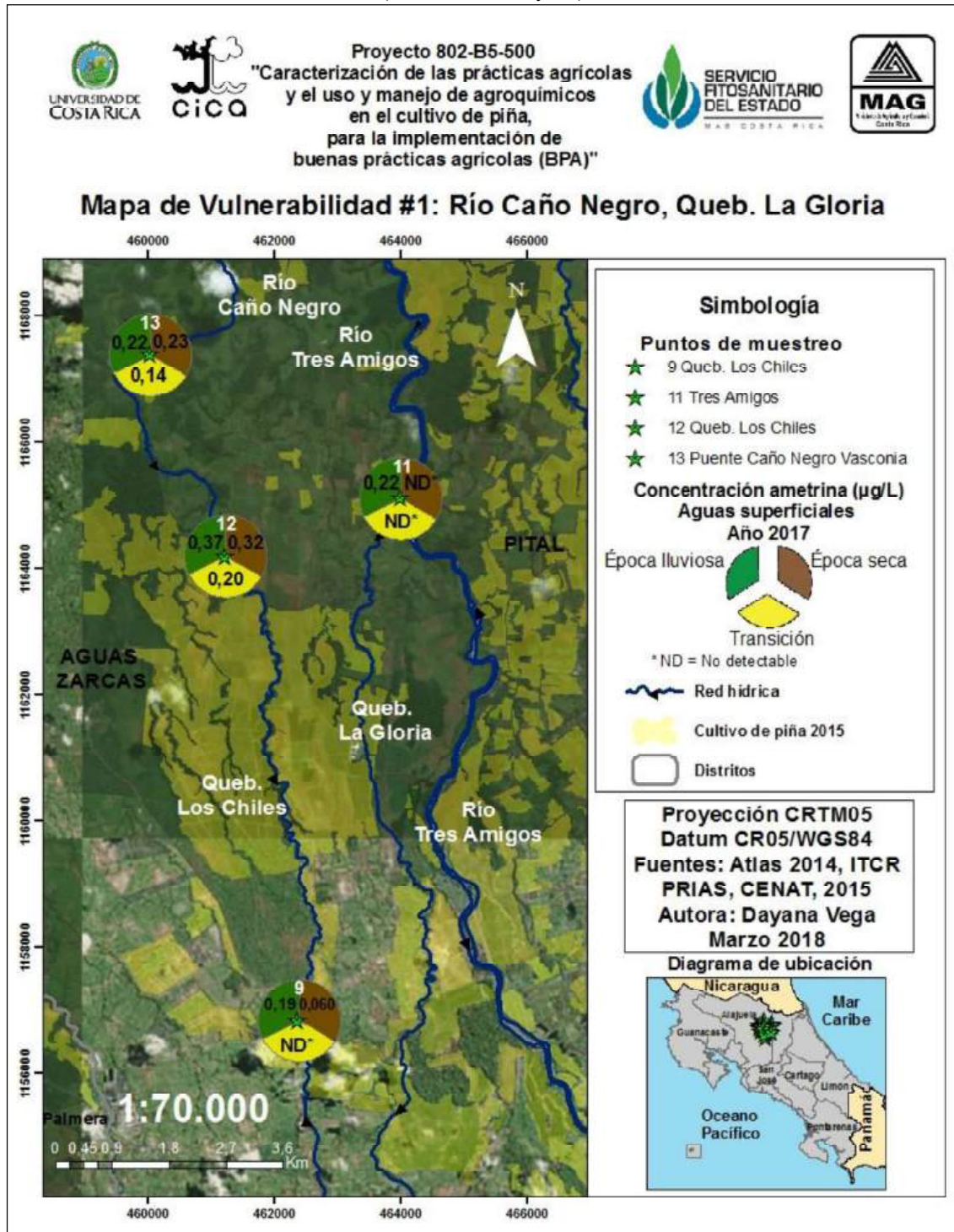
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 86. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2016 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



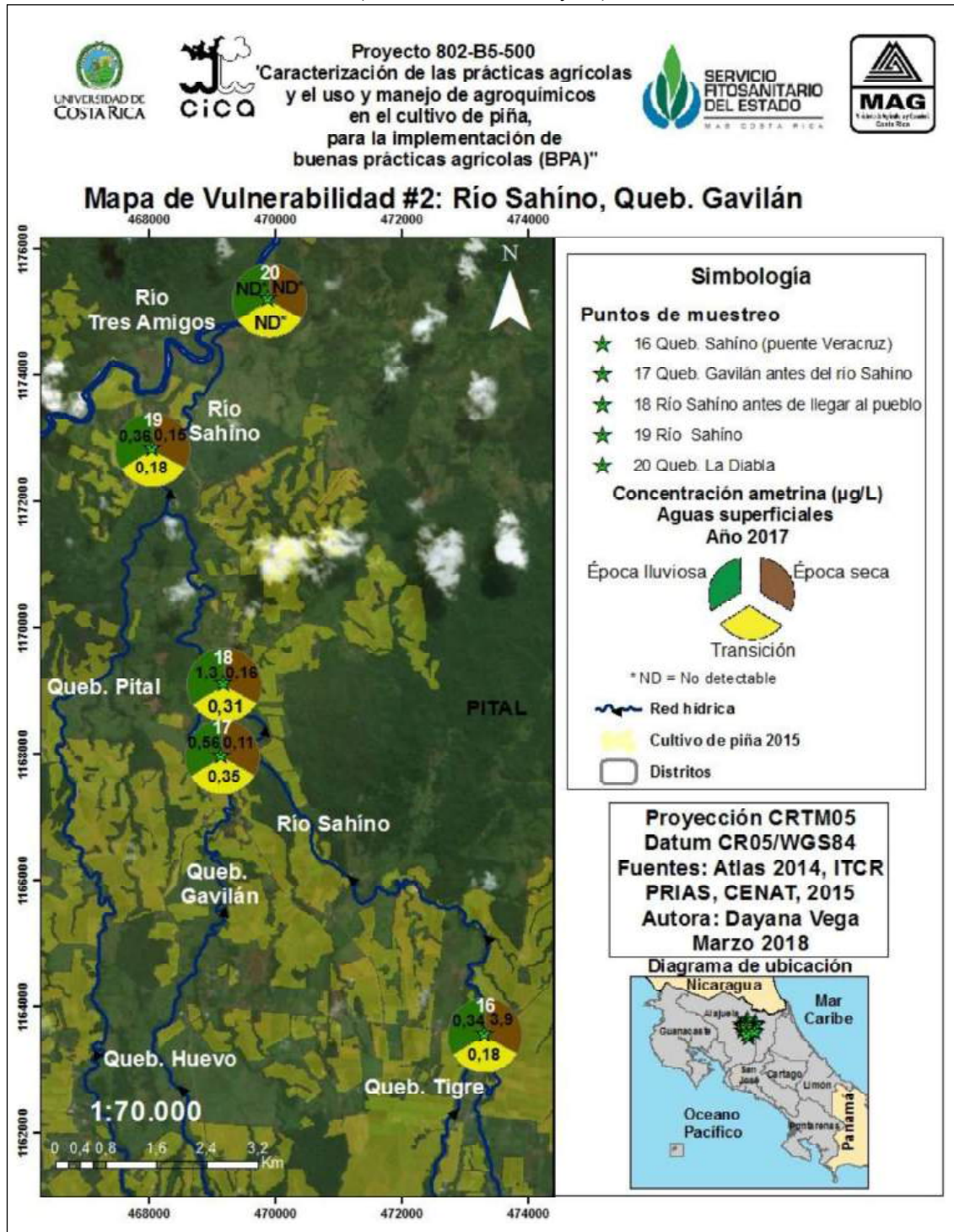
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 87. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 13, 12, 9 y 11)



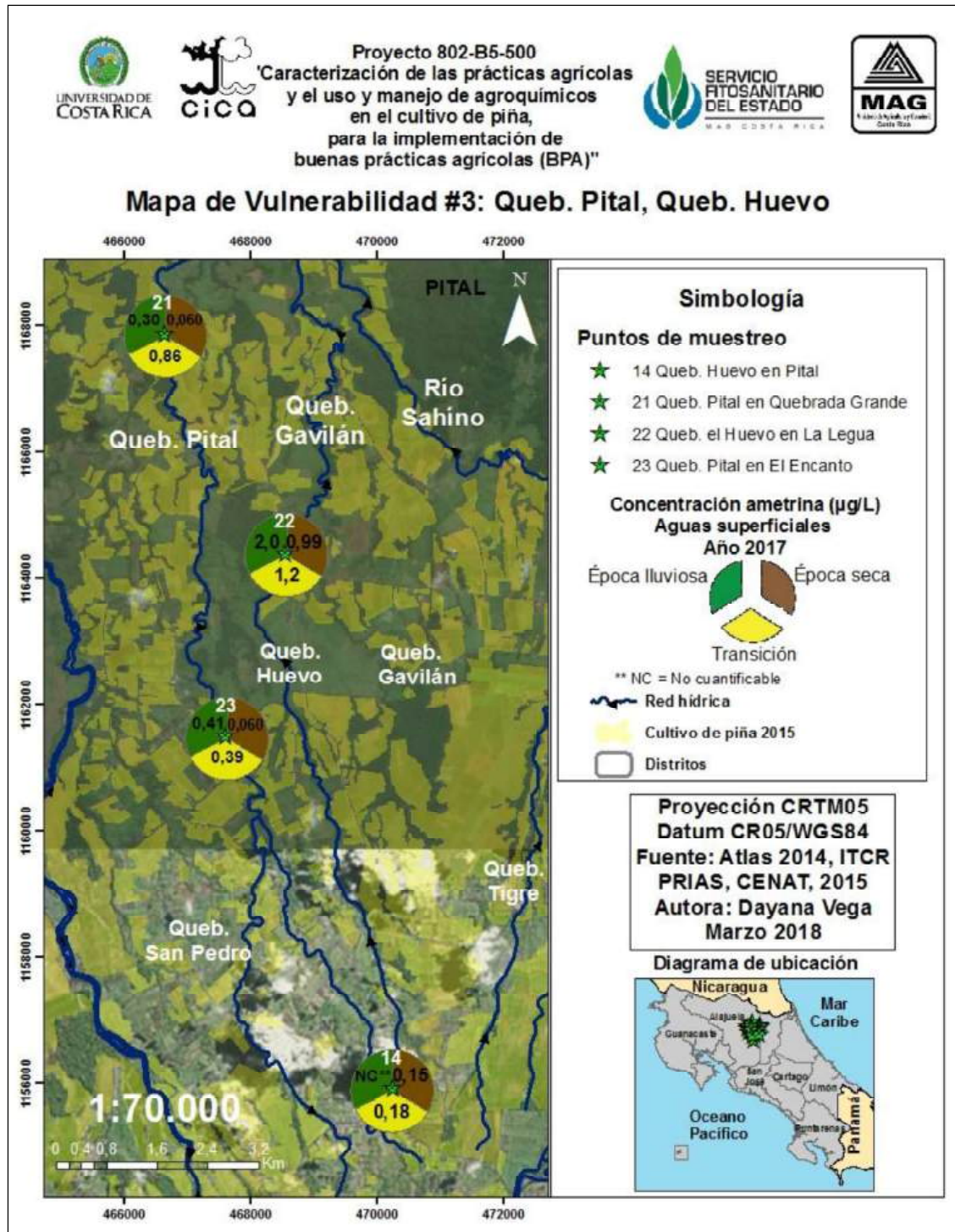
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 88. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018

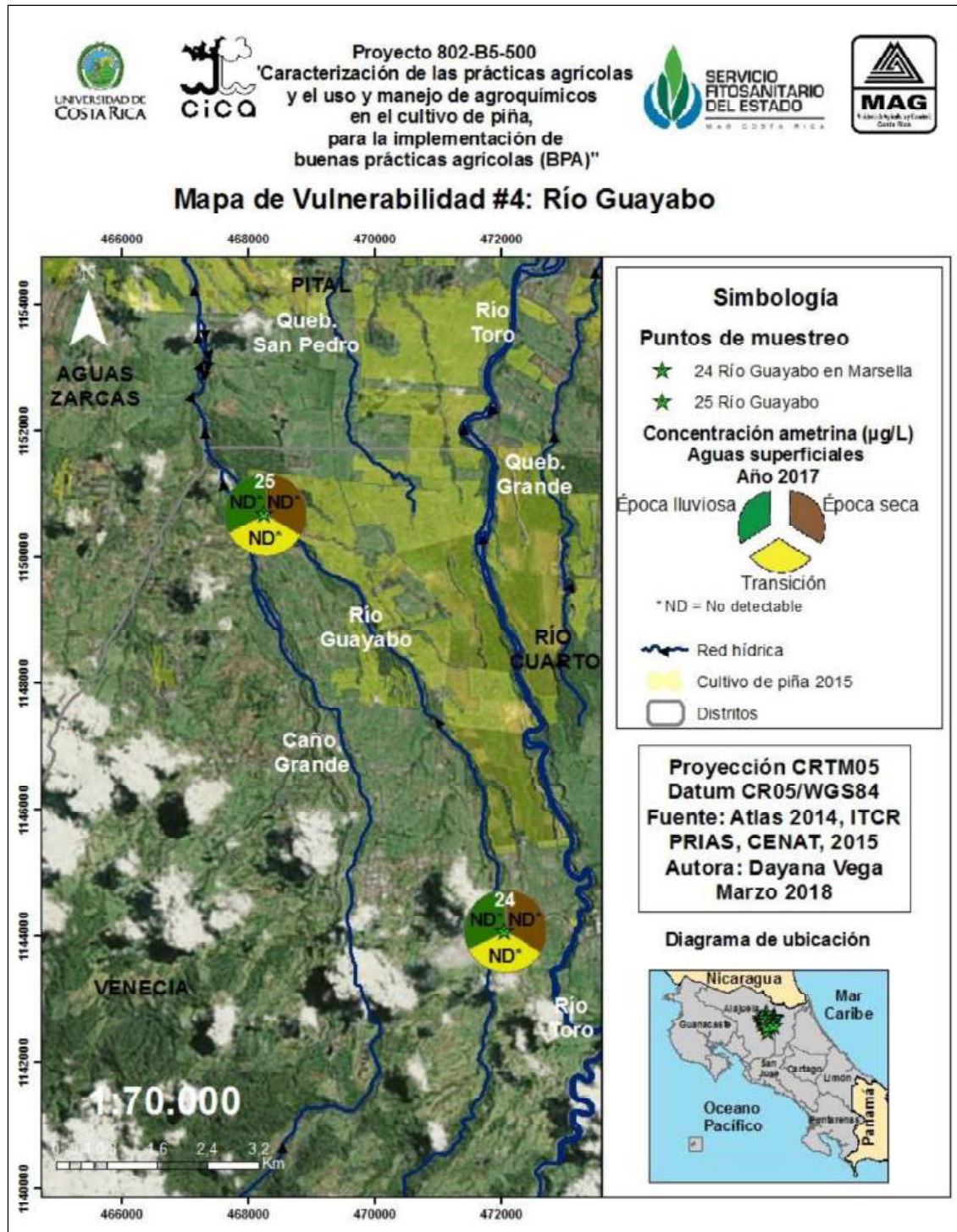
Figura 89. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 21, 23, 22 y 14)



Fuente: Elaboración propia, 2018



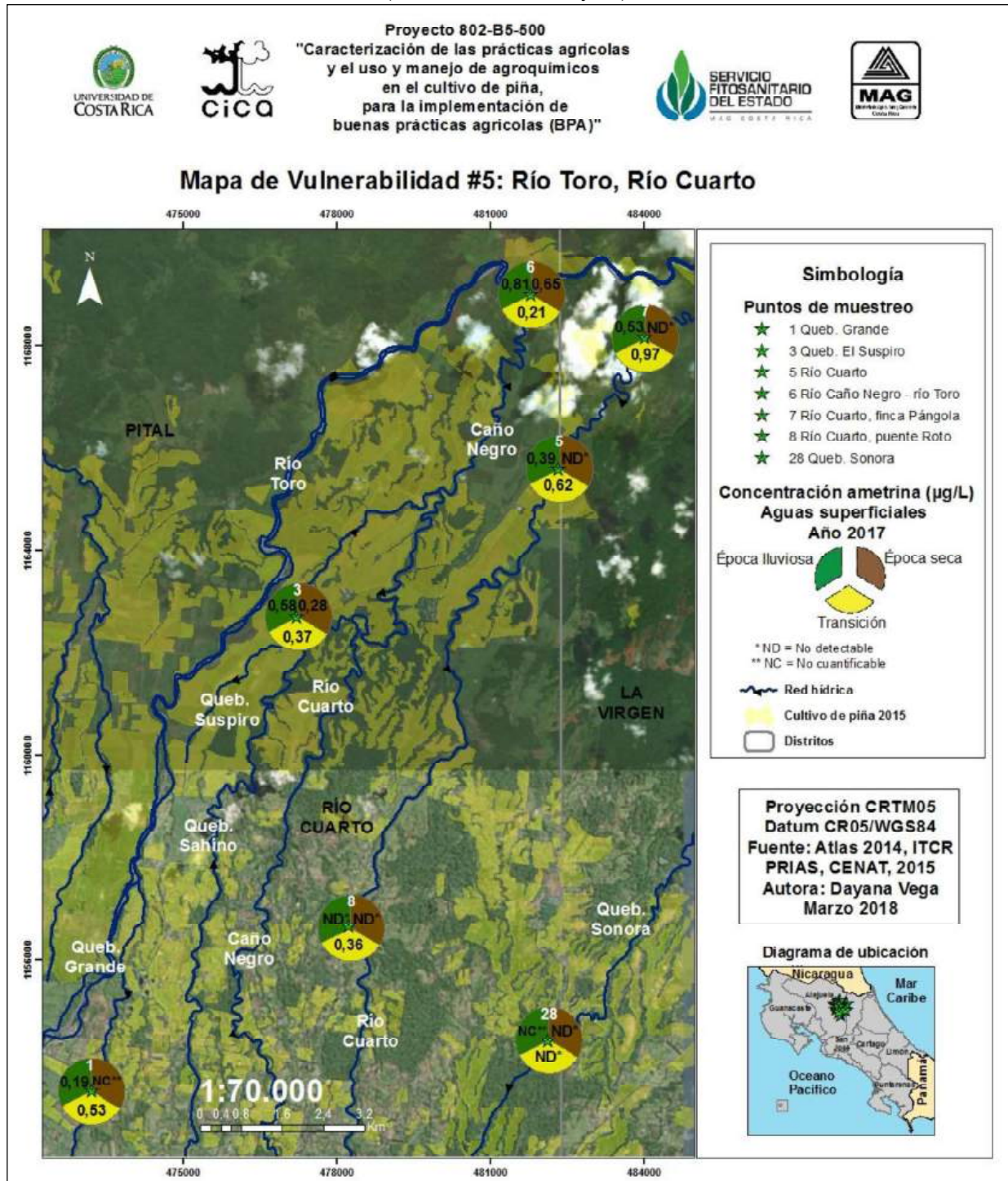
Figura 90. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 25 y 24)



Fuente: Elaboración propia, 2018

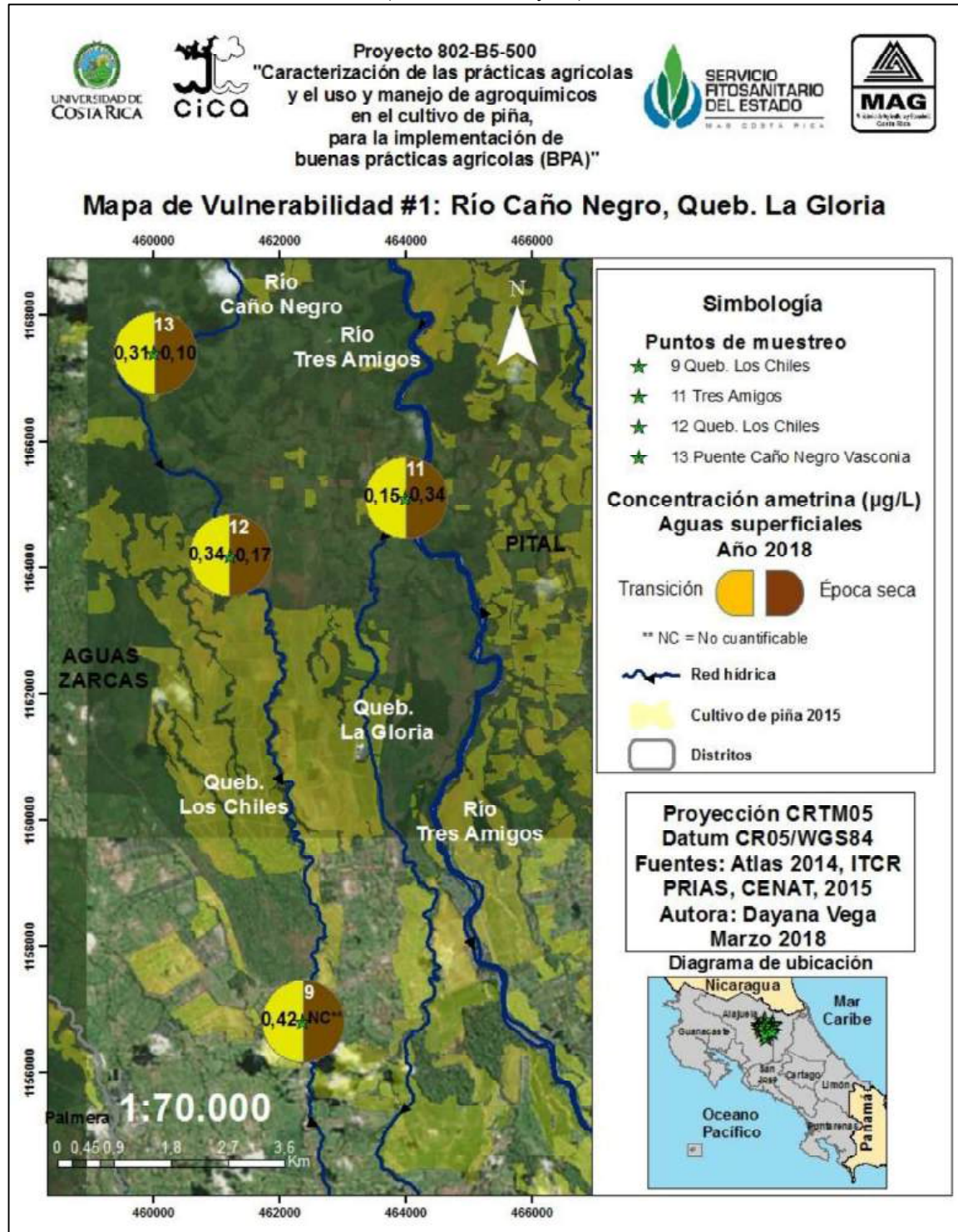


Figura 91. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2017 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



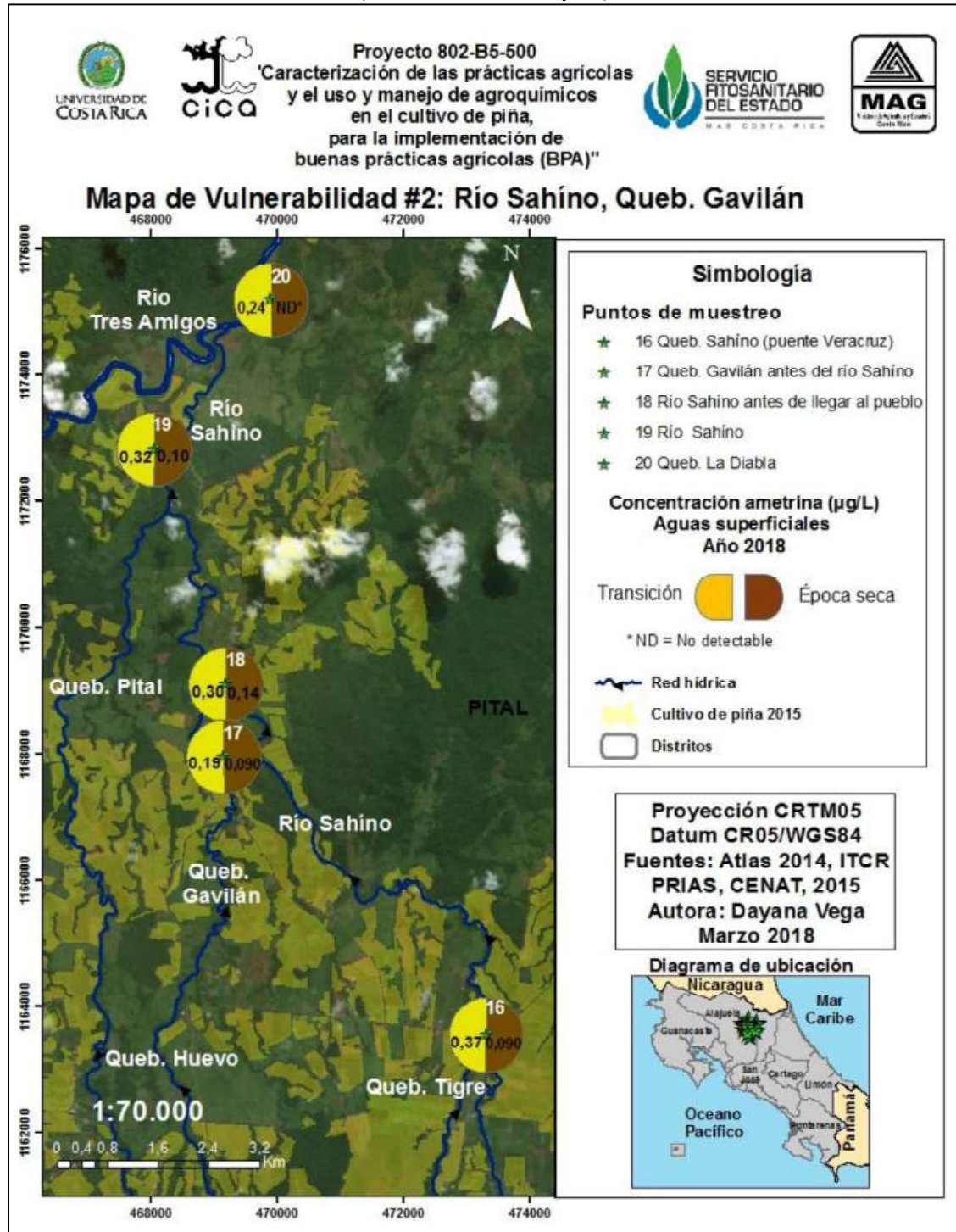
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 92. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 13, 12, 9 y 11)



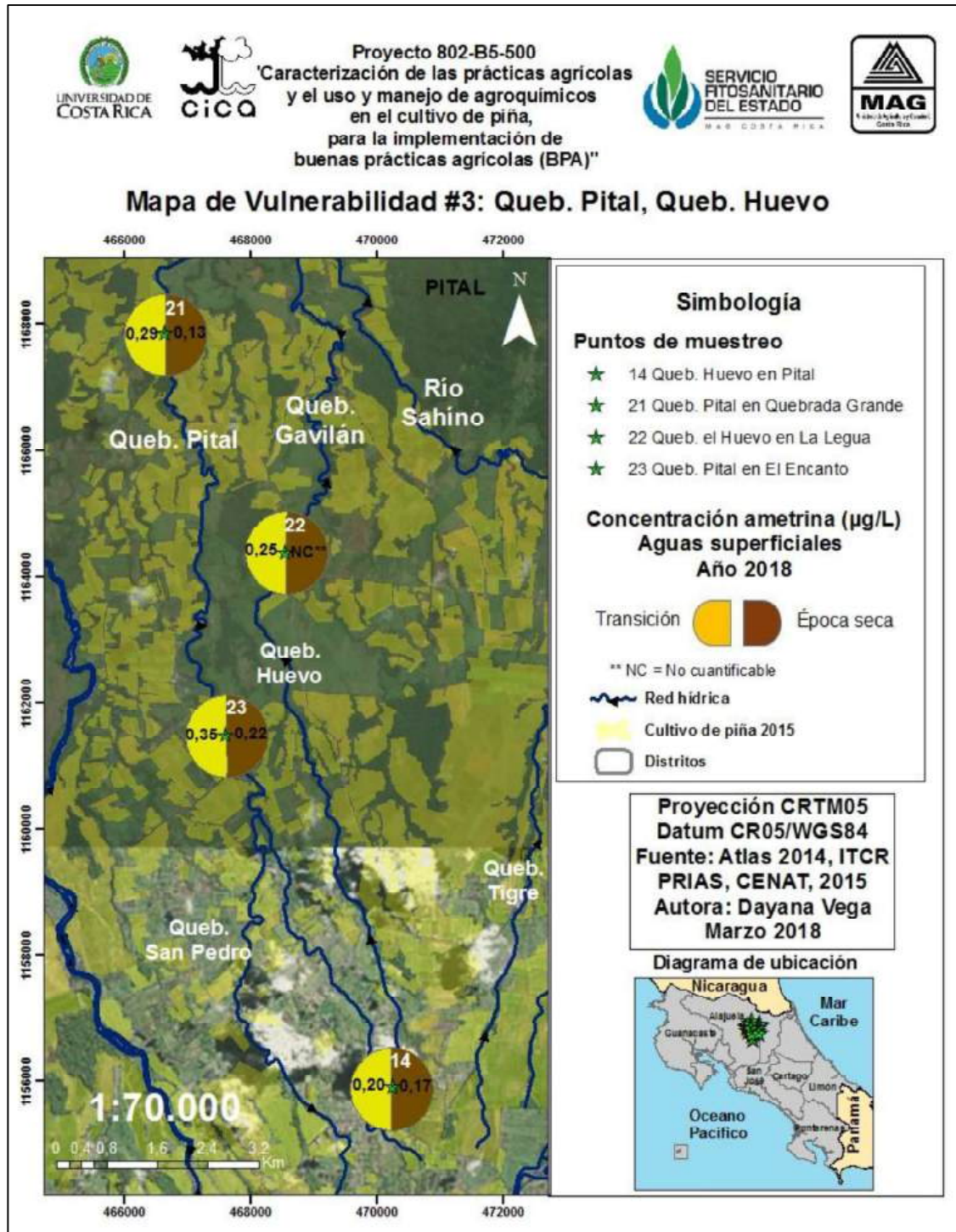
Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 93. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 20, 19, 18, 17 y 16)



Fuente: Elaboración propia, 2018

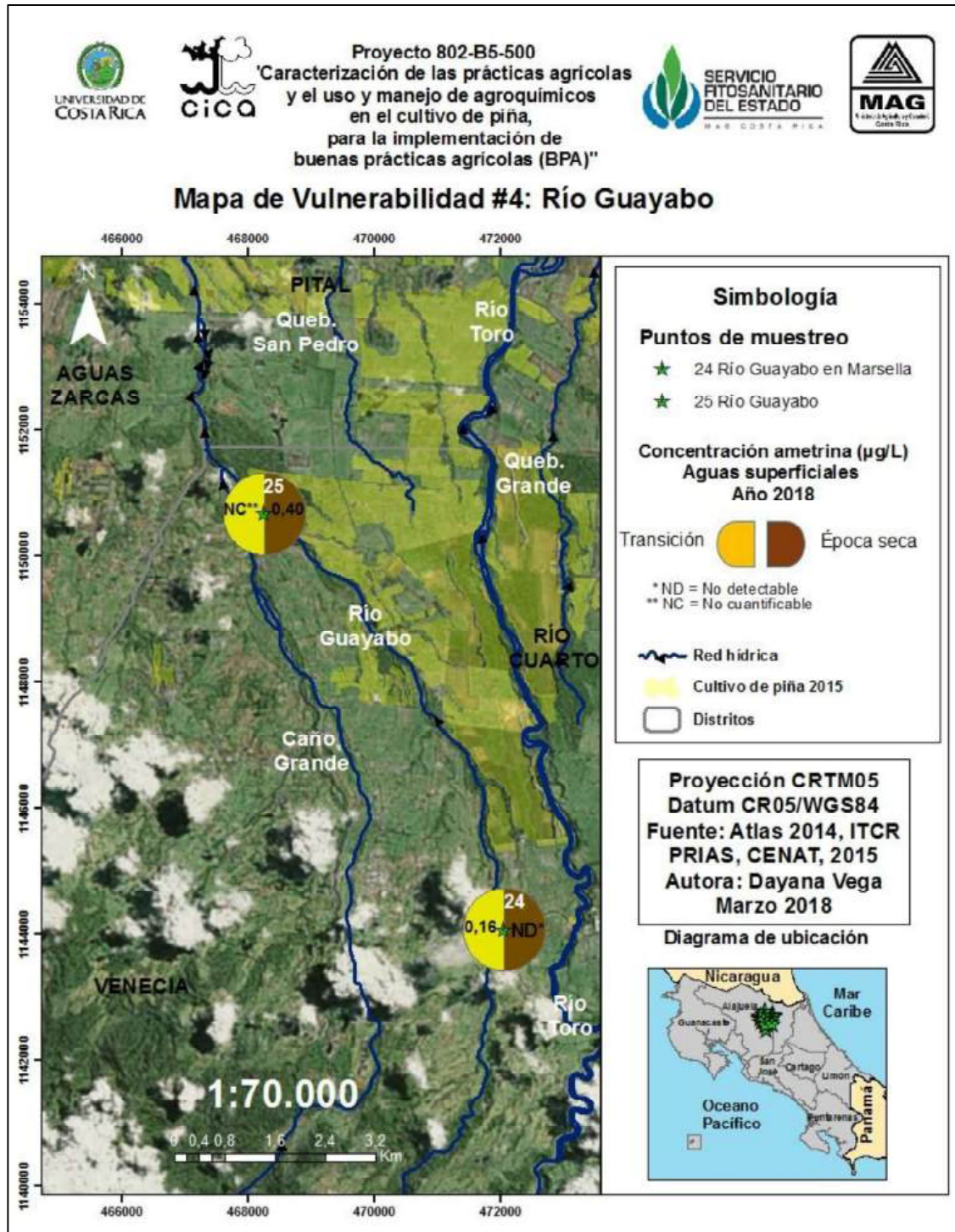
Figura 94. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 21, 23, 22 y 14)



Fuente: Elaboración propia, 2018

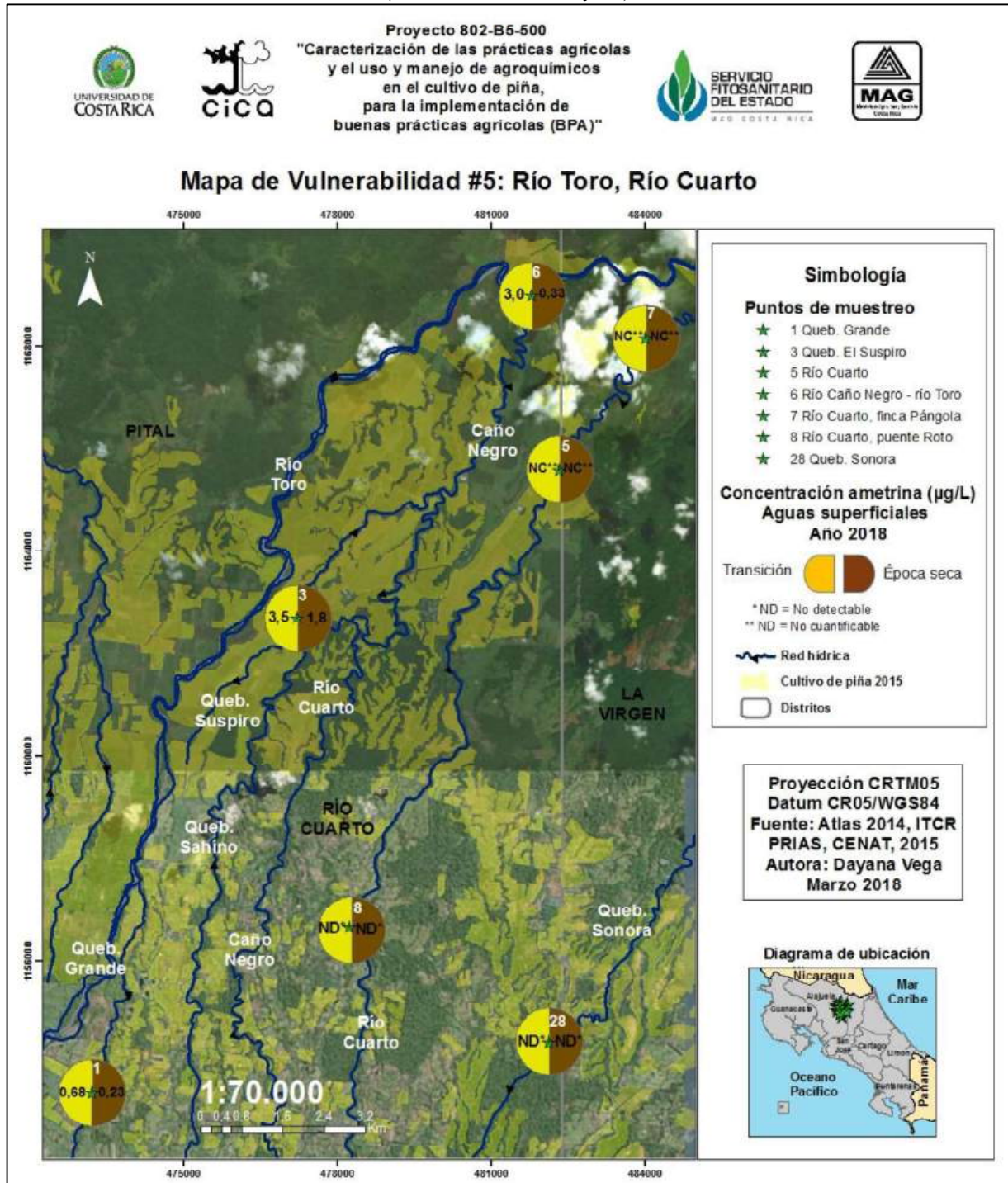


Figura 95. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 25 y 24)



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 96. Mapas de vulnerabilidad para ametrina, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos del 2018 (sitios 1, 3, 6, 8, 5, 7 y 28)



Fuente: Elaboración propia, 2018



Referencias bibliográficas

- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. (1985). *Water Quality for Agriculture*. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations.
- Cámara de Productores y Exportadores de Piña – CANAPEP-. (2017). *Datos estadísticos*. Recuperado de <https://canapep.com/estadisticas/>
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments. A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Londres, Reino Unido: E & FN Spon. 2ª Edición.
- Decreto n.º 33903-MINAE-S. (17 de setiembre de 2007). *Diario oficial La Gaceta*. San José, Costa Rica.
- Fitts, C. R. (2002). *Groundwater Science*. Londres, Inglaterra: Academic Press.
- Holmes, S. (1996). South African Water Quality Guidelines. Volume 7: *Aquatic Ecosystems*. Department of Water Affairs and Forestry. 1a. Edición.
- Iqbal, M.Z., Brown, E.J., Clayton, M.E. (2009). Distribution of phosphorus in a biologically restricted lake in Iowa, USA. *Journal of Hydrology* 326: 349–366.
- Perdomo, C.; Casanova, O. y Ciganda, V. (2001). Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. *Agrociencia*, 5 (1): 10-22.
- Renda, E. (2017). *Manual para la elaboración de mapas de riesgo*. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de Seguridad de la Nación. Recuperado de <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>
- Rodríguez, A.; Novoa, M. y Mieres, M. (2003). Determinación de coliformes totales y *E. coli* en aguas utilizando el Fluorocult LMX (Merck) II. Valoración económica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 24 (3): 21-29.
- Russo, R.C. (1985). Ammonia, nitrite, and nitrate. En: *Fundamentals of aquatic toxicology and chemistry*. Rand, G.M. and S.R. Petrocelli (Eds.). Washington, D.C.: Hemisphere Publishing Corp., pp. 455-471.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria – SEPSA-. (2017). *Boletín Estadístico Agropecuario N°27*. Recuperado de <http://www.sepsa.go.cr/productos.html>
- Servicio Fitosanitario del Estado. (2018). *Insumosys*. Recuperado de <http://app.sfe.go.cr/SFEInsumos/aspx/Insumos/ConsultaRegistroPlaguicida.aspx>
- Stumm, W.; & Morgan, J. J. (1996). *Aquatic chemistry: Chemical equilibria and rates in natural waters*. New York: A Wiley-Interscience Publication.
- University of Hertfordshire. (2018). *PPDB: Pesticide properties database*. Recuperado de: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/Reports/27.htm>
- Waite, T. (1984). *Principles of Water Quality*. Florida, Estado Unidos: Academic Press, Inc.



ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras recolectadas de los tributarios del río Tres Amigos

Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Amonio (mg/L)	2015	I	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	I	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2017	I	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2018	I	< 0,030	2,24 ± 0,27	0,058 ± 0,023	0,043 ± 0,029	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2015	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	II	< 0,030	< 0,030	0,046 ± 0,015	0,051 ± 0,015	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2017	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,078 ± 0,015	0,052 ± 0,015	0,105 ± 0,015	0,051 ± 0,015	0,051 ± 0,015
	2018	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,038 ± 0,011	0,037 ± 0,011	0,073 ± 0,011	< 0,030	< 0,030
	2015	III	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	III	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,037 ± 0,017	< 0,030	0,037 ± 0,017	< 0,030	< 0,030
2017	III	< 0,030	< 0,030	0,042 ± 0,016	< 0,030	< 0,030	0,046 ± 0,015	< 0,030	< 0,030	
Calcio (mg/L)	2015	I	5,61 ± 0,82	7,21 ± 0,83	9,62 ± 0,84	11,62 ± 0,83	10,42 ± 0,82	9,61 ± 0,82	7,98 ± 0,81	7,58 ± 0,81
	2016	I	5,34 ± 0,49	5,34 ± 0,49	5,34 ± 0,49	9,16 ± 0,52	9,54 ± 0,52	8,78 ± 0,51	8,01 ± 0,51	8,01 ± 0,51
	2017	I	7,53 ± 0,55	7,53 ± 0,55	9,21 ± 0,57	12,55 ± 0,61	11,72 ± 0,60	14,23 ± 0,63	9,21 ± 0,57	8,79 ± 0,56
	2018	I	4,82 ± 0,51	6,83 ± 0,53	6,02 ± 0,52	10,84 ± 0,58	8,83 ± 0,55	6,83 ± 0,53	6,83 ± 0,53	8,83 ± 0,55
	2015	II	2,40 ± 0,50	< 2,1	6,81 ± 0,52	9,22 ± 0,54	8,02 ± 0,53	7,61 ± 0,53	4,41 ± 0,50	5,61 ± 0,51
	2016	II	4,33 ± 0,49	4,33 ± 0,49	5,90 ± 0,50	9,05 ± 0,53	7,87 ± 0,52	7,08 ± 0,51	8,66 ± 0,53	7,87 ± 0,52
	2017	II	7,23 ± 0,53	4,82 ± 0,51	7,23 ± 0,53	10,04 ± 0,56	8,43 ± 0,54	8,03 ± 0,54	8,03 ± 0,54	8,03 ± 0,54
	2015	III	5,31 ± 0,52	5,72 ± 0,52	6,13 ± 0,52	9,40 ± 0,55	8,99 ± 0,55	6,95 ± 0,53	8,18 ± 0,54	6,54 ± 0,53
2016	III	5,61 ± 0,51	< 2,0	6,81 ± 0,52	9,62 ± 0,55	8,82 ± 0,54	8,02 ± 0,53	7,61 ± 0,53	6,41 ± 0,52	
2017	III	6,30 ± 0,51	7,08 ± 0,52	5,12 ± 0,50	10,23 ± 0,56	8,26 ± 0,53	7,48 ± 0,52	6,30 ± 0,51	5,51 ± 0,51	
Cloruros (mg/L)	2015	I	1,75 ± 0,25	2,01 ± 0,25	2,63 ± 0,25	4,15 ± 0,41	4,41 ± 0,41	3,91 ± 0,41	3,06 ± 0,40	2,96 ± 0,40
	2016	I	1,57 ± 0,61	2,05 ± 0,60	2,35 ± 0,60	4,17 ± 0,61	5,06 ± 0,63	4,41 ± 0,62	3,80 ± 0,61	3,52 ± 0,61
	2017	I	1,88 ± 0,36	2,43 ± 0,36	3,40 ± 0,36	5,10 ± 0,37	5,41 ± 0,37	4,13 ± 0,36	3,46 ± 0,36	3,37 ± 0,36
	2018	I	1,27 ± 0,31	4,39 ± 0,32	6,23 ± 0,34	4,09 ± 0,32	5,29 ± 0,33	4,54 ± 0,32	3,84 ± 0,32	3,69 ± 0,32
	2015	II	1,22 ± 0,25	1,40 ± 0,25	2,72 ± 0,25	3,70 ± 0,25	4,86 ± 0,26	2,59 ± 0,25	3,69 ± 0,25	3,32 ± 0,25
	2016	II	1,13 ± 0,46	2,03 ± 0,46	2,61 ± 0,46	3,83 ± 0,47	5,21 ± 0,48	3,93 ± 0,47	3,53 ± 0,46	3,58 ± 0,46

Continuación del cuadro en la siguiente página
Página 112 de 198



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2017	II	1,42 ± 0,07	2,2 ± 0,1	2,9 ± 0,1	5,3 ± 0,3	5,8 ± 0,3	4,6 ± 0,2	7,1 ± 0,3	4,7 ± 0,2
	2018	II	1,40 ± 0,18	2,25 ± 0,18	2,94 ± 0,19	4,39 ± 0,31	6,26 ± 0,33	4,33 ± 0,31	4,11 ± 0,31	3,99 ± 0,31
	2015	III	1,24 ± 0,16	1,72 ± 0,16	2,40 ± 0,17	4,44 ± 0,19	5,20 ± 0,21	4,10 ± 0,19	2,98 ± 0,17	2,82 ± 0,17
	2016	III	1,48 ± 0,28	2,07 ± 0,28	2,89 ± 0,28	4,46 ± 0,29	5,55 ± 0,30	4,02 ± 0,29	3,32 ± 0,28	3,19 ± 0,28
	2017	III	1,61 ± 0,26	2,28 ± 0,26	2,87 ± 0,26	4,27 ± 0,26	5,54 ± 0,27	4,52 ± 0,27	4,95 ± 0,27	4,51 ± 0,27
Color (CU)	2015	I	-	-	-	-	20 ± 2,9	-	-	-
	2015	II	40,0 ± 5,8	-	-	-	> 70	-	-	-
	2015	III	< 5,0	-	-	-	40 ± 5,8	-	-	-
Conductividad (µS/cm)	2015	I	69,75 ± 0,61	78,55 ± 0,68	89,75 ± 0,78	128,9 ± 1,1	123,1 ± 1,1	104,50 ± 0,91	98,75 ± 0,86	87,85 ± 0,76
	2016	I	56,05 ± 0,49	59,95 ± 0,53	65,00 ± 0,57	116,9 ± 1,0	117,7 ± 1,0	106,00 ± 0,92	104,50 ± 0,91	96,10 ± 0,83
	2017	I	66,45 ± 0,58	77,25 ± 0,67	90,20 ± 0,78	135,0 ± 1,2	129,8 ± 1,1	111,20 ± 0,96	100,90 ± 0,88	90,25 ± 0,78
	2018	I	48,67 ± 0,69	102,30 ± 0,89	83,50 ± 0,73	111,80 ± 0,97	103,55 ± 0,90	89,95 ± 0,78	86,80 ± 0,76	77,65 ± 0,68
	2015	II	28,20 ± 0,40	28,35 ± 0,40	77,00 ± 0,67	95,75 ± 0,83	95,65 ± 0,83	78,75 ± 0,69	72,65 ± 0,63	63,55 ± 0,56
	2016	II	45,84 ± 0,65	53,65 ± 0,47	72,65 ± 0,63	105,15 ± 0,91	104,40 ± 0,91	95,10 ± 0,83	99,35 ± 0,86	100,40 ± 0,87
	2017	II	58,58 ± 0,51	64,85 ± 0,57	77,35 ± 0,67	111,05 ± 0,96	101,40 ± 0,88	93,35 ± 0,81	87,75 ± 0,76	73,00 ± 0,64
	2018	II	49,29 ± 0,70	60,65 ± 0,53	68,15 ± 0,60	105,55 ± 0,92	103,90 ± 0,90	79,95 ± 0,70	102,65 ± 0,89	88,55 ± 0,77
	2015	III	49,20 ± 0,70	51,40 ± 0,45	70,10 ± 0,61	101,60 ± 0,88	106,35 ± 0,92	86,60 ± 0,75	82,45 ± 0,72	71,95 ± 0,63
Demanda biológica de oxígeno (mg/L)	2016	III	56,85 ± 0,50	64,20 ± 0,56	78,50 ± 0,68	114,65 ± 0,99	114,25 ± 0,99	95,85 ± 0,83	91,10 ± 0,79	82,35 ± 0,72
	2017	III	56,60 ± 0,50	62,35 ± 0,55	62,30 ± 0,55	110,35 ± 0,96	110,40 ± 0,96	89,50 ± 0,78	73,50 ± 0,64	64,90 ± 0,57
	2015	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,505 ± 0,045	< 1,3	1,515 ± 0,045
	2016	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2017	I	< 1,3	< 1,3	1,72 ± 0,12	1,370 ± 0,097	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2018	I	< 1,3	2,40 ± 0,17	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,394 ± 0,099	< 1,3	< 1,3
	2015	II	1,400 ± 0,042	2,190 ± 0,066	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2016	II	3,07 ± 0,22	1,342 ± 0,095	< 1,3	1,321 ± 0,093	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2017	II	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,60 ± 0,11	2,42 ± 0,17	1,60 ± 0,11	2,18 ± 0,15	1,301 ± 0,092
	2018	II	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,57 ± 0,11	1,62 ± 0,11
	2015	III	< 1,3	51,40 ± 0,45	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2016	III	2,20 ± 0,16	< 1,3	1,88 ± 0,13	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2017	III	< 1,3	1,69 ± 0,12	1,84 ± 0,13	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
Demanda química de oxígeno (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	32 ± 15	-	-	-
	2015	II	31 ± 15	-	-	-	< 30	-	-	-
	2015	III	< 30	-	-	-	< 30	-	-	-
Dureza cálcica (mg/L)	2018	II	10,8 ± 1,2	12,8 ± 1,3	14,7 ± 1,3	24,8 ± 1,4	26,9 ± 1,4	20,7 ± 1,3	21,7 ± 1,3	20,7 ± 1,3
Dureza total (mg/L)	2015	I	30,0 ± 2,1	34,0 ± 2,1	36,0 ± 2,2	53,0 ± 2,1	52,0 ± 2,1	42,0 ± 2,0	39,9 ± 2,0	37,9 ± 2,0
	2016	I	21,0 ± 1,2	22,9 ± 1,3	24,8 ± 1,3	86,7 ± 2,1	41,0 ± 1,4	553 ± 11	38,1 ± 1,4	34,3 ± 1,4
	2017	I	30,3 ± 1,5	35,5 ± 1,5	39,7 ± 1,6	52,2 ± 1,8	50,2 ± 1,8	44,9 ± 1,7	40,8 ± 1,6	36,6 ± 1,6
	2018	I	23,1 ± 1,4	29,1 ± 1,4	30,1 ± 1,4	43,1 ± 1,6	45,1 ± 1,6	34,1 ± 1,5	34,1 ± 1,5	32,1 ± 1,5
	2015	II	10,0 ± 1,2	10,0 ± 1,2 mg/L	30,0 ± 1,4	40,0 ± 1,5	37,0 ± 1,5	33,0 ± 1,4	30,0 ± 1,4	26,0 ± 1,3
	2016	II	17,7 ± 1,3	18,7 ± 1,3	25,6 ± 1,3	36,4 ± 1,4	35,4 ± 1,4	33,4 ± 1,4	36,4 ± 1,4	33,4 ± 1,4
	2017	II	24,1 ± 1,4	29,1 ± 1,4	34,1 ± 1,5	44,1 ± 1,6	36,1 ± 1,5	36,1 ± 1,5	42,1 ± 1,6	33,1 ± 1,5
	2018	II	24,6 ± 1,3	28,5 ± 1,4	28,5 ± 1,4	41,3 ± 1,4	37,2 ± 1,4	26,9 ± 1,3	38,2 ± 1,4	28,9 ± 1,4
	2015	III	26,5 ± 1,4	24,5 ± 1,4	31,6 ± 1,4	47,0 ± 1,6	44,9 ± 1,6	36,8 ± 1,5	36,8 ± 1,5	34,7 ± 1,4
Fluoruros (mg/L)	2015	I	< 0,051	< 0,051	0,074 ± 0,098	0,097 ± 0,055	0,057 ± 0,055	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2018	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	II	< 0,02	0,044 ± 0,002	0,056 ± 0,003	0,075 ± 0,004	0,095 ± 0,005	0,092 ± 0,005	0,097 ± 0,005	0,085 ± 0,005
	2018	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2017	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
Fosfatos (mg/L)	2015	I	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	II	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	III	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	III	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Fósforo total (mg/L)	2015	I	0,0550 ± 0,0035	0,0304 ± 0,0035	0,0326 ± 0,0035	0,1065 ± 0,0037	0,0234 ± 0,0035	0,0311 ± 0,0035	0,0425 ± 0,0035	0,0200 ± 0,0035
	2016	I	0,0220 ± 0,0031	0,0419 ± 0,0051	0,0274 ± 0,0052	0,0344 ± 0,0051	0,0471 ± 0,0072	0,0854 ± 0,0072	0,0139 ± 0,0052	< 0,0015
	2017	I	0,0336 ± 0,0071	0,0189 ± 0,0072	0,0426 ± 0,0071	0,0209 ± 0,0072	0,0362 ± 0,0071	< 0,0015	0,0179 ± 0,0073	0,0276 ± 0,0071
	2018	I	0,0490 ± 0,0079	0,1279 ± 0,0085	0,0928 ± 0,0080	0,0625 ± 0,0078	0,0702 ± 0,0078	0,1363 ± 0,0087	0,0500 ± 0,0079	0,0446 ± 0,0079
	2015	II	0,069 ± 0,012	0,202 ± 0,014	0,023 ± 0,013	0,051 ± 0,012	< 0,0015	0,033 ± 0,013	0,026 ± 0,013	0,077 ± 0,012
	2016	II	0,0420 ± 0,0065	0,0218 ± 0,0066	0,0445 ± 0,0064	0,0669 ± 0,0064	0,0570 ± 0,0064	0,0965 ± 0,0065	0,0368 ± 0,0065	0,2127 ± 0,0081
	2017	II	< 0,0015	< 0,0015	0,0433 ± 0,0086	< 0,0015	0,049 ± 0,013	0,070 ± 0,013	0,083 ± 0,013	0,346 ± 0,029
	2018	II	0,0391 ± 0,0087	0,0684 ± 0,0086	0,0523 ± 0,0086	0,0744 ± 0,0086	0,0806 ± 0,0087	0,155 ± 0,010	0,1043 ± 0,0090	0,0935 ± 0,0088
	2015	III	< 0,0015	0,0467 ± 0,0046	0,0169 ± 0,0047	0,0531 ± 0,0046	0,0470 ± 0,0046	0,0410 ± 0,0046	0,0330 ± 0,0046	0,0126 ± 0,0047
	2016	III	0,128 8 ± 0,005 8	0,032 4 ± 0,005 4	0,026 4 ± 0,005 5	0,314 7 ± 0,009 4	0,117 1 ± 0,005 7	0,064 3 ± 0,005 4	0,306 2 ± 0,009 2	0,108 5 ± 0,005 6
2017	III	0,0098 ± 0,0082	0,0141 ± 0,0081	0,0497 ± 0,0079	0,0751 ± 0,0079	0,0747 ± 0,0079	0,0558 ± 0,0079	0,0473 ± 0,0079	0,0586 ± 0,0079	
Grasas y Aceites (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 10	-	-	-
	2015	II	11,9 ± 1,3	-	-	-	< 10	-	-	-
	2015	III	< 10	-	-	-	< 10	-	-	-
Magnesio (mg/L)	2015	I	3,89 ± 0,63	3,89 ± 0,51	2,92 ± 0,31	5,83 ± 0,47	6,32 ± 0,56	4,37 ± 0,43	4,84 ± 0,55	4,60 ± 0,55
	2016	I	1,85 ± 0,20	2,31 ± 0,25	2,78 ± 0,29	15,50 ± 0,95	4,16 ± 0,27	128,9 ± 8,0	4,40 ± 0,32	3,47 ± 0,26
	2017	I	2,79 ± 0,25	4,06 ± 0,35	4,06 ± 0,30	5,07 ± 0,30	5,07 ± 0,31	2,28 ± 0,13	4,31 ± 0,32	3,55 ± 0,27
	2018	I	2,68 ± 0,32	2,92 ± 0,27	3,65 ± 0,36	3,90 ± 0,25	5,60 ± 0,40	4,14 ± 0,37	4,14 ± 0,37	2,44 ± 0,19
	2015	II	0,97 ± 0,23	1,46 ± 0,48	3,16 ± 0,28	4,13 ± 0,29	4,13 ± 0,32	3,40 ± 0,28	4,62 ± 0,57	2,92 ± 0,31
	2016	II	1,67 ± 0,23	1,91 ± 0,25	2,63 ± 0,26	3,34 ± 0,24	3,82 ± 0,29	3,82 ± 0,32	3,58 ± 0,26	3,34 ± 0,26
	2017	II	1,46 ± 0,14	4,14 ± 0,48	3,90 ± 0,33	4,63 ± 0,31	3,65 ± 0,28	3,90 ± 0,31	5,36 ± 0,41	3,17 ± 0,26
	2018	II	3,34 ± 0,43	3,82 ± 0,42	3,34 ± 0,33	4,01 ± 0,26	2,51 ± 0,16	1,50 ± 0,12	4,01 ± 0,29	2,01 ± 0,16
	2015	III	2,97 ± 0,31	2,73 ± 0,31	3,97 ± 0,38	5,70 ± 0,39	5,45 ± 0,38	4,71 ± 0,41	3,97 ± 0,31	4,46 ± 0,41
	2016	III	2,19 ± 0,24	4,13 ± 0,56	3,40 ± 0,30	7,05 ± 0,46	5,35 ± 0,38	3,89 ± 0,30	4,62 ± 0,37	3,89 ± 0,36

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Nitratos (mg/L)	2017	III	2,63 ± 0,25	3,10 ± 0,27	2,63 ± 0,30	3,82 ± 0,25	4,77 ± 0,36	4,30 ± 0,35	3,82 ± 0,36	3,58 ± 0,37
	2015	I	0,31 ± 0,32	1,17 ± 0,31	0,99 ± 0,31	2,68 ± 0,15	5,02 ± 0,16	3,06 ± 0,15	6,88 ± 0,17	4,96 ± 0,16
	2016	I	0,39 ± 0,28	1,16 ± 0,27	1,02 ± 0,27	2,68 ± 0,27	5,92 ± 0,28	3,59 ± 0,27	10,36 ± 0,34	7,77 ± 0,30
	2017	I	0,43 ± 0,32	1,27 ± 0,32	2,14 ± 0,31	0,96 ± 0,32	5,36 ± 0,32	3,23 ± 0,31	8,40 ± 0,36	6,22 ± 0,33
	2018	I	0,41 ± 0,23	12,30 ± 0,69	18,15 ± 0,80	3,72 ± 0,22	10,13 ± 0,28	3,75 ± 0,22	11,85 ± 0,69	9,97 ± 0,28
	2015	II	0,72 ± 0,29	1,33 ± 0,29	2,15 ± 0,29	3,31 ± 0,29	10,05 ± 0,36	2,20 ± 0,29	10,61 ± 0,37	10,48 ± 0,37
	2016	II	0,28 ± 0,24	2,08 ± 0,23	3,11 ± 0,23	3,71 ± 0,23	9,71 ± 0,29	4,02 ± 0,23	8,73 ± 0,28	7,03 ± 0,26
	2017	II	0,36 ± 0,01	2,13 ± 0,09	3,1 ± 0,1	2,40 ± 0,10	5,1 ± 0,2	3,0 ± 0,1	10,3 ± 0,4	8,6 ± 0,3
	2018	II	0,51 ± 0,19	2,35 ± 0,18	2,40 ± 0,18	2,87 ± 0,49	11,66 ± 0,53	4,16 ± 0,49	11,29 ± 0,52	10,23 ± 0,51
	2015	III	1,38 ± 0,12	0,41 ± 0,12	1,77 ± 0,38	2,35 ± 0,12	7,27 ± 0,47	4,21 ± 0,13	7,81 ± 0,42	5,34 ± 0,39
	2016	III	0,35 ± 0,22	1,66 ± 0,22	1,94 ± 0,22	3,50 ± 0,22	8,75 ± 0,26	3,73 ± 0,22	7,62 ± 0,24	6,01 ± 0,23
2017	III	1,10 ± 0,24	1,51 ± 0,24	2,75 ± 0,24	4,21 ± 0,24	10,38 ± 0,31	4,88 ± 0,24	9,19 ± 0,29	7,13 ± 0,26	
Nitritos (µg/L)	2015	I	16,2 ± 1,2	23,6 ± 1,2	15,7 ± 1,2	19,8 ± 1,8	16,1 ± 1,8	14,6 ± 1,8	11,8 ± 2,1	25,0 ± 2,0
	2016	I	< 6,1	< 6,1	7,3 ± 2,9	11,64 ± 0,82	10,93 ± 0,83	13,18 ± 0,82	11,28 ± 0,82	10,43 ± 0,83
	2017	I	< 6,1	9,40 ± 0,82	46,2 ± 1,3	11,9 ± 2,8	19,8 ± 2,8	16,1 ± 2,8	17,3 ± 2,8	15,8 ± 2,8
	2018	I	< 6,1	959 ± 44	57,1 ± 2,5	51,5 ± 3,4	17,4 ± 3,3	12,0 ± 3,4	25,2 ± 3,3	15,4 ± 3,4
	2015	II	< 6,1	12,9 ± 1,5	43,4 ± 1,5	28,7 ± 1,5	14,3 ± 1,6	6,8 ± 1,6	10,0 ± 1,6	10,0 ± 1,6
	2016	II	8,9 ± 1,3	23,6 ± 1,4	53,6 ± 1,8	38,6 ± 1,5	29,9 ± 1,4	23,6 ± 1,4	20,3 ± 3,8	13,3 ± 3,8
	2017	II	7,0 ± 4,5	16,2 ± 4,4	61,9 ± 4,6	19,2 ± 1,5	22,4 ± 1,5	17,2 ± 1,5	24,9 ± 1,5	24,3 ± 1,5
	2018	II	< 6,1	19,06 ± 0,92	41,6 ± 1,3	34,0 ± 1,7	39,7 ± 1,8	41,8 ± 1,8	34,5 ± 1,7	29,4 ± 1,7
	2015	III	6,8 ± 2,6	11,6 ± 2,6	33,2 ± 2,4	16,2 ± 2,5	14,0 ± 2,5	17,5 ± 2,5	12,5 ± 2,5	12,9 ± 2,5
	2016	III	< 6,1	< 6,1	32,2 ± 1,3	17,6 ± 1,4	16,0 ± 1,4	26,4 ± 1,4	10,5 ± 1,4	10,0 ± 1,4
2017	III	< 6,1	14,2 ± 2,5	27,5 ± 2,4	41,9 ± 4,0	19,3 ± 4,1	21,9 ± 4,1	14,4 ± 4,2	11,8 ± 4,2	
Nitrógeno total (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	1,258 ± 0,023	-	-	-
	2015	II	0,192 ± 0,015	-	-	-	2,223 ± 0,018	-	-	-
	2015	III	0,141 ± 0,025	-	-	-	1,680 ± 0,024	-	-	-
Oxígeno disuelto (mg/L)	2015	I	7,94 ± 0,24	7,91 ± 0,24	7,35 ± 0,24	6,43 ± 0,24	7,33 ± 0,24	6,95 ± 0,24	6,07 ± 0,24	5,40 ± 0,24
	2016	I	8,04 ± 0,24	7,89 ± 0,24	8,22 ± 0,24	7,87 ± 0,24	6,81 ± 0,24	6,77 ± 0,24	7,50 ± 0,24	7,08 ± 0,24
	2017	I	8,63 ± 0,24	8,83 ± 0,24	6,27 ± 0,24	6,71 ± 0,02	6,89 ± 0,04	7,05 ± 0,07	7,45 ± 0,08	7,22 ± 0,11

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2018	I	7,56 ± 0,59	6,97 ± 0,55	6,42 ± 0,51	6,78 ± 0,53	6,59 ± 0,52	5,85 ± 0,46	6,56 ± 0,52	5,76 ± 0,45
	2015	II	5,57 ± 0,24	4,59 ± 0,24	78,2 ± 3,6	7,41 ± 0,24	7,42 ± 0,25	6,74 ± 0,24	6,51 ± 0,24	4,00 ± 0,24
	2016	II	5,41 ± 0,24	7,03 ± 0,24	4,15 ± 0,24	4,30 ± 0,24	3,81 ± 0,24	5,81 ± 0,24	6,34 ± 0,24	5,88 ± 0,24
	2017	II	7,90 ± 0,62	7,38 ± 0,58	4,86 ± 0,38	6,54 ± 0,51	6,40 ± 0,50	5,55 ± 0,44	6,49 ± 0,51	6,08 ± 0,48
	2018	II	6,95 ± 0,55	7,20 ± 0,57	5,13 ± 0,40	5,43 ± 0,43	5,53 ± 0,44	5,50 ± 0,43	5,84 ± 0,46	5,49 ± 0,43
	2015	III	4,80	4,65	6,03 ± 0,24	7,35 ± 0,24	7,0 ± 0,24	6,96 ± 0,24	7,43 ± 0,24	6,94 ± 0,24
	2016	III	7,07 ± 0,24	7,09 ± 0,24	7,39 ± 0,24	6,66 ± 0,24	6,40 ± 0,24	6,36 ± 0,24	6,81 ± 0,24	6,18 ± 0,24
2017	III	6,99 ± 0,55	7,01 ± 0,55	4,21 ± 0,33	6,89 ± 0,54	6,68 ± 0,53	6,56 ± 0,52	6,82 ± 0,54	6,37 ± 0,50	
pH (pH a 20,0 °C)	2015	I	7,67 ± 0,17	7,65 ± 0,17	7,52 ± 0,17	7,53 ± 0,17	7,59 ± 0,17	7,41 ± 0,17	7,47 ± 0,17	7,40 ± 0,17
	2016	I	7,78 ± 0,17	8,27 ± 0,17	8,07 ± 0,17	7,76 ± 0,17	7,63 ± 0,17	7,62 ± 0,17	7,83 ± 0,17	7,66 ± 0,17
	2017	I	8,09 ± 0,17	8,15 ± 0,17	8,28 ± 0,17	7,74 ± 0,17	7,56 ± 0,17	7,45 ± 0,17	7,75 ± 0,17	7,49 ± 0,17
	2015	II	7,15 ± 0,17	6,78 ± 0,17	8,50 ± 0,17	7,47 ± 0,17	7,40 ± 0,17	6,78 ± 0,17	7,14 ± 0,17	6,88 ± 0,17
	2016	II	7,50 ± 0,17	7,50 ± 0,17	7,56 ± 0,17	7,42 ± 0,17	7,71 ± 0,17	7,73 ± 0,17	7,69 ± 0,17	7,37 ± 0,17
	2017	II	7,64 ± 0,17	7,73 ± 0,17	7,73 ± 0,17	7,60 ± 0,17	7,17 ± 0,17	7,22 ± 0,17	7,40 ± 0,17	6,95 ± 0,17
	2018	II	6,770 ± 0,040	7,510 ± 0,040	7,970 ± 0,040	7,075 ± 0,040	7,005 ± 0,040	6,345 ± 0,040	7,285 ± 0,040	6,875 ± 0,040
	2015	III	7,66 ± 0,17	7,59 ± 0,17	8,62 ± 0,17	7,63 ± 0,17	7,47 ± 0,17	7,46 ± 0,17	7,74 ± 0,17	7,41 ± 0,17
	2016	III	7,58 ± 0,17	7,76 ± 0,17	8,19 ± 0,17	7,76 ± 0,17	7,39 ± 0,17	7,28 ± 0,17	7,78 ± 0,17	7,53 ± 0,17
2017	III	7,75 ± 0,17	8,06 ± 0,17	7,42 ± 0,17	7,36 ± 0,17	7,36 ± 0,17	7,31 ± 0,17	7,51 ± 0,17	7,20 ± 0,17	
Potasio (mg/L)	2015	I	0,96 ± 0,37	0,96 ± 0,37	1,38 ± 0,37	2,21 ± 0,36	2,00 ± 0,37	1,80 ± 0,37	1,07 ± 0,37	0,96 ± 0,37
	2016	I	< 0,80	0,89 ± 0,40	1,09 ± 0,40	1,89 ± 0,39	1,89 ± 0,39	1,89 ± 0,39	1,29 ± 0,40	1,29 ± 0,40
	2017	I	0,94 ± 0,32	1,14 ± 0,32	1,75 ± 0,31	3,15 ± 0,49	2,34 ± 0,49	1,93 ± 0,50	1,12 ± 0,51	1,12 ± 0,51
	2018	I	< 0,80	4,44 ± 0,35	2,67 ± 0,36	2,08 ± 0,36	2,08 ± 0,36	1,88 ± 0,36	1,09 ± 0,37	1,09 ± 0,37
	2015	II	< 0,80	< 0,80	1,34 ± 0,19	1,94 ± 0,19	1,74 ± 0,19	1,14 ± 0,19	1,34 ± 0,19	1,14 ± 0,19
	2016	II	< 0,80	0,97 ± 0,37	1,17 ± 0,37	2,16 ± 0,36	1,96 ± 0,36	1,96 ± 0,36	1,35 ± 0,19	1,35 ± 0,19
	2017	II	0,91 ± 0,21	1,11 ± 0,21	1,51 ± 0,21	2,93 ± 0,18	3,13 ± 0,17	2,34 ± 0,18	1,74 ± 0,18	1,35 ± 0,18
	2018	II	< 0,80	1,12 ± 0,34	1,32 ± 0,34	2,22 ± 0,20	2,72 ± 0,20	2,72 ± 0,20	1,42 ± 0,20	1,62 ± 0,20
	2015	III	0,93 ± 0,24	1,33 ± 0,24	1,34 ± 0,17	2,13 ± 0,17	1,94 ± 0,17	1,74 ± 0,17	1,15 ± 0,17	1,15 ± 0,17
	2016	III	0,96 ± 0,17	1,16 ± 0,17	1,57 ± 0,17	2,60 ± 0,17	2,19 ± 0,17	1,98 ± 0,17	1,47 ± 0,17	1,37 ± 0,17
2017	III	0,94 ± 0,24	1,14 ± 0,24	1,54 ± 0,24	2,16 ± 0,51	1,86 ± 0,51	1,76 ± 0,51	1,08 ± 0,52	1,08 ± 0,52	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	2015	I	90,0	92,3	87,9	81,8	89,6	84,8	74,9	67,2
	2016	I	92,3 ± 0,06	96,6 ± 0,06	102,10 ± 0,10	81,87 ± 0,35	93,53 ± 0,61	82,57 ± 1,2	92,4 ± 0,19	87,8 ± 0,67
	2017	I	101,3 ± 0,6	107,7 ± 0,6	78,3 ± 0,6	84,83 ± 0,15	85,23 ± 0,12	87,00 ± 0,79	90,87 ± 0,23	89,07 ± 0,25
	2018	I	86,3 ± 3,5	84,6 ± 3,4	77,3 ± 3,1	81,0 ± 3,2	79,1 ± 3,2	73,6 ± 3,0	80,3 ± 3,2	69,8 ± 2,8
	2015	II	64,8 ± 6,3	54,5 ± 3,2	60,3 ± 4,7	93,03 ± 0,15	82,87 ± 0,06	83,06 ± 0,49	82,27 ± 0,12	49,4 ± 3,7
	2016	II	63,2 ± 3,9	85,1 ± 2,1	49,0 ± 0,4	53,5 ± 0,6	46,6 ± 0,1	71,4 ± 0,1	79,87 ± 0,6	73,07 ± 0,6
	2017	II	89,5 ± 3,6	88,4 ± 3,5	57,5 ± 2,3	80,7 ± 3,2	78,7 ± 3,2	71,2 ± 2,9	80,1 ± 3,2	74,5 ± 3,0
	2018	II	78,9 ± 3,2	86,5 ± 3,5	64,2 ± 2,6	66,1 ± 2,6	67,6 ± 2,7	67,3 ± 2,7	72,2 ± 2,9	66,7 ± 2,7
	2015	III	56,57 ± 0,50	58,1 ± 1,9	77,63 ± 0,06	91,0 ± 0,56	86,63 ± 0,06	86,23 ± 0,12	91,97 ± 0,40	86,52 ± 0,06
	2016	III	85,9 ± 0,3	89,9 ± 0,50	95,8 ± 0,3	82,43 ± 0,06	79,33 ± 0,06	78,87 ± 0,42	83,70 ± 0,26	76,43 ± 0,65
2017	III	81,0 ± 3,2	83,0 ± 3,3	50,2 ± 3,2	84,6 ± 3,4	83,3 ± 3,3	80,7 ± 3,2	84,7 ± 3,4	78,6 ± 3,1	
Sólidos sedimentables (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,1	-	-	-
	2015	II	0,500 ± 0,060	-	-	-	0,300 ± 0,058	-	-	-
	2015	III	< 0,1	-	-	-	< 0,10	-	-	-
Sustancias Activas al Azul de Metileno (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,078	-	-	-
	2016	I	< 0,078	NA	NA	NA	< 0,078	NA	NA	NA
	2017	I	< 0,078	NA	NA	NA	< 0,078	NA	NA	NA
	2018	I	0,107 ± 0,042	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078
	2015	II	0,110 ± 0,100	-	-	-	0,230 ± 0,096	-	-	-
	2016	II	< 0,078	-	-	-	< 0,078	-	-	-
	2017	II	0,147 ± 0,080	-	-	0,111 ± 0,044	0,138 ± 0,047	0,217 ± 0,060	0,118 ± 0,045	-
	2018	II	< 0,078	-	-	-	< 0,078	-	-	-
	2015	III	< 0,078	-	-	-	< 0,078	-	-	-
2017	III	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	
Sólidos disueltos totales (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	119,8 ± 3,6	-	-	-
	2015	II	22,2 ± 2,3	-	-	-	99,0 ± 3,2	-	-	-
	2015	III	187,6 ± 5,3	-	-	-	137,2 ± 4,2	-	-	-
Sodio	2015	I	3,56 ± 0,30	3,56 ± 0,30	4,17 ± 0,29	6,63 ± 0,29	6,02 ± 0,29	5,40 ± 0,29	4,99 ± 0,29	4,58 ± 0,29

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
(mg/L)	2016	I	2,613 ± 0,070	2,814 ± 0,070	3,417 ± 0,071	5,832 ± 0,076	5,631 ± 0,075	5,228 ± 0,074	4,725 ± 0,073	4,424 ± 0,072
	2017	I	2,12 ± 0,30	3,73 ± 0,29	4,73 ± 0,29	6,58 ± 0,28	6,18 ± 0,28	5,27 ± 0,28	4,76 ± 0,28	4,56 ± 0,28
	2018	I	2,12 ± 0,23	3,69 ± 0,23	2,32 ± 0,23	4,87 ± 0,22	4,38 ± 0,22	4,28 ± 0,22	3,69 ± 0,23	3,50 ± 0,23
	2015	II	1,415 ± 0,082	1,415 ± 0,082	3,984 ± 0,083	4,774 ± 0,084	4,379 ± 0,083	2,996 ± 0,082	3,786 ± 0,083	3,193 ± 0,082
	2016	II	2,13 ± 0,28	2,33 ± 0,28	3,14 ± 0,27	4,76 ± 0,27	4,66 ± 0,27	4,76 ± 0,27	4,64 ± 0,27	4,45 ± 0,27
	2017	II	2,81 ± 0,49	3,01 ± 0,49	4,00 ± 0,48	4,96 ± 0,25	4,15 ± 0,25	4,55 ± 0,25	3,95 ± 0,25	3,15 ± 0,26
	2018	II	2,22 ± 0,39	2,62 ± 0,38	3,43 ± 0,38	4,97 ± 0,29	3,78 ± 0,29	3,98 ± 0,29	3,98 ± 0,29	3,88 ± 0,29
	2015	III	2,799 ± 0,086	2,601 ± 0,086	3,91 ± 0,21	5,49 ± 0,21	4,99 ± 0,21	4,70 ± 0,21	4,50 ± 0,21	4,30 ± 0,21
	2016	III	2,76 ± 0,17	2,96 ± 0,17	3,87 ± 0,17	5,67 ± 0,17	5,27 ± 0,17	4,77 ± 0,17	4,37 ± 0,17	4,17 ± 0,17
2017	III	3,27 ± 0,28	3,47 ± 0,28	3,07 ± 0,28	5,42 ± 0,29	5,01 ± 0,29	5,01 ± 0,29	4,41 ± 0,29	3,80 ± 0,29	
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2015	I	< 5,5	< 5,5	10,6 ± 1,2	36,0 ± 2,0	< 5,5	< 5,5	8,0 ± 1,2	< 5,5
	2016	I	< 5,5	< 5,5	7,1 ± 1,1	8,0 ± 1,1	7,5 ± 1,1	< 5,5	5,5 ± 1,1	< 5,5
	2017	I	< 5,5	< 5,5	25,1 ± 1,6	7,0 ± 1,1	12,2 ± 1,2	< 5,5	< 5,5	< 5,5
	2018	I	< 5,5	< 5,5	25,5 ± 1,6	< 5,5	7,0 ± 1,1	12,6 ± 1,2	25,3 ± 1,6	18,6 ± 1,4
	2015	II	57,5 ± 3,0	65,0 ± 3,2	7,3 ± 1,2	11,6 ± 1,2	23,8 ± 1,6	75,9 ± 3,7	24,9 ± 1,6	61,4 ± 3,0
	2016	II	< 5,5	14,0 ± 1,2	23,9 ± 1,5	12,1 ± 1,2	20,0 ± 1,4	21,3 ± 1,4	10,2 ± 1,1	8,5 ± 1,1
	2017	II	< 5,5	11,3 ± 1,2	50,4 ± 2,6	7,1 ± 1,1	22,1 ± 1,5	30,9 ± 1,8	184,6 ± 8,6	189,8 ± 8,8
	2018	II	< 5,5	8,25 ± 0,52	23,00 ± 0,28	32,9 ± 1,6	25,3 ± 1,2	69,3 ± 3,2	24,9 ± 1,2	31,3 ± 1,5
	2015	III	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	6,5 ± 1,1	< 5,5
2016	III	< 5,5	< 5,5	< 5,5	10,5 ± 1,2	22,9 ± 1,5	26,6 ± 1,7	< 5,5	< 5,5	
2017	III	< 5,5	< 5,5	37,3 ± 2,0	< 5,5	21,5 ± 1,4	7,6 ± 1,1	15,3 ± 1,3	19,5 ± 1,4	
Sulfatos (mg/L)	2015	I	1,30 ± 0,25	1,21 ± 0,25	1,42 ± 0,25	5,68 ± 0,14	4,04 ± 0,13	5,98 ± 0,14	0,79 ± 0,13	0,74 ± 0,13
	2016	I	1,30 ± 0,25	1,08 ± 0,25	1,40 ± 0,25	5,05 ± 0,25	4,07 ± 0,25	5,07 ± 0,25	0,94 ± 0,25	0,98 ± 0,25
	2017	I	1,30 ± 0,21	1,32 ± 0,21	1,54 ± 0,21	5,17 ± 0,22	4,20 ± 0,21	5,00 ± 0,22	0,86 ± 0,22	0,81 ± 0,22
	2018	I	1,03 ± 0,24	1,00 ± 0,24	2,56 ± 0,24	5,08 ± 0,25	3,60 ± 0,24	4,61 ± 0,24	1,05 ± 0,24	0,99 ± 0,24
	2015	II	1,04 ± 0,28	1,17 ± 0,28	1,20 ± 0,28	4,94 ± 0,27	3,96 ± 0,27	21,16 ± 0,38	1,26 ± 0,28	1,14 ± 0,28
	2016	II	0,96 ± 0,29	1,03 ± 0,29	1,63 ± 0,28	5,90 ± 0,30	4,81 ± 0,29	7,46 ± 0,31	1,24 ± 0,28	1,35 ± 0,28
	2017	II	1,07 ± 0,04	1,00 ± 0,04	1,61 ± 0,06	6,6 ± 0,3	5,6 ± 0,2	5,5 ± 0,2	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1
	2018	II	1,27 ± 0,21	1,59 ± 0,21	2,71 ± 0,20	6,07 ± 0,45	4,70 ± 0,45	6,84 ± 0,45	1,54 ± 0,46	1,62 ± 0,46

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2015	III	1,089 ± 0,047	1,042 ± 0,047	1,235 ± 0,053	5,704 ± 0,068	3,695 ± 0,055	4,886 ± 0,062	0,894 ± 0,053	0,736 ± 0,053
	2016	III	1,263 ± 0,091	1,068 ± 0,091	1,582 ± 0,091	4,81 ± 0,30	3,82 ± 0,29	4,93 ± 0,30	0,92 ± 0,30	0,97 ± 0,30
	2017	III	1,35 ± 0,25	1,38 ± 0,25	2,59 ± 0,25	5,76 ± 0,26	4,17 ± 0,25	5,56 ± 0,26	1,61 ± 0,25	1,49 ± 0,25
Temperatura (°C)	2015	I	21,32 ± 0,29	23,33 ± 0,29	24,13 ± 0,29	26,73 ± 0,22	25,22 ± 0,22	25,02 ± 0,22	25,22 ± 0,22	25,42 ± 0,22
	2016	I	22,73 ± 0,19	24,84 ± 0,19	25,54 ± 0,19	24,94 ± 0,19	23,83 ± 0,19	25,17 ± 0,19	25,04 ± 0,19	25,8 ± 0,19
	2017	I	22,70 ± 0,13	25,00 ± 0,13	26,90 ± 0,13	27,60 ± 0,00	25,70 ± 0,17	25,83 ± 0,06	24,80 ± 0,00	25,57 ± 0,06
	2018	I	21,00 ± 0,13	23,75 ± 0,13	24,00 ± 0,13	23,65 ± 0,13	24,00 ± 0,13	24,00 ± 0,13	24,8 ± 0,13	24,55 ± 0,13
	2015	II	21,86 ± 0,22	23,87 ± 0,22	26,46 ± 0,22	26,88 ± 0,22	26,48 ± 0,22	24,92 ± 0,22	26,02 ± 0,22	25,72 ± 0,22
	2016	II	23,10 ± 0,13	24,80 ± 0,13	23,90 ± 0,13	26,20 ± 0,13	25,95 ± 0,13	26,00 ± 0,13	25,90 ± 0,13	25,90 ± 0,13
	2017	II	22,30 ± 0,13	24,80 ± 0,13	26,10 ± 0,13	25,70 ± 0,13	25,80 ± 0,13	25,60 ± 0,13	25,40 ± 0,13	25,70 ± 0,13
	2018	II	22,10 ± 0,13	24,30 ± 0,13	27,30 ± 0,13	26,30 ± 0,16	26,00 ± 0,16	26,20 ± 0,16	26,50 ± 0,16	26,20 ± 0,16
	2015	III	21,62 ± 0,19	21,62 ± 0,19	26,54 ± 0,19	25,94 ± 0,19	25,94 ± 0,19	26,12 ± 0,19	26,04 ± 0,19	24,34 ± 0,19
	2016	III	25,10 ± 0,13	27,80 ± 0,13	29,50 ± 0,13	26,2 ± 0,13	26,2 ± 0,13	26,3 ± 0,13	25,70 ± 0,13	26,03 ± 0,13
2017	III	22,90 ± 0,13	25,10 ± 0,13	24,10 ± 0,13	25,70 ± 0,13	26,10 ± 0,13	25,75 ± 0,13	26,50 ± 0,13	26,00 ± 0,13	
Turbiedad (UNT)	2015	I	-	-	-	-	2,60 ± 0,14	-	-	-
	2016	I	0,430 ± 0,025	0,740 ± 0,041	6,38 ± 0,35	3,40 ± 0,18	5,39 ± 0,29	6,45 ± 0,35	4,62 ± 0,25	4,87 ± 0,26
	2017	I	0,380 ± 0,023	1,053 ± 0,058	11,53 ± 0,62	3,67 ± 0,20	5,49 ± 0,30	6,22 ± 0,34	3,10 ± 0,17	3,80 ± 0,21
	2018	I	1,140 ± 0,063	5,53 ± 0,30	76,1 ± 4,1	3,63 ± 0,20	9,57 ± 0,52	13,37 ± 0,72	26,7 ± 1,4	16,47 ± 0,90
	2015	II	20,6 ± 1,1	-	-	-	17,77 ± 0,97	-	-	-
	2016	II	3,32 ± 0,18	13,50 ± 0,73	8,22 ± 0,45	7,90 ± 0,43	21,3 ± 1,2	19,3 ± 1,1	7,58 ± 0,41	7,56 ± 0,41
	2017	II	0,997 ± 0,055	1,557 ± 0,085	28,5 ± 1,5	5,22 ± 0,28	30,1 ± 1,6	26,4 ± 1,4	102,7 ± 5,7	259 ± 14
	2018	II	0,913 ± 0,050	4,19 ± 0,23	8,88 ± 0,48	16,57 ± 0,90	34,4 ± 1,9	66,0 ± 3,6	30,6 ± 1,7	35,1 ± 1,9
	2015	III	1,387 ± 0,076	-	-	-	12,02 ± 0,65	-	-	-
	2016	III	1,677 ± 0,091	2,11 ± 0,11	3,13 ± 0,17	13,90 ± 0,75	68,5 ± 3,7	28,8 ± 1,6	6,47 ± 0,35	7,41 ± 0,40
2017	III	0,300 ± 0,019	2,88 ± 0,16	23,0 ± 1,2	3,01 ± 0,16	37,0 ± 2,0	12,57 ± 0,68	34,1 ± 1,9	14,77 ± 0,80	
Arsénico (mg/L)	2015	I	0,000229 ± 0,000023	< 0,00017	0,000219 ± 0,000023	0,000715 ± 0,000025	0,000405 ± 0,000023	0,000581 ± 0,000024	< 0,00017	< 0,00017
	2016	I	0,000154 ± 0,000023	0,000105 ± 0,000022	0,000131 ± 0,000023	0,000764 ± 0,000044	0,000459 ± 0,000032	0,000676 ± 0,000040	0,000095 ± 0,000022	0,000086 ± 0,000022

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2018	I	< 0,00010	< 0,00010	0,000145 ± 0,000030	0,000538 ± 0,000040	0,000332 ± 0,000033	0,000671 ± 0,000045	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	0,000614 ± 0,000031	0,000323 ± 0,000031	0,000809 ± 0,000032	< 0,00021	< 0,00021
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	0,000162 ± 0,000033	0,000797 ± 0,000051	0,000423 ± 0,000038	0,001078 ± 0,000063	0,000113 ± 0,000032	0,000120 ± 0,000032
	2017	II	0,000102 ± 0,000050	< 0,00010	0,000166 ± 0,000051	0,000736 ± 0,000062	0,000523 ± 0,000056	0,000738 ± 0,000062	0,000121 ± 0,000050	0,000197 ± 0,000051
	2015	III	< 0,000 097	< 0,000 097	0,000 161 ± 0,000 013	0,000 569 ± 0,000 014	0,000 290 ± 0,000 013	0,000 547 ± 0,000 014	< 0,000 097	< 0,000 097
	2016	III	0,000 101 ± 0,000 019	< 0,000 10	0,000 209 ± 0,000 021	0,000 952 ± 0,000 051	0,000 361 ± 0,000 026	0,000 785 ± 0,000 044	0,000 100 ± 0,000 019	0,000 106 ± 0,000 019
	2017	I	0,00015 ± 0,00011	< 0,00010	0,00013 ± 0,00011	0,00083 ± 0,00012	0,00036 ± 0,00011	0,00063 ± 0,00011	< 0,00010	< 0,00010
	2017	III	0,000119 ± 0,000025	< 0,00010	0,000133 ± 0,000025	0,000622 ± 0,000039	0,000260 ± 0,000027	0,000793 ± 0,000047	< 0,00010	< 0,00010
Bromuro (mg/L)	2015	I	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	II	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	III	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cadmio (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,00015	-	-	-
	2016	I	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050
	2015	II	0,00453 ± 0,00013	-	-	-	< 0,00021	-	-	-
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	III	< 0,000 080	-	-	-	< 0,000 080	-	-	-
	2016	III	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,00 010	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
2018	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	
2017	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Cobre (mg/L)	2015	I	0,000730 ± 0,000019	0,000885 ± 0,000019	0,001541 ± 0,000024	0,001180 ± 0,000021	0,001205 ± 0,000022	0,002174 ± 0,000031	0,001612 ± 0,000025	0,000993 ± 0,000020
	2016	I	0,000391 ± 0,000030	0,000420 ± 0,000031	0,001247 ± 0,000067	0,000943 ± 0,000053	0,001352 ± 0,000072	0,001439 ± 0,000076	0,000916 ± 0,000051	0,000953 ± 0,000053
	2015	II	< 0,00021	0,00797 ± 0,00021	0,000866 ± 0,000069	0,001387 ± 0,000073	0,001968 ± 0,000081	0,00496 ± 0,00014	0,002092 ± 0,000082	0,00327 ± 0,00010
	2016	II	0,000690 ± 0,000050	0,00257 ± 0,00014	0,001371 ± 0,000079	0,00260 ± 0,00014	0,00220 ± 0,00012	0,00329 ± 0,00017	0,00182 ± 0,00010	0,001767 ± 0,000098
	2015	III	0,000 451 ± 0,000 025	0,000 759 ± 0,000 025	0,000 875 ± 0,000 025	0,000 996 ± 0,000 025	0,001 490 ± 0,000 025	0,001 448 ± 0,000 025	0,001 049 ± 0,000 025	0,001 249 ± 0,000 025
	2016	III	0,001 038 ± 0,000 058	0,000 824 ± 0,000 048	0,000 976 ± 0,000 055	0,001 254 ± 0,000 068	0,004 04 ± 0,000 21	0,002 42 ± 0,000 13	0,001 404 ± 0,000075	0,001 388 ± 0,000 074
	2017	I	0,00091 ± 0,00013	0,00077 ± 0,00012	0,00257 ± 0,00018	0,00160 ± 0,00015	0,00205 ± 0,00016	0,00193 ± 0,00016	0,00091 ± 0,00013	0,00103 ± 0,00013
	2018	I	0,000339 ± 0,000036	0,00190 ± 0,00010	0,00240 ± 0,00013	0,000917 ± 0,000057	0,001325 ± 0,000075	0,00204 ± 0,00011	0,00204 ± 0,00011	0,001585 ± 0,000087
	2017	II	0,000378 ± 0,000072	0,000658 ± 0,000077	0,00243 ± 0,00014	0,00160 ± 0,00011	0,00367 ± 0,00020	0,268 ± 0,014	0,00524 ± 0,00028	0,01307 ± 0,00068
	2017	III	0,000351 ± 0,000033	0,000678 ± 0,000044	0,00287 ± 0,00015	0,001235 ± 0,000068	0,00253 ± 0,00013	0,00211 ± 0,00011	0,00205 ± 0,00011	0,00238 ± 0,00012
Cromo (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,000254 ± 0,000025	-	-	-
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	0,000300 ± 0,000029	-	-	-	0,000310 ± 0,000029	-	-	-
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,000125 ± 0,000035	0,000174 ± 0,000035	0,000130 ± 0,000035	0,000137 ± 0,000035	0,000136 ± 0,000035
	2015	III	0,000 878 ± 0,000 029	-	-	-	0,000 242 ± 0,000 028	-	-	-
2016	III	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	0,000 101 ±	0,000 131 ±	< 0,000 10	0,000 100 ±	< 0,000 10	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
						0,000 033	0,000 033		0,000033	
	2017	I	0,00024 ± 0,00011	0,00025 ± 0,00011	0,00026 ± 0,00011	0,00036 ± 0,00011	0,00025 ± 0,00011	0,00022 ± 0,00011	0,00023 ± 0,00011	0,00020 ± 0,00011
	2018	I	0,000117 ± 0,000052	0,000212 ± 0,000053	0,000165 ± 0,000052	0,000172 ± 0,000052	0,000171 ± 0,000052	0,000143 ± 0,000052	0,000169 ± 0,000052	0,000139 ± 0,000052
	2017	II	0,000150 ± 0,000083	0,000174 ± 0,000084	0,000200 ± 0,000084	0,000230 ± 0,000084	0,000199 ± 0,000084	0,000201 ± 0,000084	0,000238 ± 0,000084	0,000232 ± 0,000084
	2017	III	< 0,00010	< 0,00010	0,000140 ± 0,000047	0,000140 ± 0,000047	0,000130 ± 0,000047	0,000118 ± 0,000047	< 0,00010	0,000120 ± 0,000047
Hierro (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,2735 ± 0,0070	-	-	-
	2016	I	0,0223 ± 0,0013	0,0776 ± 0,0045	0,193 ± 0,010	0,594 ± 0,031	0,471 ± 0,025	1,233 ± 0,064	0,285 ± 0,015	0,352 ± 0,018
	2015	II	0,965 ± 0,030	-	-	-	0,687 ± 0,021	-	-	-
	2016	II	0,0851 ± 0,0049	0,251 ± 0,014	0,330 ± 0,019	0,767 ± 0,044	0,633 ± 0,036	2,37 ± 0,14	0,555 ± 0,032	0,562 ± 0,032
	2015	III	0,037 33 ± 0,000 28	-	-	-	0,562 ± 0,015	-	-	-
	2016	III	0,100 6 ± 0,006 0	0,151 2 ± 0,009 1	0,227 ± 0,014	0,795 ± 0,042	0,935 ± 0,050	2,34 ± 0,13	0,440 ± 0,026	0,452 ± 0,027
	2017	III	0,01595 ± 0,00081	0,0467 ± 0,0024	0,476 ± 0,026	0,703 ± 0,039	0,638 ± 0,035	2,11 ± 0,12	0,387 ± 0,022	0,458 ± 0,025
	2017	I	0,0327 ± 0,0023	0,0728 ± 0,0050	0,295 ± 0,016	0,969 ± 0,051	0,668 ± 0,035	1,711 ± 0,090	0,299 ± 0,016	0,389 ± 0,021
	2018	I	0,0345 ± 0,0019	0,1470 ± 0,0078	0,702 ± 0,037	0,647 ± 0,034	0,464 ± 0,025	1,587 ± 0,082	0,368 ± 0,020	0,324 ± 0,017
2017	II	0,0237 ± 0,0012	0,0990 ± 0,0052	0,369 ± 0,019	0,670 ± 0,035	0,573 ± 0,030	1,821 ± 0,095	0,572 ± 0,030	0,686 ± 0,036	
Manganeso (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,03090 ± 0,00052	-	-	-
	2016	I	0,00296 ± 0,00015	0,01677 ± 0,00085	0,0262 ± 0,0013	0,0639 ± 0,0034	0,0503 ± 0,0027	0,0437 ± 0,0023	0,0333 ± 0,0017	0,0389 ± 0,0021
	2015	II	0,0379 ± 0,0013	-	-	-	0,0690 ± 0,0024	-	-	-
	2016	II	0,01049 ± 0,00061	0,1264 ± 0,0070	0,0509 ± 0,0028	0,0596 ± 0,0033	0,0673 ± 0,0037	0,1144 ± 0,0063	0,1201 ± 0,0066	0,0909 ± 0,0050
	2015	III	0,005 819 ±	-	-	-	0,042 41 ±	-	-	-

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
			0,000 046				0,000 27			
	2016	III	0,014 50 ± 0,000 73	0,018 84 ± 0,000 95	0,023 0 ± 0,001 2	0,071 5 ± 0,003 6	0,159 0 ± 0,009 2	0,165 8 ± 0,009 6	0,070 8 ± 0,0036	0,055 2 ± 0,002 8
	2017	I	0,00466 ± 0,00034	0,01403 ± 0,00097	0,0435 ± 0,0024	0,0742 ± 0,0042	0,0663 ± 0,0037	0,1204 ± 0,0076	0,0262 ± 0,0018	0,0294 ± 0,0020
	2018	I	0,00326 ± 0,00017	0,0499 ± 0,0025	0,1426 ± 0,0072	0,0383 ± 0,0019	0,0384 ± 0,0019	0,0485 ± 0,0024	0,0820 ± 0,0041	0,0622 ± 0,0031
	2017	II	0,00384 ± 0,00020	0,01250 ± 0,00064	0,0732 ± 0,0037	0,0384 ± 0,0020	0,0603 ± 0,0031	0,0798 ± 0,0042	0,1123 ± 0,0058	0,1456 ± 0,0074
	2017	III	0,00274 ± 0,00014	0,01045 ± 0,00053	0,0761 ± 0,0038	0,0513 ± 0,0026	0,0550 ± 0,0028	0,0570 ± 0,0029	0,0645 ± 0,0032	0,0809 ± 0,0041
Mercurio (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,000020	-	-	-
	2016	I	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,000013 ± 0,000012
	2015	II	< 0,000013	-	-	-	< 0,000013	-	-	-
	2016	II	< 0,000010	0,0000158 ± 0,0000052	< 0,000010	0,0000100 ± 0,0000052	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2015	III	< 0,000 044	-	-	-	< 0,000 044	-	-	-
	2016	III	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010
	2017	I	0,000013 ± 0,000011	< 0,000010	0,000017 ± 0,000011	0,000016 ± 0,000011	0,000017 ± 0,000011	0,000033 ± 0,000011	0,000604 ± 0,000035	0,000033 ± 0,000011
	2018	I	0,000022 ± 0,000011	0,000105 ± 0,000012	0,000073 ± 0,000011	0,000166 ± 0,000013	0,000192 ± 0,000014	0,000077 ± 0,000011	0,000088 ± 0,000012	0,000060 ± 0,000011
	2017	II	0,0000200 ± 0,0000026	0,0000196 ± 0,0000026	0,0000236 ± 0,0000027	0,0000303 ± 0,0000029	0,0000291 ± 0,0000028	0,0000354 ± 0,0000030	0,0000298 ± 0,0000028	0,0000300 ± 0,0000029
2017	III	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,0000104 ± 0,0000032	< 0,000010	< 0,000010	
Níquel (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,000207 ± 0,000025	-	-	-
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	0,000124 ±	0,000162 ±	0,000173 ±	0,000160 ±	0,000128 ±	< 0,00010

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
					0,000029	0,000029	0,000029	0,000029	0,000029	
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	0,00012 ± 0,00011	0,00029 ± 0,00011	0,00017 ± 0,00011	0,00017 ± 0,00011	< 0,00010	< 0,00010
	2018	I	< 0,00010	0,000359 ± 0,000043	0,000160 ± 0,000040	0,000159 ± 0,000040	0,000152 ± 0,000040	0,000183 ± 0,000040	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	0,000852 ± 0,000032	-	-	-	0,000353 ± 0,000031	-	-	-
	2016	II	0,000113 ± 0,000028	< 0,00010	0,000126 ± 0,000028	0,000306 ± 0,000031	0,000246 ± 0,000030	0,000280 ± 0,000031	0,000127 ± 0,000028	0,000182 ± 0,000029
	2017	II	< 0,00010	< 0,00010	0,000102 ± 0,000037	0,000220 ± 0,000038	0,000249 ± 0,000039	0,0851 ± 0,0043	< 0,00010	0,000130 ± 0,000037
	2015	III	0,000 438 ± 0,000 019	-	-	-	0,000 277 ± 0,000 019	-	-	-
	2016	III	0,000 151 ± 0,000 029	< 0,000 10	0,000 115 ± 0,000 028	0,000 202 ± 0,000 029	0,000 317 ± 0,000 032	0,000 192 ± 0,000 029	0,000 135 ± 0,000028	0,000 189 ± 0,000 029
	2017	III	0,000141 ± 0,000046	< 0,00010	0,000172 ± 0,000047	0,000405 ± 0,000050	0,000388 ± 0,000050	0,000457 ± 0,000051	0,000140 ± 0,000046	0,000187 ± 0,000047
Plomo (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,00044	-	-	-
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	0,00279 ± 0,00018	0,000352 ± 0,000080	0,00211 ± 0,00014	0,00772 ± 0,00045	0,00409 ± 0,00025	0,00154 ± 0,00012
	2015	II	0,004503 ± 0,000066	-	-	-	0,001467 ± 0,000034	-	-	-
	2016	II	0,00098 ± 0,00011	0,00127 ± 0,00012	0,00853 ± 0,00047	0,00108 ± 0,00012	0,00105 ± 0,00012	0,00103 ± 0,00012	0,00103 ± 0,00012	0,00103 ± 0,00012
	2015	III	0,000 889 ± 0,000 063	-	-	-	0,002 564 ± 0,000 081	-	-	-
	2016	III	0,000 744 ± 0,000 088	0,000 692 ± 0,000 087	0,005 38 ± 0,000 29	0,000 709 ± 0,000 087	0,001 120 ± 0,000 098	0,000 779 ± 0,000 089	0,000 806 ± 0,000089	0,000 735 ± 0,000 088
	2017	I	0,00098 ± 0,00014	0,00102 ± 0,00014	0,0212 ± 0,0012	0,00103 ± 0,00014	0,00104 ± 0,00014	0,00109 ± 0,00014	0,00104 ± 0,00014	0,0259 ± 0,0015

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2018	I	< 0,00010	0,00016 ± 0,00015	0,00026 ± 0,00015	< 0,00010	< 0,00010	0,00019 ± 0,00015	0,00024 ± 0,00015	0,00021 ± 0,00015
	2017	II	0,000139 ± 0,000090	0,000128 ± 0,000090	0,000309 ± 0,000091	0,000191 ± 0,000090	0,000426 ± 0,000092	0,000613 ± 0,000095	0,000567 ± 0,000094	0,00110 ± 0,00011
	2017	III	0,001095 ± 0,000093	0,001110 ± 0,000093	0,00133 ± 0,00010	0,001230 ± 0,000097	0,00137 ± 0,00010	0,001220 ± 0,000097	0,001288 ± 0,000099	0,00138 ± 0,00010
Selenio (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,000334 ± 0,000024	-	-	-
	2016	I	< 0,00010	0,000114 ± 0,000092	< 0,00010	0,000216 ± 0,000093	0,000290 ± 0,000093	0,000324 ± 0,000093	0,000137 ± 0,000093	0,000138 ± 0,000093
	2015	II	0,000794 ± 0,000092	-	-	-	0,000922 ± 0,000092	-	-	-
	2016	II	0,000110 ± 0,000084	0,000190 ± 0,000084	0,000137 ± 0,000084	0,000383 ± 0,000086	0,000390 ± 0,000086	0,000661 ± 0,000091	0,000168 ± 0,000084	0,000178 ± 0,000084
	2015	III	0,000 400 ± 0,000 043	-	-	-	0,000 569 ± 0,000 043	-	-	-
	2016	III	0,000 311 ± 0,000 085	0,000 309 ± 0,000 085	0,000 377 ± 0,000 086	0,000 554 ± 0,000 089	0,000 591 ± 0,000 090	0,000 503 ± 0,000 088	0,000 384 ± 0,000 086	0,000 315 ± 0,000 085
	2017	I	0,00045 ± 0,00014	0,00055 ± 0,00014	0,00052 ± 0,00014	0,00079 ± 0,00014	0,00076 ± 0,00014	0,00069 ± 0,00014	0,00055 ± 0,00014	0,00050 ± 0,00014
	2018	I	< 0,00010	0,000159 ± 0,000044	0,000235 ± 0,000045	0,000273 ± 0,000046	0,000272 ± 0,000046	0,000294 ± 0,000046	0,000143 ± 0,000044	< 0,00010
	2017	II	0,000504 ± 0,000058	0,000497 ± 0,000058	0,000569 ± 0,000059	0,000768 ± 0,000065	0,000702 ± 0,000063	0,000696 ± 0,000063	0,000676 ± 0,000062	0,000804 ± 0,000066
	2017	III	< 0,00010	0,000121 ± 0,000039	< 0,00010	0,000268 ± 0,000041	0,000247 ± 0,000040	0,000330 ± 0,000042	0,000103 ± 0,000039	< 0,00010
Zinc (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,00265 ± 0,00051	-	-	-
	2016	I	0,00121 ± 0,00072	< 0,00030	0,00120 ± 0,00072	0,00146 ± 0,00072	0,00142 ± 0,00072	0,00109 ± 0,00072	0,00402 ± 0,00074	0,00886 ± 0,00083

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro (unidad)	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
	2017	I	0,01062 ± 0,00073	0,00674 ± 0,00049	0,00299 ± 0,00028	0,00645 ± 0,00047	0,00259 ± 0,00027	0,00658 ± 0,00048	0,00188 ± 0,00024	0,00232 ± 0,00026
	2015	II	0,01271 ± 0,00024	-	-	-	0,01624 ± 0,00030	-	-	-
	2016	II	0,00517 ± 0,00027	0,0248 ± 0,0013	0,0215 ± 0,0011	0,0279 ± 0,0014	0,0244 ± 0,0013	0,00837 ± 0,00044	0,00499 ± 0,00026	0,00695 ± 0,00036
	2015	III	0,011 981 ± 0,000 093	-	-	-	0,012 201 ± 0,000 093	-	-	-
	2016	III	0,005 47 ± 0,000 30	0,004 21 ± 0,000 24	0,006 09 ± 0,000 34	0,005 73 ± 0,000 32	0,011 17 ± 0,000 62	0,004 36 ± 0,000 25	0,008 65 ± 0,000 48	0,010 40 ± 0,000 57
	2018	I	0,00405 ± 0,00023	0,01641 ± 0,00088	0,0284 ± 0,0015	0,00604 ± 0,00033	0,00535 ± 0,00030	0,00340 ± 0,00020	0,00575 ± 0,00032	0,00485 ± 0,00027
	2017	II	0,00708 ± 0,00037	0,0220 ± 0,0011	0,00366 ± 0,00021	0,01559 ± 0,00079	0,00854 ± 0,00044	0,1187 ± 0,0091	0,00692 ± 0,00036	0,01282 ± 0,00065
	2017	III	0,01346 ± 0,00082	0,00757 ± 0,00061	0,0200 ± 0,0011	0,0433 ± 0,0022	0,0320 ± 0,0017	0,0340 ± 0,0018	0,0245 ± 0,0013	0,0190 ± 0,0011

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Q: Quebrada. R: Río.



Anexo 2. Resultados de los parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras recolectadas de los tributarios del río Tres Amigos

Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Amonio (mg/L)	2015	I	0,062 ± 0,013	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	I	0,099 ± 0,013	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2017	I	0,211 ± 0,015	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2018	I	0,091 ± 0,028	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,040 ± 0,029	< 0,030
	2015	II	0,037 ± 0,011	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	II	0,120 ± 0,014	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2017	II	0,181 ± 0,015	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,061 ± 0,015	0,048 ± 0,015
	2018	II	0,195 ± 0,011	0,038 ± 0,011	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2015	III	0,057 ± 0,016	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	III	0,072 ± 0,017	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Calcio (mg/L)	2015	I	7,58 ± 0,81	8,38 ± 0,81	7,61 ± 0,82	8,01 ± 0,82	8,81 ± 0,82	9,58 ± 0,82	6,01 ± 0,81
	2016	I	6,87 ± 0,50	7,25 ± 0,50	6,87 ± 0,50	7,63 ± 0,50	5,72 ± 0,49	8,39 ± 0,51	< 5,0
	2017	I	< 5,0	8,79 ± 0,56	9,21 ± 0,57	9,21 ± 0,57	8,37 ± 0,56	12,13 ± 0,60	< 5,0
	2018	I	6,83 ± 0,53	7,23 ± 0,53	5,62 ± 0,52	6,83 ± 0,53	7,23 ± 0,53	8,43 ± 0,54	3,21 ± 0,50
	2015	II	6,81 ± 0,52	4,81 ± 0,51	3,21 ± 0,50	3,61 ± 0,50	3,21 ± 0,50	6,81 ± 0,52	4,01 ± 0,50
	2016	II	7,08 ± 0,51	10,86 ± 0,55	7,87 ± 0,52	9,84 ± 0,54	8,26 ± 0,52	8,03 ± 0,52	4,72 ± 0,50
	2017	II	8,03 ± 0,54	8,03 ± 0,54	8,03 ± 0,54	6,83 ± 0,53	6,02 ± 0,52	10,04 ± 0,56	2,01 ± 0,50
	2015	III	6,95 ± 0,53	7,36 ± 0,45	6,54 ± 0,53	6,95 ± 0,53	6,13 ± 0,52	8,58 ± 0,54	2,45 ± 0,51
	2016	III	6,81 ± 0,52	8,42 ± 0,53	7,21 ± 0,52	7,61 ± 0,53	6,01 ± 0,51	9,22 ± 0,54	< 2,0
Cloruros (mg/L)	2015	I	5,55 ± 0,42	4,09 ± 0,41	3,66 ± 0,41	4,11 ± 0,41	3,52 ± 0,40	5,14 ± 0,42	2,69 ± 0,40
	2016	I	5,82 ± 0,64	5,45 ± 0,63	4,17 ± 0,61	4,42 ± 0,62	4,11 ± 0,61	5,66 ± 0,64	3,04 ± 0,61
	2017	I	6,03 ± 0,38	5,95 ± 0,38	3,87 ± 0,36	4,51 ± 0,36	3,84 ± 0,36	5,55 ± 0,37	2,80 ± 0,36
	2018	I	5,75 ± 0,33	4,07 ± 0,32	3,82 ± 0,32	4,40 ± 0,32	3,81 ± 0,32	5,79 ± 0,33	2,61 ± 0,31
	2015	II	5,60 ± 0,26	3,98 ± 0,25	3,34 ± 0,25	3,54 ± 0,25	3,22 ± 0,25	4,82 ± 0,26	2,39 ± 0,25
	2016	II	5,30 ± 0,48	6,13 ± 0,49	3,74 ± 0,47	4,33 ± 0,47	3,95 ± 0,47	5,31 ± 0,48	2,56 ± 0,46
	2017	II	6,1 ± 0,3	4,9 ± 0,2	4,3 ± 0,2	3,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2	27 ± 1

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
	2018	II	6,44 ± 0,33	4,94 ± 0,32	4,07 ± 0,31	4,48 ± 0,31	4,00 ± 0,31	5,80 ± 0,33	2,70 ± 0,30
	2015	III	5,50 ± 0,19	3,95 ± 0,17	3,63 ± 0,18	4,52 ± 0,19	3,93 ± 0,18	5,59 ± 0,22	2,70 ± 0,17
	2016	III	5,76 ± 0,30	4,58 ± 0,29	3,57 ± 0,28	4,35 ± 0,29	3,54 ± 0,28	5,08 ± 0,30	2,56 ± 0,28
	2017	III	5,62 ± 0,28	5,84 ± 0,28	10,41 ± 0,35	12,09 ± 0,55	19,1 ± 2,2	8,00 ± 0,31	2,61 ± 0,26
Color (CU)	2015	I	-	-	-	-	> 70	-	30 ± 5,8
	2015	II	-	-	-	> 70	> 70	-	> 70
	2015	III	-	-	-	30,0 ± 5,8	30,0 ± 5,8	-	40,0 ± 5,8
Conductividad (µS/cm)	2015	I	97,45 ± 0,85	104,05 ± 0,90	90,50 ± 0,79	97,70 ± 0,85	84,30 ± 0,73	128,4 ± 1,1	43,53 ± 0,62
	2016	I	98,85 ± 0,86	115,05 ± 1,00	95,90 ± 0,83	97,55 ± 0,85	91,75 ± 0,80	128,0 ± 1,1	48,05 ± 0,68
	2017	I	95,15 ± 0,83	113,40 ± 0,98	94,60 ± 0,82	102,70 ± 0,89	90,05 ± 0,78	128,3 ± 1,1	46,75 ± 0,67
	2018	I	86,00 ± 0,75	82,70 ± 0,72	69,85 ± 0,61	77,95 ± 0,68	69,45 ± 0,61	108,75 ± 0,94	31,65 ± 0,45
	2015	II	86,55 ± 0,75	65,85 ± 0,58	50,05 ± 0,44	56,65 ± 0,50	50,05 ± 0,44	86,80 ± 0,76	24,49 ± 0,35
	2016	II	104,35 ± 0,91	118,8 ± 1,0	90,95 ± 0,79	93,95 ± 0,82	85,60 ± 0,74	112,00 ± 0,97	37,49 ± 0,53
	2017	II	94,30 ± 0,82	104,45 ± 0,91	82,25 ± 0,72	79,90 ± 0,70	71,95 ± 0,63	115,6 ± 1,0	32,93 ± 0,47
	2018	II	100,60 ± 0,87	110,25 ± 0,96	86,30 ± 0,75	85,85 ± 0,75	76,35 ± 0,67	117,3 ± 1,0	31,80 ± 0,45
	2015	III	84,35 ± 0,73	85,35 ± 0,74	72,75 ± 0,64	81,65 ± 0,71	70,05 ± 0,61	97,35 ± 0,85	32,33 ± 0,46
	2016	III	96,75 ± 0,84	96,45 ± 0,84	81,35 ± 0,71	94,85 ± 0,82	80,85 ± 0,70	117,5 ± 1,0	44,11 ± 0,63
2017	III	79,90 ± 0,70	38,40 ± 0,55	59,05 ± 0,52	62,95 ± 0,55	53,05 ± 0,47	88,35 ± 0,77	28,98 ± 0,41	
Demanda biológica de oxígeno (mg/L)	2015	I	< 1,3	1,585 ± 0,048	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,630 ± 0,049	< 1,3
	2016	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2017	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2018	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,330 ± 0,094	< 1,3	< 1,3
	2015	II	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2016	II	1,342 ± 0,095	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2017	II	1,359 ± 0,096	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,55 ± 0,11	1,371 ± 0,097
	2018	II	< 1,3	2,43 ± 0,17	< 1,3	1,88 ± 0,13	< 1,3	1,63 ± 0,12	< 1,3
	2015	III	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,328 ± 0,094	1,51 ± 0,11	< 1,3	< 1,3
	2016	III	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
2017	III	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Demanda química de oxígeno (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	37 ± 15	-	42 ± 15
	2015	II	-	-	-	< 30	< 30	-	< 30
	2015	III	-	-	-	< 30	< 30	-	< 30
Dureza cálcica (mg/L)	2018	II	18,6 ± 1,3	22,7 ± 1,4	18,6 ± 1,3	18,6 ± 1,3	16,5 ± 1,3	25,8 ± 1,4	8,3 ± 1,3
Dureza total (mg/L)	2015	I	35,9 ± 2,0	39,9 ± 2,0	34,0 ± 2,0	40,0 ± 2,0	32,0 ± 2,0	47,8 ± 2,0	15,0 ± 2,0
	2016	I	38,1 ± 1,4	40,0 ± 1,4	39,1 ± 1,4	38,1 ± 1,4	36,2 ± 1,4	51,5 ± 1,6	36,2 ± 1,4
	2017	I	36,6 ± 1,6	44,9 ± 1,7	41,8 ± 1,6	41,8 ± 1,6	35,5 ± 1,5	53,3 ± 1,8	18,8 ± 1,4
	2018	I	29,1 ± 1,4	32,1 ± 1,5	28,1 ± 1,4	31,1 ± 1,4	28,1 ± 1,4	41,1 ± 1,6	11,0 ± 1,3
	2015	II	33,0 ± 1,4	27,0 ± 1,4	20,0 ± 1,3	21,0 ± 1,3	22,0 ± 1,3	33,0 ± 1,4	10,0 ± 1,2
	2016	II	34,4 ± 1,4	42,3 ± 1,5	33,4 ± 1,4	37,3 ± 1,4	36,4 ± 1,4	45,2 ± 1,5	11,8 ± 1,2
	2017	II	33,1 ± 1,5	37,1 ± 1,5	31,1 ± 1,4	30,1 ± 1,4	28,1 ± 1,4	51,1 ± 1,7	14,0 ± 1,3
	2018	II	33,1 ± 1,4	42,3 ± 1,4	32,0 ± 1,4	33,1 ± 1,4	26,9 ± 1,3	45,4 ± 1,5	8,3 ± 1,3
	2015	III	37,8 ± 1,5	39,8 ± 1,5	32,7 ± 1,4	17,4 ± 1,3	15,3 ± 1,3	42,9 ± 1,5	6,1 ± 1,3
	2016	III	30,0 ± 1,4	38,0 ± 1,5	30,0 ± 1,4	37,0 ± 1,5	31,0 ± 1,4	44,0 ± 1,5	7,0 ± 1,2
2017	III	29,5 ± 1,4	26,5 ± 1,4	21,6 ± 1,3	27,5 ± 1,4	21,6 ± 1,3	33,4 ± 1,4	15,7 ± 1,3	
Fluoruros (mg/L)	2015	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	0,056 ± 0,055	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2018	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	II	0,090 ± 0,005	0,073 ± 0,004	0,085 ± 0,005	< 0,02	0,059 ± 0,003	< 0,02	< 0,02
	2018	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
2017	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	
Fosfatos (mg/L)	2015	I	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	II	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sabino	R. Sabino	Q. Sabino	Q. La Diabla
	2015	III	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Fósforo total (mg/L)	2015	I	0,0264 ± 0,0035	0,0248 ± 0,0035	0,0408 ± 0,0071	0,0151 ± 0,0036	0,0592 ± 0,0035	0,0490 ± 0,0035	0,0120 ± 0,0036
	2016	I	0,0107 ± 0,0053	0,0144 ± 0,0052	0,0524 ± 0,0051	0,0070 ± 0,0053	0,0073 ± 0,0053	0,0524 ± 0,0051	< 0,0015
	2017	I	< 0,0015	0,0572 ± 0,0071	< 0,0015	0,0183 ± 0,0072	0,1001 ± 0,0081	0,0095 ± 0,0074	0,0261 ± 0,0071
	2018	I	0,0587 ± 0,0078	0,0138 ± 0,0083	0,0334 ± 0,0080	0,0216 ± 0,0081	0,0223 ± 0,0081	0,0869 ± 0,0079	0,0501 ± 0,0078
	2015	II	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	0,016 ± 0,013	0,048 ± 0,012	0,044 ± 0,012	0,019 ± 0,013
	2016	II	0,0111 ± 0,0066	0,0266 ± 0,0065	0,0357 ± 0,0065	0,0273 ± 0,0065	0,0124 ± 0,0066	0,0497 ± 0,0064	0,0366 ± 0,0065
	2017	II	< 0,0015	0,018 ± 0,013	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	0,014 ± 0,013
	2018	II	0,0377 ± 0,0087	0,0452 ± 0,0086	0,0380 ± 0,0087	0,0307 ± 0,0087	0,0437 ± 0,0086	0,0546 ± 0,0086	0,0220 ± 0,0088
	2015	III	< 0,0015	0,0080 ± 0,0047	< 0,0015	0,0388 ± 0,0046	0,0526 ± 0,0046	0,0277 ± 0,0046	0,0231 ± 0,0047
	2016	III	0,093 5 ± 0,005 5	0,348 ± 0,010	0,145 5 ± 0,006 0	0,158 3 ± 0,006 2	0,025 4 ± 0,005 5	0,276 3 ± 0,008 5	0,073 4 ± 0,005 4
2017	III	0,0307 ± 0,0080	0,0329 ± 0,0080	0,1062 ± 0,0080	0,0759 ± 0,0079	0,0843 ± 0,0079	0,0724 ± 0,0079	0,0281 ± 0,0080	
Grasas y aceites (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 10	-	< 10
	2015	II	-	-	-	< 10	< 10	-	< 10
	2015	III	-	-	-	< 10	< 10	-	< 10
Magnesio (mg/L)	2015	I	4,12 ± 0,50	4,60 ± 0,50	3,64 ± 0,45	4,86 ± 0,55	2,43 ± 0,27	5,81 ± 0,55	< 0,51
	2016	I	5,09 ± 0,41	5,32 ± 0,41	5,32 ± 0,43	4,63 ± 0,35	5,32 ± 0,50	7,40 ± 0,50	7,4 ± 1,6
	2017	I	7,1 ± 1,3	5,58 ± 0,41	4,57 ± 0,33	4,57 ± 0,33	3,55 ± 0,28	5,58 ± 0,34	2,54 ± 0,44
	2018	I	2,92 ± 0,27	3,41 ± 0,29	3,41 ± 0,36	3,41 ± 0,31	2,44 ± 0,22	4,87 ± 0,37	0,73 ± 0,14
	2015	II	3,89 ± 0,34	3,65 ± 0,43	2,92 ± 0,49	2,92 ± 0,44	3,40 ± 0,57	3,89 ± 0,34	1,46 ± 0,48
	2016	II	4,06 ± 0,34	3,68 ± 0,23	3,34 ± 0,26	3,10 ± 0,21	3,82 ± 0,28	6,11 ± 0,45	< 0,51
	2017	II	3,17 ± 0,26	4,14 ± 0,33	2,68 ± 0,22	3,17 ± 0,29	3,17 ± 0,32	6,33 ± 0,42	2,19 ± 0,58
	2018	II	3,51 ± 0,29	4,77 ± 0,33	3,26 ± 0,27	3,51 ± 0,29	2,51 ± 0,24	4,77 ± 0,30	< 0,51
	2015	III	4,96 ± 0,43	5,21 ± 0,37	3,97 ± 0,36	3,97 ± 0,35	3,22 ± 0,32	5,21 ± 0,38	1,74 ± 0,40
	2016	III	3,16 ± 0,28	4,13 ± 0,31	2,92 ± 0,25	4,37 ± 0,35	3,89 ± 0,38	5,10 ± 0,35	< 0,51
2017	III	3,10 ± 0,28	2,15 ± 0,19	1,91 ± 0,21	3,58 ± 0,39	1,91 ± 0,21	3,58 ± 0,29	1,91 ± 0,33	
Nitratos (mg/L)	2015	I	12,34 ± 0,46	4,68 ± 0,16	5,27 ± 0,16	8,17 ± 0,18	5,45 ± 0,16	13,20 ± 0,47	0,51 ± 0,16
	2016	I	12,01 ± 0,49	5,27 ± 0,28	4,78 ± 0,27	8,02 ± 0,31	6,05 ± 0,28	13,97 ± 0,51	0,52 ± 0,28

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
	2017	I	14,08 ± 0,74	6,40 ± 0,33	6,89 ± 0,34	8,53 ± 0,36	6,04 ± 0,33	13,80 ± 0,73	0,44 ± 0,32
	2018	I	14,28 ± 0,73	6,56 ± 0,24	5,98 ± 0,23	10,33 ± 0,28	7,55 ± 0,25	18,11 ± 0,80	0,64 ± 0,22
	2015	II	15,01 ± 0,47	4,10 ± 0,29	4,51 ± 0,29	7,31 ± 0,32	6,07 ± 0,30	15,32 ± 0,47	0,80 ± 0,29
	2016	II	8,73 ± 0,28	4,35 ± 0,24	3,34 ± 0,23	7,74 ± 0,26	5,73 ± 0,24	12,42 ± 0,64	0,60 ± 0,24
	2017	II	12,1 ± 0,5	5,7 ± 0,2	4,5 ± 0,2	6,1 ± 0,2	5,0 ± 0,2	13,3 ± 0,5	11,6 ± 0,5
	2018	II	11,50 ± 0,53	2,89 ± 0,49	3,21 ± 0,49	7,76 ± 0,50	5,69 ± 0,49	14,63 ± 0,56	0,67 ± 0,18
	2015	III	12,77 ± 0,54	5,01 ± 0,38	4,85 ± 0,37	8,33 ± 0,42	5,62 ± 0,38	13,08 ± 0,52	0,61 ± 0,36
	2016	III	11,91 ± 0,54	4,60 ± 0,22	4,28 ± 0,22	8,25 ± 0,25	5,27 ± 0,22	11,58 ± 0,54	0,45 ± 0,22
	2017	III	13,41 ± 0,65	8,94 ± 0,29	4,75 ± 0,24	8,98 ± 0,29	6,04 ± 0,25	14,40 ± 0,66	0,74 ± 0,24
Nitritos (µg/L)	2015	I	25,3 ± 2,0	9,4 ± 2,1	9,8 ± 2,9	9,1 ± 2,9	6,2 ± 2,9	25,1 ± 2,0	< 6,1
	2016	I	13,57 ± 0,82	6,71 ± 0,85	8,28 ± 0,84	6,76 ± 0,85	7,31 ± 0,85	29,55 ± 0,85	< 6,1
	2017	I	23,6 ± 2,7	14,1 ± 2,8	15,9 ± 2,8	17,1 ± 2,8	16,1 ± 2,8	38,9 ± 2,8	12,6 ± 2,8
	2018	I	25,7 ± 3,3	18,6 ± 3,3	8,8 ± 3,5	9,8 ± 3,4	12,7 ± 3,4	18,7 ± 3,3	< 6,1
	2015	II	18,1 ± 1,5	8,1 ± 1,6	12,0 ± 1,6	7,8 ± 1,6	10,9 ± 1,6	16,0 ± 1,6	7,3 ± 1,6
	2016	II	21,1 ± 3,7	< 6,1	16,6 ± 3,8	11,7 ± 3,9	9,9 ± 3,9	29,6 ± 3,7	7,9 ± 3,9
	2017	II	16,2 ± 1,5	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	18,4 ± 1,5	11,5 ± 1,5
	2018	II	34,6 ± 1,7	37,1 ± 1,7	12,6 ± 1,6	16,7 ± 1,6	15,5 ± 1,6	31,2 ± 1,7	12,4 ± 1,6
	2015	III	20,3 ± 2,5	7,9 ± 2,6	12,1 ± 1,9	8,7 ± 1,9	7,6 ± 1,9	20,9 ± 1,8	12,7 ± 1,9
Nitrógeno total (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	1,336 ± 0,023	-	0,201 ± 0,023
	2015	II	-	-	-	1,668 ± 0,016	1,340 ± 0,015	-	0,256 ± 0,015
	2015	III	-	-	-	0,668 ± 0,024	0,454 ± 0,024	-	0,057 ± 0,025
Oxígeno disuelto (mg/L)	2015	I	6,43 ± 0,24	5,91 ± 0,24	7,12 ± 0,24	7,76 ± 0,24	7,68 ± 0,24	7,21 ± 0,24	7,14 ± 0,24
	2016	I	7,61 ± 0,24	7,10 ± 0,24	7,06 ± 0,24	7,53 ± 0,24	7,67 ± 0,24	7,72 ± 0,24	6,86 ± 0,24
	2017	I	7,26 ± 0,01	7,61 ± 0,02	7,24 ± 0,02	7,52 ± 0,08	7,32 ± 0,07	7,30 ± 0,04	6,61 ± 0,05
	2018	I	6,11 ± 0,48	6,26 ± 0,49	6,10 ± 0,48	83,6 ± 3,4	78,9 ± 0,51	6,02 ± 0,47	4,06 ± 0,32
	2015	II	6,55 ± 0,24	6,69 ± 0,24	6,74 ± 0,24	7,29 ± 0,24	7,39 ± 0,24	7,44 ± 0,24	7,10 ± 0,24
	2016	II	6,10 ± 0,24	6,29 ± 0,24	5,55 ± 0,24	5,90 ± 0,24	7,15 ± 0,24	6,00 ± 0,24	6,51 ± 0,24

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
	2017	II	5,69 ± 0,45	7,13 ± 0,56	6,13 ± 0,48	6,68 ± 0,53	6,17 ± 0,49	6,31 ± 0,50	5,71 ± 0,45
	2018	II	4,71 ± 0,37	4,26 ± 0,34	5,25 ± 0,41	5,56 ± 0,44	5,39 ± 0,42	5,19 ± 0,41	4,59 ± 0,36
	2015	III	6,39 ± 0,24	7,53 ± 0,24	6,91 ± 0,24	4,74 ± 0,24	4,21 ± 0,24	6,94 ± 0,24	6,51 ± 0,24
	2016	III	6,56 ± 0,24	6,46 ± 0,24	6,47 ± 0,24	6,69 ± 0,24	6,88 ± 0,24	6,26 ± 0,24	7,08 ± 0,24
pH (pH a 20,0°C)	2017	III	6,45 ± 0,51	6,22 ± 0,49	6,41 ± 0,50	6,60 ± 0,52	6,59 ± 0,52	6,71 ± 0,53	6,13 ± 0,48
	2015	I	7,40 ± 0,17	7,55 ± 0,17	7,47 ± 0,17	7,54 ± 0,17	7,56 ± 0,17	7,34 ± 0,17	7,09 ± 0,17
	2016	I	7,13 ± 0,17	7,75 ± 0,17	7,63 ± 0,17	7,81 ± 0,17	7,74 ± 0,17	7,54 ± 0,17	7,21 ± 0,17
	2017	I	6,78 ± 0,17	7,60 ± 0,17	7,53 ± 0,17	7,73 ± 0,17	7,57 ± 0,17	7,62 ± 0,17	7,17 ± 0,17
	2015	II	6,68 ± 0,17	7,02 ± 0,17	6,85 ± 0,17	6,88 ± 0,17	6,81 ± 0,17	6,97 ± 0,17	6,53 ± 0,17
	2016	II	6,90 ± 0,17	7,57 ± 0,17	7,44 ± 0,17	7,56 ± 0,17	7,28 ± 0,17	7,07 ± 0,17	6,79 ± 0,17
	2017	II	6,77 ± 0,17	7,53 ± 0,17	7,31 ± 0,17	7,36 ± 0,17	7,35 ± 0,17	7,32 ± 0,17	6,70 ± 0,17
	2018	II	6,455 ± 0,040	7,165 ± 0,040	6,910 ± 0,040	6,880 ± 0,040	6,975 ± 0,040	6,910 ± 0,040	6,055 ± 0,040
	2015	III	6,83 ± 0,17	7,50 ± 0,17	7,46 ± 0,17	7,61 ± 0,17	7,54 ± 0,17	7,48 ± 0,17	6,99 ± 0,17
	2016	III	7,04 ± 0,17	7,64 ± 0,17	7,58 ± 0,17	7,74 ± 0,17	7,62 ± 0,17	7,56 ± 0,17	7,14 ± 0,17
	2017	III	6,86 ± 0,17	7,37 ± 0,17	7,21 ± 0,17	7,24 ± 0,17	7,25 ± 0,17	7,25 ± 0,17	6,85 ± 0,17
	Potasio (mg/L)	2015	I	0,96 ± 0,37	0,96 ± 0,37	0,96 ± 0,37	0,96 ± 0,37	0,96 ± 0,37	1,17 ± 0,37
2016		I	0,89 ± 0,40	1,29 ± 0,40	1,29 ± 0,40	1,09 ± 0,40	1,19 ± 0,40	1,59 ± 0,40	< 0,80
2017		I	< 0,80	1,12 ± 0,51	1,12 ± 0,51	1,12 ± 0,51	0,92 ± 0,51	1,32 ± 0,50	< 0,80
2018		I	1,09 ± 0,37	1,09 ± 0,37	0,89 ± 0,37	0,89 ± 0,37	0,89 ± 0,37	1,09 ± 0,37	< 0,80
2015		II	1,34 ± 0,19	1,14 ± 0,19	< 0,80	0,94 ± 0,19	0,94 ± 0,19	1,34 ± 0,19	< 0,80
2016		II	1,15 ± 0,19	1,75 ± 0,18	1,75 ± 0,18	1,35 ± 0,19	1,45 ± 0,18	1,45 ± 0,18	< 0,80
2017		II	1,15 ± 0,18	1,54 ± 0,18	1,35 ± 0,18	1,35 ± 0,18	1,54 ± 0,18	1,35 ± 0,18	< 0,80
2018		II	1,22 ± 0,20	2,02 ± 0,20	1,82 ± 0,20	1,42 ± 0,20	1,62 ± 0,20	1,42 ± 0,20	0,82 ± 0,21
2015		III	1,15 ± 0,17	1,15 ± 0,17	1,05 ± 0,17	1,15 ± 0,17	1,15 ± 0,17	1,34 ± 0,17	< 0,80
2016		III	1,37 ± 0,17	1,37 ± 0,17	1,16 ± 0,17	1,16 ± 0,17	1,16 ± 0,17	1,47 ± 0,17	< 0,80
2017	III	1,08 ± 0,52	1,08 ± 0,52	1,08 ± 0,52	1,18 ± 0,52	1,08 ± 0,52	1,47 ± 0,51	< 0,80	
Porcentaje de saturación de oxígeno	2015	I	85,8	72,7	88,3	95,5	96,2	91,2	88,6
	2016	I	95,6 ± 1,0	87,8 ± 0,24	86,87 ± 0,40	92,97 ± 0,54	94,1 ± 1,0	95,7 ± 1,3	87,4 ± 0,22
	2017	I	92,67 ± 0,12	91,27 ± 0,81	86,63 ± 0,32	92,53 ± 0,25	88,77 ± 0,15	89,30 ± 0,50	79,40 ± 0,61

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
(%)	2018	I	74,9 ± 3,0	75,9 ± 3,0	73,9 ± 3,0	83,6 ± 3,4	78,9 ± 3,2	74,2 ± 3,0	47,5 ± 1,9
	2015	II	70,20 ± 0,50	83,6 ± 1,7	82,97 ± 0,06	88,67 ± 0,67	89,63 ± 1,55	82,97 ± 0,06	85,27 ± 0,49
	2016	II	78,63 ± 0,45	77,97 ± 0,15	70,87 ± 0,06	74,80 ± 0,17	89,07 ± 0,12	77,07 ± 0,55	81,07 ± 0,68
	2017	II	77,1 ± 2,9	89,9 ± 3,6	76,5 ± 3,1	83,4 ± 3,3	76,8 ± 3,1	78,9 ± 3,2	71,9 ± 2,9
	2018	II	59,0 ± 2,4	53,8 ± 2,2	64,5 ± 2,6	68,7 ± 2,8	66,0 ± 2,6	64,4 ± 2,6	56,40 ± 2,30
	2015	III	79,93 ± 0,70	91,10 ± 0,20	85,77 ± 0,31	89,13 ± 0,31	89,53 ± 0,50	87,07 ± 0,57	80,0 ± 1,1
	2016	III	80,30 ± 0,26	79,50 ± 0,10	78,87 ± 0,86	82,0 ± 1,2	82,0 ± 1,2	77,13 ± 0,40	85,4 ± 2,0
	2017	III	80,4 ± 3,2	76,6 ± 3,1	79,8 ± 3,2	81,8 ± 3,3	81,9 ± 3,3	84,9 ± 3,4	75,7 ± 3,0
Sólidos sedimentables (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,1	-	< 0,1
	2015	II	-	-	-	> 70	> 70	-	> 70
	2015	III	-	-	-	< 0,1	< 0,1	-	< 0,1
Sustancias activas al azul de metileno (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	< 0,078	-	0,226 ± 0,038
	2016	I	-	-	-	< 0,078	< 0,078	-	< 0,078
	2017	I	-	-	-	< 0,078	< 0,078	-	0,109 ± 0,059
	2018	I	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078
	2015	II	-	-	-	0,152 ± 0,098	0,282 ± 0,095	-	< 0,078
	2016	II	-	-	-	< 0,078	< 0,078	-	0,108 ± 0,074
	2017	II	-	-	0,206 ± 0,058	0,184 ± 0,054	-	0,156 ± 0,050	-
	2018	II	-	-	-	< 0,078	< 0,078	-	< 0,078
	2015	III	-	-	-	< 0,078	0,108 ± 0,049	-	< 0,078
2017	III	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	0,196 ± 0,081	
Sólidos disueltos totales (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	70,2 ± 2,8	-	33,2 ± 2,4
	2015	II	-	-	-	59,5 ± 2,6	52,5 ± 2,6	-	42,5 ± 2,4
	2015	III	-	-	-	144,8 ± 4,3	71,2 ± 2,9	-	57,5 ± 2,7
Sodio (mg/L)	2015	I	4,99 ± 0,29	5,81 ± 0,29	4,79 ± 0,29	4,79 ± 0,29	4,58 ± 0,29	5,71 ± 0,29	3,04 ± 0,30
	2016	I	4,625 ± 0,073	6,234 ± 0,077	5,027 ± 0,074	4,826 ± 0,073	4,625 ± 0,073	3,015 ± 0,070	3,216 ± 0,071
	2017	I	4,66 ± 0,28	6,18 ± 0,28	4,87 ± 0,28	4,97 ± 0,28	4,56 ± 0,28	6,18 ± 0,28	3,15 ± 0,29
	2018	I	3,69 ± 0,23	3,99 ± 0,22	3,50 ± 0,23	3,20 ± 0,23	3,30 ± 0,23	4,28 ± 0,22	2,22 ± 0,23
	2015	II	4,083 ± 0,083	3,984 ± 0,083	3,588 ± 0,082	2,600 ± 0,082	2,600 ± 0,082	3,786 ± 0,083	2,008 ± 0,082

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
	2016	II	4,84 ± 0,27	7,00 ± 0,27	4,84 ± 0,27	4,64 ± 0,27	4,45 ± 0,27	5,23 ± 0,27	2,68 ± 0,27
	2017	II	4,25 ± 0,25	5,76 ± 0,25	4,15 ± 0,25	3,85 ± 0,25	3,55 ± 0,25	4,96 ± 0,25	2,35 ± 0,26
	2018	II	4,38 ± 0,29	5,75 ± 0,29	3,98 ± 0,29	3,78 ± 0,29	3,39 ± 0,29	4,97 ± 0,29	2,21 ± 0,30
	2015	III	4,10 ± 0,21	5,39 ± 0,21	4,30 ± 0,21	4,20 ± 0,21	3,91 ± 0,21	5,09 ± 0,21	2,62 ± 0,21
	2016	III	4,67 ± 0,17	5,37 ± 0,17	4,17 ± 0,17	4,37 ± 0,17	4,17 ± 0,17	5,27 ± 0,17	2,96 ± 0,17
	2017	III	4,21 ± 0,29	4,41 ± 0,29	3,60 ± 0,29	3,40 ± 0,30	2,99 ± 0,30	4,41 ± 0,29	2,59 ± 0,30
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2015	I	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	37,9 ± 2,1	< 5,5	< 5,5
	2016	I	8,4 ± 1,1	< 5,5	< 5,5	5,7 ± 1,1	< 5,5	< 5,5	< 5,5
	2017	I	< 5,5	< 5,5	7,9 ± 1,1	< 5,0	< 5,0	< 5,5	< 5,0
	2018	I	23,4 ± 1,5	6,6 ± 1,1	39,3 ± 2,1	8,6 ± 1,1	23,5 ± 1,5	22,6 ± 1,5	15,9 ± 1,3
	2015	II	< 5,5	7,5 ± 1,2	7,6 ± 1,2	24,1 ± 1,6	22,8 ± 1,5	26,3 ± 1,6	28,2 ± 1,7
	2016	II	7,6 ± 1,1	< 5,5	< 5,5	5,8 ± 1,1	< 5,5	16,7 ± 1,3	6,4 ± 1,1
	2017	II	< 5,5	< 5,5	7,0 ± 1,1	9,1 ± 1,1	10,8 ± 1,2	8,9 ± 1,1	22,7 ± 1,5
	2018	II	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	11,40 ± 0,60	9,20 ± 0,51	8,00 ± 0,46
	2015	III	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5
	2016	III	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5
Sulfatos (mg/L)	2017	III	9,7 ± 1,1	13,3 ± 1,2	11,3 ± 1,2	33,1 ± 1,9	39,0 ± 2,1	21,6 ± 1,4	7,8 ± 1,1
	2015	I	0,92 ± 0,13	0,83 ± 0,13	0,62 ± 0,13	0,65 ± 0,13	0,70 ± 0,13	0,89 ± 0,13	0,70 ± 0,13
	2016	I	1,07 ± 0,25	1,21 ± 0,25	0,74 ± 0,25	0,75 ± 0,25	0,83 ± 0,25	1,06 ± 0,25	0,74 ± 0,25
	2017	I	0,97 ± 0,22	1,34 ± 0,21	0,59 ± 0,22	0,74 ± 0,22	0,66 ± 0,22	0,90 ± 0,22	0,56 ± 0,22
	2018	I	1,97 ± 0,24	1,17 ± 0,24	0,89 ± 0,24	0,90 ± 0,24	0,89 ± 0,24	1,10 ± 0,24	0,81 ± 0,24
	2015	II	1,33 ± 0,28	1,27 ± 0,28	1,27 ± 0,28	1,24 ± 0,28	1,31 ± 0,28	1,56 ± 0,28	0,96 ± 0,28
	2016	II	1,51 ± 0,28	2,63 ± 0,28	1,71 ± 0,28	1,41 ± 0,28	1,54 ± 0,28	1,39 ± 0,28	1,01 ± 0,29
	2017	II	3,2 ± 0,1	1,59 ± 0,06	1,22 ± 0,05	1,00 ± 0,04	1,28 ± 0,05	1,14 ± 0,05	10,2 ± 0,4
	2018	II	2,11 ± 0,45	3,00 ± 0,45	1,23 ± 0,46	1,04 ± 0,46	1,32 ± 0,46	1,21 ± 0,46	0,95 ± 0,46
	2015	III	1,294 ± 0,053	0,981 ± 0,053	0,59 ± 0,26	0,86 ± 0,26	0,79 ± 0,26	1,07 ± 0,26	0,67 ± 0,26
2016	III	2,24 ± 0,29	1,43 ± 0,29	0,73 ± 0,30	0,92 ± 0,30	0,91 ± 0,30	1,13 ± 0,30	0,66 ± 0,30	
2017	III	2,11 ± 0,25	1,86 ± 0,25	2,35 ± 0,25	2,50 ± 0,25	3,81 ± 0,25	2,06 ± 0,25	1,02 ± 0,25	
Temperatura	2015	I	25,72 ± 0,22	24,85 ± 0,22	25,69 ± 0,22	26,02 ± 0,22	26,12 ± 0,22	25,89 ± 0,22	25,92 ± 0,22

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Temperatura (°C)	2016	I	26,34 ± 0,19	24,9 ± 0,4	25,64 ± 0,19	25,84 ± 0,19	25,34 ± 0,19	26,04 ± 0,19	26,24 ± 0,19
	2017	I	27,73 ± 0,06	24,40 ± 0,00	24,40 ± 0,00	25,53 ± 0,06	24,60 ± 0,00	25,30 ± 0,00	24,53 ± 0,06
	2018	I	25,40 ± 0,13	24,70 ± 0,13	24,70 ± 0,13	25,00 ± 0,13	25,00 ± 0,13	25,00 ± 0,13	24,40 ± 0,13
	2015	II	27,03 ± 0,22	25,77 ± 0,22	25,12 ± 0,22	25,12 ± 0,22	25,02 ± 0,22	25,72 ± 0,22	24,52 ± 0,22
	2016	II	27,43 ± 0,13	25,70 ± 0,13	26,00 ± 0,13	26,50 ± 0,13	26,00 ± 0,13	26,33 ± 0,13	25,57 ± 0,13
	2017	II	27,00 ± 0,13	26,20 ± 0,13	26,00 ± 0,13	26,30 ± 0,13	26,00 ± 0,13	26,40 ± 0,13	26,00 ± 0,13
	2018	II	27,20 ± 0,16	26,80 ± 0,16	26,10 ± 0,16	26,30 ± 0,16	26,10 ± 0,16	26,80 ± 0,16	26,00 ± 0,16
	2015	III	26,64 ± 0,19	25,84 ± 0,19	26,64 ± 0,19	26,54 ± 0,19	26,34 ± 0,19	26,64 ± 0,19	25,64 ± 0,19
	2016	III	26,00 ± 0,13	25,60 ± 0,13	25,90 ± 0,13	26,01 ± 0,13	26,03 ± 0,13	25,80 ± 0,13	26,03 ± 0,13
2017	III	26,55 ± 0,13	26,25 ± 0,13	26,70 ± 0,13	26,70 ± 0,13	26,50 ± 0,13	27,70 ± 0,13	26,40 ± 0,13	
Turbiedad (UNT)	2015	I	-	-	-	-	20,8 ± 1,1	-	4,99 ± 0,27
	2016	I	3,68 ± 0,20	3,36 ± 0,18	4,98 ± 0,27	3,69 ± 0,20	4,50 ± 0,24	4,46 ± 0,24	5,93 ± 0,32
	2017	I	1,88 ± 0,10	3,45 ± 0,19	4,46 ± 0,24	2,26 ± 0,12	3,21 ± 0,17	3,57 ± 0,19	5,22 ± 0,28
	2018	I	17,07 ± 0,93	7,33 ± 0,40	22,1 ± 1,2	8,47 ± 0,46	16,13 ± 0,88	15,70 ± 0,86	14,07 ± 0,76
	2015	II	-	-	-	28,2 ± 1,5	44,7 ± 2,4	-	37,0 ± 2,0
	2016	II	3,49 ± 0,19	4,03 ± 0,22	6,64 ± 0,36	8,77 ± 0,47	8,89 ± 0,48	16,73 ± 0,91	10,90 ± 0,59
	2017	II	3,27 ± 0,18	5,57 ± 0,30	6,28 ± 0,34	6,21 ± 0,34	9,90 ± 0,54	5,62 ± 0,30	24,3 ± 1,3
	2018	II	10,05 ± 0,54	6,38 ± 0,35	7,86 ± 0,43	5,77 ± 0,31	19,5 ± 1,1	10,17 ± 0,55	15,13 ± 0,83
	2015	III	-	-	-	7,06 ± 0,38	6,79 ± 0,37	-	8,05 ± 0,44
2016	III	5,32 ± 0,29	4,51 ± 0,24	6,08 ± 0,33	5,11 ± 0,28	6,13 ± 0,33	10,77 ± 0,58	7,70 ± 0,42	
2017	III	30,8 ± 1,7	22,1 ± 1,2	23,2 ± 1,3	50,2 ± 2,7	45,0 ± 2,4	44,7 ± 2,4	13,10 ± 0,71	
Arsénico (mg/L)	2015	I	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	< 0,00017	0,000229 ± 0,000023	< 0,00017	< 0,00017
	2016	I	0,000076 ± 0,000022	0,000077 ± 0,000022	0,000095 ± 0,000022	0,000083 ± 0,000022	0,000082 ± 0,000022	0,000080 ± 0,000022	0,000066 ± 0,000022
	2018	I	0,000107 ± 0,000029	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	0,000155 ± 0,000033	0,000137 ± 0,000032	0,000133 ± 0,000032	0,000125 ± 0,000032	< 0,00010

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
	2017	II	< 0,00010	< 0,00010	0,000107 ± 0,000050	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	III	< 0,000 097	< 0,000 097	< 0,000 097	< 0,000 097	< 0,000 097	< 0,000 097	< 0,000 097
	2016	III	< 0,000 10	< 0,000 10	0,000 110 ± 0,000 019	< 0,000 10	< 0,000 10	0,000 105 ± 0,00 0019	< 0,000 10
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	I	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Bromuro (mg/L)	2015	II	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	III	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	I	-	-	-	-	< 0,00015	-	< 0,00015
Cadmio (mg/L)	2016	I	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050
	2015	II	-	-	-	< 0,00021	< 0,00021	-	< 0,00021
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	III	-	-	-	< 0,000 080	< 0,000 080	-	< 0,000 080
	2016	III	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2018	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Cobre (mg/L)	2015	I	0,002044 ± 0,000029	0,000582 ± 0,000018	0,000579 ± 0,000018	0,000739 ± 0,000019	0,00784 ± 0,00010	0,000798 ± 0,000019	0,000541 ± 0,000018
	2016	I	0,000764 ± 0,000045	0,000726 ± 0,000043	0,000658 ± 0,000040	0,000955 ± 0,000053	0,000778 ± 0,000045	0,000795 ± 0,000046	0,000688 ± 0,000041
	2015	II	0,000571 ± 0,000068	0,001087 ± 0,000071	0,001534 ± 0,000075	0,002652 ± 0,000092	0,00361 ± 0,00011	0,00342 ± 0,00011	0,001356 ± 0,000073
	2016	II	0,000920 ± 0,000059	0,001181 ± 0,000070	0,001466 ± 0,000083	0,001420 ± 0,000081	0,001536 ± 0,000087	0,00257 ± 0,00014	0,001513 ± 0,000085
	2015	III	0,000 492 ± 0,000 025	0,000 767 ± 0,000 025	0,001 088 ± 0,000 025	0,001 073 ± 0,000 025	0,000 856 ± 0,000 025	0,001 005 ± 0,000 025	0,000 571 ± 0,000 025

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
	2016	III	0,000 713 ± 0,000 043	0,000 893 ± 0,000 051	0,000 855 ± 0,000049	0,000 828 ± 0,000 048	0,001 100 ± 0,000 061	0,001 93 ± 0,000 10	0,000 724 ± 0,000 044
	2017	I	0,00054 ± 0,00012	0,00071 ± 0,00012	0,00076 ± 0,00012	0,00070 ± 0,00012	0,00079 ± 0,00013	0,00087 ± 0,00013	0,00056 ± 0,00012
	2018	I	0,001502 ± 0,000083	0,000995 ± 0,000060	0,001142 ± 0,000066	0,000945 ± 0,000058	0,001283 ± 0,000073	0,00186 ± 0,00010	0,000697 ± 0,000048
	2017	II	0,000688 ± 0,000078	0,000979 ± 0,000086	0,000917 ± 0,000084	0,001048 ± 0,000088	0,001171 ± 0,000092	0,001049 ± 0,000088	0,00141 ± 0,00010
	2017	III	0,000802 ± 0,000049	0,001801 ± 0,000096	0,001727 ± 0,000092	0,00276 ± 0,00014	0,00316 ± 0,00016	0,00229 ± 0,00012	0,000929 ± 0,000054
Cromo (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,000334 ± 0,000025	-	< 0,00018
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	-	-	-	0,000306 ± 0,000029	0,000297 ± 0,000029	-	0,000267 ± 0,000029
	2016	II	0,000144 ± 0,000035	0,000147 ± 0,000035	0,000160 ± 0,000035	0,000119 ± 0,000035	0,000157 ± 0,000035	0,000136 ± 0,000035	< 0,00010
	2015	III	-	-	-	0,000 204 ± 0,000 028	0,000 204 ± 0,000 028	-	0,000 239 ± 0,000 028
	2016	III	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,0001 0	< 0,000 10	0,000 118 ± 0,000 033
	2017	I	0,00025 ± 0,00011	0,00023 ± 0,00011	0,00024 ± 0,00011	0,00022 ± 0,00011	0,00019 ± 0,00011	0,00026 ± 0,00011	0,00020 ± 0,00011
	2018	I	0,000156 ± 0,000052	0,000178 ± 0,000053	0,000153 ± 0,000052	0,000157 ± 0,000052	0,000170 ± 0,000052	0,000167 ± 0,000052	0,000158 ± 0,000052
	2017	II	0,000164 ± 0,000083	0,000182 ± 0,000084	0,000154 ± 0,000083	0,000175 ± 0,000084	0,000158 ± 0,000083	0,000181 ± 0,000084	0,000201 ± 0,000084
	2017	III	0,000150 ± 0,000047	0,000112 ± 0,000047	0,000180 ± 0,000048	0,000227 ± 0,000048	0,000145 ± 0,000047	0,000108 ± 0,000047	0,000127 ± 0,000047
Hierro	2015	I	-	-	-	-	0,699 ± 0,018	-	0,598 ± 0,015

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	O. Huevo	O. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	O. Sahino	Q. La Diabla
(mg/L)	2016	I	1,177 ± 0,061	0,456 ± 0,024	0,620 ± 0,032	0,374 ± 0,020	0,395 ± 0,021	0,326 ± 0,017	0,734 ± 0,038
	2015	II	-	-	-	0,654 ± 0,020	0,945 ± 0,029	-	0,477 ± 0,015
	2016	II	1,118 ± 0,064	0,441 ± 0,025	1,055 ± 0,061	0,769 ± 0,044	0,707 ± 0,041	0,558 ± 0,032	0,269 ± 0,016
	2015	III	-	-	-	0,574 ± 0,015	0,550 ± 0,015	-	0,797 ± 0,019
	2016	III	0,949 ± 0,051	0,563 ± 0,034	0,835 ± 0,045	0,471 ± 0,028	0,605 ± 0,032	0,423 ± 0,025	0,862 ± 0,046
	2017	III	1,485 ± 0,082	0,569 ± 0,032	0,636 ± 0,035	0,558 ± 0,031	0,631 ± 0,035	0,381 ± 0,021	0,819 ± 0,045
	2017	I	1,138 ± 0,060	0,498 ± 0,026	0,595 ± 0,031	0,269 ± 0,014	0,354 ± 0,019	0,289 ± 0,015	0,826 ± 0,044
	2018	I	1,138 ± 0,060	0,548 ± 0,029	0,523 ± 0,028	0,353 ± 0,019	0,416 ± 0,022	0,369 ± 0,020	0,504 ± 0,027
Manganeso (mg/L)	2017	II	0,869 ± 0,045	0,578 ± 0,030	0,815 ± 0,043	0,636 ± 0,033	0,670 ± 0,035	0,351 ± 0,018	0,993 ± 0,052
	2015	I	-	-	-	-	0,05177 ± 0,00053	-	0,03195 ± 0,00054
	2016	I	0,900 ± 0,049	0,0502 ± 0,0027	0,0689 ± 0,0037	0,01551 ± 0,00078	0,0274 ± 0,0014	0,0466 ± 0,0025	0,0450 ± 0,0024
	2015	II	-	-	-	0,1410 ± 0,0023	0,1938 ± 0,0031	-	0,0507 ± 0,0018
	2016	II	1,125 ± 0,059	0,0688 ± 0,0038	0,1392 ± 0,0077	0,0643 ± 0,0036	0,0608 ± 0,0034	0,190 ± 0,010	0,0543 ± 0,0030
	2015	III	-	-	-	0,044 36 ± 0,000 28	0,038 95 ± 0,000 25	-	0,062 69 ± 0,000 39
	2016	III	0,804 ± 0,042	0,048 2 ± 0,002 4	0,075 4 ± 0,0038	0,034 2 ± 0,001 7	0,051 3 ± 0,002 6	0,119 5 ± 0,006 0	0,066 7 ± 0,003 4
	2017	I	0,516 ± 0,032	0,0500 ± 0,0028	0,0515 ± 0,0029	0,01172 ± 0,00081	0,0216 ± 0,0015	0,0278 ± 0,0019	0,0431 ± 0,0024
	2018	I	0,916 ± 0,048	0,0948 ± 0,0048	0,0981 ± 0,0049	0,0481 ± 0,0024	0,0710 ± 0,0036	0,1060 ± 0,0053	0,0542 ± 0,0027
	2017	II	0,392 ± 0,020	0,0600 ± 0,0031	0,1083 ± 0,0055	0,0640 ± 0,0033	0,0673 ± 0,0034	0,0588 ± 0,0030	0,0987 ± 0,0050
Mercurio (mg/L)	2017	III	1,332 ± 0,072	0,0811 ± 0,0041	0,0902 ± 0,0045	0,1043 ± 0,0052	0,1105 ± 0,0056	0,0970 ± 0,0049	0,0598 ± 0,0030
	2015	I	-	-	-	-	< 0,000020	-	< 0,000020
	2016	I	< 0,000010	< 0,000010	0,000017 ± 0,000012	< 0,000010	< 0,000010	0,000014 ± 0,000012	< 0,000010
	2015	II	-	-	-	< 0,000013	< 0,000013	-	< 0,000013
	2016	II	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2015	III	-	-	-	< 0,000 044	< 0,000 044	-	< 0,000 044
2016	III	< 0,00 0010	< 0,000 010	0,000 010 6 ±	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
					0,000 005 2				
	2017	I	0,000242 ± 0,000017	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,000672 ± 0,000038	< 0,000010
	2018	I	0,000158 ± 0,000013	0,000076 ± 0,000011	0,001377 ± 0,000070	0,000241 ± 0,000016	0,000127 ± 0,000012	0,000047 ± 0,000011	0,000098 ± 0,000012
	2017	II	0,0000269 ± 0,0000028	0,0000313 ± 0,0000029	0,0000388 ± 0,0000031	0,0000422 ± 0,0000032	0,0000404 ± 0,0000032	0,0000375 ± 0,0000031	0,0000449 ± 0,0000033
	2017	III	0,0000316 ± 0,0000035	< 0,000010	0,0000114 ± 0,0000032	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
Niquel (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,000444 ± 0,000026	-	< 0,000019
	2016	I	0,000102 ± 0,000029	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,000120 ± 0,000029	< 0,000010
	2017	I	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2018	I	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2015	II	-	-	-	0,000225 ± 0,000031	0,001922 ± 0,000039	-	0,000224 ± 0,000031
	2016	II	0,000122 ± 0,000028	0,000153 ± 0,000029	0,000237 ± 0,000030	< 0,000010	0,000106 ± 0,000028	0,000157 ± 0,000029	< 0,000010
	2017	II	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,000258 ± 0,000039
	2015	III	-	-	-	0,000 284 ± 0,000 019	0,000 223 ± 0,000 019	-	0,000 237 ± 0,000 019
	2016	III	0,000 106 ± 0,000 028	0,000 130 ± 0,000 028	0,000 173 ± 0,000 029	< 0,000 10	< 0,000 10	0,000 206 ± 0,000 029	0,000 127 ± 0,000 028
	2017	III	0,000441 ± 0,000051	0,000395 ± 0,000050	0,000896 ± 0,000064	0,000616 ± 0,000055	0,000310 ± 0,000048	0,000281 ± 0,000048	0,000123 ± 0,000046
Plomo (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,001890 ± 0,000075	-	< 0,000044
	2016	I	0,000516 ±	0,000201 ±	0,01117 ±	0,00167 ±	0,000666 ±	0,000481 ±	0,000141 ±

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
			0,000082	0,000078	0,00065	0,00012	0,000085	0,000081	0,000078
	2015	II	-	-	-	0,002248 ± 0,000041	0,001609 ± 0,000035	-	0,001293 ± 0,000033
	2016	II	0,00100 ± 0,00011	0,00097 ± 0,00011	0,00101 ± 0,00011	0,00096 ± 0,00011	0,00096 ± 0,00011	0,00109 ± 0,00012	0,00102 ± 0,00012
	2015	III	-	-	-	0,025 79 ± 0,000 60	0,001 605 ± 0,000 069	-	0,000 929 ± 0,000 063
	2016	III	0,000 707 ± 0,000 087	0,000 717 ± 0,000 087	0,000 703 ± 0,000 087	0,000 676 ± 0,000 086	0,000 749 ± 0,000 088	0,000 751 ± 0,000 088	0,000 715 ± 0,000 087
	2017	I	0,00103 ± 0,00014	0,00102 ± 0,00014	0,00097 ± 0,00014	0,00093 ± 0,00014	0,00094 ± 0,00014	0,00099 ± 0,00014	0,00095 ± 0,00014
	2018	I	0,00027 ± 0,00015	< 0,00010	0,00067 ± 0,00015	< 0,00010	0,00018 ± 0,00015	0,00022 ± 0,00015	0,00018 ± 0,00015
	2017	II	0,000186 ± 0,000090	0,000170 ± 0,000090	0,000178 ± 0,000090	0,000176 ± 0,000090	0,000213 ± 0,000090	0,000170 ± 0,000090	0,000334 ± 0,000091
	2017	III	0,001204 ± 0,000096	0,001305 ± 0,000100	0,00135 ± 0,00010	0,00145 ± 0,00011	0,00134 ± 0,00010	0,00133 ± 0,00010	0,001220 ± 0,000097
	Selenio (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,000197 ± 0,000023	-
2016		I	0,000138 ± 0,000093	0,000132 ± 0,000092	0,000119 ± 0,000092	0,000158 ± 0,000093	< 0,00010	0,000157 ± 0,000093	< 0,00010
2015		II	-	-	-	0,000795 ± 0,000092	0,000840 ± 0,000092	-	0,000747 ± 0,000092
2016		II	0,000157 ± 0,000084	0,000159 ± 0,000084	0,000215 ± 0,000084	0,000232 ± 0,000084	0,000165 ± 0,000084	0,000173 ± 0,000084	0,000175 ± 0,000084
2015		III	-	-	-	0,000 403 ± 0,000 043	0,000 420 ± 0,000 043	-	0,000 391 ± 0,000 043
2016		III	0,000 308 ± 0,000 085	0,000 335 ± 0,000 086	0,000 332 ± 0,000 086	0,000 388 ± 0,000 086	0,000 334 ± 0,000 086	0,000 392 ± 0,000 086	0,000 389 ± 0,000 086
2017		I	0,00060 ±	0,00046 ±	0,00050 ±	0,00052 ±	0,00048 ± 0,00014	0,00054 ±	0,00046 ± 0,00014

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
			0,00014	0,00014	0,00014	0,00014		0,00014	
	2018	I	0,000133 ± 0,000044	< 0,00010	< 0,00010	0,000107 ± 0,000044	0,000104 ± 0,000044	0,000172 ± 0,000044	< 0,00010
	2017	II	0,000559 ± 0,000059	0,000493 ± 0,000058	0,000483 ± 0,000057	0,000509 ± 0,000058	0,000465 ± 0,000057	0,000524 ± 0,000058	0,000512 ± 0,000058
	2017	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,000106 ± 0,000039	0,000110 ± 0,000039	0,000133 ± 0,000039	< 0,00010
Zinc (mg/L)	2015	I	-	-	-	-	0,00903 ± 0,00062	-	0,00240 ± 0,00051
	2016	I	0,00456 ± 0,00075	< 0,00030	0,00387 ± 0,00074	0,00251 ± 0,00073	0,00136 ± 0,00072	0,00878 ± 0,00083	0,00125 ± 0,00072
	2017	I	0,00327 ± 0,00030	0,00494 ± 0,00038	0,00466 ± 0,00037	0,00735 ± 0,00052	0,00427 ± 0,00035	0,00300 ± 0,00028	0,00259 ± 0,00027
	2015	II	-	-	-	0,01350 ± 0,00025	0,01531 ± 0,00028	-	0,01139 ± 0,00022
	2016	II	0,00825 ± 0,00043	0,00636 ± 0,00033	0,00656 ± 0,00034	0,00831 ± 0,00043	0,0393 ± 0,0020	0,01059 ± 0,00055	0,01019 ± 0,00053
	2015	III	-	-	-	0,022 05 ± 0,000 11	0,005 704 ± 0,000 091	-	0,004 574 ± 0,000 092
	2016	III	0,005 92 ± 0,000 33	0,008 64 ± 0,000 48	0,001 98 ± 0,000 12	0,001 074 ± 0,000 082	0,005 14 ± 0,000 29	0,006 43 ± 0,000 36	0,014 23 ± 0,000 78
	2018	I	0,00780 ± 0,00042	0,01193 ± 0,00064	0,00683 ± 0,00037	0,00719 ± 0,00039	0,00809 ± 0,00044	0,00278 ± 0,00017	0,00605 ± 0,00033
	2017	II	0,00630 ± 0,00033	0,00258 ± 0,00017	0,00079 ± 0,00011	0,00416 ± 0,00023	0,00321 ± 0,00019	0,01364 ± 0,00069	0,01232 ± 0,00062
	2017	III	0,0238 ± 0,0013	0,0317 ± 0,0017	0,0443 ± 0,0023	0,0256 ± 0,0014	0,01489 ± 0,00088	0,0198 ± 0,0011	0,00638 ± 0,00057

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018
Q: Quebrada. R: Río.



Anexo 3. Resultados de los parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras recolectadas de los tributarios del río Toro

Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Amonio (mg/L)	2015	I	0,064 ± 0,022	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	I	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,056 ± 0,015	< 0,030
	2017	I	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2018	I	0,060 ± 0,023	0,074 ± 0,023	0,096 ± 0,022	0,057 ± 0,023	< 0,030	0,093 ± 0,022	0,065 ± 0,023
	2015	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,050 ± 0,015	< 0,030
	2016	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,046 ± 0,015	0,190 ± 0,014	< 0,030
	2017	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,056 ± 0,024	< 0,030
	2018	II	0,1982 ± 0,0097	0,1225 ± 0,0092	0,1042 ± 0,0092	< 0,030	0,0424 ± 0,0095	0,1045 ± 0,0092	< 0,030
	2015	III	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2016	III	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,038 ± 0,011	< 0,030
2017	III	0,061 ± 0,016	0,172 ± 0,015	0,131 ± 0,015	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	
Calcio (mg/L)	2015	I	12,02 ± 0,86	13,63 ± 0,88	13,23 ± 0,87	6,41 ± 0,81	12,02 ± 0,83	9,18 ± 0,82	< 5,2
	2016	I	9,16 ± 0,52	9,16 ± 0,52	9,16 ± 0,52	< 5,0	8,39 ± 0,51	7,25 ± 0,50	< 5,0
	2017	I	11,53 ± 0,58	13,92 ± 0,61	13,12 ± 0,60	6,28 ± 0,54	11,72 ± 0,61	8,79 ± 0,57	< 5,0
	2018	I	6,02 ± 0,52	5,62 ± 0,52	5,22 ± 0,51	4,42 ± 0,51	3,61 ± 0,50	5,22 ± 0,51	2,01 ± 0,50
	2015	II	8,42 ± 0,54	8,82 ± 0,54	8,42 ± 0,54	5,61 ± 0,51	8,02 ± 0,53	7,21 ± 0,52	2,00 ± 0,49
	2016	II	6,30 ± 0,51	5,12 ± 0,50	4,72 ± 0,50	4,33 ± 0,49	2,75 ± 0,49	4,72 ± 0,50	< 2,0
	2017	II	8,83 ± 0,55	10,44 ± 0,57	10,84 ± 0,58	5,22 ± 0,51	8,03 ± 0,54	5,22 ± 0,51	2,41 ± 0,50
	2015	III	5,72 ± 0,52	6,54 ± 0,53	6,95 ± 0,53	5,72 ± 0,52	6,54 ± 0,53	7,36 ± 0,53	< 2,1
	2016	III	8,02 ± 0,53	8,82 ± 0,54	8,82 ± 0,54	5,61 ± 0,51	7,21 ± 0,52	6,41 ± 0,52	< 2,0
2017	III	7,08 ± 0,52	7,48 ± 0,52	5,12 ± 0,50	5,90 ± 0,51	7,87 ± 0,53	8,26 ± 0,53	< 2,0	
Cloruros (mg/L)	2015	I	3,70 ± 0,26	12,57 ± 0,81	12,07 ± 0,80	2,98 ± 0,26	6,49 ± 0,28	3,58 ± 0,41	2,68 ± 0,25
	2016	I	3,02 ± 0,61	7,99 ± 0,70	7,39 ± 0,68	4,92 ± 0,62	5,06 ± 0,63	4,58 ± 0,62	2,70 ± 0,60

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
	2017	I	3,91 ± 0,36	14,7 ± 1,1	14,7 ± 1,1	3,56 ± 0,36	8,69 ± 0,42	4,49 ± 0,36	3,20 ± 0,36
	2018	I	2,26 ± 0,31	3,89 ± 0,32	3,95 ± 0,32	4,84 ± 0,32	3,35 ± 0,32	4,23 ± 0,32	2,17 ± 0,31
	2015	II	2,76 ± 0,25	7,38 ± 0,29	7,17 ± 0,28	3,34 ± 0,25	4,22 ± 0,25	3,93 ± 0,25	2,79 ± 0,25
	2016	II	2,15 ± 0,46	4,31 ± 0,47	4,30 ± 0,47	4,23 ± 0,47	2,78 ± 0,46	4,35 ± 0,47	3,29 ± 0,46
	2017	II	2,6 ± 0,1	6,1 ± 0,3	5,7 ± 0,3	3,6 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,4 ± 0,2	2,7 ± 0,1
	2018	II	2,83 ± 0,19	6,51 ± 0,21	5,78 ± 0,21	4,48 ± 0,19	6,15 ± 0,21	4,84 ± 0,20	3,36 ± 0,19
	2015	III	2,05 ± 0,16	4,46 ± 0,19	3,98 ± 0,18	3,05 ± 0,17	4,23 ± 0,18	3,60 ± 0,17	2,69 ± 0,17
	2016	III	2,88 ± 0,28	7,88 ± 0,33	7,59 ± 0,33	3,79 ± 0,29	4,83 ± 0,29	4,30 ± 0,29	2,70 ± 0,28
	2017	III	2,93 ± 0,26	5,96 ± 0,28	5,17 ± 0,27	4,19 ± 0,26	5,57 ± 0,27	3,92 ± 0,26	3,18 ± 0,26
Color (CU)	2015	I	-	-	15 ± 2,9	-	15 ± 2,9	-	-
	2015	II	-	30,0 ± 5,8	40,0 ± 5,8	10,0 ± 2,9	30,0 ± 5,8	-	-
	2015	III	-	70 ± 5,8	70 ± 5,8	10,0 ± 2,9	20,0 ± 5,8	-	-
Conductividad (µS/cm)	2015	I	164,5 ± 1,4	216,4 ± 1,9	212,2 ± 1,8	73,45 ± 0,64	137,9 ± 1,2	94,85 ± 0,82	29,16 ± 0,42
	2016	I	114,65 ± 0,99	142,7 ± 1,2	140,8 ± 1,2	70,10 ± 0,61	105,25 ± 0,91	89,35 ± 0,78	27,16 ± 0,39
	2017	I	141,4 ± 1,2	212,5 ± 1,8	207,6 ± 1,8	71,90 ± 0,63	137,6 ± 1,2	106,35 ± 0,92	28,72 ± 0,41
	2018	I	72,70 ± 0,63	75,05 ± 0,65	75,00 ± 0,65	70,75 ± 0,62	53,85 ± 0,47	71,25 ± 0,62	18,94 ± 0,27
	2015	II	104,05 ± 0,90	126,4 ± 1,1	117,4 ± 1,0	66,70 ± 0,58	89,20 ± 0,78	81,45 ± 0,71	27,20 ± 0,39
	2016	II	73,95 ± 0,65	80,15 ± 0,70	81,15 ± 0,71	69,45 ± 0,61	45,53 ± 0,65	70,70 ± 0,62	27,87 ± 0,40
	2017	II	96,55 ± 0,84	119,5 ± 1,0	117,3 ± 1,0	72,60 ± 0,63	93,25 ± 0,81	84,35 ± 0,73	26,87 ± 0,38
	2018	II	87,15 ± 0,76	98,85 ± 0,86	88,75 ± 0,77	69,30 ± 0,61	100,40 ± 0,87	79,05 ± 0,69	31,90 ± 0,45
	2015	III	60,75 ± 0,53	73,15 ± 0,64	79,95 ± 0,70	65,40 ± 0,57	91,80 ± 0,80	78,70 ± 0,69	23,55 ± 0,34
	2016	III	110,35 ± 0,96	133,3 ± 1,2	132,3 ± 1,1	71,85 ± 0,63	92,55 ± 0,80	80,90 ± 0,70	28,31 ± 0,40
	2017	III	87,05 ± 0,76	111,25 ± 0,96	82,75 ± 0,72	65,55 ± 0,57	88,40 ± 0,77	76,65 ± 0,67	29,85 ± 0,43
Demanda biológica de oxígeno	2015	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,380 ± 0,041	1,790 ± 0,054	< 1,3
	2016	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2017	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,52 ± 0,11	< 1,3

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
(mg/L)	2018	I	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2015	II	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2016	II	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2017	II	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3	1,49 ± 0,11	< 1,3
	2018	II	1,72 ± 0,12	2,61 ± 0,18	2,80 ± 0,20	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2015	III	< 1,3	1,84 ± 0,13	2,56 ± 0,18	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
	2016	III	2,04 ± 0,14	< 1,3	< 1,3	< 1,3	6,64 ± 0,47	2,59 ± 0,18	< 1,3
	2017	III	1,66 ± 0,12	2,00 ± 0,14	2,31 ± 0,16	< 1,3	< 1,3	1,63 ± 0,12	< 1,3
Demanda química de oxígeno (mg/L)	2015	I	-	-	< 30	-	< 30	-	-
	2015	II	-	42 ± 15	< 30	82 ± 15	< 30	-	-
	2015	III	-	< 30	< 30	< 30	< 30	-	-
Dureza cálcica (mg/L)	2018	II	14,7 ± 1,3	14,7 ± 1,3	23,6 ± 1,4	11,8 ± 1,2	24,6 ± 1,4	14,7 ± 1,3	< 5,0
Dureza total (mg/L)	2015	I	62,1 ± 2,4	80,1 ± 2,6	80,1 ± 2,6	33,0 ± 2,0	58,0 ± 2,1	36,9 ± 2,0	14,0 ± 2,0
	2016	I	43,8 ± 1,5	50,5 ± 1,5	49,5 ± 1,5	23,8 ± 1,3	38,1 ± 1,4	31,4 ± 1,3	6,7 ± 1,2
	2017	I	60,2 ± 2,0	80,2 ± 2,4	79,2 ± 2,3	32,4 ± 1,5	59,6 ± 1,9	39,7 ± 1,6	8,4 ± 1,3
	2018	I	27,1 ± 1,4	28,1 ± 1,4	29,1 ± 1,4	23,1 ± 1,4	22,1 ± 1,3	28,1 ± 1,4	7,0 ± 1,2
	2015	II	44,0 ± 1,5	48,0 ± 1,6	44,0 ± 1,5	22,0 ± 1,3	33,0 ± 1,4	30,0 ± 1,4	8,0 ± 1,2
	2016	II	29,5 ± 1,3	27,5 ± 1,3	27,5 ± 1,3	20,6 ± 1,3	13,8 ± 1,2	21,6 ± 1,3	6,9 ± 1,2
	2017	II	44,1 ± 1,6	47,1 ± 1,7	49,1 ± 1,7	31,1 ± 1,4	35,1 ± 1,5	34,1 ± 1,5	14,0 ± 1,3
	2018	II	34,4 ± 1,5	56,0 ± 1,8	28,5 ± 1,4	24,6 ± 1,3	42,3 ± 1,6	30,5 ± 1,4	10,8 ± 1,2
	2015	III	26,5 ± 1,4	28,6 ± 1,4	34,7 ± 1,4	27,6 ± 1,4	37,8 ± 1,5	33,7 ± 1,4	11,2 ± 1,3
	2016	III	42,0 ± 1,5	50,0 ± 1,6	46,0 ± 1,6	28,0 ± 1,4	35,0 ± 1,4	33,0 ± 1,4	10,0 ± 1,2
2017	III	37,3 ± 1,5	45,2 ± 1,6	35,4 ± 1,5	26,5 ± 1,4	38,3 ± 1,5	31,5 ± 1,4	10,8 ± 1,2	
Fluoruros (mg/L)	2015	I	0,067 ± 0,098	0,064 ± 0,098	0,064 ± 0,098	0,077 ± 0,098	0,112 ± 0,098	0,075 ± 0,055	< 0,051
	2016	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
	2018	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	II	0,086 ± 0,005	0,080 ± 0,004	< 0,02	< 0,02	0,070 ± 0,004	0,078 ± 0,004	0,033 ± 0,002
	2018	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
Fosfatos (mg/L)	2015	I	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	II	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	III	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Fósforo total (mg/L)	2015	I	0,1690 ± 0,0042	0,0757 ± 0,0035	0,0657 ± 0,0035	0,0081 ± 0,0036	0,0058 ± 0,0036	0,1608 ± 0,0042	0,0130 ± 0,0036
	2016	I	0,1109 ± 0,0052	0,0553 ± 0,0032	0,0321 ± 0,0031	0,0457 ± 0,0077	0,0544 ± 0,0032	0,0624 ± 0,0051	0,0154 ± 0,0052
	2017	I	0,1053 ± 0,0082	0,0534 ± 0,0071	0,0526 ± 0,0071	0,0133 ± 0,0073	0,0258 ± 0,0072	0,278 ± 0,029	0,0173 ± 0,0073
	2018	I	0,1157 ± 0,0083	0,1231 ± 0,0084	0,1096 ± 0,0082	0,0569 ± 0,0078	0,1011 ± 0,0080	0,0785 ± 0,0078	0,0549 ± 0,0078
	2015	II	0,123 ± 0,012	0,069 ± 0,012	0,098 ± 0,012	0,068 ± 0,012	0,032 ± 0,013	0,136 ± 0,013	0,015 ± 0,013
	2016	II	0,0925 ± 0,0065	0,0743 ± 0,0064	0,0566 ± 0,0064	< 0,0015	0,1352 ± 0,0069	0,0928 ± 0,0065	0,0479 ± 0,0064
	2017	II	0,0166 ± 0,0089	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	0,0559 ± 0,0086	< 0,0015
	2018	II	0,155 ± 0,010	0,152 ± 0,010	0,166 ± 0,010	0,0184 ± 0,0089	0,0269 ± 0,0088	0,1304 ± 0,0095	0,0475 ± 0,0086
	2015	III	0,0638 ±	0,1239 ±	0,2248 ± 0,0063	0,0500 ±	0,0316 ± 0,0046	0,0758 ± 0,0046	< 0,0015

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
			0,0046	0,0049		0,0046			
	2016	III	0,108 5 ± 0,005 6	0,068 4 ± 0,005 4	0,073 8 ± 0,005 4	0,024 6 ± 0,005 5	0,042 0 ± 0,005 4	0,028 7 ± 0,005 5	0,031 8 ± 0,005 4
	2017	III	0,1170 ± 0,0081	0,1332 ± 0,0082	0,1504 ± 0,0084	0,0226 ± 0,0080	0,0225 ± 0,0080	0,0953 ± 0,0079	0,0733 ± 0,0079
Grasas y aceites (mg/L)	2015	I	-	-	< 10	-	< 10	-	-
	2015	II	-	< 10	< 10	13,0 ± 1,3	< 10	-	-
	2015	III	-	< 10	< 10	< 10	< 10	-	-
Magnesio (mg/L)	2015	I	7,78 ± 0,63	11,18 ± 0,81	11,42 ± 0,84	4,13 ± 0,58	6,80 ± 0,53	3,39 ± 0,35	2,14 ± 0,31
	2016	I	5,09 ± 0,33	6,71 ± 0,43	6,48 ± 0,42	2,78 ± 0,31	4,16 ± 0,30	3,24 ± 0,26	1,62 ± 0,29
	2017	I	7,62 ± 0,46	11,05 ± 0,59	11,27 ± 0,62	4,06 ± 0,40	7,36 ± 0,45	4,31 ± 0,33	2,05 ± 0,32
	2018	I	2,92 ± 0,29	3,41 ± 0,36	3,90 ± 0,43	2,92 ± 0,38	3,17 ± 0,48	3,65 ± 0,40	< 0,51
	2015	II	5,59 ± 0,41	6,32 ± 0,44	5,59 ± 0,41	1,94 ± 0,21	3,16 ± 0,25	2,92 ± 0,25	0,73 ± 0,21
	2016	II	3,34 ± 0,31	3,58 ± 0,39	3,82 ± 0,44	2,39 ± 0,31	1,67 ± 0,33	2,39 ± 0,29	1,67 ± 0,30
	2017	II	5,36 ± 0,39	5,11 ± 0,33	5,36 ± 0,34	4,38 ± 0,48	3,65 ± 0,29	5,11 ± 0,55	1,95 ± 0,44
	2018	II	4,77 ± 0,46	10,02 ± 0,92	1,193 ± 0,090	3,10 ± 0,37	4,30 ± 0,29	3,82 ± 0,37	2,63 ± 0,30
	2015	III	2,97 ± 0,31	2,73 ± 0,25	4,46 ± 0,41	3,22 ± 0,34	5,21 ± 0,47	3,72 ± 0,31	2,73 ± 0,31
	2016	III	5,35 ± 0,40	6,81 ± 0,47	5,83 ± 0,41	3,40 ± 0,35	4,13 ± 0,34	4,13 ± 0,38	0,73 ± 0,16
Nitratos (mg/L)	2017	III	4,77 ± 0,40	6,44 ± 0,51	5,49 ± 0,59	2,86 ± 0,29	4,53 ± 0,35	2,63 ± 0,21	2,63 ± 0,30
	2015	I	7,09 ± 0,34	3,44 ± 0,31	3,35 ± 0,31	4,97 ± 0,32	2,88 ± 0,31	7,83 ± 0,18	3,25 ± 0,31
	2016	I	3,18 ± 0,27	1,69 ± 0,27	1,89 ± 0,27	8,31 ± 0,31	3,21 ± 0,27	9,51 ± 0,33	3,19 ± 0,27
	2017	I	3,88 ± 0,31	3,47 ± 0,31	3,54 ± 0,31	5,33 ± 0,32	3,52 ± 0,31	11,38 ± 0,42	3,64 ± 0,31
	2018	I	2,17 ± 0,22	3,38 ± 0,22	3,62 ± 0,22	17,63 ± 0,79	6,60 ± 0,24	10,64 ± 0,29	0,64 ± 0,22
	2015	II	3,98 ± 0,29	2,70 ± 0,29	2,66 ± 0,29	6,98 ± 0,31	3,94 ± 0,29	9,35 ± 0,35	3,27 ± 0,29
	2016	II	1,93 ± 0,23	2,46 ± 0,23	2,54 ± 0,23	11,67 ± 0,63	4,09 ± 0,23	9,70 ± 0,29	3,90 ± 0,23
	2017	II	2,17 ± 0,09	2,5 ± 0,1	2,35 ± 0,09	7,2 ± 0,3	3,7 ± 0,1	9,3 ± 0,4	3,3 ± 0,1
	2018	II	4,10 ± 0,18	3,83 ± 0,18	3,34 ± 0,18	7,46 ± 0,20	6,38 ± 0,19	10,63 ± 0,24	4,24 ± 0,18
	2015	III	1,68 ± 0,12	1,71 ± 0,12	1,76 ± 0,12	7,43 ± 0,42	3,76 ± 0,38	7,91 ± 0,42	2,94 ± 0,12
2016	III	4,75 ± 0,22	2,49 ± 0,22	2,68 ± 0,22	6,01 ± 0,23	3,43 ± 0,22	8,24 ± 0,25	3,22 ± 0,22	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Nitritos (µg/L)	2017	III	3,45 ± 0,24	4,55 ± 0,24	4,16 ± 0,24	6,34 ± 0,26	4,31 ± 0,24	7,84 ± 0,27	5,06 ± 0,25
	2015	I	54,0 ± 1,3	18,0 ± 1,2	21,4 ± 1,2	18,0 ± 1,2	18,5 ± 1,2	53,2 ± 2,1	13,7 ± 1,2
	2016	I	9,8 ± 2,9	< 6,1	< 6,1	7,6 ± 2,9	11,0 ± 2,9	279 ± 13	< 6,1
	2017	I	7,59 ± 0,81	11,82 ± 0,83	13,25 ± 0,84	< 6,1	15,16 ± 0,85	47,7 ± 1,4	< 6,1
	2018	I	69,1 ± 2,8	62,6 ± 2,6	67,7 ± 2,7	27,6 ± 2,3	21,1 ± 2,3	23,7 ± 2,3	< 6,1
	2015	II	19,4 ± 1,5	10,7 ± 1,5	8,6 ± 1,6	23,9 ± 1,5	7,2 ± 1,6	195,7 ± 6,1	7,1 ± 1,6
	2016	II	38,7 ± 1,5	21,3 ± 1,4	27,9 ± 1,4	24,0 ± 1,4	32,9 ± 1,5	42,8 ± 1,6	10,1 ± 1,3
	2017	II	16,7 ± 4,4	11,3 ± 4,5	19,0 ± 4,3	9,7 ± 4,5	14,0 ± 4,4	68,2 ± 4,7	8,3 ± 4,5
	2018	II	85,0 ± 2,2	69,8 ± 1,9	59,4 ± 1,6	37,9 ± 1,2	16,17 ± 0,89	381 ± 12	8,45 ± 0,86
	2015	III	26,0 ± 2,4	12,5 ± 2,5	30,7 ± 2,4	9,9 ± 2,6	12,2 ± 2,5	102,9 ± 3,1	< 6,1
	2016	III	32,1 ± 2,1	11,8 ± 2,1	11,6 ± 2,1	< 6,1	< 6,1	48,3 ± 1,5	13,3 ± 2,1
2017	III	74,8 ± 3,0	116,3 ± 4,1	67,8 ± 2,9	19,1 ± 2,5	16,4 ± 2,5	45,6 ± 2,5	17,0 ± 2,5	
Nitrógeno total (mg/L)	2015	I	-	-	0,935 ± 0,023	-	0,865 ± 0,023	-	-
	2015	II	-	0,787 ± 0,015	0,687 ± 0,015	1,554 ± 0,016	0,910 ± 0,015	-	-
	2015	III	-	0,483 ± 0,024	0,502 ± 0,024	0,568 ± 0,024	0,280 ± 0,024	-	-
Oxígeno disuelto (mg/L)	2015	I	7,84 ± 0,24	7,86 ± 0,24	6,74 ± 0,24	6,31 ± 0,24	5,59 ± 0,24	6,94 ± 0,24	7,29 ± 0,24
	2016	I	8,26 ± 0,24	8,27 ± 0,24	7,24 ± 0,24	5,75 ± 0,24	6,42 ± 0,24	7,67 ± 0,24	7,61 ± 0,24
	2017	I	8,67 ± 0,24	8,20 ± 0,24	7,37 ± 0,24	3,97 ± 0,24	4,90 ± 0,24	8,17 ± 0,24	9,40 ± 0,24
	2018	I	7,27 ± 0,57	5,60 ± 0,44	5,85 ± 0,46	4,45 ± 0,35	5,09 ± 0,40	7,19 ± 0,57	4,83 ± 0,38
	2015	II	4,20 ± 0,24	4,43 ± 0,24	3,46 ± 0,22	4,80 ± 0,24	4,8 ± 0,24	5,62 ± 0,24	4,70 ± 0,24
	2016	II	4,50 ± 0,24	4,70 ± 0,24	5,02 ± 0,24	2,37 ± 0,24	4,45 ± 0,24	4,23 ± 0,24	5,04 ± 0,24
	2017	II	7,84 ± 0,62	7,37 ± 0,58	7,45 ± 0,59	2,36 ± 0,19	6,20 ± 0,49	7,37 ± 0,58	7,38 ± 0,58
	2018	II	6,60 ± 0,52	6,48 ± 0,51	5,06 ± 0,40	1,93 ± 0,15	5,15 ± 0,41	6,55 ± 0,52	7,03 ± 0,55
	2015	III	5,00 ± 0,24	4,41 ± 0,24	4,15 ± 0,24	4,21 ± 0,24	4,74 ± 0,24	4,64 ± 0,24	4,66 ± 0,24
	2016	III	7,10 ± 0,24	5,98 ± 0,24	3,74 ± 0,24	3,23 ± 0,24	5,71 ± 0,24	6,94 ± 0,24	7,11 ± 0,24
2017	III	7,39 ± 0,58	6,88 ± 0,54	4,46 ± 0,35	1,79 ± 0,14	5,29 ± 0,42	6,99 ± 0,55	7,05 ± 0,56	
pH (pH a 20,0°C)	2015	I	7,72 ± 0,17	7,81 ± 0,17	7,71 ± 0,17	6,97 ± 0,17	7,50 ± 0,17	7,34 ± 0,17	6,75 ± 0,17
	2016	I	7,92 ± 0,17	7,94 ± 0,17	7,85 ± 0,17	7,03 ± 0,17	7,60 ± 0,17	7,65 ± 0,17	6,94 ± 0,17
	2017	I	8,00 ± 0,17	8,14 ± 0,17	7,91 ± 0,17	6,81 ± 0,17	7,72 ± 0,17	7,57 ± 0,17	6,93 ± 0,17

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28	
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora	
	2015	II	7,64 ± 0,17	7,63 ± 0,17	7,53 ± 0,17	6,94 ± 0,17	7,33 ± 0,17	7,35 ± 0,17	6,72 ± 0,17	
	2016	II	7,50 ± 0,17	7,38 ± 0,17	7,37 ± 0,17	6,53 ± 0,17	6,80 ± 0,17	7,29 ± 0,17	6,41 ± 0,17	
	2017	II	7,77 ± 0,17	7,77 ± 0,17	7,68 ± 0,17	6,93 ± 0,17	7,43 ± 0,17	7,63 ± 0,17	6,83 ± 0,17	
	2018	II	7,160 ± 0,040	6,990 ± 0,040	7,330 ± 0,040	6,355 ± 0,040	6,870 ± 0,040	7,160 ± 0,040	6,380 ± 0,040	
	2015	III	7,54 ± 0,17	7,43 ± 0,17	7,56 ± 0,17	6,94 ± 0,17	7,37 ± 0,17	7,66 ± 0,17	6,78 ± 0,17	
	2016	III	7,70 ± 0,17	7,74 ± 0,17	7,77 ± 0,17	6,79 ± 0,17	7,38 ± 0,17	7,46 ± 0,17	6,75 ± 0,17	
	2017	III	7,59 ± 0,17	7,61 ± 0,17	7,43 ± 0,17	6,79 ± 0,17	7,37 ± 0,17	7,61 ± 0,17	6,64 ± 0,17	
	Potasio (mg/L)	2015	I	3,15 ± 0,36	3,26 ± 0,36	3,26 ± 0,36	0,96 ± 0,37	1,80 ± 0,37	1,90 ± 0,37	< 0,80
		2016	I	2,09 ± 0,39	2,29 ± 0,39	2,09 ± 0,39	0,89 ± 0,40	1,69 ± 0,39	1,59 ± 0,40	< 0,80
2017		I	2,77 ± 0,31	3,38 ± 0,30	3,48 ± 0,30	1,55 ± 0,31	2,16 ± 0,31	3,28 ± 0,30	< 0,80	
2018		I	1,48 ± 0,37	1,48 ± 0,37	1,48 ± 0,37	2,47 ± 0,36	1,29 ± 0,37	1,68 ± 0,37	< 0,80	
2015		II	2,14 ± 0,19	2,14 ± 0,19	1,94 ± 0,19	0,94 ± 0,19	1,54 ± 0,19	1,54 ± 0,19	< 0,80	
2016		II	1,56 ± 0,36	1,37 ± 0,36	1,37 ± 0,36	1,37 ± 0,36	0,97 ± 0,37	1,96 ± 0,36	< 0,80	
2017		II	2,11 ± 0,20	2,21 ± 0,20	2,11 ± 0,20	1,71 ± 0,21	1,51 ± 0,21	1,71 ± 0,21	< 0,80	
2018		II	2,31 ± 0,34	2,12 ± 0,34	2,12 ± 0,34	1,72 ± 0,34	1,72 ± 0,34	1,92 ± 0,34	< 0,80	
2015		III	1,54 ± 0,17	1,54 ± 0,17	1,74 ± 0,17	1,15 ± 0,17	1,54 ± 0,17	1,54 ± 0,17	< 0,80	
2016		III	2,39 ± 0,17	2,19 ± 0,17	2,19 ± 0,17	1,16 ± 0,17	1,37 ± 0,17	1,37 ± 0,17	< 0,80	
2017		III	2,34 ± 0,24	2,64 ± 0,24	2,34 ± 0,24	2,44 ± 0,24	1,94 ± 0,24	1,94 ± 0,24	< 0,80	
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)		2015	I	94,7	96,3	83,7	78,9	68,8	84,6	87,8
	2016	I	99,1 ± 0,0	99,90 ± 0,06	87,9 ± 0,0	70,6 ± 0,06	77,2 ± 0,12	90,6 ± 0,0	94,10 ± 0,06	
	2017	I	102,0 ± 1,7	100,3 ± 0,6	90,3 ± 0,6	49,0 ± 1,0	61,7 ± 0,6	97,7 ± 0,6	111,3 ± 0,6	
	2018	I	84,8 ± 3,4	66,7 ± 2,7	71,6 ± 2,9	53,3 ± 2,1	60,5 ± 2,4	83,5 ± 3,3	56,5 ± 2,3	
	2015	II	51,5 ± 3,1	54,4 ± 1,5	42,8 ± 1,7	60,3 ± 4,7	69,17 ± 3,8	70,6 ± 2,7	57,8 ± 3,1	
	2016	II	55,10 ± 2,25	58,90 ± 0,72	62,17 ± 1,88	29,0 ± 0,6	54,3 ± 1,5	49,7 ± 0,2	62,43 ± 3,93	
	2017	II	93,4 ± 3,2	88,5 ± 3,2	89,7 ± 3,2	29,1 ± 1,2	75,4 ± 3,0	88,4 ± 3,5	88,2 ± 3,2	
	2018	II	79,1 ± 3,2	79,4 ± 3,2	62,1 ± 2,5	23,0 ± 0,9	63,3 ± 2,5	81,7 ± 3,3	84,2 ± 3,4	
	2015	III	59,9 ± 0,14	53,97 ± 0,25	50,25 ± 1,4	52,83 ± 0,11	59,0 ± 5,9	57,83 ± 0,11	56,93 ± 0,11	
2016	III	84,4 ± 0,98	73,3 ± 0,20	46,1 ± 7,44	41,0 ± 0,5	71,3 ± 0,4	85,8 ± 0,4	85,1 ± 0,32		

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Sólidos sedimentables (mg/L)	2017	III	87,9 ± 3,2	84,0 ± 3,2	54,8 ± 3,2	21,1 ± 0,8	64,7 ± 2,6	84,0 ± 3,4	86,3 ± 3,2
	2015	I	-	-	< 0,1	-	< 0,1	-	-
	2015	II	-	< 0,1	< 0,1	< 0,10	< 0,10	-	-
	2015	III	-	0,550 ± 0,060	0,700 ± 0,062	< 0,1	< 0,1	-	-
Sustancias activas al azul de metileno (mg/L)	2015	I	-	-	< 0,078	-	< 0,078	-	-
	2016	I	-	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	-	-
	2017	I	-	< 0,078	< 0,078	0,189 ± 0,076	< 0,078	-	-
	2018	I	< 0,078	0,087 ± 0,054	0,079 ± 0,054	0,131 ± 0,058	< 0,078	0,244 ± 0,073	< 0,078
	2015	II	-	< 0,078	< 0,078	0,176 ± 0,098	< 0,078	-	-
	2016	II	-	0,090 ± 0,073	< 0,078	0,085 ± 0,073	< 0,078	-	-
	2017	II	< 0,078	< 0,078	< 0,078	0,40 ± 0,11	0,200 ± 0,084	-	< 0,078
	2018	II	-	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	-	-
	2015	III	-	< 0,078	< 0,078	0,082 ± 0,047	< 0,078	-	-
Sólidos disueltos totales (mg/L)	2017	III	0,096 ± 0,043	< 0,078	< 0,078	< 0,078	< 0,078	0,091 ± 0,042	< 0,078
	2015	I	-	-	128,2 ± 3,7	-	110,1 ± 3,4	-	-
	2015	II	-	92,6 ± 3,1	84,2 ± 3,0	83,3 ± 3,0	107,6 ± 3,4	-	-
	2015	III	-	81,9 ± 3,2	103,0 ± 3,5	92,2 ± 3,2	108,0 ± 3,6	-	-
Sodio (mg/L)	2015	I	6,84 ± 0,29	12,79 ± 0,32	12,58 ± 0,31	3,56 ± 0,30	7,04 ± 0,29	3,97 ± 0,29	2,02 ± 0,30
	2016	I	5,631 ± 0,075	8,649 ± 0,087	8,347 ± 0,085	3,417 ± 0,071	5,631 ± 0,075	3,820 ± 0,071	1,808 ± 0,070
	2017	I	7,14 ± 0,28	14,07 ± 0,32	13,97 ± 0,32	3,63 ± 0,29	8,35 ± 0,29	4,83 ± 0,29	2,12 ± 0,30
	2018	I	3,10 ± 0,23	3,69 ± 0,23	3,99 ± 0,22	1,92 ± 0,23	2,51 ± 0,23	2,71 ± 0,23	1,33 ± 0,24
	2015	II	4,972 ± 0,085	8,134 ± 0,095	7,047 ± 0,091	3,292 ± 0,082	4,972 ± 0,085	3,687 ± 0,082	1,415 ± 0,082
	2016	II	4,36 ± 0,27	4,76 ± 0,27	4,66 ± 0,27	2,74 ± 0,27	2,94 ± 0,27	2,94 ± 0,27	1,73 ± 0,28
	2017	II	4,98 ± 0,48	7,74 ± 0,47	7,54 ± 0,47	3,40 ± 0,49	4,98 ± 0,48	3,60 ± 0,48	1,83 ± 0,50
	2018	II	3,84 ± 0,38	5,46 ± 0,37	5,46 ± 0,37	3,03 ± 0,38	5,16 ± 0,37	3,23 ± 0,38	1,81 ± 0,39
	2015	III	3,31 ± 0,21	4,30 ± 0,21	4,50 ± 0,21	3,31 ± 0,21	4,90 ± 0,21	3,71 ± 0,21	1,73 ± 0,22

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
	2016	III	5,17 ± 0,17	7,88 ± 0,17	7,98 ± 0,17	3,36 ± 0,17	4,97 ± 0,17	3,46 ± 0,17	1,76 ± 0,18
	2017	III	4,47 ± 0,28	6,28 ± 0,27	4,97 ± 0,28	3,27 ± 0,28	5,58 ± 0,28	4,07 ± 0,28	1,86 ± 0,29
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2015	I	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5
	2016	I	< 5,5	< 5,5	< 5,5	< 5,5	12,0 ± 1,2	< 5,5	< 5,5
	2017	I	< 5,5	6,3 ± 1,1	9,3 ± 1,1	10,7 ± 1,2	5,7 ± 1,1	6,3 ± 1,1	14,9 ± 1,3
	2018	I	16,1 ± 1,3	65,3 ± 3,2	85,5 ± 4,2	11,9 ± 1,2	188,2 ± 8,8	48,1 ± 2,5	12,2 ± 1,2
	2015	II	< 5,5	15,0 ± 1,3	10,4 ± 1,2	< 5,5	5,7 ± 1,1	< 5,5	10,1 ± 1,2
	2016	II	10,4 ± 1,2	13,5 ± 1,2	17,3 ± 1,3	< 5,5	705 ± 33	63,6 ± 3,1	41,6 ± 2,2
	2017	II	< 5,5	< 5,5	< 5,5	6,5 ± 1,1	16,7 ± 1,3	37,8 ± 2	< 5,5
	2018	II	14,40 ± 0,75	60,20 ± 0,28	107,10 ± 0,28	< 5,5	11,80 ± 0,28	10,20 ± 0,55	6,30 ± 0,28
	2015	III	22,8 ± 1,5	168,4 ± 8,1	206,4 ± 9,8	< 5,5	9,0 ± 2,2	< 5,5	< 5,5
	2016	III	9,3 ± 1,1	< 5,5	6,4 ± 1,1	< 5,5	10,8 ± 1,2	< 5,5	6,3 ± 1,1
	2017	III	13,4 ± 1,2	62,3 ± 3,1	84,6 ± 4,0	8,7 ± 1,1	7,9 ± 1,1	< 5,5	< 5,5
	Sulfatos (mg/L)	2015	I	4,79 ± 0,25	5,81 ± 0,26	6,06 ± 0,26	0,53 ± 0,25	1,61 ± 0,25	0,71 ± 0,13
2016		I	3,10 ± 0,24	3,55 ± 0,25	3,18 ± 0,24	0,61 ± 0,25	1,33 ± 0,25	1,40 ± 0,25	0,63 ± 0,25
2017		I	5,29 ± 0,22	6,84 ± 0,23	6,69 ± 0,23	0,55 ± 0,22	1,93 ± 0,21	0,80 ± 0,22	0,95 ± 0,22
2018		I	1,93 ± 0,24	2,51 ± 0,24	2,58 ± 0,24	2,05 ± 0,24	1,76 ± 0,24	1,16 ± 0,24	1,14 ± 0,24
2015		II	2,92 ± 0,27	3,14 ± 0,27	3,20 ± 0,27	0,62 ± 0,28	1,17 ± 0,28	0,73 ± 0,28	0,97 ± 0,28
2016		II	1,86 ± 0,28	2,20 ± 0,28	2,20 ± 0,28	1,63 ± 0,28	1,84 ± 0,28	1,90 ± 0,28	0,94 ± 0,29
2017		II	2,6 ± 0,1	3,1 ± 0,1	2,9 ± 0,1	0,68 ± 0,03	1,67 ± 0,07	1,75 ± 0,07	1,35 ± 0,05
2018		II	3,98 ± 0,21	4,33 ± 0,21	4,39 ± 0,21	1,27 ± 0,21	2,28 ± 0,20	1,69 ± 0,20	1,12 ± 0,21
2015		III	2,138 ± 0,049	2,491 ± 0,050	2,844 ± 0,051	0,596 ± 0,053	1,193 ± 0,053	0,696 ± 0,053	0,616 ± 0,048
2016		III	3,383 ± 0,098	3,72 ± 0,10	3,577 ± 0,100	0,668 ± 0,092	1,351 ± 0,091	0,882 ± 0,091	1,078 ± 0,091
2017	III	3,43 ± 0,25	4,53 ± 0,25	3,73 ± 0,25	0,97 ± 0,25	1,90 ± 0,25	0,98 ± 0,25	1,29 ± 0,25	
Temperatura (°C)	2015	I	24,57 ± 0,30	26,04 ± 0,30	26,31 ± 0,30	26,04 ± 0,30	26,14 ± 0,30	25,22 ± 0,22	25,04 ± 0,30
	2016	I	24,03 ± 0,19	24,84 ± 0,19	24,84 ± 0,19	25,34 ± 0,19	24,53 ± 0,19	24,13 ± 0,19	24,53 ± 0,19
	2017	I	23,50 ± 0,13	25,50 ± 0,13	25,70 ± 0,13	25,70 ± 0,13	26,30 ± 0,13	24,10 ± 0,13	22,90 ± 0,13

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
	2018	I	23,00 ± 0,13	23,60 ± 0,13	23,60 ± 0,13	24,10 ± 0,13	24,00 ± 0,13	23,05 ± 0,13	23,40 ± 0,13
	2015	II	25,17 ± 0,22	25,57 ± 0,22	25,72 ± 0,22	26,93 ± 0,22	26,02 ± 0,22	25,97 ± 0,22	25,37 ± 0,22
	2016	II	26,10 ± 0,13	27,15 ± 0,13	28,75 ± 0,13	26,10 ± 0,13	25,70 ± 0,13	24,55 ± 0,13	26,40 ± 0,13
	2017	II	24,40 ± 0,13	25,30 ± 0,13	25,10 ± 0,13	26,00 ± 0,13	25,20 ± 0,13	24,9 ± 0,13	24,10 ± 0,13
	2018	II	24,60 ± 0,13	25,90 ± 0,13	26,00 ± 0,13	27,10 ± 0,13	26,40 ± 0,13	26,70 ± 0,13	24,60 ± 0,13
	2015	III	24,94 ± 0,19	25,19 ± 0,19	25,19 ± 0,19	26,84 ± 0,19	26,64 ± 0,19	26,94 ± 0,19	25,54 ± 0,19
	2016	III	24,30 ± 0,13	25,60 ± 0,13	26,10 ± 0,13	26,85 ± 0,13	27,10 ± 0,13	26,20 ± 0,13	24,20 ± 0,13
	2017	III	24,40 ± 0,13	25,70 ± 0,13	25,70 ± 0,13	26,00 ± 0,13	25,70 ± 0,13	25,10 ± 0,13	26,00 ± 0,13
Turbiedad (UNT)	2015	I	-	-	1,630 ± 0,089	-	2,49 ± 0,14	-	-
	2016	I	0,957 ± 0,053	1,607 ± 0,088	2,11 ± 0,11	1,587 ± 0,087	5,58 ± 0,30	2,88 ± 0,16	4,94 ± 0,27
	2017	I	1,833 ± 0,100	1,96 ± 0,11	2,13 ± 0,12	2,35 ± 0,13	2,92 ± 0,16	2,11 ± 0,11	6,00 ± 0,32
	2018	I	11,93 ± 0,65	67,7 ± 3,7	80,2 ± 4,3	29,8 ± 1,6	185 ± 10	55,6 ± 3,0	27,9 ± 1,5
	2015	II	-	12,07 ± 0,65	8,72 ± 0,47	3,66 ± 0,20	6,39 ± 0,35	-	-
	2016	II	30,6 ± 1,7	9,24 ± 0,50	9,42 ± 0,51	3,87 ± 0,21	694 ± 38	88,4 ± 4,8	52,3 ± 2,8
	2017	II	3,70 ± 0,20	4,21 ± 0,23	4,51 ± 0,24	0,830 ± 0,046	13,80 ± 0,75	55,7 ± 3,0	8,42 ± 0,46
	2018	II	63,1 ± 3,4	30,8 ± 1,7	7,74 ± 0,42	2,60 ± 0,14	7,41 ± 0,40	17,63 ± 0,96	5,56 ± 0,30
	2015	III	-	35,9 ± 1,9	34,0 ± 1,8	3,24 ± 0,18	4,83 ± 0,26	-	-
	2016	III	6,79 ± 0,37	5,77 ± 0,31	7,94 ± 0,43	0,773 ± 0,043	9,55 ± 0,52	5,08 ± 0,28	16,50 ± 0,90
2017	III	8,16 ± 0,44	86,8 ± 4,7	104,7 ± 5,8	3,36 ± 0,18	12,23 ± 0,66	2,95 ± 0,16	15,30 ± 0,83	
Arsénico (mg/L)	2015	I	0,000315 ± 0,000023	0,000892 ± 0,000026	0,000810 ± 0,000025	< 0,00017	0,000310 ± 0,000023	< 0,00017	< 0,00017
	2016	I	0,000172 ± 0,000023	0,000482 ± 0,000032	0,000516 ± 0,000034	0,000046 ± 0,000022	0,000201 ± 0,000024	0,000075 ± 0,000022	0,000037 ± 0,000022
	2018	I	0,000108 ± 0,000029	0,000215 ± 0,000031	0,000222 ± 0,000031	< 0,00010	0,000118 ± 0,000030	0,000106 ± 0,000029	< 0,00010
	2015	II	< 0,00021	0,000453 ± 0,000031	0,000359 ± 0,000031	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
	2016	II	0,000186 ± 0,000033	0,000335 ± 0,000036	0,000283 ± 0,000035	< 0,00010	0,000528 ± 0,000041	0,000167 ± 0,000033	< 0,00010
	2017	II	0,000160 ± 0,000051	0,000416 ± 0,000054	0,000396 ± 0,000054	< 0,00010	0,000175 ± 0,000051	< 0,00010	< 0,00010
	2015	III	0,000 115 ± 0,000 013	0,000 298 ± 0,000 013	0,000 235 ± 0,000 013	< 0,000 097	0,000 158 ± 0,000 013	< 0,000 097	< 0,000 097
	2016	III	0,000 196 ± 0,000 021	0,000 483 ± 0,000 030	0,000 439 ± 0,000 029	< 0,000 10	0,000 208 ± 0,000 021	< 0,000 10	< 0,00010
	2017	I	0,00019 ± 0,00011	0,00073 ± 0,00012	0,00067 ± 0,00012	< 0,00010	0,00027 ± 0,00011	< 0,00010	< 0,00010
	2017	III	0,000154 ± 0,000025	0,000236 ± 0,000027	0,000205 ± 0,000026	< 0,00010	0,000171 ± 0,000025	< 0,00010	< 0,00010
Bromuro (mg/L)	2015	I	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	II	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	III	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cadmio (mg/L)	2015	I	-	-	< 0,00015	-	< 0,00015	-	-
	2016	I	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050	< 0,000050
	2015	II	-	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	-	-
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,000115 ± 0,000024	< 0,00010	< 0,00010
	2017	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	III	-	< 0,000 080	< 0,000 080	< 0,000 080	< 0,000 080	-	-
	2016	III	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2018	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
2017	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	
Cobre (mg/L)	2015	I	0,002983 ± 0,000040	0,001299 ± 0,000022	0,001828 ± 0,000027	0,001038 ± 0,000020	0,001088 ± 0,000021	0,001095 ± 0,000021	0,001084 ± 0,000021
	2016	I	0,000988 ±	0,000977 ±	0,001025 ±	0,000501 ±	0,001123 ±	0,000825 ±	0,000397 ±

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
			0,000055	0,000054	0,000056	0,000034	0,000061	0,000047	0,000030
	2015	II	0,001838 ± 0,000079	0,001626 ± 0,000076	0,001896 ± 0,000080	0,001668 ± 0,000077	0,001202 ± 0,000071	0,000893 ± 0,000069	0,001868 ± 0,000079
	2016	II	0,00219 ± 0,00012	0,00249 ± 0,00013	0,00254 ± 0,00014	0,001099 ± 0,000067	0,0329 ± 0,0017	0,00510 ± 0,00027	0,00264 ± 0,00014
	2015	III	0,002 180 ± 0,000 026	0,005 844 ± 0,000 038	0,007 040 ± 0,000 043	0,001 253 ± 0,000 025	0,000 813 ± 0,000 025	0,000 778 ± 0,000 025	0,000 601 ± 0,000 025
	2016	III	0,004 40 ± 0,000 22	0,001 213 ± 0,000 066	0,001 210 ± 0,000 066	0,000 843 ± 0,000 049	0,001 822 ± 0,000 095	0,000 868 ± 0,000 050	0,000 959 ± 0,000 054
	2017	I	0,00129 ± 0,00014	0,00106 ± 0,00013	0,00123 ± 0,00014	0,00092 ± 0,00013	0,00107 ± 0,00013	0,00117 ± 0,00013	0,00121 ± 0,00013
	2018	I	0,001288 ± 0,000073	0,00299 ± 0,00016	0,00351 ± 0,00018	0,001599 ± 0,000088	0,00590 ± 0,00030	0,00382 ± 0,00020	0,001638 ± 0,000090
	2017	II	0,001134 ± 0,000091	0,000971 ± 0,000086	0,001059 ± 0,000088	0,001038 ± 0,000088	0,00184 ± 0,00012	0,00295 ± 0,00017	0,000618 ± 0,000077
	2017	III	0,00276 ± 0,00014	0,00540 ± 0,00028	0,00722 ± 0,00037	0,001179 ± 0,000066	0,001266 ± 0,000070	0,000480 ± 0,000037	0,000919 ± 0,000054
Cromo (mg/L)	2015	I	-	-	0,000550 ± 0,000026	-	0,000475 ± 0,000025	-	-
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	-	0,000311 ± 0,000029	0,000293 ± 0,000029	0,000280 ± 0,000029	0,000324 ± 0,000029	-	-
	2016	II	< 0,00010	0,000130 ± 0,000035	0,000161 ± 0,000035	< 0,00010	0,000490 ± 0,000042	0,000127 ± 0,000035	0,000103 ± 0,000034
	2015	III	-	0,000 347 ± 0,000 028	0,000 244 ± 0,000 028	< 0,000 20	< 0,000 20	-	-
	2016	III	0,000 125 ± 0,000 033	< 0,000 10	< 0,000 10	< 0,000 10	0,000 113 ± 0,000 033	< 0,000 10	< 0,000 10
	2017	I	0,00022 ±	0,00025 ±	0,00028 ±	0,00023 ±	0,00026 ±	0,00025 ±	0,00027 ±

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
			0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011
	2018	I	0,000113 ± 0,000052	0,000140 ± 0,000052	0,000129 ± 0,000052	0,000170 ± 0,000052	0,000171 ± 0,000052	0,000121 ± 0,000052	0,000127 ± 0,000052
	2017	II	0,000186 ± 0,000084	0,000186 ± 0,000084	0,000169 ± 0,000083	0,000188 ± 0,000084	0,000189 ± 0,000084	0,000209 ± 0,000084	0,000165 ± 0,000083
	2017	III	< 0,00010	0,000103 ± 0,000047	0,000150 ± 0,000047	< 0,00010	0,000103 ± 0,000047	< 0,00010	< 0,00010
	2015	I	-	-	0,2522 ± 0,0065	-	0,3430 ± 0,0088	-	-
	2016	I	0,0957 ± 0,0055	0,1731 ± 0,0091	0,212 ± 0,011	0,1378 ± 0,0072	0,457 ± 0,024	0,1415 ± 0,0074	0,0975 ± 0,0056
	2015	II	-	0,411 ± 0,013	0,531 ± 0,016	1,018 ± 0,031	0,561 ± 0,017	-	-
	2016	II	0,321 ± 0,019	0,389 ± 0,022	0,447 ± 0,026	0,0824 ± 0,0048	5,05 ± 0,29	0,578 ± 0,033	0,261 ± 0,015
	2015	III	-	1,039 ± 0,025	0,855 ± 0,021	0,983 ± 0,024	0,428 ± 0,011	-	-
	2016	III	0,357 ± 0,021	0,309 ± 0,019	0,364 ± 0,022	0,144 9 ± 0,008 7	0,604 ± 0,032	0,193 ± 0,012	0,155 6 ± 0,009 4
	2017	III	0,397 ± 0,022	0,913 ± 0,051	1,173 ± 0,065	0,263 ± 0,015	0,539 ± 0,030	0,0548 ± 0,0028	0,1354 ± 0,0075
	2017	I	0,1093 ± 0,0075	0,258 ± 0,014	0,322 ± 0,017	0,189 ± 0,010	0,0534 ± 0,0037	0,1494 ± 0,0079	0,1786 ± 0,0094
	2018	I	0,272 ± 0,014	0,481 ± 0,026	0,551 ± 0,029	0,206 ± 0,011	0,936 ± 0,050	0,448 ± 0,024	0,783 ± 0,042
	2017	II	0,1893 ± 0,0099	0,258 ± 0,013	0,289 ± 0,015	0,0863 ± 0,0045	0,549 ± 0,029	0,311 ± 0,016	0,1173 ± 0,0062
	2015	I	-	-	0,02975 ± 0,00050	-	0,04297 ± 0,00044	-	-
	2016	I	0,00842 ± 0,00043	0,01673 ± 0,00085	0,01641 ± 0,00083	0,0796 ± 0,0043	0,0576 ± 0,0031	0,0393 ± 0,0021	0,0201 ± 0,0010
	2015	II	-	0,0522 ±	0,0646 ± 0,0023	0,3876 ±	0,0639 ± 0,0023	-	-
Hierro (mg/L)									
Manganeso (mg/L)									

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
				0,0018		0,0063			
	2016	II	0,0384 ± 0,0021	0,0661 ± 0,0037	0,0715 ± 0,0039	0,0318 ± 0,0018	1,172 ± 0,062	0,293 ± 0,016	0,1308 ± 0,0072
	2015	III	-	0,160 47 ± 0,000 91	0,174 87 ± 0,001 00	0,219 3 ± 0,001 2	0,055 13 ± 0,000 35	-	-
	2016	III	0,042 7 ± 0,002 2	0,036 3 ± 0,001 8	0,041 4 ± 0,002 1	0,079 2 ± 0,004 0	0,071 3 ± 0,003 6	0,033 2 ± 0,001 7	0,040 7 ± 0,002 1
	2017	I	0,0177 ± 0,0012	0,0289 ± 0,0020	0,0378 ± 0,0021	0,0783 ± 0,0044	0,0322 ± 0,0022	0,0275 ± 0,0019	0,0382 ± 0,0021
	2018	I	0,0297 ± 0,0015	0,0830 ± 0,0042	0,0866 ± 0,0043	0,0652 ± 0,0033	0,1893 ± 0,0095	0,1939 ± 0,0097	0,1010 ± 0,0051
	2017	II	0,01786 ± 0,00091	0,0253 ± 0,0013	0,0320 ± 0,0016	0,0263 ± 0,0013	0,0684 ± 0,0035	0,0819 ± 0,0042	0,0206 ± 0,0011
	2017	III	0,0421 ± 0,0021	0,1502 ± 0,0075	0,210 ± 0,011	0,0908 ± 0,0046	0,0550 ± 0,0028	0,000578 ± 0,000051	0,01918 ± 0,00096
Mercurio (mg/L)	2015	I	-	-	< 0,000020	-	< 0,000020	-	-
	2016	I	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2015	II	-	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	-	-
	2016	II	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,0000123 ± 0,0000052
	2015	III	-	< 0,000044	< 0,000 044	< 0,000 044	< 0,000 044	-	-
	2016	III	< 0,000 010	< 0,0000 10	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010	< 0,000 010
	2017	I	< 0,000010	0,000101 ± 0,000012	0,000013 ± 0,000011	0,000907 ± 0,000051	0,000064 ± 0,000011	0,000026 ± 0,000011	0,000012 ± 0,000011
	2018	I	0,000039 ± 0,000011	0,000135 ± 0,000013	0,000082 ± 0,000011	0,000099 ± 0,000012	0,000050 ± 0,000011	0,000072 ± 0,000011	0,000142 ± 0,000013
	2017	II	0,0000213 ± 0,0000027	0,0000209 ± 0,0000026	0,0000193 ± 0,0000026	0,0000245 ± 0,0000027	0,0000222 ± 0,0000027	0,0000265 ± 0,0000028	0,0000208 ± 0,0000026
2017	III	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,0000107 ±	< 0, 000010	

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
								0,0000032	
Níquel (mg/L)	2015	I	-	-	0,000279 ± 0,000025	-	< 0,00019	-	-
	2016	I	0,000117 ± 0,000029	0,000114 ± 0,000029	0,000140 ± 0,000029	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2018	I	< 0,00010	0,000101 ± 0,000039	0,000117 ± 0,000040	0,000106 ± 0,000039	0,000131 ± 0,000040	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	-	0,000292 ± 0,000031	< 0,00022	0,000284 ± 0,000031	0,000380 ± 0,000031	-	-
	2016	II	0,000139 ± 0,000028	0,000169 ± 0,000029	0,000177 ± 0,000029	< 0,00010	0,000526 ± 0,000038	0,000146 ± 0,000029	0,000102 ± 0,000028
	2017	II	0,000112 ± 0,000037	0,000125 ± 0,000037	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2015	III	-	0,000 193 ± 0,000 019	0,000 196 ± 0,000 019	< 0,000 13	< 0,000 13	-	-
	2016	III	0,000 195 ± 0,000 029	0,000 114 ± 0,000 028	0,000 108 ± 0,000 028	0,000 104 ± 0,000 028	0,000 111 ± 0,000 028	< 0,000 10	0,000 117 ± 0,000 028
	2017	III	0,000286 ± 0,000048	0,000170 ± 0,000047	0,00262 ± 0,00014	0,000140 ± 0,000046	< 0,00010	< 0,00010	0,000233 ± 0,000047
Plomo (mg/L)	2015	I	-	-	0,000514 ± 0,000064	-	0,001685 ± 0,000072	-	-
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	0,00224 ± 0,00015	< 0,00010	0,00160 ± 0,00012	< 0,00010	0,000104 ± 0,000078
	2015	II	-	0,000994 ± 0,000032	0,001750 ± 0,000036	0,001064 ± 0,000032	0,006288 ± 0,000088	-	-
	2016	II	0,00099 ± 0,00011	0,00105 ± 0,00012	0,00126 ± 0,00012	0,00099 ± 0,00011	0,00525 ± 0,00030	0,00133 ± 0,00012	0,00129 ± 0,00012
	2015	III	-	0,001 192 ±	0,001 070 ±	0,000 919 ±	0,000 883 ±	-	-

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
				0,000 065	0,000 064	0,000 063	0,000 063		
	2016	III	0,000 753 ± 0,000 088	0,000 724 ± 0,000 087	0,000 805 ± 0,000 089	0,000 708 ± 0,000 087	0,001 124 ± 0,000 098	0,000 715 ± 0,000 087	0,000 794 ± 0,000 089
	2017	I	0,00097 ± 0,00014	0,00099 ± 0,00014	0,00097 ± 0,00014	0,00109 ± 0,00014	0,00092 ± 0,00014	0,00111 ± 0,00014	0,00120 ± 0,00014
	2018	I	< 0,00010	0,00042 ± 0,00015	0,00045 ± 0,00015	< 0,00010	0,00123 ± 0,00016	0,00027 ± 0,00015	0,00018 ± 0,00015
	2017	II	0,000209 ± 0,000090	0,000184 ± 0,000090	0,000124 ± 0,000090	0,000216 ± 0,000090	0,000240 ± 0,000090	0,000468 ± 0,000092	0,000208 ± 0,000090
	2017	III	0,001176 ± 0,000096	0,00147 ± 0,00011	0,00180 ± 0,00012	0,001152 ± 0,000095	0,001145 ± 0,000095	0,001072 ± 0,000092	0,001215 ± 0,000097
Selenio (mg/L)	2015	I	-	-	< 0,00016	-	0,000207 ± 0,000023	-	-
	2016	I	< 0,00010	0,000155 ± 0,000093	0,000113 ± 0,000092	< 0,00010	0,000156 ± 0,000093	< 0,00010	< 0,00010
	2015	II	-	0,000681 ± 0,000092	0,000716 ± 0,000092	0,000708 ± 0,000092	0,000717 ± 0,000092	-	-
	2016	II	0,000177 ± 0,000084	0,000188 ± 0,000084	0,000198 ± 0,000084	0,000185 ± 0,000084	0,000710 ± 0,000092	0,000300 ± 0,000085	0,000148 ± 0,000084
	2015	III	-	0,000 545 ± 0,000 043	0,000 530 ± 0,000 043	0,000 429 ± 0,000 043	0,000 468 ± 0,000 043	-	-
	2016	III	0,000 335 ± 0,000 086	0,000 375 ± 0,000 086	0,000 358 ± 0,000 086	0,000 580 ± 0,000 077	0,000 364 ± 0,000 086	0,000 339 ± 0,000 086	0,000 347 ± 0,000 086
	2017	I	0,00051 ± 0,00014	0,00056 ± 0,00014	0,00074 ± 0,00014	0,00060 ± 0,00014	0,00057 ± 0,00014	0,00059 ± 0,00014	0,00052 ± 0,00014
	2018	I	< 0,00010	0,000170 ± 0,000044	< 0,00010	0,000146 ± 0,000044	0,000182 ± 0,000044	0,000172 ± 0,000044	< 0,00010
	2017	II	0,000498 ± 0,000058	0,000556 ± 0,000059	0,000498 ± 0,000058	0,000552 ± 0,000059	0,000565 ± 0,000059	0,000628 ± 0,000061	0,000482 ± 0,000057

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
	2017	III	< 0,00010	0,000138 ± 0,000039	0,000145 ± 0,000039	< 0,00010	< 0,00010	0,000105 ± 0,000039	< 0,00010
Zinc (mg/L)	2015	I	-	-	0,00761 ± 0,00057	-	0,01210 ± 0,00076	-	-
	2016	I	0,00126 ± 0,00072	< 0,00030	0,00618 ± 0,00077	< 0,00030	0,00210 ± 0,00072	0,00151 ± 0,00072	< 0,00030
	2017	I	0,00379 ± 0,00032	0,00167 ± 0,00023	0,00399 ± 0,00033	0,00403 ± 0,00033	0,00413 ± 0,00034	0,00283 ± 0,00028	0,00386 ± 0,00032
	2015	II	-	0,00930 ± 0,00018	0,00542 ± 0,00012	0,01793 ± 0,00033	0,00736 ± 0,00015	-	-
	2016	II	0,0309 ± 0,0016	0,0233 ± 0,0012	0,01476 ± 0,00076	0,00537 ± 0,00028	0,0466 ± 0,0024	0,01180 ± 0,00061	0,0299 ± 0,0015
	2015	III	-	0,009 060 ± 0,000 090	0,010 689 ± 0,000 091	0,003 386 ± 0,000 093	0,002 642 ± 0,000 094	-	-
	2016	III	0,020 5 ± 0,001 1	0,009 40 ± 0,000 52	0,005 13 ± 0,000 29	0,009 12 ± 0,000 50	0,003 33 ± 0,000 19	0,006 93 ± 0,000 38	0,009 45 ± 0,000 52
	2018	I	0,00981 ± 0,00053	0,00642 ± 0,00035	0,01136 ± 0,00061	0,01037 ± 0,00056	0,01095 ± 0,00059	0,00435 ± 0,00025	0,00884 ± 0,00048
	2017	II	0,01745 ± 0,00088	0,01184 ± 0,00060	0,00660 ± 0,00035	0,00679 ± 0,00035	0,00583 ± 0,00031	0,00536 ± 0,00029	0,00719 ± 0,00037
	2017	III	0,00970 ± 0,00068	0,00820 ± 0,00063	0,0237 ± 0,0013	0,01730 ± 0,00098	0,01298 ± 0,00080	0,00484 ± 0,00054	0,01268 ± 0,00079

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Q: Quebrada. R: Río.



Anexo 4. Parámetros físico-químicos y residuos de metales en las muestras de agua subterránea

Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
Alcalinidad total (mg/L)	2015	I	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5
	2015	II	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5
	2015	I	8,13 ± 0,72	106,9 ± 1,5	59,2 ± 1,0	72,0 ± 1,1	91,8 ± 1,3	63,9 ± 1,1	70,9 ± 1,1	30,78 ± 0,81	96,4 ± 1,4	21,49 ± 0,76
	2015	II	9,15 ± 0,71	102,94 ± 1,43	58,33 ± 1,00	67,5 ± 1,1	88,1 ± 1,3	64,1 ± 1,0	69,8 ± 1,1	11,44 ± 0,72	68,6 ± 1,1	22,30 ± 0,75
Amonio (mg/L)	2015	I	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
	2015	II	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Calcio (mg/L)	2015	I	4,01 ± 0,50	17,23 ± 0,66	13,63 ± 0,60	19,24 ± 0,69	16,83 ± 0,65	13,63 ± 0,60	14,03 ± 0,61	4,41 ± 0,50	10,82 ± 0,56	3,21 ± 0,50
	2015	II	3,27 ± 0,51	19,62 ± 0,69	13,08 ± 0,60	15,53 ± 0,63	16,35 ± 0,64	13,90 ± 0,61	13,90 ± 0,61	< 2,1	9,81 ± 0,56	4,09 ± 0,51
	2016	I	< 5,0	18,44 ± 0,67	12,82 ± 0,59	16,83 ± 0,65	15,23 ± 0,62	14,43 ± 0,61	13,63 ± 0,60	8,02 ± 0,53	12,42 ± 0,58	10,82 ± 0,56
	2016	II	< 5,0	18,89 ± 0,60	14,17 ± 0,52	17,32 ± 0,58	15,74 ± 0,55	13,38 ± 0,51	12,99 ± 0,50	8,66 ± 0,45	11,81 ± 0,49	7,08 ± 0,43
	2016	III	< 2,0	19,24 ± 0,69	14,03 ± 0,60	18,04 ± 0,67	15,23 ± 0,62	13,23 ± 0,59	14,03 ± 0,60	6,81 ± 0,52	11,22 ± 0,57	7,21 ± 0,52
	2017	I	< 5,0	50 ± 12	33,4 ± 8,1	43 ± 10	60 ± 14	35,5 ± 8,6	33,8 ± 1,5	16,9 ± 1,3	30,8 ± 1,5	22,8 ± 1,4
Carbono Orgánico Total (mg/L)	2015	I	0,189 ± 0,020	0,804 ± 0,028	0,549 ± 0,023	0,778 ± 0,028	2,035 ± 0,093	0,809 ± 0,028	0,324 ± 0,020	0,217 ± 0,020	0,343 ± 0,020	0,173 ± 0,020
	2015	II	0,3073 ± 0,0099	0,556 ± 0,013	0,341 ± 0,010	0,404 ± 0,011	0,420 ± 0,011	0,430 ± 0,011	0,1886 ± 0,0095	0,1132 ± 0,0096	0,325 ± 0,010	0,1786 ± 0,0095
Cloruros (mg/L)	2015	I	1,90 ± 0,19	2,47 ± 0,19	4,35 ± 0,22	3,67 ± 0,21	2,34 ± 0,19	3,37 ± 0,20	4,84 ± 0,23	2,76 ± 0,19	2,50 ± 0,19	2,75 ± 0,19
	2015	II	2,00 ± 0,27	2,44 ± 0,27	3,29 ± 0,28	3,60 ± 0,28	2,28 ± 0,27	2,99 ± 0,28	3,30 ± 0,28	2,24 ± 0,27	2,98 ± 0,28	2,68 ± 0,27
	2016	I	1,84 ± 0,49	2,46 ± 0,49	< 0,10	2,24 ± 0,49	3,30 ± 0,50	3,25 ± 0,49	4,10 ± 0,50	2,98 ± 0,49	2,24 ± 0,49	2,33 ± 0,49
	2016	II	1,72 ± 0,47	2,57 ± 0,47	4,00 ± 0,48	2,37 ± 0,47	3,39 ± 0,47	2,82 ± 0,47	3,51 ± 0,48	2,71 ± 0,47	2,21 ± 0,47	2,19 ± 0,47
	2016	III	2,03 ± 0,11	2,93 ± 0,12	4,33 ± 0,13	2,59 ± 0,12	4,33 ± 0,13	3,26 ± 0,12	5,13 ± 0,15	3,15 ± 0,12	2,82 ± 0,12	2,74 ± 0,12
	2017	I	1,79 ± 0,36	2,89 ± 0,36	4,06 ± 0,36	2,72 ± 0,36	3,90 ± 0,36	3,24 ± 0,36	3,85 ± 0,36	3,12 ± 0,36	12,4 ± 1,1	2,32 ± 0,36
Color (CU)	2015	I	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5,0 ± 2,9	< 5	5,0 ± 2,9
	2015	II	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5,0 ± 2,9	< 5	< 5
Conductividad (µS/cm)	2015	I	40,72 ± 0,58	176,9 ± 1,5	134,2 ± 1,2	149,0 ± 1,3	158,9 ± 1,4	134,0 ± 1,2	141,2 ± 1,2	65,75 ± 0,58	164,3 ± 1,4	58,90 ± 0,52
	2015	II	37,11 ± 0,53	158,4 ± 1,4	114,55 ± 0,99	129,6 ± 1,1	140,1 ± 1,2	123,7 ± 1,1	123,9 ± 1,1	27,90 ± 0,40	117,5 ± 1,0	53,30 ± 0,47
	2016	I	42,34 ± 0,60	176,9 ± 1,5	132,8 ± 1,1	161,3 ± 1,4	151,5 ± 1,3	135,0 ± 1,2	138,3 ± 1,2	93,55 ± 0,81	190,2 ± 1,6	119,4 ± 1,0
	2016	II	42,60 ± 0,61	177,7 ± 1,5	142,1 ± 1,2	163,7 ± 1,4	156,9 ± 1,4	135,3 ± 1,2	134,5 ± 1,2	94,65 ± 0,82	180,9 ± 1,6	83,45 ± 0,73
	2016	III	43,17 ± 0,61	184,2 ± 1,6	132,1 ± 1,1	161,7 ± 1,4	154,0 ± 1,3	134,1 ± 1,2	146,5 ± 1,3	75,80 ± 0,66	183,6 ± 1,6	87,80 ± 0,76
	2017	I	43,05 ± 0,61	180,5 ± 1,6	130,6 ± 1,1	164,2 ± 1,4	152,6 ± 1,3	135,9 ± 1,2	136,5 ± 1,2	75,45 ± 0,66	221,0 ± 1,9	101,90 ±

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
												0,88
Dureza Total (mg/L)	2015	I	19,0 ± 1,3	70,1 ± 1,9	44,0 ± 1,5	64,1 ± 1,8	68,1 ± 1,9	52,0 ± 1,6	58,1 ± 1,7	28,0 ± 1,4	60,1 ± 1,8	20,0 ± 1,3
	2015	II	14,3 ± 1,3	83,7 ± 2,1	57,2 ± 1,7	61,3 ± 1,8	69,4 ± 1,9	55,1 ± 1,7	55,1 ± 1,7	12,3 ± 1,3	49,0 ± 1,6	20,4 ± 1,3
	2016	I	11,0 ± 1,3	75,1 ± 2,0	52,0 ± 1,6	67,1 ± 1,9	61,1 ± 1,8	49,0 ± 1,6	57,0 ± 1,7	34,0 ± 1,4	66,1 ± 1,9	44,0 ± 1,5
	2016	II	14,7 ± 1,2	79,6 ± 2,0	60,0 ± 1,7	71,7 ± 1,9	66,8 ± 1,8	37,3 ± 1,4	52,1 ± 1,6	38,3 ± 1,4	63,9 ± 1,8	32,4 ± 1,4
	2016	III	17,0 ± 1,3	78,1 ± 2,1	54,0 ± 1,7	72,1 ± 2,0	64,1 ± 1,8	52,0 ± 1,6	58,1 ± 1,7	30,0 ± 1,4	65,1 ± 1,8	31,0 ± 1,4
	2017	I	12,7 ± 1,3	82,5 ± 2,4	58,5 ± 1,9	73,1 ± 2,2	69,0 ± 2,1	156,7 ± 4,0	57,0 ± 1,9	28,5 ± 1,5	66,5 ± 2,1	38,0 ± 1,6
Fluoruros (mg/L)	2015	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2015	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	0,16 ± 0,13	< 0,051
	2016	II	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2016	III	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051
	2017	I	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	< 0,051	0,080 ± 0,072	< 0,051	< 0,051	0,149 ± 0,071	< 0,051
Fosfatos (mg/L)	2015	I	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
	2015	II	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60
Fósforo Total (mg/L)	2015	I	< 0,0015	0,049 ± 0,012	0,074 ± 0,012	0,015 ± 0,013	0,020 ± 0,013	0,052 ± 0,012	0,039 ± 0,012	0,023 ± 0,013	0,099 ± 0,012	< 0,0015
	2015	II	0,0257 ± 0,0046	0,0376 ± 0,0046	0,0272 ± 0,0046	0,0341 ± 0,0046	0,0504 ± 0,0046	0,1046 ± 0,0048	0,0834 ± 0,0047	0,0779 ± 0,0046	0,0997 ± 0,0047	0,0602 ± 0,0046
	2016	I	0,0145 ± 0,0079	< 0,0015	0,0280 ± 0,0078	0,0235 ± 0,0078	0,0758 ± 0,0076	0,1216 ± 0,0079	0,0586 ± 0,0032	0,0327 ± 0,0078	0,1485 ± 0,0081	0,1237 ± 0,0079
	2016	II	0,0086 ± 0,0066	0,0107 ± 0,0066	0,0091 ± 0,0066	0,0793 ± 0,0065	0,0111 ± 0,0066	0,0866 ± 0,0065	0,1531 ± 0,0071	0,0246 ± 0,0065	0,0858 ± 0,0065	0,0563 ± 0,0064
	2016	III	0,031 ± 0,012	0,030 ± 0,012	0,027 ± 0,012	0,024 ± 0,012	0,023 ± 0,012	0,049 ± 0,011	0,060 ± 0,011	0,023 ± 0,012	0,084 ± 0,011	0,074 ± 0,011
	2017	I	0,0099 ± 0,0074	0,0406 ± 0,0071	0,0164 ± 0,0073	0,0379 ± 0,0071	0,0328 ± 0,0071	0,0809 ± 0,0075	0,0434 ± 0,0071	0,0342 ± 0,0071	0,0848 ± 0,0076	0,1102 ± 0,0084
Magnesio (mg/L)	2015	I	2,19 ± 0,31	6,56 ± 0,31	2,43 ± 0,14	3,89 ± 0,18	6,32 ± 0,30	4,37 ± 0,24	5,59 ± 0,29	4,13 ± 0,51	8,02 ± 0,48	2,92 ± 0,49
	2015	II	1,49 ± 0,27	8,43 ± 0,37	5,95 ± 0,33	5,45 ± 0,27	6,94 ± 0,33	4,96 ± 0,27	4,96 ± 0,27	2,97 ± 0,31	5,95 ± 0,39	2,48 ± 0,35
	2016	I	1,22 ± 0,29	7,05 ± 0,32	4,86 ± 0,27	6,08 ± 0,29	5,59 ± 0,28	3,16 ± 0,17	5,59 ± 0,30	3,40 ± 0,27	8,51 ± 0,47	4,13 ± 0,26
	2016	II	2,15 ± 0,40	7,88 ± 0,32	5,97 ± 0,28	6,92 ± 0,30	6,68 ± 0,30	0,955 ± 0,052	4,77 ± 0,24	4,06 ± 0,26	8,35 ± 0,42	3,58 ± 0,27
	2016	III	2,92 ± 0,75	7,29 ± 0,32	4,62 ± 0,25	6,56 ± 0,30	6,32 ± 0,32	4,62 ± 0,25	5,59 ± 0,29	3,16 ± 0,28	8,99 ± 0,52	3,16 ± 0,27
	2017	I	3,08 ± 0,32	7,9 ± 1,9	6,1 ± 1,5	7,4 ± 1,8	2,28 ± 0,55	29,4 ± 7,2	5,65 ± 0,32	2,82 ± 0,26	8,68 ± 0,50	3,69 ± 0,27

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
Nitratos (mg/L)	2015	I	7,86 ± 0,31	2,27 ± 0,31	12,74 ± 0,34	13,03 ± 0,34	4,27 ± 0,31	0,44 ± 0,32	5,79 ± 0,31	2,06 ± 0,31	1,27 ± 0,31	6,32 ± 0,31
	2015	II	8,60 ± 0,22	2,58 ± 0,18	10,43 ± 0,24	11,9 ± 2,0	4,57 ± 0,19	0,41 ± 0,19	5,52 ± 0,19	1,47 ± 0,19	4,76 ± 0,19	5,98 ± 0,20
	2016	I	9,23 ± 0,52	2,363 ± 0,043	< 0,25	3,606 ± 0,048	10,57 ± 0,56	0,544 ± 0,042	6,04 ± 0,45	3,176 ± 0,046	1,538 ± 0,042	3,020 ± 0,045
	2016	II	9,70 ± 0,46	2,48 ± 0,10	14,08 ± 0,48	3,73 ± 0,11	11,34 ± 0,50	0,41 ± 0,11	5,75 ± 0,14	3,90 ± 0,11	1,34 ± 0,10	3,28 ± 0,11
	2016	III	0,26 ± 0,12	2,411 ± 0,086	12,05 ± 0,56	3,872 ± 0,095	12,30 ± 0,57	0,439 ± 0,087	7,52 ± 0,53	2,434 ± 0,086	1,10 ± 0,12	0,46 ± 0,12
2017	I	17,21 ± 0,80	2,81 ± 0,31	12,58 ± 0,71	7,11 ± 0,34	11,80 ± 0,70	1,03 ± 0,32	8,34 ± 0,36	1,75 ± 0,32	2,36 ± 0,31	3,18 ± 0,31	
Nitritos (µg/L)	2015	I	< 6,1	7,1 ± 1,5	< 6,1	7,9 ± 1,5	6,5 ± 1,5	6,4 ± 1,5	< 6,1	7,8 ± 1,5	< 6,1	< 6,1
	2015	II	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1
	2016	I	9,4 ± 1,6	7,5 ± 1,6	7,5 ± 1,6	8,4 ± 1,6	10,1 ± 1,6	6,4 ± 1,6	< 6,1	9,3 ± 1,6	9,0 ± 1,6	8,4 ± 1,6
	2016	II	24,7 ± 4,1	14,8 ± 4,2	17,0 ± 4,2	16,5 ± 4,2	15,4 ± 4,2	17,2 ± 4,2	14,6 ± 4,2	17,6 ± 4,1	15,8 ± 4,2	15,8 ± 4,2
	2016	III	< 6,1	6,9 ± 1,4	< 6,1	< 6,1	6,4 ± 1,4	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1
2017	I	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	9,9 ± 4,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1	< 6,1
pH (pH a 20,0°C)	2015	I	5,39 ± 0,17	6,46 ± 0,17	6,32 ± 0,17	6,34 ± 0,17	6,30 ± 0,17	5,89 ± 0,17	6,95 ± 0,17	6,32 ± 0,17	7,26 ± 0,17	6,12 ± 0,17
	2015	II	5,24 ± 0,17	6,36 ± 0,17	6,13 ± 0,17	5,99 ± 0,17	6,10 ± 0,17	5,89 ± 0,17	6,61 ± 0,17	5,69 ± 0,17	6,69 ± 0,17	6,05 ± 0,17
	2016	I	5,44 ± 0,17	6,42 ± 0,17	6,41 ± 0,17	6,45 ± 0,17	6,46 ± 0,17	5,97 ± 0,17	6,96 ± 0,17	6,49 ± 0,17	7,68 ± 0,17	7,46 ± 0,17
	2016	II	5,41 ± 0,17	6,43 ± 0,17	6,45 ± 0,17	6,35 ± 0,17	6,30 ± 0,17	6,04 ± 0,17	6,63 ± 0,17	6,43 ± 0,17	7,26 ± 0,17	6,78 ± 0,17
	2016	III	5,44 ± 0,17	6,67 ± 0,17	6,38 ± 0,17	6,46 ± 0,17	6,38 ± 0,17	6,01 ± 0,17	6,56 ± 0,17	6,65 ± 0,17	7,47 ± 0,17	6,86 ± 0,17
2017	I	5,30 ± 0,17	6,50 ± 0,17	6,36 ± 0,17	6,42 ± 0,17	6,32 ± 0,17	6,16 ± 0,17	6,86 ± 0,17	6,40 ± 0,17	7,41 ± 0,17	7,00 ± 0,17	
Potasio (mg/L)	2015	I	< 0,80	2,26 ± 0,26	1,47 ± 0,27	1,67 ± 0,26	2,06 ± 0,26	2,66 ± 0,26	< 0,80	< 0,80	6,13 ± 0,25	< 0,80
	2015	II	< 0,80	2,30 ± 0,42	1,30 ± 0,43	1,50 ± 0,43	1,90 ± 0,42	2,70 ± 0,42	1,30 ± 0,43	< 0,80	2,90 ± 0,41	< 0,80
	2016	I	< 0,80	2,45 ± 0,17	1,36 ± 0,17	1,95 ± 0,17	1,75 ± 0,17	2,75 ± 0,17	1,36 ± 0,17	0,96 ± 0,18	5,53 ± 0,17	2,35 ± 0,17
	2016	II	< 0,80	2,55 ± 0,18	1,35 ± 0,19	1,95 ± 0,18	1,75 ± 0,18	3,35 ± 0,18	1,35 ± 0,19	0,95 ± 0,19	5,16 ± 0,18	1,55 ± 0,18
	2016	III	< 0,80	2,39 ± 0,17	1,37 ± 0,17	1,98 ± 0,17	1,78 ± 0,17	2,80 ± 0,17	1,57 ± 0,17	0,96 ± 0,17	5,26 ± 0,17	1,57 ± 0,17
2017	I	< 0,80	2,46 ± 0,31	1,34 ± 0,32	1,96 ± 0,31	1,75 ± 0,31	2,77 ± 0,31	1,34 ± 0,32	< 0,80	5,52 ± 0,30	1,75 ± 0,31	
Sodio (mg/L)	2015	I	2,18 ± 0,17	6,69 ± 0,17	5,79 ± 0,17	5,89 ± 0,17	6,39 ± 0,17	6,49 ± 0,17	6,19 ± 0,17	3,58 ± 0,17	15,32 ± 0,21	3,38 ± 0,17
	2015	II	2,36 ± 0,10	6,32 ± 0,10	5,33 ± 0,10	5,43 ± 0,10	5,93 ± 0,10	6,32 ± 0,10	5,83 ± 0,10	2,46 ± 0,10	8,01 ± 0,11	3,35 ± 0,10
	2016	I	2,16 ± 0,24	6,37 ± 0,23	4,97 ± 0,23	5,87 ± 0,23	5,47 ± 0,23	5,97 ± 0,23	5,57 ± 0,23	4,37 ± 0,23	12,48 ± 0,25	6,17 ± 0,23
	2016	II	2,29 ± 0,28	6,60 ± 0,27	5,62 ± 0,27	6,21 ± 0,27	5,82 ± 0,27	6,41 ± 0,27	5,92 ± 0,27	4,64 ± 0,27	12,09 ± 0,28	5,04 ± 0,27
	2016	III	2,16 ± 0,17	6,58 ± 0,17	5,37 ± 0,17	6,08 ± 0,17	5,77 ± 0,17	6,28 ± 0,17	5,98 ± 0,17	3,77 ± 0,17	12,10 ± 0,19	4,97 ± 0,17
2017	I	2,52 ± 0,30	6,94 ± 0,28	5,63 ± 0,28	6,54 ± 0,28	6,14 ± 0,28	6,54 ± 0,28	6,24 ± 0,28	4,33 ± 0,29	21,71 ± 0,59	5,94 ± 0,28	
Sulfatos (mg/L)	2015	I	0,39 ± 0,24	1,18 ± 0,24	1,26 ± 0,24	0,94 ± 0,24	1,00 ± 0,24	9,28 ± 0,24	0,68 ± 0,24	0,73 ± 0,24	1,12 ± 0,24	0,47 ± 0,24
	2015	II	0,42 ± 0,28	1,19 ± 0,27	1,26 ± 0,27	0,98 ± 0,28	1,06 ± 0,28	9,71 ± 0,34	0,80 ± 0,28	0,76 ± 0,28	1,51 ± 0,27	0,51 ± 0,28

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
	2016	I	0,303 ± 0,093	< 0,25	< 0,25	1,050 ± 0,090	0,961 ± 0,091	9,44 ± 0,24	0,691 ± 0,092	0,621 ± 0,092	1,081 ± 0,090	0,612 ± 0,092
	2016	II	0,26 ± 0,13	1,22 ± 0,12	1,14 ± 0,13	1,01 ± 0,13	0,97 ± 0,13	8,88 ± 0,38	0,48 ± 0,13	0,57 ± 0,13	1,12 ± 0,13	0,52 ± 0,13
	2016	III	9,80 ± 0,54	1,18 ± 0,12	1,09 ± 0,12	1,06 ± 0,12	0,90 ± 0,12	8,98 ± 0,38	0,88 ± 0,12	0,63 ± 0,12	3,410 ± 0,091	2,434 ± 0,086
	2017	I	0,34 ± 0,22	11,76 ± 0,29	2,49 ± 0,21	2,06 ± 0,21	1,70 ± 0,21	11,30 ± 0,28	8,35 ± 0,24	0,63 ± 0,22	2,06 ± 0,21	0,80 ± 0,22
Temperatura (°C)	2015	I	25,62 ± 0,22	24,52 ± 0,22	25,22 ± 0,22	24,72 ± 0,22	24,72 ± 0,22	19,51 ± 0,22	26,83 ± 0,22	27,03 ± 0,22	26,93 ± 0,22	27,43 ± 0,22
	2015	II	25,34 ± 0,19	24,53 ± 0,19	25,04 ± 0,19	24,63 ± 0,19	26,24 ± 0,19	19,51 ± 0,19	26,59 ± 0,19	26,64 ± 0,19	27,14 ± 0,19	26,09 ± 0,19
	2016	I	24,84 ± 0,19	24,03 ± 0,19	24,43 ± 0,19	24,13 ± 0,19	24,23 ± 0,19	18,91 ± 0,19	26,64 ± 0,19	26,64 ± 0,19	26,64 ± 0,19	26,44 ± 0,19
	2016	II	25,45 ± 0,13	24,65 ± 0,13	25,10 ± 0,13	24,95 ± 0,13	24,90 ± 0,13	19,65 ± 0,13	27,25 ± 0,13	27,25 ± 0,13	27,40 ± 0,13	27,95 ± 0,13
	2016	III	25,45 ± 0,13	24,70 ± 0,13	25,30 ± 0,13	24,90 ± 0,13	25,05 ± 0,13	19,70 ± 0,13	26,50 ± 0,13	25,60 ± 0,13	28,0 ± 0,13	28,0 ± 0,13
Turbiedad (UNT)	2015	I	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,683 ± 0,038	0,363 ± 0,022	< 0,30
	2015	II	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	1,610 ± 0,088	< 0,30	0,423 ± 0,025
	2016	I	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,953 ± 0,053	0,567 ± 0,032
	2016	II	< 0,30	0,417 ± 0,025	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
	2016	III	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30
	2017	I	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,447 ± 0,026	0,353 ± 0,022
Antimonio (mg/L)	2015	I	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016
	2015	II	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016	< 0,00016
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2016	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Arsénico (mg/L)	2015	I	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	0,000261 ± 0,000031	< 0,00021	< 0,00021	0,001368 ± 0,000035	< 0,00021
	2015	II	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	0,000282 ±	< 0,00021	< 0,00021	0,000657 ±	< 0,00021

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
	2016	I	< 0,00010	0,000174 ± 0,000098	< 0,00010	0,000174 ± 0,000098	0,000134 ± 0,000098	0,000271 ± 0,000099	0,000136 ± 0,000098	< 0,00010	0,000031	0,000331 ± 0,000099
	2016	II	< 0,00010	0,000211 ± 0,000033	< 0,00010	0,000203 ± 0,000033	0,000137 ± 0,000032	0,000308 ± 0,000035	0,000158 ± 0,000033	< 0,00010	0,001474 ± 0,000082	0,000426 ± 0,000038
	2016	III	< 0,00010	0,000192 ± 0,000021	< 0,00010	0,000164 ± 0,000020	0,000143 ± 0,000020	0,000271 ± 0,000023	0,000161 ± 0,000020	< 0,00010	0,001387 ± 0,000072	0,000266 ± 0,000023
	2017	I	< 0,00010	0,00017 ± 0,00011	< 0,00010	0,00011 ± 0,00011	0,00011 ± 0,00011	0,00025 ± 0,00011	0,00014 ± 0,00011	< 0,00010	0,00031 ± 0,00011	0,00025 ± 0,00011
Bromuro (mg/L)	2015	I	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	2015	II	0,261 ± 0,062	0,773 ± 0,061	0,444 ± 0,062	0,510 ± 0,061	0,660 ± 0,061	0,642 ± 0,061	0,482 ± 0,062	< 0,25	0,356 ± 0,062	< 0,25
	2016	I	0,47 ± 0,15	0,74 ± 0,15	< 0,25	0,67 ± 0,15	0,65 ± 0,15	0,91 ± 0,15	0,52 ± 0,15	0,34 ± 0,15	0,55 ± 0,15	0,35 ± 0,15
	2016	II	0,44 ± 0,11	0,60 ± 0,11	0,43 ± 0,11	< 0,25	0,64 ± 0,11	0,89 ± 0,11	0,46 ± 0,11	0,31 ± 0,11	0,54 ± 0,11	0,27 ± 0,11
	2016	III	0,334 ± 0,072	0,738 ± 0,071	0,455 ± 0,072	0,731 ± 0,071	0,553 ± 0,072	0,976 ± 0,071	0,409 ± 0,072	< 0,25	0,433 ± 0,072	0,272 ± 0,073
	2017	I	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Cadmio (mg/L)	2015	I	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021
	2015	II	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021	< 0,00021
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2016	II	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2016	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Cobre (mg/L)	2015	I	< 0,00049	< 0,00049	< 0,00049	0,001001 ± 0,000070	< 0,00049	< 0,00049	0,001257 ± 0,000072	0,002700 ± 0,000093	0,000743 ± 0,000068	< 0,00049
	2015	II	0,000684 ± 0,000068	< 0,00049	< 0,00049	< 0,00049	< 0,00049	< 0,00049	0,002779 ± 0,000094	0,0420 ± 0,0026	< 0,00049	0,001288 ± 0,000072
	2016	I	0,000199 ± 0,000079	0,000431 ± 0,000081	< 0,00010	0,000107 ± 0,000078	0,000896 ± 0,000090	< 0,00010	0,000969 ± 0,000092	0,0353 ± 0,0018	0,000305 ± 0,000080	0,000430 ± 0,000081
	2016	II	0,000142 ± 0,000036	0,000351 ± 0,000040	0,000142 ± 0,000036	0,000650 ± 0,000049	0,000443 ± 0,000042	0,000163 ± 0,000037	0,000576 ± 0,000046	0,01147 ± 0,00060	0,000446 ± 0,000042	0,000609 ± 0,000047
	2016	III	0,000109 ± 0,000025	0,000186 ± 0,000026	0,000121 ± 0,000025	0,000113 ± 0,000025	0,000184 ± 0,000026	0,000118 ± 0,000025	0,001876 ± 0,000098	0,00247 ± 0,00013	0,000371 ± 0,000030	< 0,00010
	2017	I	0,00018 ± 0,00012	0,00042 ± 0,00012	0,00018 ± 0,00012	0,00025 ± 0,00012	0,00021 ± 0,00012	< 0,00010	0,00096 ± 0,00013	0,00155 ± 0,00014	0,01070 ± 0,00061	0,00034 ± 0,00012

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
Cromo (mg/L)	2015	I	0,000386 ± 0,000030	0,000317 ± 0,000029	0,000356 ± 0,000030	0,000367 ± 0,000030	0,000354 ± 0,000029	0,000371 ± 0,000030	0,000448 ± 0,000030	0,000335 ± 0,000029	0,000869 ± 0,000031	0,000415 ± 0,000030
	2015	II	0,000314 ± 0,000029	0,000246 ± 0,000029	0,000239 ± 0,000029	0,000256 ± 0,000029	0,000253 ± 0,000029	0,000266 ± 0,000029	0,000341 ± 0,000029	< 0,00021	0,000788 ± 0,000030	0,000405 ± 0,000030
	2016	I	0,000162 ± 0,000078	0,000119 ± 0,000078	0,000111 ± 0,000078	0,000129 ± 0,000078	0,000112 ± 0,000078	< 0,00010	0,000213 ± 0,000079	0,000168 ± 0,000078	0,001000 ± 0,000093	0,000472 ± 0,000081
	2016	II	0,000119 ± 0,000035	0,000281 ± 0,000037	< 0,00010	0,000123 ± 0,000035	< 0,00010	< 0,00010	0,000195 ± 0,000035	0,000121 ± 0,000035	0,000985 ± 0,000061	0,000481 ± 0,000042
	2016	III	0,000105 ± 0,000033	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,000192 ± 0,000034	0,000107 ± 0,000033	0,000877 ± 0,000055	0,000245 ± 0,000034
	2017	I	0,00021 ± 0,00011	0,00017 ± 0,00011	0,00017 ± 0,00011	0,00019 ± 0,00011	0,00022 ± 0,00011	0,00018 ± 0,00011	0,00032 ± 0,00011	0,00023 ± 0,00011	0,00122 ± 0,00013	0,00041 ± 0,00011
Hierro (mg/L)	2015	II	0,0443 ± 0,0023	0,00424 ± 0,00021	0,00803 ± 0,00033	0,00297 ± 0,00018	0,00285 ± 0,00018	0,00444 ± 0,00022	0,00955 ± 0,00038	0,0272 ± 0,0011	0,00270 ± 0,00018	0,00298 ± 0,00018
	2016	I	0,00877 ± 0,00059	0,0491 ± 0,0028	0,00179 ± 0,00034	0,00147 ± 0,00034	0,00205 ± 0,00034	0,00093 ± 0,00033	0,00398 ± 0,00039	0,0591 ± 0,0034	0,00332 ± 0,00037	0,00407 ± 0,00040
	2016	II	0,00440 ± 0,00029	0,0431 ± 0,0025	0,00509 ± 0,00032	0,00606 ± 0,00037	0,00434 ± 0,00028	0,00846 ± 0,00050	0,00151 ± 0,00016	0,0234 ± 0,0014	0,01028 ± 0,00061	0,01126 ± 0,00066
	2017	I	0,0162 ± 0,0011	0,00295 ± 0,00030	0,00248 ± 0,00028	0,00681 ± 0,00051	0,00842 ± 0,00061	0,00034 ± 0,00023	0,00142 ± 0,00024	0,00995 ± 0,00071	0,373 ± 0,020	0,00756 ± 0,00056
	2016	III	0,00238 ± 0,00013	0,01054 ± 0,00056	0,00405 ± 0,00022	0,00219 ± 0,00012	0,00281 ± 0,00015	0,00288 ± 0,00016	0,0193 ± 0,0010	0,1094 ± 0,0066	0,00484 ± 0,00026	0,000955 ± 0,000065
Litio (mg/L)	2016	I	0,00088 ± 0,00035	0,00099 ± 0,00035	0,00069 ± 0,00035	0,00070 ± 0,00035	0,00037 ± 0,00035	0,00109 ± 0,00035	< 0,00010	0,00066 ± 0,00035	0,00066 ± 0,00035	< 0,00010
	2016	II	0,00103 ± 0,00021	0,00039 ± 0,00020	0,00056 ± 0,00021	< 0,00010	0,00026 ± 0,00020	0,00032 ± 0,00020	0,00051 ± 0,00021	0,00033 ± 0,00020	0,00029 ± 0,00020	< 0,00010
	2016	III	0,00048 ± 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,00020 ± 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
	2017	I	0,0014 ± 0,0012	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060	< 0,00060
Manganeso (mg/L)	2015	I	0,00501 ± 0,00013	0,00405 ± 0,00011	0,000563 ± 0,000063	< 0,00048	< 0,00048	0,001042 ± 0,000066	0,001932 ± 0,000075	0,00742 ± 0,00019	0,00477 ± 0,00013	0,02564 ± 0,00063
	2015	II	0,00475 ± 0,00013	< 0,00048	< 0,00048	< 0,00048	< 0,00048	0,000789 ± 0,000064	0,001545 ± 0,000070	0,00986 ± 0,00024	0,000706 ± 0,000064	0,01730 ± 0,00042
	2016	I	0,00383 ±	0,00320 ±	< 0,00010	0,00014 ±	0,00019 ±	0,00057 ±	0,00030 ±	0,01097 ±	0,00054 ±	0,00263 ±

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
	2016	II	0,00026	0,00022		0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00067	0,00012	0,00019
			0,00421 ± 0,00030	0,00071 ± 0,00019	0,00079 ± 0,00019	0,00038 ± 0,00019	0,00043 ± 0,00019	0,00099 ± 0,00020	0,00030 ± 0,00019	0,00533 ± 0,00035	0,00056 ± 0,00019	0,00484 ± 0,00033
	2016	III	0,00473 ± 0,00024	0,000503 ± 0,000043	0,000308 ± 0,000038	0,000186 ± 0,000036	0,000316 ± 0,000038	0,000882 ± 0,000056	0,001250 ± 0,000072	0,00648 ± 0,00033	0,000565 ± 0,000045	0,00738 ± 0,00037
	2017	I	0,00521 ± 0,00037	0,00046 ± 0,00012	0,00056 ± 0,00013	0,00042 ± 0,00012	0,00048 ± 0,00012	0,00096 ± 0,00013	0,00035 ± 0,00012	0,00622 ± 0,00044	0,01319 ± 0,00091	0,00753 ± 0,00053
	2015	I	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013
Mercurio (mg/L)	2015	II	0,0000149 ± 0,0000017	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000013
	2016	I	0,0000106 ± 0,0000094	0,0000152 ± 0,0000094	0,0000138 ± 0,0000094	0,0000137 ± 0,0000094	0,0000138 ± 0,0000094	0,0000112 ± 0,0000094	0,0000112 ± 0,0000094	0,0000109 ± 0,0000094	0,0000142 ± 0,0000094	0,0000103 ± 0,0000094
	2016	II	< 0,000010	0,0000120 ± 0,0000052	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2016	III	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010
	2017	I	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	< 0,000010	0,000261 ± 0,000018	< 0,000010
Níquel (mg/L)	2015	I	0,000552 ± 0,000031	0,000382 ± 0,000031	0,000225 ± 0,000031	0,000549 ± 0,000031	0,000354 ± 0,000031	0,001283 ± 0,000034	0,001303 ± 0,000034	0,003045 ± 0,000050	0,000739 ± 0,000032	0,000689 ± 0,000031
	2015	II	< 0,00022	< 0,00022	0,000250 ± 0,000031	< 0,00022	< 0,00022	< 0,00022	0,000353 ± 0,000031	0,01179 ± 0,00017	< 0,00022	< 0,00022
	2016	I	0,000193 ± 0,000081	< 0,00010	< 0,00010	0,000106 ± 0,000081	0,000165 ± 0,000081	< 0,00010	0,000193 ± 0,000081	0,00650 ± 0,00036	0,000170 ± 0,000081	0,000198 ± 0,000081
	2016	II	< 0,00010	0,000211 ± 0,000029	< 0,00010	0,000101 ± 0,000028	0,000110 ± 0,000028	0,000106 ± 0,000028	< 0,00010	0,01260 ± 0,00064	0,000120 ± 0,000028	0,000172 ± 0,000029
	2016	III	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,000120 ± 0,000028	0,001721 ± 0,000092	< 0,00010	< 0,00010
	2017	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,00170 ± 0,00016	0,00058 ± 0,00012	< 0,00010
Plomo (mg/L)	2015	I	0,000941 ± 0,000031	0,000934 ± 0,000031	0,000917 ± 0,000031	0,001036 ± 0,000032	0,000878 ± 0,000031	0,000913 ± 0,000031	0,001185 ± 0,000033	0,001345 ± 0,000034	0,000945 ± 0,000031	0,000947 ± 0,000031
	2015	II	0,001064 ± 0,000032	0,000909 ± 0,000031	0,000927 ± 0,000031	0,000967 ± 0,000032	0,000977 ± 0,000032	0,000967 ± 0,000032	0,001038 ± 0,000032	0,004014 ± 0,000060	0,000935 ± 0,000031	0,000990 ± 0,000032
	2016	I	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010	0,00399 ± 0,00098	< 0,00010	< 0,00010

Continuación del cuadro en la siguiente página



Parámetro	Año	Muestreo	N1	N2	N3	N5	N4	N6	P1	P2	P3	P4
	2016	II	0,00097 ± 0,00011	0,00093 ± 0,00011	0,00093 ± 0,00011	0,00096 ± 0,00011	0,00093 ± 0,00011	0,00095 ± 0,00011	0,00093 ± 0,00011	0,00259 ± 0,00017	0,00098 ± 0,00011	0,00097 ± 0,00011
	2017	I	0,00107 ± 0,00014	0,00097 ± 0,00014	0,00096 ± 0,00014	0,00104 ± 0,00014	0,00121 ± 0,00014	0,00091 ± 0,00014	0,00099 ± 0,00014	0,00130 ± 0,00015	0,00220 ± 0,00018	0,00095 ± 0,00014
	2016	III	0,000818 ± 0,000090	0,000833 ± 0,000090	0,000823 ± 0,000090	0,000792 ± 0,000089	0,000806 ± 0,000089	0,000799 ± 0,000089	0,001126 ± 0,000089	0,00153 ± 0,00011	0,000786 ± 0,000089	0,000722 ± 0,000087
Selenio (mg/L)	2015	I	0,000676 ± 0,000092	0,000646 ± 0,000092	0,000770 ± 0,000092	0,000718 ± 0,000092	0,000699 ± 0,000092	0,000709 ± 0,000092	0,000722 ± 0,000092	0,000612 ± 0,000092	0,001070 ± 0,000093	0,000734 ± 0,000092
	2015	II	0,000792 ± 0,000092	0,000864 ± 0,000092	0,000878 ± 0,000092	0,000835 ± 0,000092	0,000864 ± 0,000092	0,000835 ± 0,000092	0,000817 ± 0,000092	0,000764 ± 0,000092	0,001073 ± 0,000093	0,000941 ± 0,000092
	2016	I	0,00019 ± 0,00018	0,00026 ± 0,00018	0,00028 ± 0,00018	0,00026 ± 0,00018	0,00034 ± 0,00018	0,00033 ± 0,00018	0,00021 ± 0,00018	0,00019 ± 0,00018	0,00062 ± 0,00018	0,00043 ± 0,00018
	2016	II	0,000156 ± 0,000084	0,000175 ± 0,000084	0,000294 ± 0,000085	0,000195 ± 0,000084	0,000259 ± 0,000084	0,000276 ± 0,000085	0,000211 ± 0,000084	0,000156 ± 0,000084	0,000760 ± 0,000093	0,000532 ± 0,000088
	2017	I	0,00051 ± 0,00014	0,00047 ± 0,00014	0,00053 ± 0,00014	0,00053 ± 0,00014	0,00052 ± 0,00014	0,00049 ± 0,00014	0,00054 ± 0,00014	0,00048 ± 0,00014	0,00105 ± 0,00015	0,00074 ± 0,00014
	2016	III	0,000402 ± 0,000086	0,000428 ± 0,000087	0,000509 ± 0,000088	0,000418 ± 0,000087	0,000444 ± 0,000087	0,000460 ± 0,000087	0,000427 ± 0,000087	0,000377 ± 0,000086	0,000806 ± 0,000095	0,000710 ± 0,000092
Zinc (mg/L)	2015	I	0,01681 ± 0,00031	0,00647 ± 0,00014	0,003200 ± 0,000099	0,00862 ± 0,00017	0,00837 ± 0,00017	0,01062 ± 0,00020	0,02383 ± 0,00043	0,01213 ± 0,00023	0,01092 ± 0,00021	0,00579 ± 0,00013
	2015	II	0,00574 ± 0,00013	0,000758 ± 0,000085	0,002431 ± 0,000093	0,001530 ± 0,000087	0,000609 ± 0,000085	0,00361 ± 0,00010	0,00374 ± 0,00010	0,05291 ± 0,00094	0,002848 ± 0,000096	0,002666 ± 0,000095
	2016	I	0,00222 ± 0,00053	< 0,00060	0,00115 ± 0,00052	< 0,00060	0,00355 ± 0,00055	< 0,00060	0,00330 ± 0,00054	0,0462 ± 0,0028	0,00162 ± 0,00052	0,00322 ± 0,00054
	2016	II	0,00214 ± 0,00013	0,00677 ± 0,00035	0,00268 ± 0,00015	0,00453 ± 0,00024	0,00262 ± 0,00015	0,00445 ± 0,00024	0,001041 ± 0,000081	0,0368 ± 0,0019	0,00276 ± 0,00015	0,00228 ± 0,00013
	2016	III	0,00321 ± 0,00018	0,01416 ± 0,00078	0,00203 ± 0,00012	0,00170 ± 0,00011	0,00312 ± 0,00018	0,00209 ± 0,00013	0,00417 ± 0,00024	0,01081 ± 0,00060	0,00571 ± 0,00032	0,00222 ± 0,00013
	2017	I	0,00474 ± 0,00037	0,00146 ± 0,00023	0,00107 ± 0,00022	0,00347 ± 0,00031	0,00576 ± 0,00043	0,00108 ± 0,00022	0,00319 ± 0,00029	0,0194 ± 0,0013	0,0276 ± 0,0018	0,00227 ± 0,00025

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Q: Quebrada. R: Río.



Anexo 5. Clasificación de los cuerpos de agua según el uso potencial y tratamiento que requiera

Usos	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Abastecimiento de agua para uso y consumo humana, actividades recreativas.	Utilizable	Utilizable con tratamiento convencional	Utilizable con tratamiento avanzado	No utilizable	No utilizable
Abrevaderos, actividades pecuarias	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Conservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas o como fuente para su protección	Utilizable	Utilizable con limitaciones	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Riego de plantas como hortalizas o frutas con cáscara	Utilizable	Utilizable	No utilizable	No utilizable	No utilizable
Navegación	No utilizable	No utilizable	No utilizable	Utilizable	Utilizable
Generación hidroeléctrica	Utilizable	Utilizable	Utilizable	Utilizable con limitaciones	Utilizable con limitaciones

Fuente: Elaboración propia con datos del Decreto N° 33903-MINAE-S (2017), 2017-2018



Anexo 6. Resultados de los análisis microbiológicos (concentración de *E. coli*) de las muestras de agua recolectadas en los cuerpos de agua superficial

Sitio de muestreo	2015			2016			2017			2018	
	I muestreo	II muestreo	III muestreo	I muestreo	II muestreo	III muestreo	I muestreo	II muestreo	III muestreo	I muestreo	II muestreo
S24 (R. Guayabo)	152,9*	648,8	1119,9	54,8	365,4	238,2	260,3	579,4	148,3	114,5	240
S25 (R. Guayabo)	47,9	2419,6	686,7	129,6	1119,9	145	73,3	727	1732,9	452	240
S11 (R. Tres Amigos)	261,3	151,5	686,7	152,9	770,1	137,4	344,8	461,1	2419,60	1046,2	93
S9 (Q. Los Chiles)	1413,6	2419,6	2419,6	1986,3	2419,6	2419,6	2419,60	2419,60	1732,9	980,4	930,00
S12 (Q. Los Chiles)	355,5	866,4	2419,6	416	2419,6	1413,6	547,5	1299,70	1413,6	87,8	210,00
S13 (R. Caño Negro)	178,2	1046,2	1046,2	866,4	1732,9	2419,6	307,6	88,9	2419,60	61,1	230
S23 (Q. Pital)	770,1	1413,6	816,4	517,2	866,4	920,8	365,4	275,5	1119,9	2419,6	210
S21 (Q. Pital)	238,2	1413,6	770,1	152,9	517,2	1119,9	307,6	2419,60	312,3	727	210
S14 (Q. Huevo)	2419,6	613,1	980,4	1553,1	1413,6	2419,6	1299,7	204,6	119,6	1413,6	210
S22 (Q. Huevo)	613,1	260,3	344,8	378,4	648,8	816,4	365,4	135,4	501,2	80,5	210
S17 (Q. Gavilán)	Sin muestra	1119,9	Sin muestra	107,1	344,8	648,8	217,8	234,9	43,5	74,7	210
S18 (R. Sahino)	Sin muestra	1413,6	579,4	260,3	290,9	1046,2	325,5	579,4	277,8	410,6	210
S19 (R. Sahino)	Sin muestra	1732,9	2419,6	1413,6	547,5	2419,6	461,1	648,8	866,4	866,4	210
S16 (Q. Sahino)	2419,6	1986,3	2419,6	2419,6	2419,6	2419,6	1732,9	1553,70	2419,6	2419,6	210
S20 (Q. La Diabla)	Sin muestra	727,0	727,0	117,8	146,7	1986,3	307,6	866,4	204,6	49,7	110
S8 (R. Cuarto)	866,4	547,5	2419,6	119,8	488,4	2419,6	1046,20	1299,70	2419,60	2419,6	0,00
S5 (R. Cuarto)	686,7	1553,1	2419,6	139,6	579,4	920,8	648,8	307,6	287,8	2419,6	240
S7 (R. Cuarto)	410,6	2419,6	Sin muestra	228,2	488,4	1553,1	1046,20	114	2419,60	533,5	Negativo
S3 (Q. El Suspiro)	261,3	517,2	980,4	206,4	127,4	67,6	228,2	35	159,7	2419,6	43
S6 (R. Caño Negro)	461,1	461,1	387,3	261,3	2419,6	307,6	160,7	816,4	1413,6	436,6	43
S1 (Q. Grande)	2419,6	2419,6	1413,6	1986,3	2419,6	1119,9	1413,60	2419,60	35,4	2419,6	43,00
S28 (Q. Sonora)	648,8	613,1	1553,1	133,4	218,7	1203,3	816,4	172,9	866,4	866,4	Negativo

Fuente: Elaboración propia, 2017-2018

*Unidad: NMP/100 mL



Anexo 7. Concentración de contaminantes emergentes detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos

Contaminante	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Acetaminofén	2016	I	ND	ND	0,83 ± 0,55	NC	ND	NC	NC	0,98 ± 0,63
Cafeína	2016	I	0,70 ± 0,47	0,99 ± 0,63	4,80 ± 2,43	1,03 ± 0,66	1,17 ± 0,73	0,94 ± 0,61	1,02 ± 0,65	3,26 ± 1,75
Carbamazepina	2016	I	ND	ND	0,65 ± 0,44	ND	ND	ND	ND	0,95 ± 0,61
Cimetidina	2016	I	NC	NC	0,69 ± 0,46	NC	NC	NC	NC	0,71 ± 0,48
Ciprofloxacina	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	NC
Claritromicina	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	0,62 ± 0,43
Clindamicina	2016	I	ND	ND	0,62 ± 0,42	ND	ND	ND	NC	NC
Dimetilxantina	2016	I	ND	NC	0,88 ± 0,57	NC	ND	NC	NC	1,00 ± 0,64
Doxiciclina	2016	I	NC	NC	NC	NC	NC	ND	NC	NC
Indometacina	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	0,71 ± 0,48
Lincomicina	2016	I	NC	NC	0,73 ± 0,49	NC	NC	NC	NC	0,70 ± 0,47
Ofloxacina	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	NC
Sulfametazina	2016	I	ND	ND	0,32 ± 0,25	ND	ND	NC	NC	0,52 ± 0,37
Sulfametoxazol	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	0,49 ± 0,35
Sulfatiazol	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	0,47 ± 0,34
Cafeína	2016	II	0,59 ± 0,41	1,05 ± 0,67	0,62 ± 0,43	0,73 ± 0,49	0,64 ± 0,44	0,80 ± 0,53	0,66 ± 0,45	1,17 ± 0,73
Cimetidina	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	ND	NC	NC
Dimetilxantina	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,14 ± 0,12	0,13 ± 0,11	0,13 ± 0,11
Doxiciclina	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Lincomicina	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Q: Quebrada. R: Río.



Anexo 8. Concentración de contaminantes emergentes detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos

Contaminante	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Acetaminofén	2016	I	NC	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Cafeína	2016	I	4,31 ± 2,21	1,29 ± 0,79	ND	1,01 ± 0,64	0,74 ± 0,50	ND	0,78 ± 0,52
Carbamazepina	2016	I	NC	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Cimetidina	2016	I	0,28 ± 0,21	0,29 ± 0,22	ND	NC	NC	ND	NC
Clindamicina	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Dimetilxantina	2016	I	0,40 ± 0,30	0,38 ± 0,28	0,93 ± 0,60	NC	ND	0,41 ± 0,30	NC
Doxiciclina	2016	I	NC	NC	ND	NC	NC	ND	NC
Indometacina	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Lincomicina	2016	I	0,26 ± 0,20	0,27 ± 0,21	0,68 ± 0,46	NC	NC	0,28 ± 0,22	NC
Ofloxacina	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Sulfametazina	2016	I	NC	NC	0,73 ± 0,49	ND	ND	NC	ND
Sulfatiazol	2016	I	NC	NC	0,74 ± 0,50	ND	ND	NC	ND
Acetaminofén	2016	II	NC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cafeína	2016	II	17,52 ± 7,29	1,07 ± 0,68	0,91 ± 0,59	0,56 ± 0,39	2,22 ± 1,26	0,68 ± 0,46	0,62 ± 0,43
Cimetidina	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Dimetilxantina	2016	II	NC	0,15 ± 0,12	0,14 ± 0,12	ND	0,15 ± 0,13	ND	ND
Doxiciclina	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Indometacina	2016	II	NC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lincomicina	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Cafeína	2017	II	0,33 ± 0,25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cafeína	2017	III	0,34 ± 0,25	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Q: Quebrada. R: Río.



Anexo 9. Concentración de contaminantes emergentes detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Toro

Contaminante	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Acetaminofén	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	0,50 ± 0,36	ND
Cafeína	2016	I	NC	0,84 ± 0,55	0,63 ± 0,43	NC	0,85 ± 0,56	2,56 ± 1,42	0,63 ± 0,43
Carbamazepina	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Cimetidina	2016	I	NC	NC	NC	NC	NC	0,36 ± 0,27	NC
Claritromicina	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Dimetilxantina	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	0,51 ± 0,36	NC
Doxiciclina	2016	I	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Indometacina	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Lincomicina	2016	I	NC	NC	NC	NC	NC	0,36 ± 0,27	NC
Ofloxacina	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Sulfametazina	2016	I	1,39 ± 0,85	0,43 ± 0,31	NC	ND	ND	NC	ND
Sulfatiazol	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Cafeína	2017	I	0,27 ± 0,21	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Q: Quebrada. R: Río.

Anexo 10. Concentración de plaguicidas detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos

Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Ametrina*	2015	I	ND	NC	ND	NC	0,53 ± 0,38	0,27 ± 0,21	ND	NC
Ametrina**	2015	I	ND	NC	ND	NC	0,63 ± 0,43	0,23 ± 0,18	ND	NC
Bromacil*	2015	I	ND	0,21 ± 0,17	NC	0,65 ± 0,44	1,33 ± 0,82	0,56 ± 0,39	0,49 ± 0,35	0,43 ± 0,31
Bromacil**	2015	I	ND	0,39 ± 0,29	0,26 ± 0,20	1,12 ± 0,71	2,16 ± 1,23	0,81 ± 0,53	0,57 ± 0,40	0,42 ± 0,30
Carbaril**	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,30 ± 0,23
Diazinón*	2015	I	ND	0,22 ± 0,18	0,17 ± 0,15	1,39 ± 0,85	1,23 ± 0,77	ND	ND	ND
Diurón*	2015	I	ND	0,45 ± 0,33	NC	ND	0,40 ± 0,30	NC	ND	ND
Diurón**	2015	I	ND	ND	NC	ND	0,56 ± 0,39	NC	ND	ND
Triadimefón*	2015	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	0,25 ± 0,19	NC
Triadimefón**	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Triadimenol**	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Ametrina*	2015	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	NC
Ametrina**	2015	II	ND	ND	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Bromacil*	2015	II	ND	ND	0,72 ± 0,48	0,63 ± 0,43	2,90 ± 1,58	NC	1,68 ± 0,99	1,47 ± 0,89
Bromacil**	2015	II	ND	ND	0,76 ± 0,51	0,81 ± 0,54	3,41 ± 1,81	0,54 ± 0,38	2,07 ± 1,19	1,58 ± 0,94
Carbendazín**	2015	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Diurón*	2015	II	ND	ND	NC	NC	0,75 ± 0,50	NC	NC	NC
Diurón**	2015	II	ND	NC	NC	ND	0,86 ± 0,56	NC	NC	NC
Malatión*	2015	II	0,10 ± 0,09	0,11 ± 0,10	0,35 ± 0,26	ND	ND	ND	ND	ND
Miclobutanil**	2015	II	ND	0,26 ± 0,20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Propiconazol**	2015	II	ND	NC	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Triadimefón*	2015	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Triadimefón**	2015	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Triadimenol**	2015	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Ametrina*	2015	III	ND	ND	ND	ND	0,40 ± 0,29	0,15 ± 0,13	ND	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Ametrina**	2015	III	ND	ND	NC	NC	0,43 ± 0,31	0,18 ± 0,15	NC	NC
Bromacil*	2015	III	ND	ND	0,52 ± 0,37	0,61 ± 0,42	3,73 ± 1,96	1,33 ± 0,82	1,25 ± 0,77	0,97 ± 0,63
Bromacil**	2015	III	ND	ND	0,52 ± 0,37	0,99 ± 0,64	4,08 ± 2,11	1,92 ± 1,11	1,82 ± 1,06	1,02 ± 0,65
Carbaril**	2015	III	ND	ND	ND	ND	0,15 ± 0,12	ND	ND	ND
Carbendazín**	2015	III	ND	ND	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Clorpirifós*	2015	III	ND	NC	NC	NC	NC	NC	ND	ND
Diazinón*	2015	III	ND	ND	0,58 ± 0,40	ND	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2015	III	ND	ND	NC	ND	0,43 ± 0,31	NC	NC	NC
Diurón**	2015	III	ND	ND	NC	ND	0,54 ± 0,38	NC	NC	NC
Metalaxil**	2015	III	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Propiconazol**	2015	III	ND	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Hexazinona*	2015	III	ND	ND	ND	ND	NC	NC	ND	NC
Hexazinona**	2015	III	ND	ND	ND	ND	NC	NC	ND	NC
Propiconazol*	2015	III	ND	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Metalaxil*	2015	III	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Carbendazín*	2015	III	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND
Ametrina*	2016	I	ND	ND	ND	ND	0,07 ± 0,07	NC	NC	0,05 ± 0,05
Ametrina**	2016	I	ND	ND	ND	ND	NC	NC	ND	NC
Bromacil*	2016	I	ND	0,63 ± 0,43	0,41 ± 0,30	0,65 ± 0,44	2,0 ± 1,1	0,63 ± 0,43	1,9 ± 1,1	1,67 ± 0,99
Bromacil**	2016	I	ND	0,80 ± 0,53	0,58 ± 0,40	0,81 ± 0,53	2,1 ± 1,2	1,08 ± 0,69	2,2 ± 1,3	1,9 ± 1,1
Carbaril**	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Clorpirifós*	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Diurón**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Hexazinona**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Imazalil*	2016	I	ND	0,51 ± 0,36	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Metoxifenocida**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Ametrina*	2016	II	ND	NC	NC	NC	0,12 ± 0,11	0,09 ± 0,08	NC	NC

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Ametrina**	2016	II	ND	ND	ND	ND	NC	NC	NC	NC
Bromacil*	2016	II	ND	0,74 ± 0,49	1,04 ± 0,66	0,48 ± 0,34	2,4 ± 1,4	1,03 ± 0,66	1,34 ± 0,82	1,33 ± 0,82
Bromacil**	2016	II	ND	1,26 ± 0,78	0,92 ± 0,60	0,47 ± 0,34	2,1 ± 1,2	0,89 ± 0,58	2,0 ± 1,2	1,91 ± 1,11
Carbaril**	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,76 ± 0,51	ND	ND
Diazinón*	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,12 ± 0,11	ND
Diurón*	2016	II	ND	ND	ND	ND	NC	0,36 ± 0,27	ND	ND
Diurón**	2016	II	ND	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Hexazinona*	2016	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	NC	NC
Hexazinona**	2016	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	NC	NC
Oxamil*	2016	II	ND	ND	ND	ND	0,12 ± 0,11	ND	ND	ND
Oxamil**	2016	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Propiconazol*	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,19 ± 0,15	0,17 ± 0,14
Propiconazol**	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Ametrina*	2016	III	ND	ND	ND	ND	0,31 ± 0,23	0,43 ± 0,31	ND	ND
Ametrina**	2016	III	ND	ND	ND	ND	0,31 ± 0,24	0,44 ± 0,32	ND	NC
Bromacil*	2016	III	ND	0,86 ± 0,57	0,77 ± 0,51	0,70 ± 0,47	2,9 ± 1,6	1,58 ± 0,94	2,0 ± 1,1	1,32 ± 0,81
Bromacil**	2016	III	ND	0,87 ± 0,57	0,79 ± 0,52	0,63 ± 0,43	4,4 ± 2,2	2,1 ± 1,2	2,3 ± 1,3	1,9 ± 1,1
Diurón*	2016	III	ND	0,38 ± 0,28	ND	ND	0,38 ± 0,28	0,48 ± 0,34	NC	ND
Diurón**	2016	III	ND	ND	ND	ND	NC	0,51 ± 0,36	ND	ND
Hexazinona*	2016	III	ND	ND	ND	ND	1,31 ± 0,89	ND	ND	ND
Oxamil**	2016	III	ND	ND	ND	ND	1,58 ± 0,94	ND	ND	ND
Propiconazol*	2016	III	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Propiconazol**	2016	III	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Tiabendazol**	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND
Ametrina*	2017	I	ND	ND	ND	0,06 ± 0,06	0,32 ± 0,24	0,23 ± 0,19	0,06 ± 0,06	0,06 ± 0,06
Bromacil*	2017	I	ND	1,49 ± 0,90	2,4 ± 1,3	0,94 ± 0,61	3,9 ± 2,0	1,9 ± 1,0	2,3 ± 1,3	1,9 ± 1,1
Bromacil**	2017	I	ND	0,66 ± 0,45	0,93 ± 0,60	1,43 ± 0,87	5,1 ± 2,5	2,4 ± 1,3	3,6 ± 1,9	2,7 ± 1,5

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Carbendazín*	2017	I	ND	NC	0,08 ± 0,08	NC	0,12 ± 0,11	0,06 ± 0,06	0,05 ± 0,05	NC
Ciromazina*	2017	I	0,47 ± 0,34	0,59 ± 0,41	0,40 ± 0,29	0,15 ± 0,13	0,16 ± 0,13	0,16 ± 0,14	0,16 ± 0,13	0,15 ± 0,13
Ciromazina**	2017	I	ND	ND	0,15 ± 0,13	0,16 ± 0,13	0,14 ± 0,12	0,18 ± 0,15	0,15 ± 0,13	0,14 ± 0,12
Diazinón*	2017	I	ND	0,16 ± 0,14	0,11 ± 0,10	ND	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2017	I	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Diurón**	2017	I	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Hexazinona*	2017	I	ND	NC	NC	ND	0,07 ± 0,06	NC	NC	NC
Hexazinona**	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,07 ± 0,07	NC	NC	NC
Imazalil*	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,45 ± 0,33	ND	ND	ND
Metalaxil*	2017	I	ND	NC	0,06 ± 0,06	ND	NC	NC	NC	NC
Oxamil*	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,09 ± 0,08	ND	ND	ND
Triadimefón*	2017	I	0,18 ± 0,15	0,34 ± 0,26	0,62 ± 0,43	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón**	2017	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimenol*	2017	I	ND	ND	0,06 ± 0,06	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2017	II	ND	ND	ND	ND	0,20 ± 0,16	0,14 ± 0,12	0,38 ± 0,28	0,82 ± 0,54
Ametrina**	2017	II	ND	ND	ND	ND	0,20 ± 0,17	NC	0,39 ± 0,29	0,86 ± 0,56
Bromacil*	2017	II	ND	0,66 ± 0,45	1,14 ± 0,72	0,66 ± 0,45	1,7 ± 1,0	0,67 ± 0,45	0,88 ± 0,57	1,29 ± 0,79
Bromacil**	2017	II	ND	0,63 ± 0,43	1,04 ± 0,66	0,68 ± 0,46	1,7 ± 1,0	0,70 ± 0,47	0,88 ± 0,57	1,38 ± 0,84
Carbendazín*	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,12 ± 0,11
Carbofurán*	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,42 ± 0,30
Carbofurán**	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,45 ± 0,32
Diurón*	2017	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	2,5 ± 1,4	6,9 ± 3,3
Diurón**	2017	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	2,2 ± 1,3	6,7 ± 3,2
Hexazinona*	2017	II	ND	ND	0,07 ± 0,06	ND	0,05 ± 0,05	NC	0,51 ± 0,36	1,51 ± 0,91
Hexazinona**	2017	II	ND	ND	0,06 ± 0,06	ND	0,05 ± 0,05	0,03 ± 0,03	0,52 ± 0,37	1,52 ± 0,92
Imidacloprid*	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Metalaxil*	2017	II	ND	ND	NC	NC	0,09 ± 0,08	NC	0,63 ± 0,43	0,82 ± 0,54

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Metalaxil**	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Oxamil*	2017	II	ND	ND	ND	ND	0,11 ± 0,10	ND	0,28 ± 0,22	0,10 ± 0,09
Oxamil**	2017	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	0,34 ± 0,25	ND
Propiconazol*	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,18 ± 0,15
Propiconazol**	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Ametrina*	2017	III	ND	ND	0,18 ± 0,15	0,19 ± 0,16	0,23 ± 0,19	0,22 ± 0,18	0,32 ± 0,24	0,25 ± 0,20
Ametrina**	2017	III	ND	ND	0,22 ± 0,18	NC	0,37 ± 0,27	0,22 ± 0,18	0,41 ± 0,30	0,30 ± 0,23
Bromacil*	2017	III	ND	0,41 ± 0,30	1,18 ± 0,73	ND	3,9 ± 2,0	1,21 ± 0,75	1,52 ± 0,91	1,30 ± 0,80
Bromacil**	2017	III	ND	0,32 ± 0,24	1,43 ± 0,86	2,1 ± 1,2	3,1 ± 1,7	1,8 ± 1,0	2,2 ± 1,2	2,4 ± 1,4
Dimetoato*	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,20 ± 0,17	NC
Diurón*	2017	III	ND	ND	0,55 ± 0,39	ND	NC	NC	0,47 ± 0,34	0,43 ± 0,31
Diurón**	2017	III	ND	ND	0,64 ± 0,44	NC	0,44 ± 0,32	NC	0,63 ± 0,43	0,68 ± 0,46
Etoprofós*	2017	III	ND	ND	0,30 ± 0,23	ND	ND	ND	ND	ND
Etoprofós**	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexazinona*	2017	III	ND	ND	0,12 ± 0,10	ND	ND	ND	0,22 ± 0,17	0,13 ± 0,12
Hexazinona**	2017	III	ND	ND	0,12 ± 0,11	ND	0,12 ± 0,10	ND	0,23 ± 0,18	0,19 ± 0,16
Metalaxil*	2017	III	ND	ND	0,19 ± 0,16	ND	ND	ND	NC	NC
Oxamil*	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC	NC
Oxamil**	2017	III	ND	ND	ND	ND	0,27 ± 0,21	ND	NC	0,25 ± 0,20
Ametrina*	2018	I	ND	0,38 ± 0,28	0,34 ± 0,26	NC	0,17 ± 0,14	0,10 ± 0,09	0,22 ± 0,18	0,13 ± 0,12
Ametrina**	2018	I	ND	0,40 ± 0,30	0,28 ± 0,21	ND	NC	NC	0,21 ± 0,17	NC
Bromacil*	2018	I	NC	2,40 ± 1,34	5,3 ± 2,6	1,36 ± 0,83	3,1 ± 1,7	1,04 ± 0,66	2,1 ± 1,2	1,58 ± 0,95
Bromacil**	2018	I	ND	3,4 ± 1,8	6,4 ± 3,1	1,1 ± 0,7	2,9 ± 1,6	1,1 ± 0,7	2,5 ± 1,4	2,1 ± 1,2
Carbendazín*	2018	I	ND	ND	0,14 ± 0,12	ND	NC	NC	0,39 ± 0,29	0,56 ± 0,39
Carbendazín**	2018	I	ND	ND	NC	ND	NC	ND	0,37 ± 0,28	0,61 ± 0,42
Clorpirifós*	2018	I	ND	4,0 ± 2,1	0,57 ± 0,40	ND	ND	ND	0,16 ± 0,14	0,14 ± 0,12
Clorpirifós**	2018	I	ND	3,4 ± 1,8	0,40 ± 0,29	ND	ND	ND	0,16 ± 0,13	0,12 ± 0,11

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Diazinón*	2018	I	ND	0,84 ± 0,55	NC	ND	NC	ND	0,30 ± 0,23	ND
Diazinón**	2018	I	ND	1,17 ± 0,73	ND	ND	ND	ND	0,54 ± 0,38	ND
Diurón*	2018	I	ND	1,01 ± 0,65	0,73 ± 0,49	ND	0,39 ± 0,29	NC	NC	NC
Diurón**	2018	I	ND	0,91 ± 0,59	0,51 ± 0,36	ND	NC	ND	NC	NC
Etoprofós*	2018	I	ND	ND	0,65 ± 0,44	ND	ND	ND	ND	ND
Etoprofós**	2018	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Hexazinona*	2018	I	ND	0,09 ± 0,08	0,15 ± 0,13	ND	NC	ND	0,11 ± 0,10	0,11 ± 0,10
Hexazinona**	2018	I	ND	ND	0,11 ± 0,10	ND	ND	ND	0,10 ± 0,09	0,10 ± 0,09
Metalaxil*	2018	I	ND	0,73 ± 0,49	1,17 ± 0,73	ND	0,10 ± 0,09	ND	0,11 ± 0,10	ND
Oxamil*	2018	I	ND	0,21 ± 0,17	5,2 ± 2,6	ND	0,61 ± 0,42	0,15 ± 0,12	0,13 ± 0,12	0,12 ± 0,10
Oxamil**	2018	I	ND	NC	3,1 ± 1,7	ND	0,51 ± 0,36	NC	ND	ND
Propiconazol*	2018	I	ND	ND	5,3 ± 2,6	ND	ND	ND	0,22 ± 0,18	ND
Propiconazol**	2018	I	ND	ND	3,6 ± 1,9	ND	NC	ND	0,27 ± 0,21	ND
Ametrina*	2018	II	0,16 ± 0,14	ND	0,15 ± 0,13	0,42 ± 0,31	NC	0,31 ± 0,24	0,35 ± 0,26	0,19 ± 0,16
Ametrina**	2018	II	ND	NC	NC	0,16 ± 0,13	0,34 ± 0,25	0,19 ± 0,16	0,24 ± 0,19	0,29 ± 0,22
Bromacil*	2018	II	ND	ND	1,57 ± 0,94	15,9 ± 6,7	0,80 ± 0,53	4,7 ± 2,4	5,4 ± 2,7	3,9 ± 2,0
Carbendazín*	2018	II	ND	ND	ND	ND	ND	NC	0,27 ± 0,21	ND
Clorpirifós*	2018	II	0,45 ± 0,32	ND	ND	ND	ND	ND	0,14 ± 0,12	ND
Diurón*	2018	II	ND	ND	0,57 ± 0,40	1,21 ± 0,75	ND	0,54 ± 0,38	0,56 ± 0,39	0,47 ± 0,34
Diazinón*	2018	II	ND	ND	0,19 ± 0,16	ND	ND	0,24 ± 0,19	ND	0,15 ± 0,13
Hexazinona*	2018	II	ND	ND	ND	0,26 ± 0,21	ND	0,14 ± 0,12	0,14 ± 0,12	0,16 ± 0,13
Metalaxil*	2018	II	ND	ND	ND	1,20 ± 0,75	ND	0,20 ± 0,16	0,34 ± 0,26	0,20 ± 0,16
Oxamil*	2018	II	ND	ND	ND	0,58 ± 0,40	ND	1,7 ± 1,0	ND	NC
Propiconazol*	2018	II	ND	ND	ND	0,41 ± 0,31	ND	0,22 ± 0,18	0,21 ± 0,17	ND
Bromacil**	2018	II	ND	NC	1,02 ± 0,65	0,90 ± 0,59	4,4 ± 2,2	1,22 ± 0,76	3,7 ± 1,9	3,6 ± 1,9
Clorpirifós**	2018	II	ND	0,81 ± 0,54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Diazinón**	2018	II	ND	0,16 ± 0,13	3,1 ± 1,7	0,47 ± 0,34	6,6 ± 3,2	11,0 ± 4,9	4,7 ± 2,4	1,8 ± 1,0

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 25	Sitio 11	Sitio 9	Sitio 12	Sitio 13	Sitio 23	Sitio 21
			R. Guayabo	R. Guayabo	R. Tres Amigos	Q. Los Chiles	Q. Los Chiles	R. Caño Negro	Q. Pital	Q. Pital
Diurón**	2018	II	ND	ND	NC	ND	0,54 ± 0,38	0,54 ± 0,38	0,67 ± 0,46	0,70 ± 0,47
Hexazinona**	2018	II	ND	ND	ND	ND	NC	NC	0,20 ± 0,16	0,20 ± 0,16
Oxamil**	2018	II	ND	ND	ND	ND	1,8 ± 1,0	0,69 ± 0,47	NC	NC

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Unidades: µg/L. R: río, Q: quebrada.

*Residuos detectados por MAR-1

**Residuos detectados mediante MAR-27.



Anexo 11. Concentración de plaguicidas detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Tres Amigos

Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Ametrina*	2015	I	NC	NC	ND	ND	ND	NC	ND
Ametrina**	2015	I	NC	NC	ND	NC	ND	NC	ND
Bromacil*	2015	I	2,40 ± 1,34	0,75 ± 0,50	1,40 ± 0,85	1,63 ± 0,97	1,29 ± 0,79	2,06 ± 1,18	ND
Bromacil**	2015	I	2,67 ± 1,47	0,91 ± 0,59	1,87 ± 1,09	2,14 ± 1,22	1,44 ± 0,87	2,49 ± 1,39	ND
Carbendazín**	2015	I	ND	NC	NC	ND	ND	ND	ND
Diazinón*	2015	I	ND	NC	ND	ND	ND	NC	ND
Diurón*	2015	I	NC	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Diurón**	2015	I	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Oxamil**	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón*	2015	I	ND	NC	ND	ND	NC	ND	ND
Triadimefón**	2015	I	ND	NC	NC	ND	NC	ND	ND
Triadimenol**	2015	I	NC	NC	NC	ND	NC	ND	ND
Metalaxil*	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Ametrina*	2015	II	NC	NC	NC	0,13 ± 0,11	NC	0,41 ± 0,30	ND
Ametrina**	2015	II	NC	NC	NC	0,16 ± 0,14	NC	0,48 ± 0,34	ND
Bromacil*	2015	II	2,77 ± 1,52	0,77 ± 0,51	0,94 ± 0,61	1,43 ± 0,87	0,95 ± 0,61	2,24 ± 1,27	ND
Bromacil**	2015	II	3,23 ± 1,73	1,02 ± 0,65	1,14 ± 0,72	1,67 ± 0,99	1,27 ± 0,79	2,42 ± 1,36	ND
Carbendazín**	2015	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Diazinón*	2015	II	ND	ND	0,19 ± 0,15	0,21 ± 0,17	0,14 ± 0,12	0,42 ± 0,31	ND
Diurón*	2015	II	NC	NC	NC	0,38 ± 0,28	NC	0,78 ± 0,52	ND
Diurón**	2015	II	NC	NC	NC	0,46 ± 0,33	NC	0,79 ± 0,53	ND
Metalaxil**	2015	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Propiconazol**	2015	II	ND	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Triadimefón*	2015	II	ND	NC	NC	ND	ND	NC	ND
Triadimefón**	2015	II	ND	NC	NC	ND	ND	NC	ND
Triadimenol**	2015	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Ametrina*	2015	III	NC	0,15 ± 0,13	NC	0,15 ± 0,13	0,10 ± 0,09	0,14 ± 0,12	ND
Ametrina**	2015	III	NC	0,17 ± 0,14	NC	0,15 ± 0,13	NC	0,15 ± 0,12	ND
Bromacil*	2015	III	4,04 ± 2,10	1,44 ± 0,87	1,32 ± 0,81	2,37 ± 1,33	1,57 ± 0,94	4,13 ± 2,13	ND
Bromacil**	2015	III	4,25 ± 2,19	1,25 ± 0,77	2,14 ± 1,22	2,60 ± 1,44	2,09 ± 1,20	4,07 ± 2,11	ND
Carbaril**	2015	III	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND
Carbendazín**	2015	III	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahíno	R. Sahíno	Q. Sahíno	Q. La Diabla
Clorpirifós*	2015	III	ND	0,08 ± 0,07	ND	NC	NC	0,07 ± 0,06	ND
Diazinón*	2015	III	0,13 ± 0,11	ND	ND	ND	ND	0,57 ± 0,39	ND
Diurón*	2015	III	0,38 ± 0,28	NC	NC	0,79 ± 0,52	0,43 ± 0,31	0,89 ± 0,58	ND
Diurón**	2015	III	NC	NC	NC	0,87 ± 0,57	0,54 ± 0,38	1,02 ± 0,65	ND
Metalaxil**	2015	III	NC	NC	NC	NC	NC	1,00 ± 0,64	ND
Propiconazol**	2015	III	ND	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Triadimefón*	2015	III	ND	0,47 ± 0,34	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón**	2015	III	ND	0,54 ± 0,38	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimenol*	2015	III	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimenol**	2015	III	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Hexazinona*	2015	III	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Hexazinona**	2015	III	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Propiconazol*	2015	III	ND	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Metalaxil*	2015	III	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Carbendazín*	2015	III	NC	NC	ND	NC	NC	ND	ND
Ametrina*	2016	I	0,15 ± 0,13	0,08 ± 0,08	0,06 ± 0,06	0,10 ± 0,09	0,06 ± 0,06	0,09 ± 0,08	ND
Ametrina**	2016	I	0,19 ± 0,16	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Bromacil*	2016	I	2,2 ± 1,3	1,16 ± 0,73	1,58 ± 0,94	1,44 ± 0,87	1,23 ± 0,76	1,90 ± 1,11	ND
Bromacil**	2016	I	2,5 ± 1,4	1,42 ± 0,86	1,42 ± 0,86	1,67 ± 0,99	1,55 ± 0,93	2,3 ± 1,3	ND
Carbendazín*	2016	I	ND	NC	ND	NC	ND	NC	ND
Carbendazín**	2016	I	ND	NC	ND	0,78 ± 0,52	ND	NC	ND
Clorpirifós*	2016	I	ND	ND	ND	0,24 ± 0,19	ND	0,21 ± 0,17	ND
Diurón*	2016	I	0,39 ± 0,29	NC	NC	ND	NC	NC	ND
Diurón**	2016	I	0,46 ± 0,33	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Hexazinona*	2016	I	ND	ND	NC	NC	ND	NC	ND
Hexazinona**	2016	I	NC	ND	NC	NC	NC	NC	ND
Imazalil**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Metalaxil*	2016	I	NC	ND	ND	NC	NC	NC	ND
Metalaxil**	2016	I	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Paclobutrazol*	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Procloraz*	2016	I	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Propiconazol**	2016	I	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Tiabendazol**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Triadimefón*	2016	I	ND	2,0 ± 1,1	ND	ND	ND	ND	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahíno	R. Sahíno	Q. Sahíno	Q. La Diabla
Triadimefón**	2016	I	ND	2,4 ± 1,3	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimenol**	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Procloraz**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Propiconazol*	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Triadimenol*	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Paclobutrazol**	2016	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Imidacloprid*	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2016	II	0,18 ± 0,15	0,13 ± 0,11	NC	0,22 ± 0,18	0,12 ± 0,10	0,27 ± 0,21	ND
Ametrina**	2016	II	0,25 ± 0,20	0,18 ± 0,15	NC	0,23 ± 0,18	NC	0,26 ± 0,20	ND
Bromacil*	2016	II	2,1 ± 1,2	1,12 ± 0,70	1,32 ± 0,81	1,8 ± 1,1	1,7 ± 1,0	2,5 ± 1,4	ND
Bromacil**	2016	II	2,9 ± 1,6	1,62 ± 0,97	1,32 ± 0,81	1,9 ± 1,1	1,60 ± 0,95	2,4 ± 1,4	ND
Carbendazín**	2016	II	NC	NC	ND	0,77 ± 0,51	ND	0,98 ± 0,63	ND
Clorpirifós*	2016	II	ND	ND	ND	0,21 ± 0,17	ND	0,23 ± 0,18	ND
Diazinón*	2016	II	ND	ND	ND	ND	0,14 ± 0,12	0,24 ± 0,19	ND
Diurón*	2016	II	0,35 ± 0,26	NC	NC	0,37 ± 0,28	NC	0,55 ± 0,38	ND
Diurón**	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	0,61 ± 0,42	ND
Hexazinona*	2016	II	NC	ND	NC	NC	NC	NC	ND
Hexazinona**	2016	II	NC	ND	NC	NC	NC	NC	ND
Metalaxil*	2016	II	0,10 ± 0,09	0,13 ± 0,11	0,13 ± 0,12	0,82 ± 0,54	0,17 ± 0,14	0,27 ± 0,21	ND
Metalaxil**	2016	II	NC	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Triadimefón*	2016	II	ND	1,26 ± 0,78	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón**	2016	II	ND	1,9 ± 1,1	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2016	III	0,14 ± 0,12	0,15 ± 0,13	ND	0,22 ± 0,18	0,15 ± 0,12	0,19 ± 0,16	ND
Ametrina**	2016	III	0,14 ± 0,12	0,14 ± 0,12	NC	0,21 ± 0,17	0,14 ± 0,12	0,18 ± 0,15	ND
Bromacil*	2016	III	2,4 ± 1,4	1,56 ± 0,93	1,55 ± 0,93	2,0 ± 1,1	1,58 ± 0,94	2,6 ± 1,5	ND
Bromacil**	2016	III	3,6 ± 1,9	1,9 ± 1,1	2,1 ± 1,2	2,5 ± 1,4	2,0 ± 1,2	3,4 ± 1,8	ND
Carbaril*	2016	III	ND	0,17 ± 0,14	ND	ND	ND	ND	ND
Carbaril**	2016	III	ND	0,15 ± 0,13	ND	ND	ND	ND	ND
Carbendazín*	2016	III	ND	0,97 ± 0,62	ND	0,51 ± 0,36	ND	0,81 ± 0,54	ND
Carbendazín**	2016	III	ND	0,89 ± 0,58	ND	0,47 ± 0,33	ND	0,98 ± 0,63	ND
Clorpirifós*	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	0,69 ± 0,47	ND
Clorpirifós**	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	0,59 ± 0,41	ND
Diurón*	2016	III	0,38 ± 0,28	NC	NC	NC	NC	0,79 ± 0,53	ND
Diurón**	2016	III	NC	NC	ND	NC	NC	0,76 ± 0,51	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahíno	R. Sahíno	Q. Sahíno	Q. La Diabla
Etoprofos*	2016	III	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Hexazinona*	2016	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Triadimefón*	2016	III	ND	0,66 ± 0,45	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón**	2016	III	ND	0,66 ± 0,45	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2017	I	0,15 ± 0,13	0,99 ± 0,63	0,11 ± 0,10	0,16 ± 0,14	0,15 ± 0,13	3,9 ± 2,0	ND
Bromacil*	2017	I	3,5 ± 1,8	2,0 ± 1,1	2,3 ± 1,3	3,2 ± 1,7	2,6 ± 1,5	6,0 ± 3,0	0,06 ± 0,06
Bromacil**	2017	I	4,5 ± 2,3	3,0 ± 1,6	3,3 ± 1,8	3,6 ± 1,9	3,0 ± 1,6	6,8 ± 3,3	ND
Carbendazín*	2017	I	0,12 ± 0,11	1,54 ± 0,92	0,08 ± 0,07	0,13 ± 0,11	0,16 ± 0,13	0,40 ± 0,29	ND
Carbendazín**	2017	I	ND	2,4 ± 1,3	NC	NC	NC	0,39 ± 0,29	ND
Ciromazina*	2017	I	0,17 ± 0,14	0,16 ± 0,13	0,15 ± 0,13	0,17 ± 0,14	0,15 ± 0,13	0,18 ± 0,15	0,17 ± 0,14
Ciromazina**	2017	I	0,17 ± 0,14	0,14 ± 0,12	0,16 ± 0,13	0,12 ± 0,10	0,16 ± 0,13	0,15 ± 0,13	0,16 ± 0,14
Diazinón*	2017	I	ND	0,83 ± 0,55	ND	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2017	I	0,32 ± 0,24	1,27 ± 0,78	NC	ND	NC	3,2 ± 1,7	ND
Diurón**	2017	I	NC	1,53 ± 0,92	ND	ND	ND	2,9 ± 1,6	ND
Hexazinona*	2017	I	0,08 ± 0,08	NC	0,08 ± 0,07	0,12 ± 0,10	0,09 ± 0,08	0,17 ± 0,14	ND
Hexazinona**	2017	I	0,10 ± 0,09	NC	0,10 ± 0,09	0,11 ± 0,10	0,09 ± 0,09	0,16 ± 0,13	ND
Imazalil*	2017	I	ND	ND	ND	0,27 ± 0,21	ND	ND	ND
Imidacloprid*	2017	I	ND	ND	ND	0,08 ± 0,07	0,06 ± 0,06	0,10 ± 0,09	ND
Metalaxil*	2017	I	0,09 ± 0,08	0,15 ± 0,13	0,14 ± 0,12	0,17 ± 0,14	0,14 ± 0,12	0,57 ± 0,40	ND
Metalaxil**	2017	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Oxamil*	2017	I	ND	ND	ND	ND	ND	0,08 ± 0,07	ND
Tiabendazol*	2017	I	NC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tiabendazol**	2017	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Triadimefón*	2017	I	ND	4,3 ± 2,2	NC	ND	ND	NC	ND
Triadimefón**	2017	I	ND	5,4 ± 2,7	NC	ND	ND	ND	ND
Triadimenol*	2017	I	ND	0,45 ± 0,33	0,11 ± 0,10	ND	0,07 ± 0,06	ND	ND
Triadimenol**	2017	I	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2017	II	0,18 ± 0,15	1,24 ± 0,77	0,35 ± 0,26	0,31 ± 0,24	0,18 ± 0,15	0,16 ± 0,13	ND
Ametrina**	2017	II	NC	0,74 ± 0,49	0,19 ± 0,16	0,20 ± 0,16	0,15 ± 0,13	NC	ND
Bromacil*	2017	II	2,5 ± 1,4	1,8 ± 1,0	1,44 ± 0,87	1,8 ± 1,0	1,33 ± 0,81	2,5 ± 1,4	ND
Bromacil**	2017	II	2,5 ± 1,4	1,7 ± 1,0	1,37 ± 0,84	1,9 ± 1,1	1,43 ± 0,87	2,5 ± 1,4	ND
Carbendazín*	2017	II	ND	0,95 ± 0,61	0,17 ± 0,14	ND	ND	ND	ND
Carbendazín**	2017	II	ND	0,87 ± 0,57	NC	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2017	II	ND	NC	NC	0,42 ± 0,31	0,36 ± 0,27	NC	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Diurón**	2017	II	ND	NC	ND	0,49 ± 0,35	ND	NC	NC
Hexazinona*	2017	II	0,07 ± 0,07	0,04 ± 0,04	0,05 ± 0,05	0,04 ± 0,04	0,04 ± 0,04	0,07 ± 0,07	ND
Hexazinona**	2017	II	0,05 ± 0,05	NC	0,04 ± 0,04	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,06 ± 0,05	ND
Metalaxil*	2017	II	NC	NC	0,09 ± 0,08	0,18 ± 0,15	0,11 ± 0,10	0,13 ± 0,11	ND
Triadimefón*	2017	II	ND	2,1 ± 1,2	0,46 ± 0,33	ND	ND	ND	ND
Triadimefón**	2017	II	ND	3,0 ± 1,6	0,34 ± 0,26	ND	ND	ND	ND
Triadimenol*	2017	II	ND	1,13 ± 0,71	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimenol**	2017	II	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2017	III	ND	1,05 ± 0,67	0,37 ± 0,27	0,73 ± 0,49	0,31 ± 0,24	0,34 ± 0,25	ND
Ametrina**	2017	III	NC	2,0 ± 1,2	0,56 ± 0,39	1,25 ± 0,78	0,36 ± 0,27	0,32 ± 0,24	ND
Bromacil*	2017	III	1,34 ± 0,82	0,95 ± 0,61	0,88 ± 0,58	1,60 ± 0,95	1,02 ± 0,65	1,9 ± 1,1	0,18 ± 0,15
Bromacil**	2017	III	2,2 ± 1,3	1,56 ± 0,93	1,36 ± 0,83	2,1 ± 1,2	1,53 ± 0,92	2,2 ± 1,3	NC
Carbaril*	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	2,0 ± 1,2	ND
Carbaril**	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	0,99 ± 0,63	ND
Carbendazín*	2017	III	ND	2,0 ± 1,1	ND	0,30 ± 0,23	0,49 ± 0,35	0,59 ± 0,41	ND
Carbendazín**	2017	III	ND	1,43 ± 0,87	ND	0,35 ± 0,26	0,40 ± 0,30	0,32 ± 0,25	ND
Diurón*	2017	III	0,48 ± 0,34	0,81 ± 0,54	0,55 ± 0,38	0,92 ± 0,60	0,51 ± 0,36	0,51 ± 0,36	NC
Diurón**	2017	III	0,55 ± 0,38	1,26 ± 0,78	0,74 ± 0,49	1,23 ± 0,76	0,63 ± 0,43	0,65 ± 0,45	NC
Etoprofos*	2017	III	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Hexazinona*	2017	III	ND	NC	0,26 ± 0,20	0,14 ± 0,12	0,17 ± 0,14	0,16 ± 0,13	ND
Hexazinona**	2017	III	ND	0,14 ± 0,12	0,29 ± 0,22	0,11 ± 0,10	0,16 ± 0,13	0,12 ± 0,11	ND
Imazalil*	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Metalaxil*	2017	III	ND	NC	0,15 ± 0,13	0,14 ± 0,12	0,24 ± 0,19	0,15 ± 0,13	ND
Tiabendazol**	2017	III	NC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón*	2017	III	ND	0,15 ± 0,13	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimenol**	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2018	I	0,17 ± 0,14	NC	0,09 ± 0,08	0,14 ± 0,12	0,10 ± 0,09	0,09 ± 0,08	ND
Ametrina**	2018	I	NC	ND	NC	NC	NC	NC	ND
Bromacil*	2018	I	2,0 ± 1,1	1,8 ± 1,0	1,52 ± 0,91	2,4 ± 1,4	1,56 ± 0,93	2,6 ± 1,4	NC
Bromacil**	2018	I	2,2 ± 1,2	2,1 ± 1,2	1,4 ± 0,9	2,6 ± 1,4	2,0 ± 1,2	3,8 ± 2,0	ND
Carbendazín*	2018	I	1,07 ± 0,68	0,24 ± 0,19	0,13 ± 0,11	0,10 ± 0,09	0,11 ± 0,09	0,12 ± 0,11	ND
Carbendazín**	2018	I	0,89 ± 0,58	NC	NC	NC	NC	NC	ND
Clorpirifós*	2018	I	0,14 ± 0,12	ND	ND	0,11 ± 0,10	0,14 ± 0,12	0,11 ± 0,10	ND
Clorpirifós**	2018	I	0,12 ± 0,11	ND	ND	0,10 ± 0,09	0,12 ± 0,11	0,11 ± 0,10	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 14	Sitio 22	Sitio 17	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 16	Sitio 20
			Q. Huevo	Q. Huevo	Q. Gavilán	R. Sahino	R. Sahino	Q. Sahino	Q. La Diabla
Diazinón *	2018	I	NC	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Diazinón **	2018	I	0,09 ± 0,08	ND	ND	ND	ND	0,10 ± 0,09	ND
Diurón *	2018	I	0,43 ± 0,31	NC	0,37 ± 0,27	NC	NC	NC	ND
Diurón **	2018	I	NC	ND	NC	ND	NC	NC	ND
Hexazinona *	2018	I	NC	0,08 ± 0,07	NC	NC	NC	0,10 ± 0,09	ND
Hexazinona **	2018	I	NC	NC	ND	NC	ND	0,10 ± 0,09	ND
Imidacloprid *	2018	I	ND	ND	ND	ND	ND	0,12 ± 0,10	ND
Imidacloprid **	2018	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Metalaxil *	2018	I	0,13 ± 0,11	ND	0,11 ± 0,10	0,12 ± 0,11	NC	0,14 ± 0,12	ND
Oxamil *	2018	I	ND	ND	NC	ND	ND	NC	ND
Propiconazol *	2018	I	0,29 ± 0,22	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Propiconazol **	2018	I	NC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2018	II	0,20 ± 0,17	0,25 ± 0,20	NC	0,16 ± 0,14	0,27 ± 0,21	0,18 ± 0,15	0,24 ± 0,19
Ametrina**	2018	II	0,16 ± 0,13	0,22 ± 0,18	0,19 ± 0,16	0,30 ± 0,23	0,32 ± 0,24	0,37 ± 0,28	ND
Bromacil*	2018	II	2,3 ± 1,3	3,1 ± 1,7	4,3 ± 2,2	1,8 ± 1,1	3,4 ± 1,8	1,4 ± 0,8	1,8 ± 1,1
Carbendazín*	2018	II	0,72 ± 0,48	ND	NC	NC	0,85 ± 0,56	ND	NC
Clorpirifós*	2018	II	ND	ND	ND	ND	0,18 ± 0,15	ND	ND
Diurón*	2018	II	0,61 ± 0,42	0,55 ± 0,39	0,28 ± 0,22	0,61 ± 0,42	0,44 ± 0,32	0,59 ± 0,41	0,50 ± 0,35
Diazinón*	2018	II	ND	ND	ND	ND	0,64 ± 0,44	0,39 ± 0,29	ND
Hexazinona*	2018	II	ND	0,15 ± 0,12	NC	0,25 ± 0,20	0,18 ± 0,15	0,13 ± 0,11	0,16 ± 0,13
Metalaxil*	2018	II	0,51 ± 0,36	0,22 ± 0,18	ND	0,31 ± 0,24	0,36 ± 0,27	ND	0,23 ± 0,18
Oxamil*	2018	II	ND	NC	ND	ND	ND	0,38 ± 0,28	ND
Propiconazol*	2018	II	ND	ND	ND	0,18 ± 0,15	NC	ND	ND
Bromacil**	2018	II	4,4 ± 2,2	2,0 ± 1,2	1,41 ± 0,86	3,4 ± 1,8	2,1 ± 1,2	4,8 ± 2,4	ND
Carbendazín**	2018	II	NC	0,99 ± 0,63	ND	0,87 ± 0,57	NC	0,24 ± 0,19	ND
Clorpirifós**	2018	II	ND	ND	ND	0,26 ± 0,21	ND	0,23 ± 0,18	ND
Diazinón**	2018	II	1,13 ± 0,71	1,00 ± 0,64	0,60 ± 0,41	16,1 ± 6,8	1,29 ± 0,79	2,4 ± 1,4	ND
Diurón**	2018	II	NC	0,63 ± 0,43	0,70 ± 0,47	0,54 ± 0,38	0,75 ± 0,50	0,70 ± 0,47	ND
Imidacloprid**	2018	II	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Hexazinona**	2018	II	NC	ND	0,32 ± 0,25	0,24 ± 0,19	0,22 ± 0,18	NC	ND
Metalaxil**	2018	II	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Oxamil**	2018	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	ND

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Unidades: µg/L. R: río, Q: quebrada. *Residuos detectados por MAR-1, **Residuos detectados mediante MAR-27.

Anexo 12. Concentración de plaguicidas detectados en las muestras recolectadas en los sitios de muestreo tributarios del río Toro

Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Ametrina*	2015	I	ND	ND	ND	NC	NC	ND	NC
Ametrina**	2015	I	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Bromacil*	2015	I	ND	NC	NC	1,15 ± 0,72	0,51 ± 0,36	0,56 ± 0,39	0,97 ± 0,62
Bromacil**	2015	I	ND	0,20 ± 0,16	0,24 ± 0,19	2,43 ± 1,36	0,93 ± 0,60	0,59 ± 0,41	2,42 ± 1,36
Carbendazín**	2015	I	ND	ND	ND	ND	NC	ND	NC
Diazinón*	2015	I	ND	ND	ND	0,41 ± 0,30	ND	ND	ND
Diurón*	2015	I	NC	ND	ND	NC	NC	ND	0,20 ± 0,16
Diurón**	2015	I	ND	NC	NC	NC	NC	ND	0,31 ± 0,24
Metalaxil**	2015	I	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Oxamil**	2015	I	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Paraquat	2015	I	0,31 ± 0,23	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Propiconazol**	2015	I	ND	ND	ND	0,22 ± 0,18	NC	ND	ND
Tiabendazol **	2015	I	NC	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Triadimefón*	2015	I	ND	NC	NC	ND	NC	ND	ND
Triadimefón**	2015	I	ND	ND	NC	NC	NC	ND	ND
Triadimenol**	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metalaxil*	2015	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Ametrina*	2015	II	ND	NC	0,13 ± 0,11	0,13 ± 0,11	0,10 ± 0,09	NC	ND
Ametrina**	2015	II	ND	NC	0,17 ± 0,14	0,18 ± 0,15	NC	NC	NC
Bromacil*	2015	II	ND	0,47 ± 0,34	0,89 ± 0,58	1,54 ± 0,92	0,90 ± 0,59	1,13 ± 0,71	1,15 ± 0,72
Bromacil**	2015	II	ND	0,78 ± 0,52	0,90 ± 0,59	1,67 ± 0,99	0,91 ± 0,59	1,22 ± 0,76	1,27 ± 0,79
Carbendazín**	2015	II	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND
Diazinón*	2015	II	ND	0,13 ± 0,11	1,82 ± 1,06	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2015	II	ND	NC	0,79 ± 0,53	0,46 ± 0,33	NC	NC	NC
Diurón**	2015	II	ND	NC	0,81 ± 0,54	0,51 ± 0,36	NC	NC	NC
Imidacloprid**	2015	II	ND	ND	NC	NC	NC	ND	ND
Malatión*	2015	II	0,13 ± 0,11	0,37 ± 0,27	0,37 ± 0,28	0,38 ± 0,28	0,35 ± 0,26	0,27 ± 0,21	0,13 ± 0,11
Malatión**	2015	II	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Metalaxil**	2015	II	ND	ND	NC	NC	NC	NC	ND
Miclobutanil*	2015	II	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Oxamil**	2015	II	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Propiconazol**	2015	II	ND	ND	NC	0,91 ± 0,59	NC	NC	ND
Triadimefón*	2015	II	ND	NC	0,29 ± 0,23	ND	ND	ND	ND
Triadimefón**	2015	II	ND	NC	0,37 ± 0,28	ND	ND	ND	ND
Triadimenol**	2015	II	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND
Ametrina*	2015	III	ND	ND	ND	0,16 ± 0,14	0,16 ± 0,14	NC	NC
Ametrina**	2015	III	ND	ND	NC	0,20 ± 0,16	ND	NC	NC
Bromacil*	2015	III	ND	ND	ND	2,33 ± 1,31	1,46 ± 0,88	2,34 ± 1,32	1,99 ± 1,15
Bromacil**	2015	III	ND	ND	ND	2,33 ± 1,31	ND	3,58 ± 1,89	2,14 ± 1,22
Carbaril**	2015	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Carbendazín**	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Clorpirifós*	2015	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Diazinón*	2015	III	ND	ND	0,31 ± 0,24	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2015	III	NC	0,63 ± 0,43	1,22 ± 0,76	NC	NC	NC	0,54 ± 0,38
Diurón**	2015	III	NC	0,76 ± 0,51	1,66 ± 0,98	NC	ND	NC	0,56 ± 0,39
Metalaxil**	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Oxamil*	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Oxamil**	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Propiconazol**	2015	III	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND
Triadimefón*	2015	III	ND	ND	ND	ND	0,53 ± 0,37	ND	ND
Hexazinona*	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	NC	NC
Hexazinona**	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	NC	NC
Propiconazol*	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Metalaxil*	2015	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Ametrina*	2016	I	ND	0,08 ± 0,08	1,07 ± 0,68	0,10 ± 0,09	0,08 ± 0,08	0,07 ± 0,06	NC
Ametrina**	2016	I	ND	NC	1,19 ± 0,74	NC	NC	NC	ND
Bromacil*	2016	I	ND	0,31 ± 0,23	0,81 ± 0,54	1,9 ± 1,1	1,12 ± 0,70	2,7 ± 1,5	1,49 ± 0,90
Bromacil**	2016	I	ND	0,40 ± 0,30	1,02 ± 0,65	1,18 ± 0,74	1,23 ± 0,76	3,1 ± 1,7	1,8 ± 1,1
Carbaril**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbendazín*	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbendazín**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clorpirifós*	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2016	I	ND	ND	0,64 ± 0,44	NC	NC	NC	0,43 ± 0,31
Diurón**	2016	I	ND	ND	0,73 ± 0,49	NC	NC	NC	0,50 ± 0,35

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Hexazinona*	2016	I	ND	ND	ND	NC	ND	ND	NC
Hexazinona**	2016	I	ND	ND	ND	NC	NC	NC	NC
Imazalil*	2016	I	ND	ND	NC	ND	ND	ND	ND
Imidacloprid**	2016	I	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Metalaxil*	2016	I	ND	ND	ND	NC	NC	NC	ND
Metalaxil**	2016	I	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Metoxifenocida**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Oxamil*	2016	I	ND	ND	ND	NC	ND	NC	ND
Oxamil**	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Paraquat	2016	I	ND	ND	0,24 ± 0,19	ND	ND	ND	ND
Procloraz*	2016	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Propiconazol**	2016	I	ND	ND	ND	0,92 ± 0,60	ND	ND	ND
Triadimefón*	2016	I	ND	NC	NC	ND	0,80 ± 0,53	ND	ND
Triadimefón**	2016	I	ND	ND	ND	ND	0,78 ± 0,52	ND	ND
Imidacloprid*	2016	I	ND	ND	ND	NC	NC	ND	ND
Ametrina*	2016	II	ND	NC	NC	0,12 ± 0,11	NC	0,09 ± 0,08	ND
Ametrina**	2016	II	ND	ND	ND	0,18 ± 0,15	ND	NC	ND
Bromacil*	2016	II	ND	0,45 ± 0,33	0,45 ± 0,33	1,9 ± 1,1	0,91 ± 0,59	3,1 ± 1,7	1,51 ± 0,91
Bromacil**	2016	II	ND	0,80 ± 0,53	0,79 ± 0,53	3,4 ± 1,8	1,36 ± 0,83	4,6 ± 2,3	2,7 ± 1,5
Carbendazín**	2016	II	ND	ND	ND	NC	ND	ND	NC
Carbofurán**	2016	II	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Diurón*	2016	II	ND	NC	NC	0,79 ± 0,53	0,32 ± 0,25	NC	0,92 ± 0,59
Diurón**	2016	II	ND	ND	ND	0,99 ± 0,64	NC	NC	1,17 ± 0,63
Hexazinona*	2016	II	ND	ND	ND	NC	ND	0,11 ± 0,10	0,33 ± 0,25
Hexazinona**	2016	II	ND	ND	ND	NC	ND	NC	NC
Imidacloprid*	2016	II	ND	ND	ND	0,11 ± 0,10	ND	ND	ND
Imidacloprid**	2016	II	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Metalaxil*	2016	II	ND	ND	ND	0,58 ± 0,40	0,13 ± 0,11	NC	0,17 ± 0,14
Metalaxil**	2016	II	ND	ND	ND	NC	NC	NC	NC
Oxamil*	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,18 ± 0,15	ND
Oxamil**	2016	II	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Propiconazol**	2016	II	ND	ND	ND	0,59 ± 0,41	ND	0,71 ± 0,48	ND
Ametrina*	2016	III	ND	ND	ND	0,17 ± 0,14	0,14 ± 0,12	0,16 ± 0,14	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Ametrina**	2016	III	ND	ND	ND	0,15 ± 0,13	0,13 ± 0,11	0,14 ± 0,12	ND
Bromacil*	2016	III	ND	0,84 ± 0,55	0,64 ± 0,44	2,0 ± 1,2	1,53 ± 0,92	4,0 ± 2,1	2,0 ± 1,2
Bromacil**	2016	III	ND	0,73 ± 0,49	0,57 ± 0,39	2,4 ± 1,3	1,57 ± 0,94	5,5 ± 2,7	1,77 ± 1,04
Carbendazín*	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Carbofurán**	2016	III	ND	0,54 ± 0,38	ND	ND	ND	ND	ND
Diurón*	2016	III	ND	NC	ND	0,38 ± 0,28	0,32 ± 0,24	0,32 ± 0,25	0,86 ± 0,56
Diurón**	2016	III	ND	ND	ND	NC	NC	NC	0,74 ± 0,50
Hexazinona**	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	NC	0,28 ± 0,22
Oxamil*	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Oxamil**	2016	III	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Propiconazol*	2016	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Propiconazol**	2016	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Ametrina*	2017	I	ND	ND	ND	0,12 ± 0,11	0,12 ± 0,11	ND	ND
Ametrina**	2017	I	ND	ND	ND	0,28 ± 0,22	0,65 ± 0,45	NC	ND
Bromacil*	2017	I	ND	0,45 ± 0,32	0,46 ± 0,33	1,58 ± 0,94	8,6 ± 4,0	3,1 ± 1,7	1,8 ± 1,1
Bromacil**	2017	I	ND	0,81 ± 0,53	0,74 ± 0,50	3,8 ± 2,0	3,6 ± 1,9	7,0 ± 3,4	3,4 ± 1,8
Carbendazín*	2017	I	ND	ND	ND	0,06 ± 0,06	0,18 ± 0,15	ND	0,08 ± 0,07
Carbendazín**	2017	I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NC
Ciromazina*	2017	I	0,10 ± 0,09	0,09 ± 0,09	0,08 ± 0,08	0,09 ± 0,08	0,49 ± 0,35	0,08 ± 0,08	0,09 ± 0,08
Ciromazina**	2017	I	0,18 ± 0,15	0,14 ± 0,12	0,15 ± 0,13	0,15 ± 0,13	0,13 ± 0,11	0,12 ± 0,11	0,22 ± 0,18
Diazinón*	2017	I	ND	0,49 ± 0,35	ND	ND	0,33 ± 0,25	ND	ND
Diurón*	2017	I	ND	ND	ND	NC	2,1 ± 1,2	ND	0,47 ± 0,34
Diurón**	2017	I	ND	ND	ND	NC	1,17 ± 0,73	ND	1,27 ± 0,78
Hexazinona*	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,29 ± 0,23	0,07 ± 0,07	0,11 ± 0,10
Hexazinona**	2017	I	ND	ND	ND	0,11 ± 0,09	0,11 ± 0,10	0,14 ± 0,12	0,27 ± 0,21
Imidacloprid*	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,11 ± 0,10	ND	ND
Metalaxil*	2017	I	ND	ND	ND	0,10 ± 0,09	0,38 ± 0,28	NC	0,08 ± 0,07
Oxamil**	2017	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Triadimefón*	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,42 ± 0,30	ND	ND
Triadimenol*	2017	I	ND	ND	ND	ND	0,09 ± 0,08	ND	ND
Ametrina*	2017	II	0,36 ± 0,27	0,62 ± 0,42	0,97 ± 0,62	0,34 ± 0,26	0,20 ± 0,16	0,46 ± 0,33	ND
Ametrina**	2017	II	0,33 ± 0,25	0,56 ± 0,39	0,91 ± 0,59	0,37 ± 0,27	0,21 ± 0,17	0,53 ± 0,37	ND
Bromacil*	2017	II	ND	0,37 ± 0,28	0,37 ± 0,27	1,59 ± 0,95	1,59 ± 0,95	7,6 ± 3,6	1,9 ± 1,1

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Bromacil**	2017	II	ND	0,40 ± 0,29	0,42 ± 0,31	1,67 ± 0,99	1,66 ± 0,99	7,6 ± 3,6	2,3 ± 1,3
Carbendazín*	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,39 ± 0,29	ND
Carbendazín**	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,47 ± 0,34	ND
Diurón*	2017	II	ND	ND	ND	NC	NC	0,41 ± 0,30	ND
Diurón**	2017	II	0,82 ± 0,54	1,64 ± 0,97	1,20 ± 0,75	ND	NC	NC	0,91 ± 0,59
Hexazinona*	2017	II	ND	ND	ND	0,07 ± 0,07	NC	0,13 ± 0,11	0,29 ± 0,22
Hexazinona**	2017	II	ND	ND	ND	0,08 ± 0,08	NC	0,15 ± 0,13	0,32 ± 0,24
Imazalil*	2017	II	ND	0,10 ± 0,09	ND	ND	ND	ND	ND
Imazalil**	2017	II	ND	NC	ND	ND	ND	ND	ND
Imidacloprid*	2017	II	ND	ND	ND	0,13 ± 0,11	NC	ND	ND
Imidacloprid**	2017	II	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Metalaxil*	2017	II	ND	ND	ND	0,17 ± 0,14	NC	0,09 ± 0,08	0,08 ± 0,08
Oxamil*	2017	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,42 ± 0,31	ND
Propiconazol*	2017	II	ND	0,16 ± 0,14	ND	0,15 ± 0,13	ND	0,87 ± 0,57	ND
Propiconazol**	2017	II	ND	NC	ND	NC	ND	0,91 ± 0,59	ND
Ametrina*	2017	III	ND	0,39 ± 0,29	0,51 ± 0,36	0,58 ± 0,40	0,81 ± 0,54	0,19 ± 0,16	NC
Ametrina**	2017	III	ND	0,38 ± 0,28	0,53 ± 0,37	0,57 ± 0,40	0,70 ± 0,48	0,16 ± 0,13	ND
Bromacil*	2017	III	NC	1,16 ± 0,73	1,26 ± 0,78	1,7 ± 1,0	2,1 ± 1,2	7,0 ± 3,3	3,7 ± 1,9
Bromacil**	2017	III	ND	1,25 ± 0,77	1,29 ± 0,80	2,1 ± 1,2	2,2 ± 1,3	7,0 ± 3,4	5,5 ± 2,7
Diurón*	2017	III	NC	1,68 ± 0,99	2,3 ± 1,3	1,29 ± 0,80	2,1 ± 1,2	NC	1,62 ± 0,96
Diurón**	2017	III	NC	2,1 ± 1,2	3,3 ± 1,8	1,57 ± 0,94	2,6 ± 1,4	ND	2,0 ± 1,2
Etoprofos*	2017	III	ND	ND	ND	0,23 ± 0,18	ND	ND	ND
Hexazinona*	2017	III	0,17 ± 0,14	0,14 ± 0,12	0,24 ± 0,19	0,12 ± 0,11	ND	0,16 ± 0,14	0,32 ± 0,25
Hexazinona**	2017	III	0,15 ± 0,12	0,12 ± 0,10	0,19 ± 0,15	0,13 ± 0,11	ND	0,14 ± 0,12	0,32 ± 0,25
Metalaxil*	2017	III	ND	NC	0,18 ± 0,15	0,17 ± 0,14	0,44 ± 0,32	NC	0,17 ± 0,14
Oxamil*	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	0,22 ± 0,17	ND
Oxamil**	2017	III	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Propiconazol*	2017	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Propiconazol**	2017	III	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Ametrina *	2018	I	ND	NC	NC	1,45 ± 0,88	0,33 ± 0,25	0,23 ± 0,18	ND
Ametrina **	2018	I	ND	ND	ND	1,8 ± 1,0	0,33 ± 0,25	0,18 ± 0,15	ND
Bromacil *	2018	I	ND	0,30 ± 0,23	0,44 ± 0,32	0,77 ± 0,51	0,89 ± 0,58	6,3 ± 3,1	ND
Bromacil **	2018	I	ND	0,40 ± 0,30	0,47 ± 0,34	0,84 ± 0,55	1,09 ± 0,69	4,5 ± 2,3	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Carbaril *	2018	I	ND	0,47 ± 0,33	0,92 ± 0,60	ND	ND	ND	ND
Carbaril **	2018	I	ND	0,45 ± 0,32	0,69 ± 0,47	ND	ND	ND	ND
Carbendazín *	2018	I	0,10 ± 0,09	NC	NC	0,23 ± 0,19	NC	NC	ND
Carbendazín **	2018	I	NC	NC	NC	NC	NC	ND	ND
Carbofurán *	2018	I	ND	0,15 ± 0,13	0,26 ± 0,20	1,67 ± 0,99	0,14 ± 0,12	ND	ND
Carbofurán **	2018	I	ND	0,16 ± 0,14	0,24 ± 0,19	1,9 ± 1,1	0,12 ± 0,10	ND	ND
Clorpirifós *	2018	I	ND	0,54 ± 0,38	0,81 ± 0,54	0,10 ± 0,09	ND	ND	ND
Clorpirifós **	2018	I	ND	0,40 ± 0,30	0,53 ± 0,37	0,10 ± 0,09	ND	ND	ND
Diazinón *	2018	I	ND	0,35 ± 0,26	0,42 ± 0,30	0,19 ± 0,15	0,20 ± 0,16	0,33 ± 0,25	ND
Diazinón **	2018	I	NC	0,36 ± 0,27	0,57 ± 0,40	0,26 ± 0,21	0,17 ± 0,14	0,33 ± 0,25	ND
Diurón *	2018	I	ND	NC	NC	4,42 ± 2,26	0,92 ± 0,59	0,70 ± 0,47	ND
Diurón **	2018	I	ND	NC	0,24 ± 0,19	3,60 ± 1,90	0,84 ± 0,55	0,56 ± 0,39	ND
Hexazinona *	2018	I	ND	ND	ND	1,31 ± 0,81	0,14 ± 0,12	0,39 ± 0,29	ND
Hexazinona **	2018	I	ND	ND	ND	1,60 ± 0,95	0,13 ± 0,11	0,35 ± 0,27	ND
Imazalil **	2018	I	ND	ND	ND	ND	ND	NC	ND
Imidacloprid *	2018	I	ND	ND	ND	2,8 ± 1,5	0,80 ± 0,53	ND	ND
Imidacloprid **	2018	I	ND	ND	ND	2,7 ± 1,5	0,79 ± 0,53	ND	ND
Metalaxil *	2018	I	ND	0,13 ± 0,12	0,21 ± 0,17	1,8 ± 1,0	0,37 ± 0,28	ND	ND
Metalaxil **	2018	I	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Oxamil *	2018	I	ND	ND	ND	ND	NC	0,39 ± 0,29	ND
Oxamil **	2018	I	ND	ND	ND	ND	ND	0,35 ± 0,27	ND
Prometrina **	2018	I	ND	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Ametrina*	2018	II	ND	NC	ND	3,5 ± 1,8	0,16 ± 0,14	0,68 ± 0,46	ND
Ametrina**	2018	II	ND	NC	NC	0,52 ± 0,37	3,0 ± 1,6	0,37 ± 0,27	ND
Bromacil*	2018	II	5,7 ± 2,8	0,88 ± 0,58	ND	4,6 ± 2,3	1,34 ± 0,82	2,9 ± 1,6	ND
Carbendazín *	2018	II	NC	ND	ND	NC	ND	ND	ND
Carbofurán*	2018	II	ND	ND	ND	0,18 ± 0,15	ND	0,56 ± 0,39	ND
Diurón*	2018	II	1,32 ± 0,81	0,48 ± 0,34	ND	2,7 ± 1,5	0,44 ± 0,32	1,8 ± 1,1	ND
Diazinón*	2018	II	0,41 ± 0,30	0,15 ± 0,13	ND	ND	0,48 ± 0,34	ND	ND
Hexazinona*	2018	II	0,33 ± 0,25	ND	ND	ND	ND	0,17 ± 0,14	ND
Metalaxil*	2018	II	0,29 ± 0,22	ND	ND	0,26 ± 0,21	ND	0,30 ± 0,23	ND
Oxamil*	2018	II	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Promiconazol*	2018	II	ND	ND	ND	0,36 ± 0,27	ND	0,50 ± 0,36	ND

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 8	Sitio 5	Sitio 7	Sitio 3	Sitio 6	Sitio 1	Sitio 28
			R. Cuarto	R. Cuarto	R. Cuarto	Q. El Suspiro	R. Caño Negro	Q. Grande	Q. Sonora
Bromacil**	2018	II	ND	0,90 ± 0,59	0,66 ± 0,45	1,7 ± 1,0	3,6 ± 1,9	11,5 ± 5,1	4,1 ± 2,1
Carbaril**	2018	II	ND	ND	0,41 ± 0,30	ND	ND	ND	ND
Carbendazín**	2018	II	ND	ND	ND	ND	NC	ND	NC
Carbofurán**	2018	II	ND	ND	ND	0,42 ± 0,31	0,15 ± 0,13	ND	ND
Diazinón**	2018	II	1,03 ± 0,65	1,53 ± 0,92	1,17 ± 0,73	0,55 ± 0,39	0,41 ± 0,30	NC	2,7 ± 1,5
Diurón**	2018	II	ND	0,46 ± 0,33	0,45 ± 0,33	1,34 ± 0,82	2,6 ± 1,4	1,15 ± 0,72	1,24 ± 0,77
Imidacloprid**	2018	II	ND	ND	ND	0,55 ± 0,38	0,35 ± 0,26	ND	ND
Hexazinona**	2018	II	ND	ND	ND	NC	ND	0,19 ± 0,16	0,24 ± 0,19
Metalaxil**	2018	II	ND	ND	ND	ND	ND	1,05 ± 0,67	ND
Oxamil**	2018	II	ND	ND	ND	ND	ND	0,53 ± 0,37	ND

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Unidades: µg/L. R: río, Q: quebrada. *Residuos detectados por MAR-1, **Residuos detectados mediante MAR-27.



Anexo 13. Residuos de plaguicidas en muestras de sedimento tomadas en las orillas de los cuerpos de agua tributarios del río Tres Amigos durante los cuatro monitoreos realizados en el proyecto

Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 24	Sitio 12	Sitio 18	Sitio 19	Sitio 20
			R. Guayabo	Q. Los Chiles	R. Sahino	R. Sahino	Q. La Diabla
Ametrina	2015	I	ND	6,44 ± 3,11	ND	NC	ND
Carbendazín	2015	I	ND	6,00 ± 2,93	ND	NC	ND
Ametrina	2015	II	NC	ND	ND	ND	ND
Ametrina	2016	I	3,1 ± 1,7	ND	ND	NA	ND
Ametrina	2016	II	ND	55,39 ± 19,37	9,84 ± 4,46	NA	ND
Carbendazín	2016	II	ND	50,19 ± 17,82	10,01 ± 4,53	NA	ND
Diurón	2016	II	ND	19,55 ± 8,00	15,71 ± 6,64	NA	ND
Propiconazol	2016	II	ND	38,24 ± 14,14	8,95 ± 4,12	NA	ND
Ametrina	2016	III	ND	17,94 ± 7,44	9,28 ± 4,25	NA	ND
Carbendazín	2016	III	ND	NC	NC	NA	ND
Clorpirifós	2016	III	ND	ND	NC	NA	ND
Diurón	2016	III	ND	NC	35,44 ± 13,26	NA	ND
Procloraz	2016	III	ND	ND	NC	NA	ND
Propiconazol	2016	III	ND	15,13 ± 6,43	7,58 ± 3,58	NA	ND
Ametrina	2017	I	ND	ND	NC	NA	ND
Carbendazín	2017	I	ND	ND	4,4 ± 2,2	NA	ND
Ametrina	2017	II	ND	27 ± 11	8,7 ± 4,0	NA	ND
Carbendazín	2017	II	ND	32 ± 12	17,9 ± 7,4	NA	ND
Propiconazol	2017	II	ND	75 ± 25	ND	NA	ND
Propiconazol	2017	III	NC	7,9 ± 3,7	10,4 ± 4,7	NA	NC
Ametrina	2017	III	ND	19,4 ± 8,0	7,0 ± 3,4	NA	ND
Carbendazín	2017	III	ND	37 ± 14	12,0 ± 5,3	NA	ND

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018
Unidades en µg/Kg. R: río, Q: quebrada



Anexo 14. Residuos de plaguicidas en muestras de sedimento tomadas en las orillas de los cuerpos de agua tributarios del río Toro durante los cuatro monitoreos realizados en el proyecto.

Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 5	Sitio 3
			R. Cuarto	Q. El Suspiro
Ametrina	2015	II	3,81 ± 1,99	43,45 ± 15,76
Carbendazín	2015	II	NC	16,26 ± 6,84
Diurón	2015	II	0,87 ± 0,57	49,08 ± 17,48
Propiconazol	2015	II	NC	54,40 ± 19,08
Ametrina	2015	III	NC	370 ± 97
Buprofezín	2015	III	ND	NC
Carbendazín	2015	III	ND	45 ± 16
Diurón	2015	III	80 ± 27	70 ± 24
Propiconazol	2015	III	ND	NC
Ametrina	2016	I	5,0 ± 2,5	7,9 ± 3,7
Diurón	2016	I	2,3 ± 1,3	10,5 ± 4,7
Propiconazol	2016	I	ND	59 ± 20
Ametrina	2016	II	12,15 ± 5,34	148,53 ± 44,78
Carbendazín	2016	II	NC	29,06 ± 11,20
Diurón	2016	II	18,44 ± 7,61	29,35 ± 11,29
Propiconazol	2016	II	17,95 ± 7,44	15,91 ± 6,71
Ametrina	2016	III	NC	NC
Clorpirifós	2016	III	NC	16,18 ± 6,81
Diurón	2016	III	9,94 ± 4,50	NC
Procloraz	2016	III	NC	NC
Propiconazol	2016	III	7,05 ± 3,36	69,40 ± 23,46
Ametrina	2017	I	ND	22,8 ± 9,1
Carbendazín	2017	I	ND	18,0 ± 7,5

Continuación del cuadro en la siguiente página



Plaguicida	Año	Muestreo	Sitio 5	Sitio 3
			R. Cuarto	Q. El Suspiro
Ametrina	2017	II	NC	28 ± 11
Carbendazín	2017	II	ND	19,2 ± 7,9
Propiconazol	2017	II	ND	27 ± 11
Propiconazol	2017	III	8,0 ± 3,7	25,2 ± 9,9
Ametrina	2017	III	11,6 ± 5,1	23,5 ± 9,4
Carbendazín	2017	III	11,0 ± 4,9	15,0 ± 6,4

Fuente: Elaboración propia, 2015-2018

Unidades en µg/Kg.

NC = residuos detectados por debajo del límite de cuantificación (trazas).

ND = No detectable.

R: río, Q: quebrada



Anexo 15. Características físico-químicas y toxicológicas de los plaguicidas detectados en el monitoreo de aguas y sedimentos

Plaguicida	Tipo de plaguicida	Familia	Solubilidad en agua (mg/L)	Constante de Henry (Pa m ³ /mol)	Índice de GUS	Degradación en el suelo (días): DT ₅₀	Absorción en el suelo: K _{oc}	Metabolitos secundarios importantes	Toxicidad (macro invertebrados) EC ₅₀ (mg/L)	Toxicidad (peces) LC ₅₀ (mg/L)
Azoxistrobin	Fungicida	Estrobilurina	6,7 (baja)	7,4x10 ⁻⁹ (no volátil)	2,65 (transición)	78 (moderadamente persistente)	589 (poco móvil)	-	0,23 (moderada)	0,47 (moderada)
Carbendazín	Fungicida	Benzimidazol	8 (baja)	3,6x10 ⁻³ (no volátil)	2,53 (transición)	40 (moderadamente persistente)	-	2-aminobenzimidazol	0,15 (moderada)	0,19 (moderada)
Imazalil	Fungicida	Imidazol	184 (moderada)	1,08x10 ⁻⁴ (no volátil)	0,61 (poco lixiviable)	76,3 (moderadamente persistente)	-	-	3,5 (moderada)	1,48 (moderada)
Metalaxil	Fungicida	Fenilamida	8400 (alta)	1,6x10 ⁻⁵ (no volátil)	2,79 (transición)	36 (moderadamente persistente)	162 (moderadamente móvil)	-	3,47 (moderada)	0,96 (moderada)
Miclobutalin	Fungicida	Triazol	132 (moderada)	4,33x10 ⁻⁴ (no volátil)	3,30 (altamente lixiviable)	560 (altamente persistente)	-	-	17 (moderada)	2 (moderada)
Procloraz	Fungicida	Imidazol	26,5 (baja)	1,64x10 ⁻³ (no volátil)	1,98 (transición)	120 (persistente)	500 (poco móvil)	-	4,3 (moderada)	1,5 (moderada)
Propiconazol	Fungicida	Triazol	150 (moderada)	9,2x10 ⁻⁵ (no volátil)	1,89 (transición)	71,8 (moderadamente persistente)	1086 (poco móvil)	-	10,2 (moderada)	2,6 (moderada)
Tiabendazol	Fungicida	Benzimidazol	30 (baja)	3,7x10 ⁻⁶ (no volátil)	2,04 (transición)	500 (altamente persistente)	3983 (poco móvil)	-	0,81 (moderada)	0,55 (moderada)
Triadimefón	Fungicida	Triazol	70 (moderada)	9,0x10 ⁻⁵ (no volátil)	1,59 (poco lixiviable)	26 (no persistente)	300 (poco móvil)	-	7,16 (moderada)	4,08 (moderada)
Triadimenol	Fungicida	Triazol	72 (moderada)	3,5x10 ⁻⁶ (no volátil)	3,34 (altamente lixiviable)	250 (persistente)	750 (poco móvil)	triadimefón	51 (moderada)	21,3 (moderada)
Ametrina	Herbicida	Trazina	200 (moderado)	4,1x10 ⁻⁴ (no volátil)	0,52 (poco lixiviable)	37 (moderadamente persistente)	316 (moderadamente móvil)	Dietil ametrina	28 (moderada)	5 (moderada)

Continuación de la tabla en la siguiente página



Plaguicida	Tipo de plaguicida	Familia	Solubilidad en agua (mg/L)	Constante de Henry (Pa m ³ /mol)	Índice de GUS	Degradación en el suelo (días): DT ₅₀	Absorción en el suelo: K _{oc}	Metabolitos secundarios importantes	Toxicidad (macro invertebrados) EC ₅₀ (mg/L)	Toxicidad (peces) LC ₅₀ (mg/L)
Bromacil	Herbicida	Uracilo	815 (alta)	1,5x10 ⁻⁵ (no volátil)	3,44 (altamente lixiviable)	60 (moderadamente persistente)	32 (móvil)	-	> 119 (baja)	> 36 (moderada)
Diurón	Herbicida	Fenilamida	35,6 (baja)	2,0x10 ⁻⁶ (no volátil)	1,83 (transición)	75,5 (moderadamente persistente)	813 (poco móvil)	-	5,7 (moderada)	6,7 (moderada)
Hexazinona	Herbicida	Triazinona	33000 (alta)	1,1x10 ⁻⁷ (no volátil)	4,43 (altamente lixiviable)	105 (persistente)	54 (móvil)	-	> 85 (moderada)	> 320 (baja)
Paraquat	Herbicida	Bipiridilio	620000 (alta)	4,0x10 ⁻¹⁴ (no volátil)	-7,40 (poco lixiviable)	3000 (altamente persistente)	1000000 (no móvil)	-	4,4 (moderada)	19 (moderada)
Prometrina	Herbicida	Triazina	33 (baja)	1,20 X 10 ⁻³ (no volátil)	0,59 (poco lixiviable)	41 (moderadamente persistente)	400 (moderadamente móvil)	-	12,66 (moderada)	5,5 (moderada)
Buprofezín	Insecticida	-	0,46 (baja)	2,8x10 ⁻² (no volátil)	0,58 (poco lixiviable)	50 (moderadamente persistente)	5363 (poco móvil)	-	> 0,42 (moderada)	> 0,33 (moderada)
Carbaril	Insecticida	Carbamato	9,1 (baja)	9,2x10 ⁻⁵ (no volátil)	2,02 (transición)	16 (no persistente)	300 (moderadamente móvil)	Metilamina	0,0064 (alta)	2,6 (moderada)
Carbofurán	Insecticida	Carbamato	322 (moderada)	5,0x10 ⁻⁵ (no volátil)	2,28 (transición)	29 (no persistente)	-	3-hidroxicarbofuran/3-ketocarbofuran	0,0094 (alta)	0,18 (moderada)
Ciromazina	Insecticida	Triazina	13000 (alta)	5,80 X 10 ⁻⁰⁹ (no volátil)	2,09 (transición)	93 (moderadamente persistente)	409 (K _{of} moderadamente móvil)	-	> 100 (baja)	> 100 (baja)
Clorpirifós	Insecticida	Organofosforado	1,05 (baja)	4,78x10 ⁻¹ (moderadamente volátil)	3,63 (altamente lixiviable)	386 (altamente persistente)	5509 (no móvil)	-	0,00010 (alta)	0,025 (alta)
Diazinón	Insecticida	Organofosforado	60 (moderada)	6,09x10 ⁻² (no volátil)	1,14 (poco lixiviable)	9,1 (no persistente)	609 (poco móvil)	Pirimidinol	0,001 (alta)	3,1 (alta)

Continuación de la tabla en la siguiente página



Plaguicida	Tipo de plaguicida	Familia	Solubilidad en agua (mg/L)	Constante de Henry (Pa m ³ /mol)	Índice de GUS	Degradación en el suelo (días): DT ₅₀	Absorción en el suelo: K _{oc}	Metabolitos secundarios importantes	Toxicidad (macro invertebrados) EC ₅₀ (mg/L)	Toxicidad (peces) LC ₅₀ (mg/L)
Diclorvós	Insecticida	Organofosforado	18000 (alta)	2,58x10 ⁻² (no volátil)	0,69 (poco lixiviable)	2 (no persistente)	50 (móvil)	-	0,00019 (alta)	0,55 (moderada)
Dimetoato	Insecticida	Organofosforado	25900 (alta)	1,42x10 ⁻⁶ (no volátil)	1,01 (poco lixiviable)	2,5 (no persistente)	-	Ometoato	2 (moderado)	30,2 (moderada)
Etoprofós	Insecticida	Organofosforado	1300 (alta)	1,35x10 ⁻² (no volátil)	2,22 (transición)	13,6 (no persistente)	70 (móvil)	-	0,2 (moderado)	0,32 (moderado)
Imidacloprid	Insecticida	Neonicotinoide	610 (alta)	1,7x10 ⁻¹⁰ (no volátil)	3,74 (altamente lixiviable)	191 (persistente)	-	-	85 (moderada)	> 83 (moderada)
Malatión	Insecticida	Organofosforado	148 (moderada)	1,0x10 ⁻³ (no volátil)	-1,28 (poco lixiviable)	0,17 (no persistente)	1800 (poco móvil)	-	0,0007 (alta)	0,018 (alta)
Metoxifenocida	Insecticida	Diacilhidrazina	3,3 (baja)	1,64x10 ⁻⁴ (no volátil)	4,35 (altamente lixiviable)	456 (altamente persistente)	402 (moderadamente móvil)	-	3,7 (moderada)	> 4,2 (moderada)
Oxamil	Insecticida	Carbamato	148100 (alta)	4,89x10 ⁻⁸ (no volátil)	2,29 (transición)	7 (no persistente)	16,6 (móvil)	-	0,319 (moderada)	3,13 (moderada)
Paclobutrazol	Regulador de crecimiento-fungicida	Triazol	22,9 (baja)	2,39x10 ⁻⁵ (no volátil)	3,49 (altamente lixiviable)	112 (persistente)	400 (moderadamente móvil)	-	33,2 (moderada)	23,6 (moderada)

Fuente: Elaboración propia con base en datos PPDB, 2016-2018



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Universidad de Costa Rica

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental

Logros y Recomendaciones

Proyecto: Caracterización de las prácticas agrícolas y el uso y manejo de agroquímicos en el cultivo de piña, para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)

INFORME FINAL

2018



Logros

1. Se caracterizaron los productores de piña de la zona norte del país, específicamente de la zona de Pital, Aguas Zarcas, Venecia y Río Cuarto. Se estableció una clasificación de los productores como pequeños, medianos y grandes, a través de 70 instrumentos (encuestas y entrevistas), lo que permitió generar una información base, con la que no se contaba previo al proyecto.
2. Se identificaron las principales prácticas agrícolas empleadas en la producción de piña.
3. Se identificaron los temas, sobre buenas prácticas agrícolas (BPA), con mayor y menor desconocimiento por parte de los productores.
4. Se impartieron 34 capacitaciones sobre BPA a: productores, estudiantes universitarios, personal de ventas de agro-insumos, cooperativas y público interesado, de la Región Huetar Norte. Se tuvo un alcance de 240 personas.
5. Se impartieron cuatro talleres sobre BPA para niños y niñas en dos escuelas de la zona de estudio, con la participación de 72 estudiantes en total. Con estos talleres se logró un alcance de la población involucrada indirectamente en la actividad piñera. Además, se contó con la presencia de los docentes de estos centros educativos, y se les brindó la información para ser replicada con el resto de los estudiantes.
6. Se promovió el acercamiento entre el sector piñero, productores y organizaciones de la zona, mediante actividades de integración como la feria de buenas prácticas agrícolas y los talleres en escuelas.
7. Se elaboraron cuatro boletines electrónicos sobre BPA. Esta actividad de comunicación tuvo un alcance aproximado de 50 productores.

8. Se enviaron 16 mensajes sobre BPA a 40 pequeños productores a través de la aplicación *WhatsApp*.
9. Se elaboraron nueve videos educativos sobre BPA. Los videos se distribuyeron por Correos de Costa Rica a 25 empresas grandes y por medio de *WhatsApp* a 45 productores medianos y pequeños.
10. Se elaboró una guía para la identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de piña. Se entregaron 200 ejemplares a productores de piña, organizaciones y agencias del MAG y el SFE para su distribución.
11. Se muestrearon 22 sitios en cuerpos de agua superficiales (ríos y quebradas) durante cuatro años (11 campañas de muestreo); y diez sitios en cuerpos de agua subterráneas durante tres años (seis campañas de muestreo).
12. A partir de los resultados preliminares de los análisis de cuerpos de agua, ejecutados por el proyecto, instituciones del Estado crearon un **plan único interinstitucional** en el 2018. Con dicho plan se pretende que las instituciones¹ involucradas verifiquen el manejo de agroquímicos y el uso de agua en fincas agrícolas piñeras y ganaderas de la región.
13. Se estableció una línea base para identificar el movimiento ambiental de los compuestos contaminantes.
14. Los datos recolectados en los monitoreos son un insumo importante que puede ser utilizado como fuente de información para actualizar la reglamentación nacional, en torno a la presencia de diferentes compuestos en el ambiente.
15. Se elaboraron mapas de vulnerabilidad para los herbicidas ametrina y bromacil (uno para cada año de muestreo). Estos mapas representan la base para la generación de análisis de

¹ Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA); Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE); Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), del MINAE; Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), del MINAE; Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), del MINAE; Consejo Nacional Ambiental, Presidencia de la República.

riesgo, lo cual permite identificar zonas de riesgo para los cuerpos de agua, que podrían sufrir contaminación por la presencia de residuos de plaguicidas.

16. Los datos obtenidos permitieron informar a las autoridades competentes y a las comunidades sobre el estado de la calidad del agua (superficial y subterránea) en la zona de estudio.
17. Los análisis de residuos de plaguicidas en agua y fruta, entrevistas a productores y consultas a casas comerciales, permitieron conocer los principales plaguicidas utilizados en la zona de estudio.
18. Se implementó y desarrolló, en el CICA, la metodología de análisis de contaminantes emergentes en muestras de agua. Con estos análisis se deja un precedente de que existe la presencia de distintos xenobióticos en los cuerpos de agua (además de los plaguicidas). Con esto se puede generar discusión a nivel nacional para monitorear y regular la presencia de estos compuestos en el agua.
19. Posterior al desarrollo del proyecto, los productores de piña participantes mencionan que las BPA más aplicadas son: a) uso correcto del equipo de protección personal (EPP); b) uso de dosis y productos recomendados; c) manejo integrado de plagas; d) cuidado y nutrición de los suelos.
20. En una evaluación realizada, al final del proyecto, el 68 % de los productores considera que su capacidad para producir piña implementando BPA ha incrementado en los últimos tres años.

Recomendaciones

1. Continuar con el monitoreo de las fuentes de agua con el fin de conocer el comportamiento y la calidad del agua; así como determinar la presencia de plaguicidas y de contaminantes emergentes, para contar con una verificación en el futuro.
2. Se propone efectuar una segunda etapa para medir el caudal en los puntos de muestreo, con el fin de conocer la carga de plaguicidas en los cuerpos de agua. Con esta información se podría comparar las magnitudes (no solamente las concentraciones) de los plaguicidas en los cuerpos de agua. Estos datos permitirán evaluar el impacto de la presencia de los plaguicidas, por medio de ensayos de campo y evaluación de rutas metabólicas.
3. Se debe iniciar una discusión técnica para la creación de legislación nacional en torno a la presencia de contaminantes emergentes en el agua y el ambiente.
4. La legislación nacional sobre la presencia de plaguicidas en aguas subterráneas y superficiales requiere una revisión y actualización acorde con los productos utilizados en la agricultura actual, pues existen muchos compuestos que no son regulados y tienen un amplio uso en la producción agrícola.
5. Para la actualización de la legislación nacional de aguas, se deben considerar todos los sectores involucrados: salud, agropecuario, ambiental, academia y gobierno central; además, se deben considerar las condiciones propias del ambiente en cada región.
6. Se recomienda continuar con el análisis de contaminantes emergentes en los cuerpos de agua a nivel nacional, para conocer el riesgo que representan sobre la salud humana y el ambiente.
7. Invertir en investigación sobre estrategias de remoción (químicas y biológicas) de plaguicidas en el agua, donde se consideren estratégicas. Además, que puedan adaptarse a grandes plantas de tratamiento, centros de distribución de agua potable y consumidores individuales.
8. Es necesario realizar estudios ecotoxicológicos y toxicológicos, para conocer las posibles afectaciones de los plaguicidas, en distintas concentraciones, en la salud ambiental y humana.

9. Determinar si el proceso de transferencia de información y de extensión agrícola es efectivo. Dar seguimiento a las capacitaciones y talleres brindados a los productores para comprobar que los temas impartidos están siendo aplicados en campo a largo plazo.
10. Reforzar la capacitación en buenas prácticas agrícolas tanto en la zona de estudio como en otras zonas, en temas como manejo adecuado del suelo, manejo de arvenses, alternativas biológicas para el control de plagas y enfermedades, manejo adecuado del rastrojo, nutrición del cultivo, salud ocupacional y agricultura de precisión, entre otras.
11. El trabajo conjunto interinstitucional (MINAE, AyA, MAG, gobiernos locales y academia) es un punto medular para lograr que la ejecución de estos proyectos obtengan los resultados deseados y favorezcan la implementación de una agricultura cada vez más sostenible.
12. Los talleres para niños y niñas representan una gran oportunidad para la aplicación y conocimiento de las buenas prácticas agrícolas a largo plazo, pues son transmisores de información para sus familias y personas cercanas; además, en el futuro podrían estar relacionados con la producción de piña y la educación a temprana edad favorecerá que implementen buenas prácticas agrícolas. Se recomienda ampliar estos talleres a más comunidades cercanas al cultivo y a mayor cantidad de niveles de primaria y secundaria.
13. Las actividades de transferencia de conocimiento a comunidades y productores deben ser más frecuentes durante el desarrollo de un proyecto, y, además, no se debe esperar a la finalización del proyecto para acercarse a las asociaciones de desarrollo, ASADAS y asociaciones de productores, pues el acercamiento temprano favorece las relaciones positivas con estas organizaciones comunales.
14. Se recomienda extender el área geográfica de capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas a la zona norte-norte y caribe-norte, pues durante el desarrollo de este proyecto se recibieron repetidas consultas de empresas y productores de estas zonas interesados en recibir capacitaciones sobre buenas prácticas agrícolas pero que, debido a la distancia, no les era posible participar.
15. Es importante trabajar de cerca con los almacenes de venta de insumos agrícolas, participar en sus actividades y organizar campañas de comunicación y educación en conjunto, pues los

vendedores de insumos agrícolas representan una de las principales fuentes de consulta para los productores cuando de compra de agroquímicos se trata. Se recomienda buscar alianzas con estas organizaciones a nivel regional y nacional.

16. La comunicación en este tipo de proyectos debe ser transparente y activa con todos los públicos: productores, asociaciones de productores, comunidades donde se desarrollan, autoridades de otras instituciones, organizaciones sin fines de lucro que trabajan el tema, instituciones educativas de las comunidades, funcionarios de las agencias del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Servicio Fitosanitario del Estado en la zona, otras instituciones públicas y medios de comunicación. Al existir una comunicación constante y activa se asegura que los resultados lleguen de manera directa y se evitan confusiones y daños a la imagen de las instituciones que desarrollan el proyecto.
17. Se recomienda que las capacitaciones que se realicen sean mayormente impartidas en el formato de taller, con diversas actividades y con poca exposición magistral, pues durante el desarrollo del proyecto se recibieron varios comentarios de los productores quienes afirman que no se sienten cómodos solamente con el formato magistral.
18. Es recomendable actualizar de manera constante las bases de datos de productores y ajustarse a los cambios de uso de medios; por ejemplo, durante el desarrollo del proyecto se logró identificar que el uso de *WhatsApp* y de un teléfono móvil del proyecto es una muy buena estrategia para el contacto con productores, pues es muy similar a la comunicación personal; sin embargo, también se logró determinar que no se pueden dejar de lado las reuniones cara a cara, ya que estas fortalecen la confianza y mejoran las relaciones.
19. Desde la percepción de los mismos productores, se considera necesario la realización de talleres sobre BPA de manera constante, pues opinan que con el tiempo los conocimientos se pueden olvidar; además, están conscientes de la importancia de la actualización frecuente.
20. Existe un descontento general y desunión del sector piñero. Los productores se echan la culpa unos a otros de las problemáticas surgidas con la actividad, y la relación con las comunidades y los medios de comunicación es mínima y en algunos casos negativa. Esta situación causa que exista mayor desconfianza para la aplicación de BPA y para la aceptación de colaboración

con instituciones como la Universidad de Costa Rica. Trabajar en pro de una comunidad piñera más unida y abierta podría favorecer una mayor apertura a la implementación de buenas prácticas agrícolas.

21. Para relacionarse adecuadamente con los medios de comunicación, se debe contar con mensajes clave y un discurso unificado, los voceros que hablen a los medios deben estar definidos desde el inicio del proyecto y deben ser personas capacitadas con facilidad de palabra y tolerancia a situaciones de presión.
22. Las actividades de integración como campeonatos de fútbol, ferias y concursos, representan un importante aliado en el establecimiento de relaciones positivas con los productores. Este tipo de actividades desarrolladas en el proyecto fueron las que contaron con mayor participación y apoyo por parte de los productores y público en general, por lo que es recomendable acercarse de esta manera para fortalecer los vínculos.
23. Las actividades de capacitación, así como los mensajes de comunicación que se realicen en el futuro siempre deben considerar que la utilización de lenguaje técnico no es atractiva para los productores, al contrario, prefieren el uso de lenguaje popular y la utilización de ejemplos reales en el campo, preferiblemente en el cultivo de piña y en Costa Rica.
24. Las campañas de comunicación para promover las buenas prácticas agrícolas son más efectivas si están enfocadas en los beneficios para la productividad y a nivel económico que puede traer su implementación, pues a pesar de que los productores tienen una alta conciencia ambiental y social, su principal preocupación se centra en el tema económico.
25. Es importante mantener una comunicación abierta con los productores, se sugiere que existan mecanismos mediante los cuales puedan hacer consultas y expresar sus opiniones; estas deben ser atendidas con una respuesta oportuna. La comunicación bidireccional es esencial para que el proyecto sea efectivo, estableciendo relaciones con los productores se logra más participación en las actividades.
26. Las capacitaciones y reuniones con las comunidades y productores agrícolas, se recomienda organizarlas en horarios después de las cuatro de la tarde y los fines de semana, esto debido a que normalmente las personas tienen otras obligaciones en horario laboral.

27. La participación en fiestas populares o patronales mediante un puesto informativo, no necesariamente es una actividad efectiva, pues las personas que asisten a estas fiestas son muy variadas y no siempre están relacionadas con el cultivo de piña. Además, a pesar de contar con la participación de productores o trabajadores del cultivo de piña, estos asisten a las fiestas para divertirse y tienen poco interés en información relacionada con su entorno laboral.
28. Antes de implementar cualquier actividad de comunicación se requiere definir indicadores de gestión y cumplimiento; es importante identificar si las acciones realizadas realmente tienen un efecto importante en el público meta.
29. En este tipo de proyecto los mensajes, comunicados y entrevistas coordinados con los medios de comunicación deben ser claros y sencillos para la transmisión al público, simplificando en lo posible el lenguaje científico, pero sin perder el significado del mensaje. Además, debe existir articulación entre las oficinas de comunicación de las instituciones participantes para que los mensajes que se envíen no sean contradictorios.